

Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br222, Km7, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98)32729902E-mail:ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL - UFMA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**ASPECTOS PRODUTIVOS E DINÂMICA PARASITÁRIA EM  
OVINOS INFECTADOS NATURALMENTE COM *Eimeria* SPP.  
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS  
CRESCENTES DE BORRA DE BABAÇU**

SARA SILVA REIS

Chapadinha – MA

2022

Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br222, Km7, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98)32729902E-mail:ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

**SARA SILVA REIS**

**ASPECTOS PRODUTIVOS E DINÂMICA PARASITÁRIA EM  
OVINOS INFECTADOS NATURALMENTE COM *Eimeria* SPP.  
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS  
CRESCENTES DE BORRA DE BABAÇU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como  
requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência  
Animal.

Orientador: Dr. Ivo Alexandre Leme da Cunha  
Co-orientador: Dr. Thiago Costa Nascimento

Chapadinha - MA

2022

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

Silva Reis, Sara.

Aspectos produtivos e dinâmica parasitária em ovinos infectados naturalmente com *Eimeria* spp. alimentados com dietas contendo níveis crescentes de borra de babaçu / Sara Silva Reis. - 2022.

48 p.

Coorientador(a): Thiago Vinicius Costa Nascimento.

Orientador(a): Ivo Alexandre Leme da Cunha.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/ccaa, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2022.

1. Coccidiose. 2. Epidemiologia. 3. Ovino. 4. Performance. I. Costa Nascimento, Thiago Vinicius. II. Leme da Cunha, Ivo Alexandre. III. Título.

Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br222, Km7, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98)32729902E-mail:ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



SARA SILVA REIS

**ASPECTOS PRODUTIVOS E DINÂMICA PARASITÁRIA EM  
OVINOS INFECTADOS NATURALMENTE COM *Eimeria* SPP.  
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS  
CRESCENTES DE BORRA DE BABAÇU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em     /     /

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Prof. Dr. Thiago Vinicius Costa Nascimento (Co-orientador)  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Michelle de Oliveira Maia Parente  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Geyanna Dolores Lopes Nunes  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

*“Somos a forma mais avançada de Deus, tudo o que jamais foi ou que jamais será está dentro de nós”*

**Bob Proctor**

Dedico à minha família, meus pais Sandra e Pedro e aos meus irmãos Kassandra e João Pedro. Em especial à minha mãe por estar ao meu lado e por me incentivar ir sempre pelo melhor caminho com fé, Gratidão!

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal do Maranhão – UFMA, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA, pela oportunidade concedida durante o curso.

Ao meu orientador o Professor Dr. Ivo Alexandre Leme da Cunha pela orientação, conselhos, ensinamentos, incentivo, paciência e contribuição no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao meu Co-orientador o Professor Dr. Thiago Vinícius Costa Nascimento por todas as contribuições feitas no desenvolvimento desse trabalho.

Aos integrantes do Laboratório de Parasitologia Aplicada – LabPar, que contribuíram durante as etapas da pesquisa.

Ao grupo GEPRUMA, pelas contribuições e parceria durante toda a pesquisa.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Aos servidores e funcionários da UFMA, pelo auxílio prestado durante todo o curso de mestrado.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pelo apoio financeiro e pela bolsa concedida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior – (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – (CNPq) pelo apoio a pesquisa.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os aspectos produtivos e a dinâmica parasitária em ovinos infectados naturalmente com *Eimeria* spp. alimentados com dietas contendo níveis crescentes de borra de babaçu. Foram utilizados 28 cordeiros machos, com peso inicial de  $20\pm 4$ kg e idade média de 5 meses. Os tratamentos consistiam em quatro dietas experimentais com níveis crescentes da borra de babaçu (0%, 5%, 10% e 15%), com base na matéria seca. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e sete repetições. A dinâmica de infecção por *Eimeria* spp. foi realizada por meio de exames coproparasitológicos em cada amostra de acordo com o nível de inclusão da borra de babaçu nos dias (-7, 0, 14, 28, 42 e 49). Neste estudo foram identificadas nove espécies de *Eimeria*, com prevalência total de 93,45% das amostras fecais. As espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis*, *E. parva*, *E. bakuensis* e *E. faurei* foram mais recorrentes e seus picos de eliminação ocorreram no dia experimental 28 em todos os níveis de inclusão da borra de babaçu na dieta dos ovinos. A inclusão de 9,05% da borra de babaçu na dieta dos ovinos reduziu significativamente a contagem de oocistos por grama de fezes ( $P < 0,05$ ) sem afetar o ganho médio diário ( $P > 0,05$ ) e o consumo de matéria seca (CMS) ( $P > 0,05$ ). Os dois primeiros componentes explicam 54,54% da variação total das variáveis avaliadas. O primeiro componente foi relacionado à contagem de oocistos por grama de fezes e às espécies de *Eimeria* e o segundo componente às variáveis de consumo de nutrientes. Observou-se que o GMD (g/dia) correlacionou-se negativamente com *E. bakuensis* e o CMS (g/dia) correlacionou-se negativamente com a média de OOPG, *E. bakuensis*, *E. ovinoidalis* e *E. faurei*. A infecção por *Eimeria* spp. afeta negativamente o CMS e o ganho de peso de ovinos. Recomenda-se a inclusão de 9,05% na dieta de ovinos terminados em confinamento.

**Palavras-Chave:** Coccidiose, Epidemiologia, Ovino, performance.



## ABSTRAT

The objective was to evaluate the productive aspects and parasite dynamics in sheep naturally infected with *Eimeria* spp. fed diets containing levels of greasy babassu by-product. Twenty-eight male lambs were used, with an initial weight of 20±4kg and an average age of 5 months. The treatments consisted of four experimental diets with increasing levels of babassu sludge (0%, 5%, 10% and 15%) based on dry matter. A completely randomized design was used, with four treatments and seven replications. The dynamics of infection by *Eimeria* spp. was performed by means of coproparasitological exams in each sample according to the level of inclusion of babassu sludge on days (-7, 0, 14, 28, 42 and 49). In this study, nine species of *Eimeria* were identified, with a total prevalence of 93.45% of the fecal samples. The species *E. crandallis*, *E. ovinoidalis*, *E. parva*, *E. bakuensis* and *E. faurei* were more recurrent and their elimination peaks occurred on experimental day 28 at all levels of inclusion of greasy babassu by-product in the sheep diet. The inclusion of 9.05% of greasy babassu by-product in the sheep diet significantly reduced the oocyst count per gram of feces ( $P < 0.05$ ) without affecting the average daily gain (ADG) ( $P > 0.05$ ) and dry matter intake (DMI) ( $P > 0.005$ ). The first two principal components explain 54.54% of the total variation of the variables evaluated. The first component was related to the oocyst count per gram of feces and to *Eimeria* species and the second component to the nutrient consumption variables. It was observed that ADG (g/day) was negatively correlated with *E. bakuensis* and DMI (g/day) was negatively correlated with the mean of OOPG, *E. bakuensis*, *E. ovinoidalis* and *E. faurei*. Infection by *Eimeria* spp. negatively affects the DMI and weight gain of sheep. It is recommended the inclusion of 9.05% in the diet of sheep finished in confinement.

**Keywords:** Coccidiosis, Epidemiology, Ovine, Performance.

Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br222, Km7, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98)32729902E-mail:ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

BB – Borra de babaçu

CMS – Consumo de matéria seca

CMSPV- Consumo de matéria seca por peso vivo

CP – Componentes principais

CPB – Consumo de proteína bruta

DMS – Digestibilidade da matéria seca

DPB – Digestibilidade da proteína bruta

GMD – Ganho médio diário

OOPG – Oocisto por grama fezes

OPG – Ovos por grama fezes

PF – Peso final

PI- Peso inicial

VPC- Porcentagem da variância explicada pelos componentes principais

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1	Subprodutos do babaçu .....	12
2.2	Eimeriose em ovinos.....	12
2.2.1	<i>Eimeira</i> spp.....	12
2.2.2	Ciclo Biológico e dinâmica parasitária.....	13
2.2.3	Patogenia .....	14
2.2.4	Imunidade .....	15
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Geral.....	17
3.2	Específicos .....	17
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1	Localização e aspectos legais.....	18
4.2	Delineamento experimental, manejo dos animais e tratamentos .....	18
4.3	Análises qualitativas e quantitativas de <i>Eimeria</i> .....	20
4.3.1	Coleta e acondicionamento das fezes .....	20
4.3.2	Contagem de oocistos por grama de fezes (OOPG).....	21
4.3.3	Identificação de <i>Eimeria</i> spp. ....	21
4.4	Coleta de dados do desempenho produtivo e consumo dos nutrientes.....	22
4.5	Análise da correlação entre desempenho produtivo e dinâmica parasitária .....	22
4.5.1	Análise de componentes principais .....	22
4.5.2	Análises estatísticas gerais .....	23

5	RESULTADOS .....	24
5.1	Frequência e dinâmica de eliminação de <i>Eimeria</i> spp. em ovinos infectados naturalmente alimentados com inclusão da borra de babaçu na dieta.....	24
5.2	Relação entre o ganho de peso e eliminação de <i>Eimeria</i> spp. em ovinos infectados naturalmente .....	26
5.3	Morfometria das espécies de <i>Eimeria</i> encontradas em ovinos confinados .....	28
5.4	Análise de componentes principais.....	30
5.5	Matriz de correlação das <i>Eimeria</i> spp.....	35
6	DISCUSSÃO.....	37
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
	REFERÊNCIAS .....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes das dietas experimentais .....	18
<b>Tabela 2.</b> Ingredientes, composição química e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais .....	19
<b>Tabela 3.</b> Dados morfométricos de oocistos de <i>Eimeria</i> spp. identificadas em amostras fecais de ovinos submetidos a dietas com níveis crescentes de borra de babaçu na dieta .....	29
<b>Tabela 4.</b> Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), e porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP).....	30
<b>Tabela 5.</b> Autovetores dos cinco primeiros componentes principais, com capacidade de explicar a variação total das 20 variáveis estudadas .....	31

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Frequência de <i>Eimeria</i> spp. identificadas em ovinos alimentados com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta .....	24
<b>Figura 2.</b> Dinâmica de eliminação de oocistos de <i>Eimeria</i> spp. com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta durante os dias experimentais .....	25
<b>Figura 3.</b> Relação da média de ganho de peso e a eliminação de oocistos de <i>Eimeria</i> spp. de acordo com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta .....	26
<b>Figura 4.</b> Médias da eliminação fecal de oocistos de <i>Eimeria</i> spp. com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta.....	27
<b>Figura 5.</b> Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais .....	32
<b>Figura 6.</b> Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo ganho de peso médio diário .....	33
<b>Figura 7.</b> Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo OOPG .....	34
<b>Figura 8.</b> Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo nível de inclusão de borra de babaçu na dieta de ovinos confinados ..	35
<b>Figura 9.</b> Matriz de correlação das variáveis consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo (CMSPV), digestibilidade da matéria seca (DMS), digestibilidade da proteína bruta (DPB), peso inicial e final, média de OOPG (log+1), <i>E. ahsata</i> , <i>E. bakuensis</i> , <i>E. crandallis</i> , <i>E. parva</i> , <i>E. ovinoidalis</i> , <i>E. granulosa</i> , <i>E. faurei</i> , <i>E. pallida</i> e <i>E. intricata</i> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura se tornou amplamente difundida em todo o país desde o período da colonização, evoluindo consideravelmente com a implementação de novas tecnologias e demanda por produtos como a carne, leite e couro (Hermuche et al. 2013). No entanto, algumas doenças são comuns nos rebanhos, como a Eimeriose ou Coccidiose, uma doença causada por protozoários do gênero *Eimeria*, pertencentes ao filo *Apicomplexa*, que são parasitas unicelulares obrigatórios, capazes de invadir as células do trato gastrointestinal dos animais (Bruhn et al. 2011).

Em sistemas intensivos, devido à alta densidade animal, a coccidiose pode se tornar um problema de grande importância econômica (Foreyt, 1990), sendo afetada pelos sinais clínicos como (diarreia, apatia, fraqueza) e subclínicos (perda de peso, anorexia) (Chartier e Paraud, 2012). Embora as medidas de higiene e desinfecção possam diminuir a pressão da infecção pela doença, em ambientes de confinamento se torna mais difícil de se implementar, por causa do acúmulo de oocistos que podem estar presentes no ambiente (Diaferia et al. 2013).

Por tanto, alternativas mais simples como a escolha adequada da alimentação, podem auxiliar na redução dos custos de produção, fazendo uso de fontes alimentares locais disponíveis (Oliveira, 2003). Como por exemplo, a utilização do babaçu e seus subprodutos (torta e farelo de babaçu) que vem sendo amplamente estudados na alimentação animal (Serra, 2012, Luz et al. 2019), e em estudo mais recente com o uso da borra de babaçu em dietas para ovinos em terminação (Sousa, 2020). Sabe-se que o óleo de babaçu possui em sua composição uma alta concentração de ácido láurico (Machado et al. 2015), que pode atuar como agente antimicrobiano e contribuir para a redução e eliminação de oocistos, uma vez que óleos/produtos ricos em ácido láurico tem ação anti-coccidia (Sato et al. 2004; Sato; Karitani, 2009; Tan et al. 2012), antiprotozoária (Rayan; Stenzel; McDonnell, 2005), fungistática (Altieri et al. 2007), além de bactericida e bacteriostática (Rouse et al. 2005; Shilling et al. 2013; Skrivanova et al. 2007).

No entanto, ainda não existem estudos sobre a ação da borra de babaçu na infecção por *Eimeria* spp., e levando em consideração a importância da infecção causada por protozoários do gênero *Eimeria* e os impactos econômicos relacionados a doença, se torna relevante mais estudos sobre os aspectos produtivos e dinâmica parasitária em ovinos infectados naturalmente com *Eimeria* spp. e alimentados com dietas contendo níveis crescentes de borra de babaçu.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Subprodutos do babaçu

O Babaçu (*Attalea Speciosa*) é uma palmeira nativa das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Sendo, o principal produto da palmeira do babaçu os pequenos cocos, que em cada palmeira pode gerar de 15 a 25 cocos. O óleo oriundo da extração das amêndoas contém um alto nível de ácido láurico, que é o constituinte mais abundante (45–55%), e um teor mais alto de ácidos graxos insaturados (10–26%) do que o óleo de coco (6–12%), um importante agente de textura na indústria de alimentos (Rebeca et al. 2021; Reipert et al. 2011).

O processamento do óleo de babaçu ocorre por meio da extração mecânica a quente ou através de solventes orgânicos. Durante o processamento os cocos são levados, por uma esteira para as máquinas quebradoras onde ocorre a pelagem do coco e liberação do epicarpo. Logo em seguida, o coco é conduzido a uma máquina dotada de peneiras de atrito com furos de diferentes diâmetros onde ocorre a remoção do mesocarpo que ao ser moído dá origem a farinha orgânica, farinha amilacea fina e farinha média (Santos neta, 2010).

Artesanalmente, as quebradeiras utilizam o processo tradicional, após a retirada das amêndoas elas podem ser trituradas em pilão, forrageira ou moinho, para facilitar o cozimento e a prensagem. A etapa do cozimento tem por objetivo amolecer as amêndoas trituradas para permitir a liberação do óleo. Assim, o óleo bruto pode ser obtido diluindo-se o sumo ou o farelo de amêndoa em um recipiente. Em seguida, o óleo é decantado para que os resíduos ou impurezas restantes sejam liberados. O produto decantado passa por filtro, para um refinamento mais apurado, separando o azeite da borra de babaçu (subproduto) (Carrazza et al. 2012). Além disso, a torta e o farelo de babaçu podem ser utilizados como ingredientes nas rações para alimentação animal buscando assim a redução nos custos de produção (Bomfim et al. 2009).

### 2.2 Eimeriose em ovinos

#### 2.2.1 *Eimeira* spp.

A eimeriose é uma doença que acomete caprinos e ovinos, sendo uma enfermidade parasitária, causada por protozoários do gênero *Eimeria*, que se desenvolvem no trato gastrointestinal do hospedeiro (Hassum e Menezes, 2005). De acordo com Taylor et al. (2017) a taxonomia do obedece a seguinte organização: Reino: Protista, Filo: Apicomplexa, Classe: Sporozoa, Ordem: Eucoccidiorida, Subordem: Eimeriorina, Família: Eimeriidae, Gênero: *Eimeria*



São descritas de 11 a 15 espécies do gênero *Eimeria* spp. em ovinos. De acordo com (Macedo et al. 2019) em ovinos podem ser encontradas 11 espécies: *E. ahsata*, *E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. granulosa*, *E. marsica*, *E. ovinoidalis*, *E. parva*, *E. pallida*, *E. weybridgensis*. Dentre as espécies mais recorrentes nos ovinos, destacam-se a *E. ahsata*, *E. bakuensis*, *E. ovinoidalis*. A *E. bakuensis* e *E. parva* que possuem patogenicidade média e a *E. crandallis* e *E. ovinoidalis* que apresentam maior patogenicidade (Grilo e Carvalho, 2014).

Portanto, o conhecimento da ocorrência de *Eimeria* spp. em uma região ou sistema de criação, facilita a tomada de decisão em sistemas de manejos utilizando a adoção de medidas de prevenção necessárias para evitar ou minimizar perdas econômicas (Brinker et al. 2014). Nos rebanhos o aumento da incidência de coccidiose pode estar relacionada ao estresse causado aos animais, que podem ser provocadas pelas variações das condições climáticas, mudança na dieta fornecida, aumento da taxa de lotação e mudanças no ambiente (Taylor, 2013).

Para a identificação das espécies de *Eimeria* o método morfométrico é o mais utilizado, servindo de base para a maioria dos estudos epidemiológicos do parasita (Lopes et al. 2013; Martins et al. 2022; Saravia et al. 2021). O método avalia as características morfológicas e dimensões dos oocistos esporulados (Souza et al. 2015; El-alfy et al. 2020). Para a análise das características morfológicas dos oocistos são observadas o formato dos oocistos, a presença ou não de elementos estruturais, como capuz micropilar, micrópila, cor, aspecto da parede do oocisto, resíduos de oocisto e esporocistos (Chartier e Paraud, 2012).

### **2.2.2 Ciclo Biológico e dinâmica parasitária**

O ciclo de vida dos protozoários causadores da coccidiose pode ser dividido em duas fases distintas: a fase exógena e a fase endógena. A primeira fase do processo ocorre no ambiente que é chamada de etapa da esporulação de oocistos, ou seja, a formação de esporos. Os oocistos esporulados são compostos de quatro esporocistos cada um deles com dois esporozoítos cada (Taylor et al. 2017).

À medida que chegam ao intestino, os esporozoítos são englobados pelas microvilosidades, formando um vacúolo parasitóforo transformando-se em trofozoítos. Estes se desenvolvem por merogonia (fase assexuada) e duas gerações de merozoítos, que podem então penetrar nas células epiteliais e se multiplicar ou progredir para a formação dos macrogametas (femininos) e microgametas (masculinos) os quais são fecundados formando o zigoto, quando os oocistos estão

maduros ocorre a ruptura da célula hospedeira e liberação dos oocistos no lúmen do intestino para serem posteriormente eliminados nas fezes (Demis et al. 2015; Hornink et al. 2013).

Portanto, os coccídios do gênero *Eimeria* são prolíficos devido a capacidade de cada oocisto esporulado produzir 23 milhões de oocistos na fase endógena durante 21 dias, com isso, ocorre elevados níveis de contaminação no ambiente. Assim, os oocistos esporulados se tornam mais resistentes no ambiente, sendo capazes de sobreviver por semanas a meses, especialmente quando as condições ambientais se tornam favoráveis combinados com o calor e umidade (Keeton e Navarre, 2018).

Em levantamentos epidemiológicos, foram identificados diversos fatores de risco para infecção por *Eimeria*, incluindo a idade do animal, com maior ocorrência de infecções em indivíduos mais jovens e a estação do ano, com maior prevalência de infecção nos períodos mais úmidos do ano (Souza et al. 2015). Contudo, alguns estudos de prevalência têm sido realizados em diversos países. Em estudo conduzido por Hassum e Menezes (2005), foi constatado que 94,65% dos ovinos jovens estavam parasitados e a espécie *E. ovinoidalis* foi a mais recorrente nas análises e verificou-se que embora a eliminação de oocistos tenha sido baixa, a ocorrência de infecção se manteve constante.

Porém, Silva et al. (2007), ao avaliar cordeiros da raça Santa Inês em sistema intensivo no Norte de Minas Gerais, verificou que o comportamento de excreção com aumento progressivo e rápido, dando origem a um primeiro pico na sétima semana de idade dos cordeiros com redução com o avançar da idade dessa categoria de animais. Em animais jovens a dinâmica de infecção tem um aumento progressivo da prevalência e intensidade de excreção de oocistos até atingir um pico próximo ao período de desmame e ser reduzido quando os animais chegam a fase adulta (Silva et al. 2007; Chartier & Paraud, 2012). Por tanto, a eliminação de oocistos em maior quantidade observada em cordeiros está relacionada à imunidade em animais jovens, que de acordo com Khan et al. (2011) à aquisição de imunidade por animais adultos em função do tempo atua suprimindo a infecção por *Eimeria*.

### **2.2.3 Patogenia**

A evolução da doença depende dos níveis de contaminação de oocistos e do desafio parasitário. Em ovinos, as espécies de coccídios mais patogênicas são aquelas que infectam e destroem as células das criptas da mucosa do intestino grosso. Isso ocorre porque, nos ruminantes, o intestino delgado é muito longo, fornecendo várias células hospedeiras que favorecem na

replicação do parasita causando danos mínimos (Taylor, 2002; Vasilková et al. 2004). No entanto, os danos causados pelo parasita no intestino grosso resultante da proliferação do protozoário podem levar a diminuição da absorção de nutrientes, retardo no crescimento, hemorragias graves e em alguns casos pode levar a morte (Dubey, 2019; Joachim et al. 2018).

Os sinais clínicos da coccidiose são observados com frequência em animais jovens entre 3 a 4 meses de idade. No entanto, a suscetibilidade de cordeiros à coccidiose aumenta com a idade até cerca de 4 semanas. Os cordeiros jovens são relativamente resistentes à infecção com uma mistura de espécies patogênicas de coccídios. Apesar disso, em animais adultos, a infecção é geralmente assintomática porque esses animais adquiriram imunidade de infecções anteriores. Porém, os animais adultos podem eliminar um grande número de oocistos de *Eimeria* em o meio ambiente, tornando-se uma fonte potencial de infecção para os animais jovens (Khodakaram-tafti e Hashemnia, 2017; Platzer et al. 2005).

Porém, a detecção do elevado número de oocistos não é suficiente para o diagnóstico de coccidiose clínica. Pois deve-se considerar dados adicionais sobre a epidemiologia como a idade, número de animais afetados e mortalidade. Além, dos sinais clínicos como a diarreia em animais jovens, bem como achados *post mortem* (espessamento do ceco, inflamação do intestino ou detecção de diferentes estágios parasitários em raspados da mucosa intestinal) podem auxiliar no diagnóstico (De waal, 2012). Para a constatação da presença de oocistos o exame microscópico e os métodos de concentração são frequentemente utilizados. Como por exemplo, os métodos de flutuação em que se utiliza soluções com densidade  $>1,18$  que são úteis na detecção de oocistos de *Eimeria* spp. presentes nas fezes (Cervantes-Valencia et al. 2016; Cringoli et al. 2004).

#### **2.2.4 Imunidade**

O sistema imune é primordial no combate aos parasitas, e as respostas imunes são divididas e inata e adaptativa. A primeira é exercida por células sentinelas de maneira não específica, tem início rápido e curta duração e não existe formação de células de memória. Já a resposta adaptativa é específica, apresenta início lento de longa duração e dependente exposição anterior a antigênica, dando origem as células de memória, que pode resultar em resposta potencializada em reinfecções (Tizard, 2009).

No entanto, a resposta imune aos coccídios são complexas e distintos mecanismos podem estar envolvidos, dependendo do estágio de desenvolvimento do parasita, da exposição prévia do hospedeiro aos parasitas, do estado nutricional dos animais infectados e da composição genética

do hospedeiro (Khodakaram-Tafti e Hashemnia, 2017). Porém, a ausência das respostas protetoras torna os animais jovens mais suscetíveis, pois nessa faixa etária a coccidiose clínica é mais observada. Ainda assim, o início dos sinais clínicos podem variar de acordo com a faixa etária e depende principalmente do sistema de criação, do estado imunológico de cada animal ou de ambos (Dubey, 2019). Além disso, as infecções multiespécies são mais comuns do que as infecções de uma única espécie no campo, um estado patológico agravado também pode ser observado em animais com doses moderadas de infecção (Bangoura e Bardsley, 2020).

Portanto, alimentar os animais com ração ou concentrado de qualidade auxilia e mantém um bom funcionamento do sistema imunológico e ajuda na prevenção de doenças parasitárias na sua fase clínica (Pulido-Medellín et al. 2020). Diante disso, o manejo nutricional visa atender as exigências nutricionais e fisiológicas, além de atuar de maneira alternativa no controle dos parasitas gastrointestinais.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Avaliar os aspectos produtivos e dinâmica parasitária em ovinos infectados naturalmente com *Eimeria* spp. e alimentados com dietas contendo níveis crescentes de borra de babaçu.

#### **3.2 Específicos**

- Analisar as características quantitativas e qualitativas de *Eimeria* spp. em ovinos alimentados com níveis crescentes de borra de babaçu na dieta.
- Analisar a dinâmica de eliminação de oocistos do gênero *Eimeria* spp. com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta durante os dias experimentais.
- Analisar a correlação entre desempenho produtivo e dinâmica parasitaria de *Eimeria* spp. em ovinos alimentados com níveis crescentes de borra de babaçu.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e aspectos legais

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Região do Baixo Parnaíba, situada a 03° 44' 33''S e 43° 21' 21''O, no município de Chapadinha – MA. Durante o experimento, as fezes foram coletadas e analisadas no laboratório de parasitologia aplicada. Todos os procedimentos deste estudo com animais, foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e tiveram a aprovação do CEUA da Universidade Federal do Maranhão (Processo n ° 23115.011750/2018-52).

### 4.2 Delineamento experimental, manejo dos animais e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 5, 10 e 15%) de inclusão de borra de babaçu e sete repetições, utilizando o peso inicial como covariável. Foram utilizados 28 cordeiros machos, mestiços Dorper x Santa Inês, não castrados com peso inicial de  $20,06 \pm 4,1$  kg, idade média de 5 meses, provenientes de fazendas comerciais produtoras de ovinos, onde foram criados em sistema semi-intensivo. Os animais foram alojados em baias individuais identificadas, com 1,45 m<sup>2</sup>, providas de comedouros e bebedouros, por um período de 52 dias (10 dias de adaptação e 42 dias de coleta de dados).

Os animais foram vermifugados com Ripercol® (cloridrato de levamisol 5%) e receberam suplemento vitamínico – ADE, na dosagem de 2,0 ml/animal. Após o sorteio ao acaso, foram identificados com coleiras e distribuídos de acordo com o tratamento. Durante todo o período experimental, água e sal mineral foram disponibilizados à vontade aos animais. As dietas utilizadas formuladas para serem isonitrogenadas e relação volumoso:concentrado de 20:80, sendo formuladas para atender as exigências nutricionais dos ovinos com crescimento moderado (NRC, 2007) para ganho de peso de 200 g/dia (Tabela 1 e 2). As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8 e às 16h, com sobra de 10% para garantir o consumo a vontade.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Variáveis <sup>1</sup>	Feno de Tifton-85	Milho Moído	Farelo de Soja	Borra de Babaçu	Farelo de Trigo	Sal Mineral	Calcário
MS <sup>1</sup>	86,73	87,13	88,03	90,37	88,77	100	100

PB <sup>2</sup>	10,28	8,50	45,05	21,24	16,07	-	-
EE <sup>3</sup>	0,39	7,08	8,17	7,00	4,21	-	-
FDN <sup>4</sup>	72,38	13,10	22,05	63,52	41,71	-	-
FDA <sup>5</sup>	53,33	4,00	11,68	49,11	15,80	-	-
HEM <sup>6</sup>	19,05	9,10	10,37	14,41	25,91	-	-
NIDN/N <sup>7</sup>	51,30	10,34	5,47	43,34	16,93	-	-
NIDA/N <sup>8</sup>	25,13	3,59	2,33	26,46	5,01	-	-
CNF <sup>9</sup>	9,11	69,12	18,13	2,27	32,24	-	-
CT <sup>10</sup>	81,49	82,22	40,18	65,79	73,99	-	-
MM <sup>11</sup>	7,84	2,20	6,60	5,97	5,77	-	-

<sup>1</sup>Matéria seca; <sup>2</sup>Protéina bruta; <sup>3</sup>Extrato etéreo; <sup>4</sup>FDN: Fibra em detergente Neutro; <sup>5</sup>FDA: Fibra em detergente ácido; <sup>6</sup>HEM: hemicelulose; <sup>7</sup>NIDN/N: nitrogênio insolúvel em detergente neutro no nitrogênio total; <sup>8</sup>NIDA/N: nitrogênio insolúvel em detergente ácido no nitrogênio total; <sup>9</sup>CNF: carboidratos não fibrosos; <sup>10</sup>CT: carboidratos totais; <sup>11</sup>MM: matéria mineral.

**Tabela 2.** Ingredientes, Composição química e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais

Ingredientes	Inclusão da Borra de Babaçu (%MS) <sup>1</sup>			
	0%	5%	10%	15%
Feno de Tifton – 85	20,0	20,0	20,0	20,0
Borra de Babaçu	0,0	5,1	10,3	15,4
Milho em grão moído	49,6	45,8	42,1	38,5
Farelo de Soja	19,1	17,9	16,4	14,9
Farelo de Trigo	10,1	10,0	10,0	10,0
Calcário	0,3	0,3	0,3	0,3
Mistura de Sal Mineral <sup>2</sup>	0,9	0,9	0,9	0,9
	Composição Química			
Matéria Seca	87,7	87,9	88,0	88,1
Matéria orgânica	81,9	81,9	81,9	81,9
Proteína Bruta	16,5	16,7	16,8	16,9
Extrato Etéreo	5,84	5,93	6,02	6,11
Fibra em Detergente Neutro	30,0	32,5	34,9	37,3

Fibra em Detergente Ácido	16,7	18,9	21,1	23,3
Hemicelulose	13,3	13,6	13,8	14,0
Carboidratos não fibrosos	41,9	39,1	36,3	33,5
Carboidratos totais	72,01	71,05	71,02	70,08
Materia mineral	7,13	6,67	6,60	6,95
NDT	78,69	76,82	74,24	72,23
Energia metabolizável (Mcal.kg <sup>-1</sup> )	2,99	2,95	2,82	2,81
Ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos)				
10:0	0,15	0,38	0,62	0,84
12:0	0,45	2,48	4,55	6,58
14:0	1,29	1,99	2,70	3,39
16:0	16,7	16,5	16,4	16,2
c9-16:1	0,76	0,75	0,75	0,74
18:0	4,25	4,31	4,37	4,43
c9-18:1	27,1	26,5	25,9	25,3
18:2 <i>n</i> -6	38,3	36,2	33,9	31,8
18:3 <i>n</i> -3	2,40	2,29	2,16	2,03
20:4 <i>n</i> -6	0,11	0,11	0,11	0,11

<sup>1</sup>0 BB: 0% de substituição do milho/soja pela borra de babaçu; 5BB: 5% de substituição do milho/soja pela borra de babaçu; 10BB: 10% de substituição do milho/soja pela borra de babaçu; 15BB: 15% de substituição do milho/soja pela borra de babaçu.

<sup>2</sup>Composição: Ca 13,4%, P 7,5%, Mg 1%, S 7%, Cl 21,8%, Na 14,5%, Mn 1100 mg/kg, Fe 500 mg/kg, Zn 4600 mg/kg, Cu 300 mg/kg, Co 40 mg/kg, I 55 mg/kg, Se 30 mg/kg.

<sup>3</sup>FDN: Fibra em Detergente Neutro

### 4.3 Análises qualitativas e quantitativas de *Eimeria*

#### 4.3.1 Coleta e acondicionamento das fezes

Para a análise, foram coletadas amostras fecais diretamente da ampola retal dos animais pela manhã às 6:00h, as quais foram padronizadas nos dias (-7, 0, 14, 28, 42 e 49). As coletas, referentes a todo o período experimental, foram totalizadas em 168 amostras. Após a coleta, as amostras foram armazenadas individualmente em sacos plásticos fechados, identificados, e acondicionados em recipiente isotérmico com gelo e foram levadas de imediato ao laboratório de parasitologia aplicada da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Campus de Chapadinha – MA, para as análises laboratoriais.



### 4.3.2 Contagem de oocistos por grama de fezes (OOPG)

As amostras foram processadas de acordo com a técnica de McMaster de flutuação, desenvolvida por (Gordon e Whitlock, 1939) modificada por (Ueno e Gonçalves, 1998), utilizada para calcular a carga parasitária de vermes em um animal. Foram pesados 2g de fezes de cada amostra, macerados e adicionados 28 ml de solução saturada de cloreto de sódio (NaCl), em seguida o material em suspensão foi filtrado em gaze, onde uma parte foi utilizada para preencher as retículas da câmara de contagem de McMaster. Em seguida foram feitas as leituras no microscópio óptico (10X), verificando a quantidade de oocisto por grama de fezes (OOPG), sendo determinada pelo número de oocistos do gênero *Eimeria* spp. encontrados e multiplicados por 50.

### 4.3.3 Identificação de *Eimeria* spp.

Após a contagem dos oocistos, parte das amostras foram novamente macerada em solução aquosa, filtrada em gaze e separadas em recipientes identificados. Em cada recipiente foram adicionados  $K_2Cr_2O_7$  (Dicromato de potássio) a 5% na proporção 1:1, para atingir diluição final de 2,5% de dicromato. Com isso, essas amostras permaneceram em temperatura ambiente por um período de 1 a 7 dias para a esporulação dos oocistos. Após o período de esporulação, cada amostra foi submetida à técnica de Willis-Mollay em solução de Sheather, a técnica que consiste na flutuação dos oocistos em solução saturada de açúcar e água na proporção (1:1). Com o auxílio da pipeta uma parte das amostras foram colocadas individualmente em tubos de vidro e foram preenchidos com a solução saturada de açúcar, na superfície do tubo foi colocado a lâmina, onde os oocistos se aderem na parte inferior da lâmina por diferença de densidade, possibilitando assim sua identificação. Após esse processo a lâmina obtida pela técnica Willis-Mollay, foi coberta com uma lamínula e levada ao microscópio, utilizando a objetiva de 40X para a identificar os oocistos de *Eimeiras* spp. Logo após, foram feitas mensurações das dimensões polar e equatorial obtidas pela ocular 10X 18mm com retículo tipo régua e os valores das dimensões encontradas foram multiplicadas pelo fator de correção 2,4658 para obtenção das dimensões reais. A identificação de *Eimeria* spp. foi determinada conforme as características morfológicas dos oocistos (formato, tamanho, cor, presença ou ausência de micrópila e de resíduos de esporocistos) e suas respectivas dimensões polar e equatorial, assim como o IM (Índice Morfométrico), obtido por meio da divisão do maior diâmetro pelo menor diâmetro, de acordo com a chave de identificação para oocistos esporulados de *Eimeria* de ovinos (Taylor et al. 2017).

#### **4.4 Coleta de dados do desempenho produtivo e consumo dos nutrientes**

A avaliação do desempenho produtivo foi feita por meio de pesagens dos animais a cada 15 dias, nos mesmos horários, antes da primeira refeição, após 16 horas de jejum para sólidos. Ao final do período experimental os animais foram pesados para a obtenção do peso final. A partir dos resultados das pesagens foram feitos os cálculos do ganho médio diário, ganho de peso e conversão alimentar.

Ao final do confinamento, durante cinco dias as amostras do alimento fornecido, sobras e fezes (10% da quantidade total) foram coletadas, formando amostras compostas por animal e em seguida foram armazenadas em freezer (-18°C). Para a avaliação da digestibilidade foi adotado o método de coleta total das fezes, com auxílio de bolsas coletoras individuais revestidas com plástico resistente, para evitar a contaminação com urina. As bolsas foram acopladas nos animais durante o período da coleta das amostras (Carvalho et al. 2010). Para facilitar no processo de coleta e bem estar dos animais, as amostras foram obtidas em dois períodos, às 8:00h e 16:00h, em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e pesados com balança eletrônica e armazenadas em freezer (-18°C).

O alimento fornecido e as sobras foram pesados para cálculo de consumo médio diário. O consumo da matéria seca por animal foi obtido pela diferença entre oferta diária de matéria seca e as sobras por animal, bem como foram determinados o consumo das frações nutricionais.

#### **4.5 Análise da correlação entre desempenho produtivo e dinâmica parasitária**

##### **4.5.1 Análise de componentes principais**

Uma análise de componentes principais foi realizada com as variáveis de ganho de peso, consumo de nutrientes, contagem de espécies de *Eimeria* e contagem de oocistos por grama de fezes de ovinos confinados recebendo diferentes níveis de borra de babaçu na dieta. Para isso, foram selecionadas um total de 19 variáveis para compor as componentes principais: CMS (g/dia); CPB (g/dia); CMS %PV; CPB %PV; DMS (%); DPB (%); PI (kg); PF (kg); GMD (kg/dia); Média OOPG ( $\log x + 1$ ); *E. ahsata*; *E. bakuensis*; *E. crandallis*; *E. parva*; *E. ovinoidalis*; *E. granulosa*; *E. faurei*; *E. pallida*; *E. intricata*. Todas as variáveis foram padronizadas por sua média e desvio padrão, conforme (Mingoti, 2007).

As variáveis OOPG médio, ganho médio diário e nível de inclusão de borra de babaçu na dieta foram classificados, em seguida, a dispersão dos dados indivíduos para cada grupo foi

avaliada. O OOPG médio foi classificado de acordo com a contagem de oocistos por grama de fezes em baixo ( $\leq 1.000$ ), médio (1.001 – 10.000) e alto ( $>10.000$ ). Para o ganho de peso médio diário, foi realizado uma média aritmética do GMD de todos os animais, então os animais foram classificados em ganho de peso médio diário baixo (animais com GMD igual ou menor que a média aritmética) e alto (animais com GMD maior que a média aritmética). A classificação do nível de inclusão de borra de babaçu seguiu a mesma utilizada na inclusão de borra de babaçu nas dietas dos ovinos confinados (0%, 5%, 10% e 15%).

Com base no princípio de que a importância ou variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último, tem-se que os últimos componentes explicam uma fração muito pequena da variância total. Portanto, o critério utilizado para selecionar o número de componentes principais foi o proposto por (Kaiser, 1960), o qual estabelece que somente devem-se considerar variáveis latentes cuja variância (autovalor) é igual ou superior a 1,0, pois geram componentes com qualidade relevante de informação com base nas variáveis originais. A quantidade de informação retida por componente com autovalor abaixo de 1,0 pode ser considerada como não relevante na descrição dos dados.

Além disso, as variáveis e os componentes principais foram interpretados de acordo com a correlação, onde mensurações próximas umas das outras são positivamente correlacionadas, se estão separadas a  $90^\circ$  são consideradas independentes, e se estão separadas a  $180^\circ$  são negativamente correlacionadas (Cañeque et al. 2004). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R (TEAM R DEVELOPMENT CORE, 2018), utilizando os pacotes FactoMiner e factoextra.

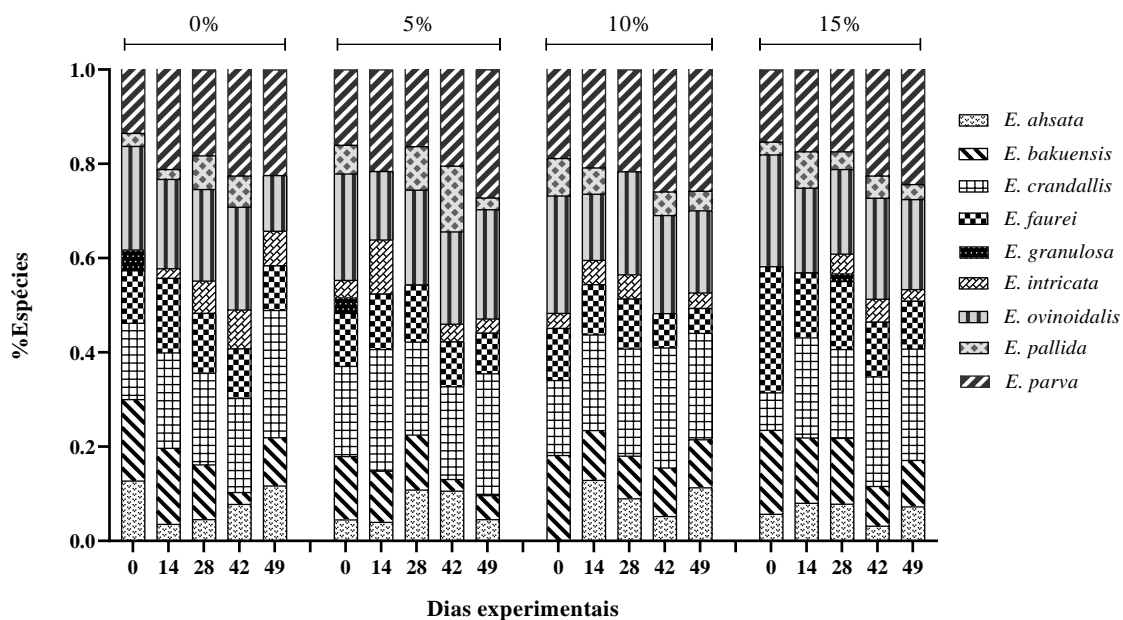
#### **4.5.2 Análises estatísticas gerais**

Os dados obtidos nas amostras foram tabulados em planilhas do Excel 365. Os valores das contagens do OPG e OOPG foram multiplicados por 50, esses resultados dos oocistos foram transformados como o logaritmo decimal de 10 (número de oocistos + 1) para correção da heterogeneidade de variância. Os valores obtidos foram avaliados por análise de variância unilateral (ANOVA) pelo (software GraphPad Prism 8) e um valor  $P < 0,05$  foi considerado significativo, a partir dos resultados foram elaborados os gráficos para a dinâmica de infecção. As proporções de cada *Eimeria* spp. foi determinada e calculada de acordo com os valores de OOPG.

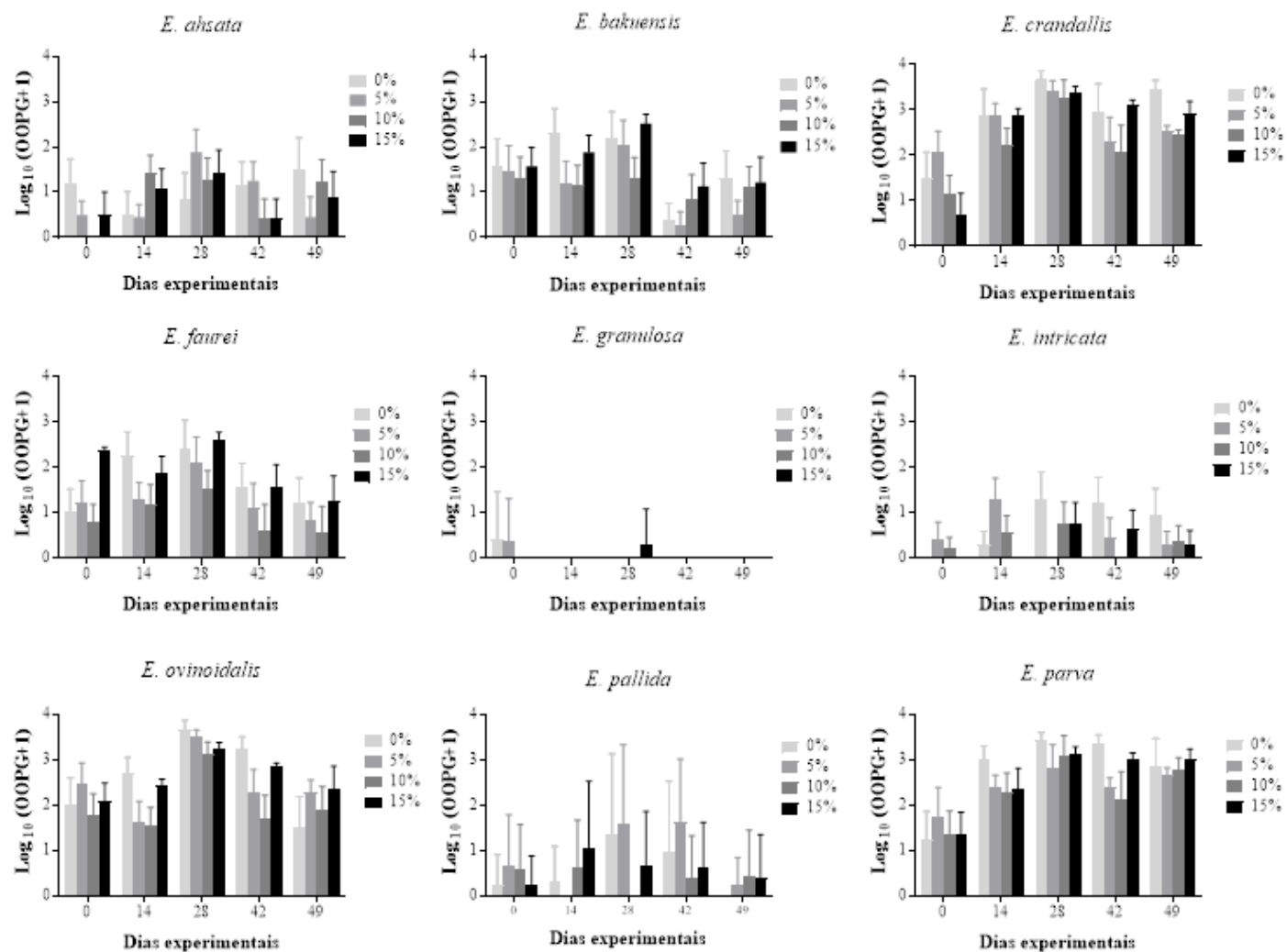
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Frequência e dinâmica de eliminação de *Eimeria* spp. em ovinos infectados naturalmente alimentados com inclusão da borra de babaçu na dieta.

As espécies de *Eimeria* spp. mais frequentes nas amostras fecais dos ovinos foram *E. crandallis* (34,62%), *E. parva* (28,67%), *E. ovinoidalis* (16,71%), e as menos frequentes foram a *E. bakuensis* (6,41%), *E. faurei* (5,76%), *E. pallida* (4,32%), *E. ahsata* (2,52), *E. intricata* (0,89%) e *E. granulosa* (0,08%) (Figura 1). As espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis*, *E. parva*, *E. bakuensis* e *E. faurei* foram as mais recorrentes nas amostras fecais e seus picos de eliminação ocorreram no dia 28 em todos os níveis de inclusão da borra de babaçu na dieta dos animais (Figura 2).



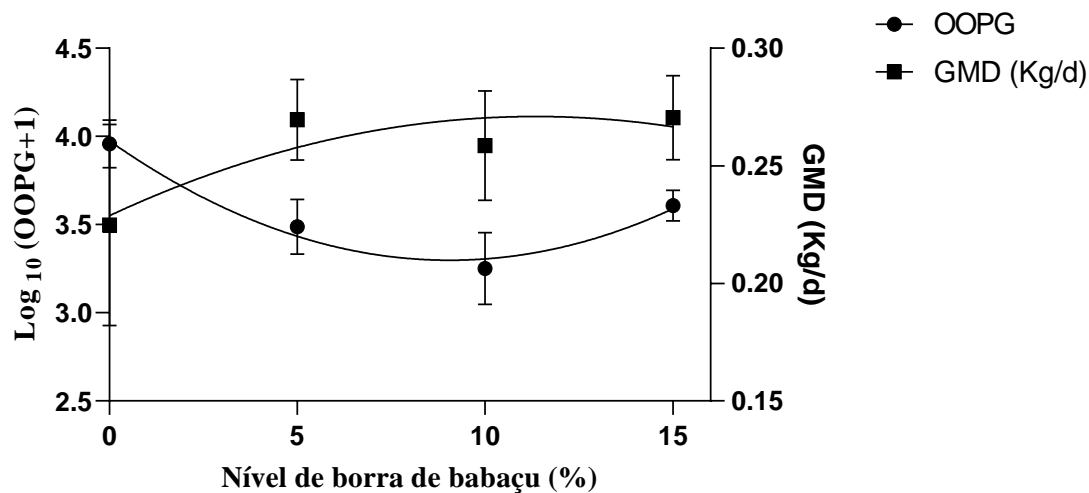
**Figura 1.** Frequência de *Eimeria* spp. identificadas em ovinos alimentados com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta



**Figura 2.** Dinâmica de eliminação de oocistos de *Eimeria* spp. com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta durante os dias experimentais

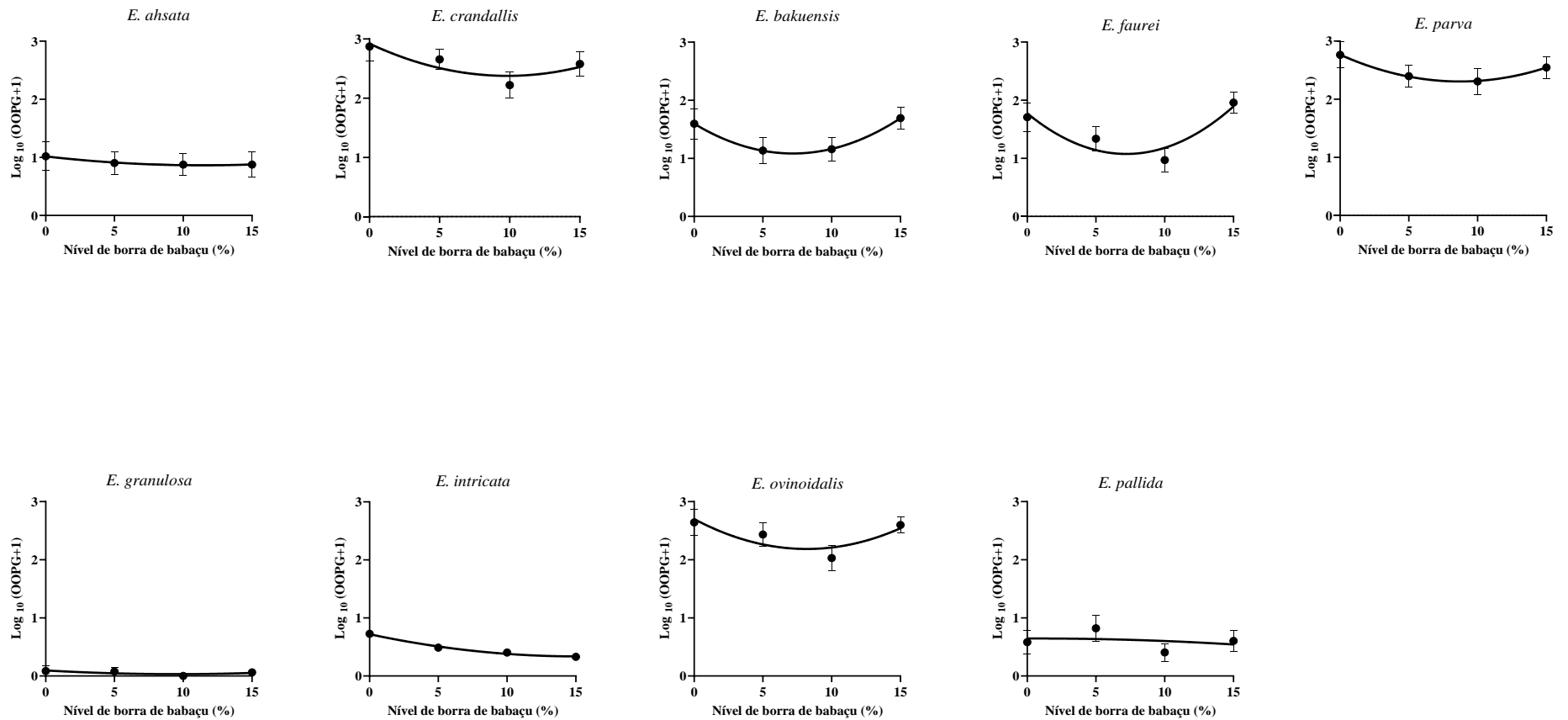
## 5.2 Relação entre o ganho de peso e eliminação de *Eimeria* spp. em ovinos infectados naturalmente

O nível de 9,05% da borra de babaçu na dieta dos ovinos reduziu significativamente a contagem de oocistos por grama de fezes em (1,989 OOPG) sem afetar o ganho médio diário (0.269 kg/dia) (Figura 3).



**Figura 3.** Relação da média de ganho de peso e a eliminação de oocistos de *Eimeria* spp. de acordo com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta

A *E. crandallis*, *E. parva* e *E. ovinoidalis* foram as mais predominantes das nove espécies identificadas no presente estudo (Figura 4). No entanto, observou-se que as espécies *E. ahsata*, *E. granulosa*, *E. intricata*, *E. faurei*, *E. parva* e *E. pallida* apresentaram menor número de oocistos nas fezes em todos os níveis de inclusão da borra de babaçu e permaneceram em quantidades mínimas ou ausentes ao longo dos dias experimentais.



**Figura 4.** Médias da eliminação fecal de oocistos de *Eimeria* spp. com níveis crescentes da borra de babaçu na dieta

### 5.3 Morfometria das espécies de *Eimeria* encontradas em ovinos confinados

Nove espécies de *Eimeria* foram identificadas durante o presente estudo: *E. ahsata*, *E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. granulosa*, *E. intricata*, *E. ovinoidalis*, *E. pallida* e *E. parva* (Figura 1; Tabela 1).

A inclusão de borra de babaçu na dieta de ovinos influenciou o tamanho equatorial das espécies *E. granulosa* e *E. parva*, e o tamanho polar da espécie *E. intricata* (Tabela 1). Foi observado maior tamanho equatorial da *E. granulosa* quando se incluiu 10% de borra de babaçu na dieta e menor com o nível 0 e 15%, a *E. parva* apresentou menor tamanho equatorial com 10% de inclusão da borra de babaçu na dieta e maior com 0 e 5%. Em relação a espécie *E. intricata*, foi observado maior tamanho polar com a inclusão de 5% da borra de babaçu na dieta e o menor com 0%.



**Tabela 3.** Dados morfométricos de oocistos de *Eimeria* spp. identificadas em amostras fecais de ovinos submetidos a dietas com níveis crescentes de borra de babaçu na dieta

ESPÉCIES	N	Nível 0%			N	Nível 5%			N	Nível 10%			N	Nível 15%		
		Dimensões oocisto (µm)				Dimensões oocisto (µm)				Dimensões oocisto (µm)				Dimensões oocisto (µm)		
		Com capuz micropilar				Com capuz micropilar				Com capuz micropilar				Com capuz micropilar		
		Equatorial	Polar	IM <sup>1</sup>		Equatorial	Polar	IM <sup>1</sup>		Equatorial	Polar	IM <sup>1</sup>		Equatorial	Polar	IM <sup>1</sup>
<i>E. ahsata</i>	15	23,39Ab	36,89Ab	1,58±0.10	18	23,48Ab	36,74Ab	1,56±0.08	13	23,00Ab	36,93Ab	1,61±0.15	15	23,22Ab	36,59Ab	1,58±0.11
<i>E. bakuensis</i>	24	20,02Acd	31,93Ac	1,59±0.12	22	19,92Ac	31,73Ac	1,59±0.09	21	19,34Ad	31,12Ac	1,61±0.08	28	19,94Acd	31,81Ac	1,60±0.14
<i>E. crandallis</i>	34	18,82Ae	26,46Ad	1,40±0.07	38	18,62Ad	26,58Ae	1,42±0.08	32	18,58Ad	26,56Ade	1,43	34	18,68Ae	26,63Ae	1,42±0.07
<i>E. granulosa</i>	1	17,26Bcdfg	27,12Acd	1,57±0.00	2	20,71ABbcd	31,06Acde	1,5±2.22	6	24,65Abc	32,05Abcd	1,30±0.00	2	19,70Bcdef	29,55Acde	1,5±0.35
<i>E. intricata</i>	9	33,84Aa	43,67Ba	1,30±0.14	8	34,46Aa	46,50Aa	1,35±0.08	1	34,79Aa	44,59ABa	1,28±0.10	6	33,08Aa	45,02ABa	1,36±0.07
		Sem capuz micropilar				Sem capuz micropilar				Sem capuz micropilar				Sem capuz micropilar		
<i>E. ovinooidalis</i>	33	19,49Ade	25,30Ad	1,30±0.06	34	19,52Acd	25,07Af	1,28±0.07	30	19,10Ad	25,45Ae	1,33	36	19,44Ade	25,21Ae	1,30±0.08
<i>E. faurei</i>	22	20,95Ac	30,31Ac	1,45±0.09	23	20,47Ac	29,23Ad	1,42±0.12	16	20,93Ac	29,60Ac	1,41	30	20,72Ac	29,71Ad	1,43±0.10
<i>E. pallida</i>	7	14,00Ag	15,46Af	1,10±0.07	11	14,20Af	16,58Ah	1,17±0.13	8	13,39Af	15,55Ag	1,16±0.18	9	13,23Ag	15,60Ag	1,18±0.14
<i>E. parva</i>	34	17,22Af	20,11Ae	1,16±0.06	36	17,13Ae	20,16Ag	1,17±0.05	31	16,20Be	19,46Af	1,20±0.08	34	16,82ABf	19,67Af	1,16±0.07

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas entre colunas e minúsculas entre linhas, não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste Tukey

#### 5.4 Análise de componentes principais

Dos 19 componentes principais gerados, os cinco primeiros foram selecionados por apresentarem autovalores igual ou maior que 1 (um), ou seja, os cinco primeiros componentes principais selecionados foram capazes de explicar 83,17% da variação total dos dados, representando cerca de 16,83% de perda de explicação da variação total (Tabela 4).

**Tabela 4.** Componentes principais (CP), autovalores ( $\lambda_i$ ), e porcentagem da variância explicada pelos componentes (% VCP)

Componente principal	$\lambda_i^*$	% VCP	% VCP (acumulativa)
Comp 1	<b>7.36</b>	<b>38.75</b>	<b>38.75</b>
Comp 2	<b>2.98</b>	<b>15.69</b>	<b>54.44</b>
Comp 3	<b>2.73</b>	<b>14.35</b>	<b>68.79</b>
Comp 4	<b>1.53</b>	<b>8.04</b>	<b>76.83</b>
Comp 5	<b>1.21</b>	<b>6.35</b>	<b>83.17</b>
Comp 6	0.80	4.23	87.40
Comp 7	0.70	3.67	91.07
Comp 8	0.51	2.68	93.76
Comp 9	0.41	2.13	95.89
Comp 10	0.31	1.65	97.54
Comp 11	0.19	1.01	98.55
Comp 12	0.12	0.61	99.15
Comp 13	0.08	0.44	99.60
Comp 14	0.05	0.25	99.84
Comp 15	0.01	0.08	99.92
Comp 16	0.01	0.04	99.96
Comp 17	0.01	0.03	99.99
Comp 18	0.00	0.01	100.00
Comp 19	0.00	0.00032	100

\* Valores em negrito indicam os autovalores iguais ou superiores a 1,0.

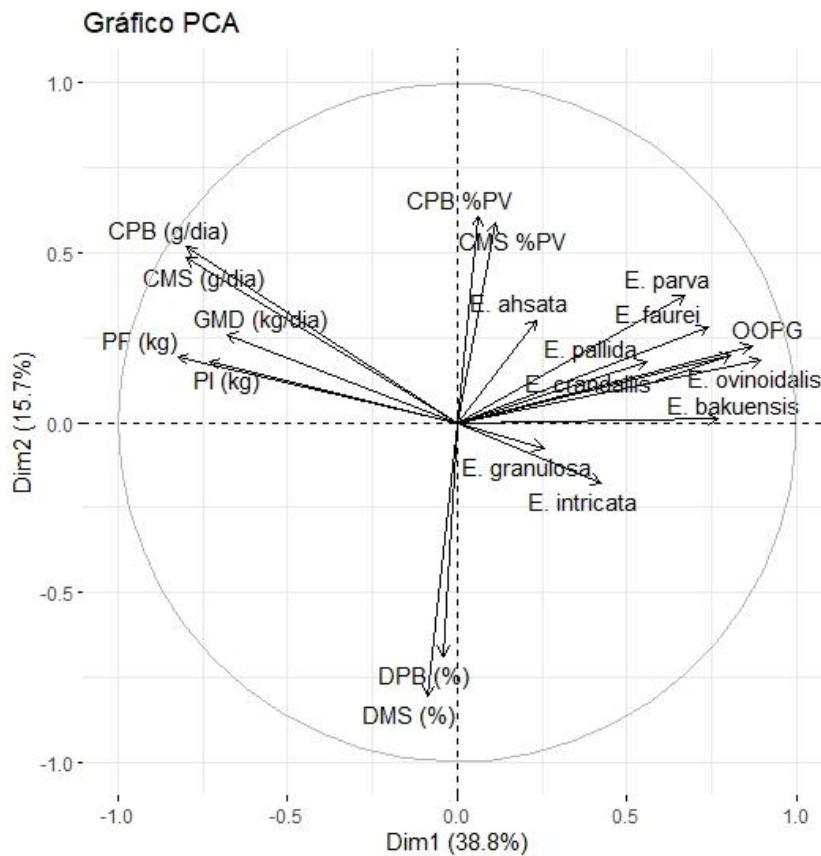
Os dois primeiros componentes explicam 54,54% da variação total das variáveis avaliadas (Tabela 4; Figura 5). As características com maiores autovetores no primeiro componente foram *E. ovinoidalis* (0,8947), média OOPG (log OOPG + 1) (0,8683), *E. crandallii* (0,8054) e Peso final (-0,8213), indicando que o índice está relacionado à contagem de oocistos por grama de fezes e às espécies de *Eimeria* (Tabela 5; Figura 5). No segundo componente, as variáveis que apresentaram maiores coeficientes foram DMS (-0,8058), DPB (-0,6886), CPB %PV (0,6055) e CMS %PV (0,5898), indicando um direcionamento desse índice para características de consumo e digestibilidade dos nutrientes (Tabela 5; Figura 5).

**Tabela 5.** Autovetores dos cinco primeiros componentes principais, com capacidade de explicar a variação total das 19 variáveis estudadas

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
CMS (g/dia)	-0.7968	0.4849	0.2799	0.0617	0.1445
CPB (g/dia)	-0.7979	0.5179	0.2275	0.0522	0.1257
CMS %PV	0.1122	0.5898	-0.6472	0.0610	0.4464
CPB %PV	0.0633	0.6055	<b>-0.6977</b>	0.0439	0.3596
DMS (%)	-0.0887	<b>-0.8058</b>	0.1514	0.1731	0.4275
DPB (%)	-0.0425	-0.6886	0.2044	0.2547	<b>0.5927</b>
PI (kg)	-0.7287	0.1788	0.5885	0.0174	-0.0811
PF (kg)	-0.8213	0.1932	0.5105	0.0402	-0.0300
GMD (kg/dia)	-0.6775	0.2598	0.3144	0.0728	0.1117
OOPG	0.8683	0.2256	0.3769	0.0371	0.0273
<i>E. ahsata</i>	0.2326	0.3021	0.3615	0.4701	0.3069
<i>E. bakuensis</i>	0.7702	0.0096	-0.0217	0.2094	-0.0539
<i>E. crandallis</i>	0.8054	0.1955	0.4084	0.0981	0.0371
<i>E. parva</i>	0.6703	0.3744	0.4598	0.0233	0.0658
<i>E. ovinoidalis</i>	<b>0.8947</b>	0.1829	0.3281	0.0662	0.0317
<i>E. granulosa</i>	0.2548	-0.0755	-0.1490	<b>0.7328</b>	-0.3410
<i>E. faurei</i>	0.7387	0.2807	0.1336	0.1203	-0.0323
<i>E. pallida</i>	0.5574	0.1809	0.1552	-0.5474	0.0934
<i>E. intricata</i>	0.4242	-0.1771	0.3111	-0.5297	0.2366

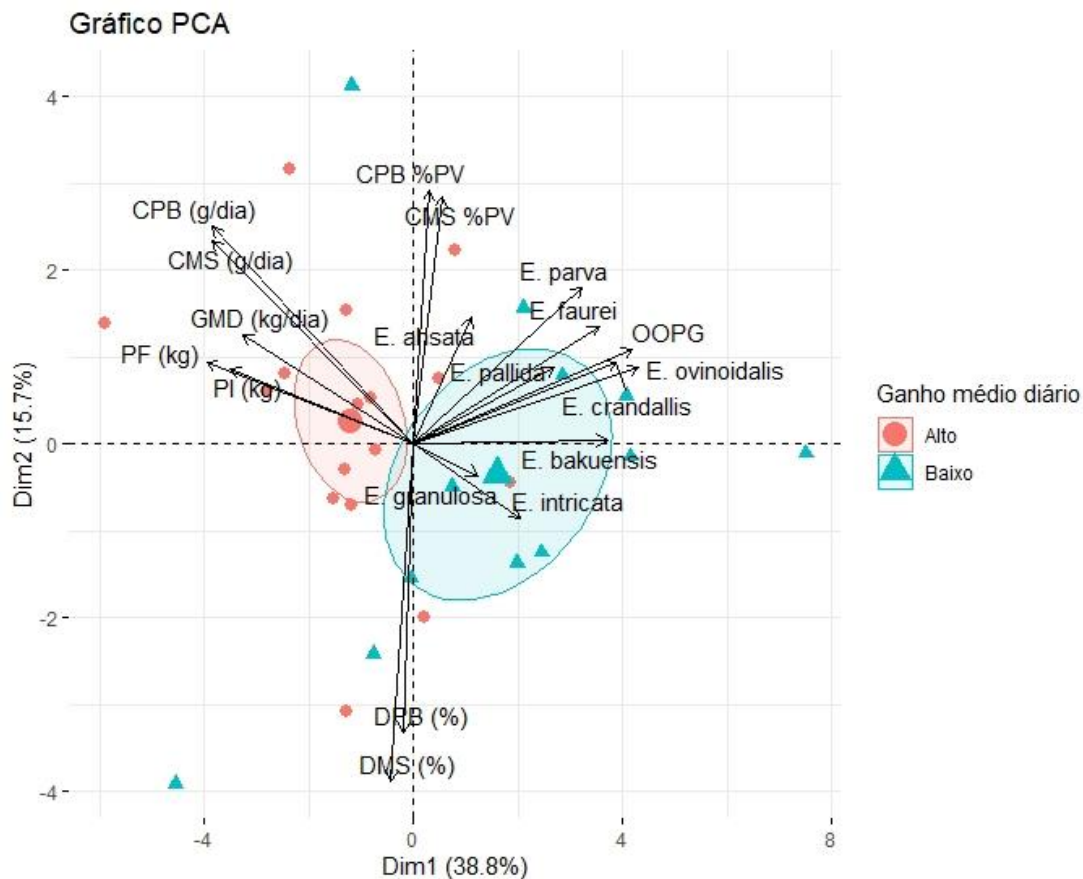
\* Valores em negrito indicam as variáveis mais importantes dentro de cada componente principal.

Como pode ser observado no gráfico bidimensional da figura 5. os dois primeiros componentes principais que as espécies *E. parva*, *E. pallida*, *E. faurei*, *E. crandallis*, *E. ovinoidalis* e *E. bakuensis* estão próximas umas das outras, indicando alta correlação entre essas espécies. O mesmo ocorreu com as espécies *E. granulosa* e *E. intricata*, essas duas estão altamente correlacionadas. No entanto, as variáveis de CPB (g/dia), CMS (g/dia), GMD, PF e PI estão separadas a um ângulo de aproximadamente 180° das espécies *E. granulosa* e *E. intricata*, indicando alta correlação negativa entre as essas duas espécies e as variáveis associadas ao consumo de nutrientes e ao ganho de peso dos animais.



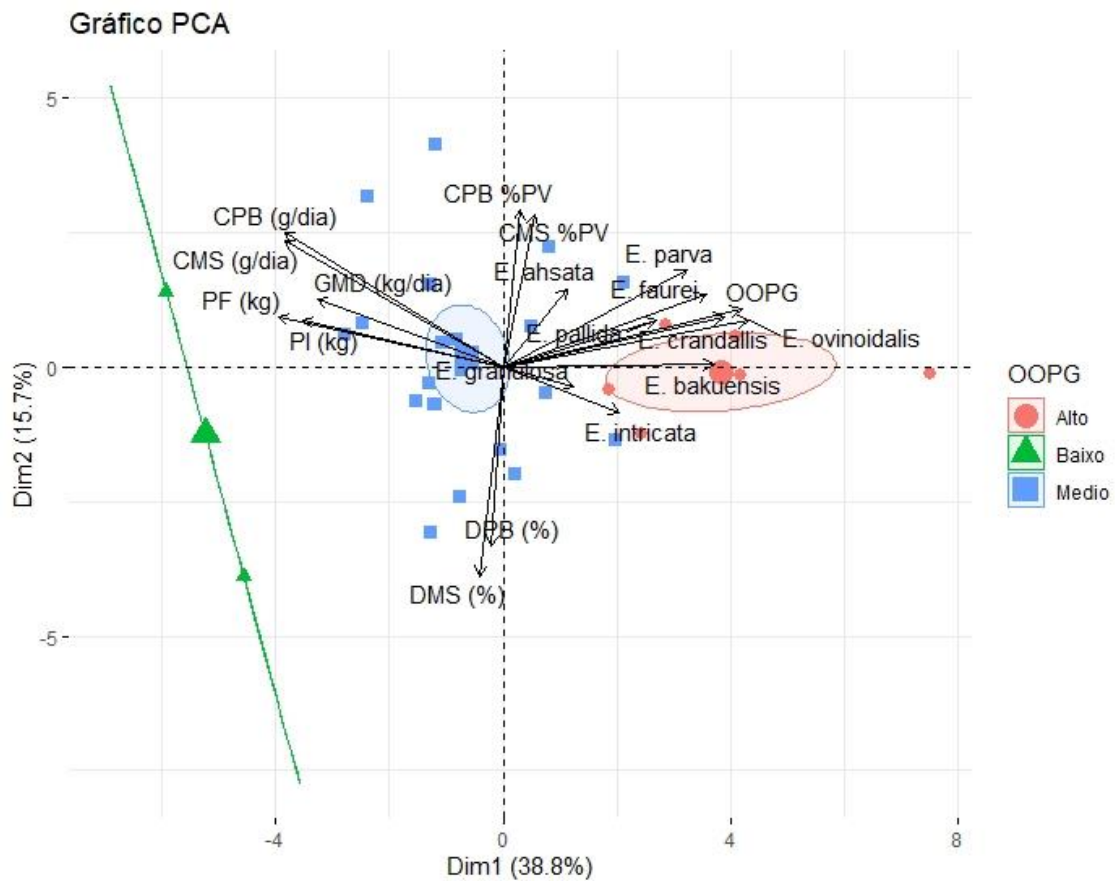
**Figura 5.** Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais

Quando agrupamos os dados individuais no gráfico bidimensional em função do ganho de peso médio diário, observamos que o grupo de animais que apresentou menor GMD está diretamente relacionado às variáveis de espécies de *Eimeria* e OOPG, enquanto o grupo que apresentou alto GMD está mais relacionado às variáveis ligadas ao CMS (g/dia), CPB (g/dia), GMD, PF e PI (kg) (Figura 6).



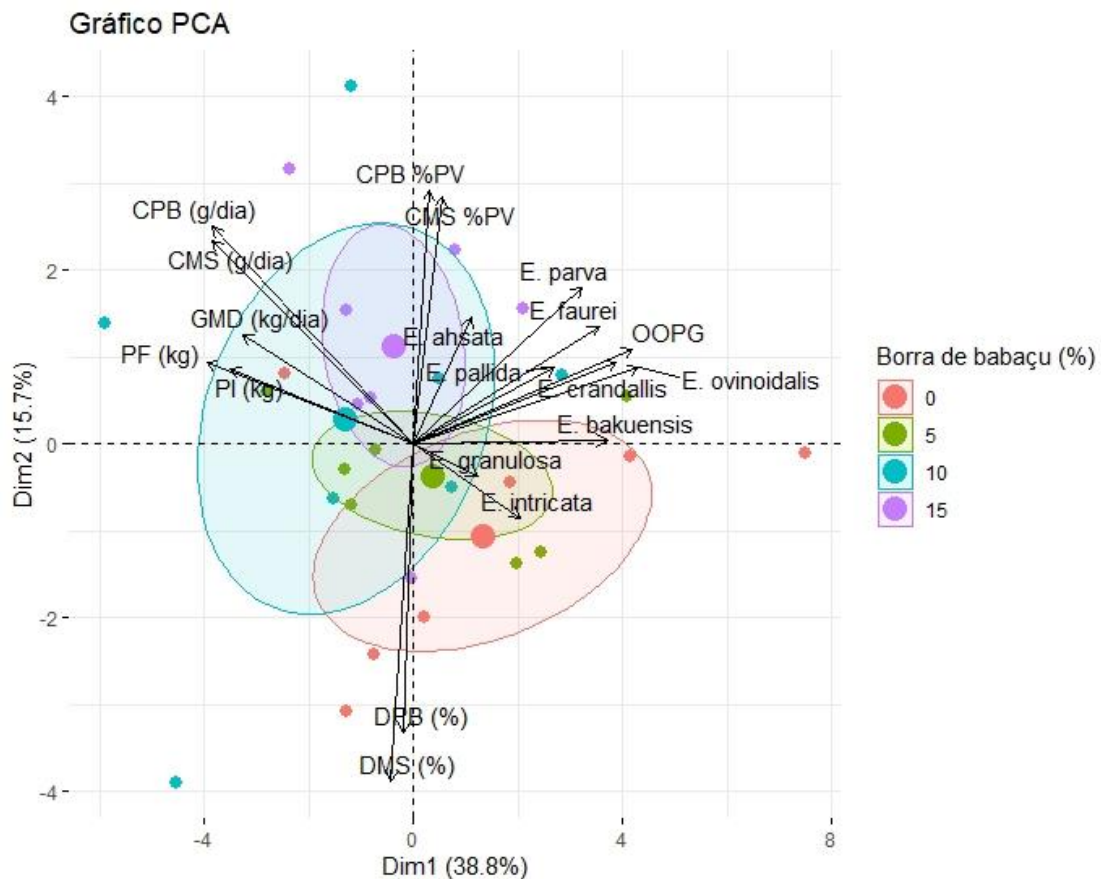
**Figura 6.** Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo ganho de peso médio diário

Em relação à dispersão dos dados no gráfico bidimensional em função do OOPG (Figura 7), observamos que o grupo de animais com alto OOPG está mais relacionado às variáveis da espécie de *Eimeria* do que às variáveis de consumo de nutrientes e ganho de peso. O grupo de animais com OOPG médio localiza-se próximo à região central do gráfico, porém, tem uma relação maior com as variáveis de consumo de nutrientes e ganho de peso do que com variáveis relacionadas às espécies de *Eimeria* e OOPG. O grupo de animais com baixo OOPG está inversamente relacionado às espécies de *Eimeria* e OOPG, tendo maior relação com variáveis relacionadas ao consumo de nutrientes e desempenho dos animais.



**Figura 7.** Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo OOPG

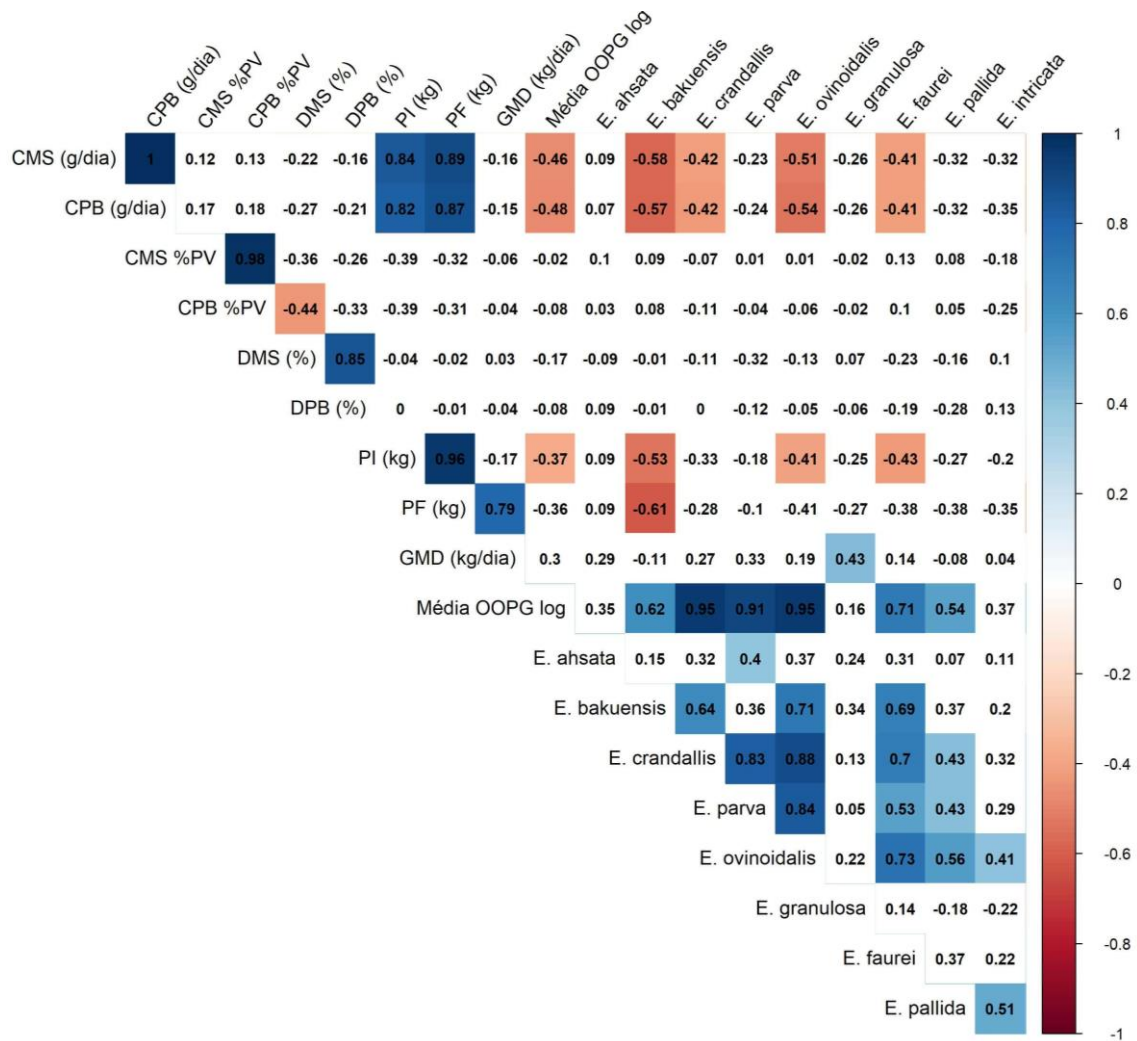
Em relação ao nível de inclusão de borra de babaçu nas dietas de ovinos confinados, observamos que o grupo de animais que recebeu 10 e 15% estão mais relacionados às variáveis de consumo de nutrientes e desempenho do que o grupo de animais que recebeu 0 e 5% de borra de babaçu na dieta (Figura 8). Além disso, o grupo de animais que recebeu 0 e 5% de borra de babaçu na dieta estão mais relacionados à *E. granulosus*, *E. bakuensis* e *E. intricata* (Figura 8).



**Figura 8.** Projeção das variáveis estudadas no plano definido pelos dois primeiros componentes principais agrupadas pelo nível de inclusão de borra de babaçu na dieta de ovinos confinados

### 5.5 Matriz de correlação das *Eimeria* spp.

O CMS (g/dia) e o CPB (g/dia) estão positivamente correlacionados com o PI, PF e GMD e negativamente correlacionado com a *E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. ovinoideal* e *E. faurei* (Figura 9). A DMS está correlacionada positivamente com a DPB. De forma similar, o GMD está positivamente correlacionado com PI e PF, mas negativamente correlacionado com *E. bakuensis*. O PI demonstrou uma correlação positiva com o PF e o CMS (g/dia), mas está negativamente correlacionado com a média do OOPG, *E. bakuensis*, *E. ovinoideal* e *E. faurei*. A média do OOPG apresentou correlação positiva com a *E. crandallis*, *E. parva* e *E. ovinoideal* (Figura 9).



**Figura 9.** Matriz de correlação das variáveis consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo (CMSPV), digestibilidade da matéria seca (DMS), digestibilidade da proteína bruta (DPB), peso inicial e final, média de OOPG (log+1), *E. ahsata*, *E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. parva*, *E. ovinoidalis*, *E. granulosa*, *E. faurei*, *E. pallida* e *E. intricata*.



## 6 DISCUSSÃO

A eliminação de oocistos de *Eimeria* nos ovinos avaliados ocorreu durante todo o período experimental, com presença de oocistos em 93,45% das amostras fecais avaliadas. Esse resultado foi superior aos estudos conduzidos na Bahia com 68,3% (Souza et al. 2015), 47,8% em Pernambuco (De Macedo et al. 2020), 87,7% e 21,9% no Rio Grande do Norte (Tembue et al. 2009; Ahid et al. 2008), 76,54% no Norte do Paraná (Bortoloti, 2020) e 57% em São Paulo (Rahal, 2018).

A maior ou menor prevalência de uma ou mais espécies de parasitas depende de fatores como temperatura, precipitação pluviométrica, solo, raça, idade, estado fisiológico, nutricional e manejo dos animais (Ruas e Berne, 2001). Os animais experimentais no início do confinamento foram introduzidos com aproximadamente 5 meses de idade. Alguns autores relatam que pequenos ruminantes de todas as idades e raças são suscetíveis à infecção por protozoários do gênero *Eimeria*, no entanto, cordeiros de 3 semanas a 5 meses de idade são mais severamente afetados por surtos de infecção coccidiana (Mohamaden; Sallam; Abouelhassan, 2018). No entanto, não foram observados os sinais clínicos da doença nos animais.

As espécies de *Eimeria* que parasitam ovinos podem variar de acordo com a literatura e são encontradas entre 10 a 15 espécies (Saratsis et al. 2011). No presente estudo, foram identificadas nove espécies: *E. ahsata*, *E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. granulosa*, *E. intricata*, *E. ovinoidalis*, *E. pallida* e *E. parva* semelhantes aos relatos de Gauly et al. (2001). Além disso, foram observadas a presença de várias espécies de *Eimeria* nas amostras fecais em todos os animais avaliados, corroborando com os relatos de Silva (2009).

As análises das interações no nível das espécies de *Eimeria* fornecem uma possível explicação para a maior ocorrência de algumas espécies (Figura 4). Ou seja, um ovino infectado com *E. crandallis* foi significativamente mais propenso a também ser infectado com *E. parva* e *E. ovinoidalis*. De acordo com Gauly et al. (2001), uma alta quantidade de *E. crandallis* e *E. ovinoidalis* nas fezes pode comprometer a saúde e desempenho desses animais em sistema de confinamento, uma vez que essas espécies tem sido consideradas as mais patogênicas para ovinos (Catchpole et al. 1985; Gregory, 1990).

No entanto, a infecção por múltiplas espécies de *Eimeria* em ovinos é considerada comum e pode ser observada em diferentes sistemas de produção animal, seja em sistema intensivo (Rahal, 2018), semi-intensivo (Carrau et al. 2018) ou extensivo (Gül e Değer, 2002;

Tembue et al. 2009). Além disso, mesmo com a diminuição da quantidade de oocistos eliminados da espécies consideradas menos patogênicas, *E. granulosa*, *E. intricata* e *E. pallida* (Le sueur et al. 2009), existe a ocorrência de infecção constante em animais adultos, favorecendo a disseminação e manutenção dos oocistos no ambiente e no rebanho (Hassum e Menezes, 2005).

Durante as primeiras eliminações, o comportamento de excreção caracterizou-se pelo aumento progressivo e relativamente rápido, que no 28º dia experimental observou-se os maiores picos individuais de eliminação dos oocistos, principalmente das espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis* e *E. parva* (Figura 2). E conseqüentemente, houve uma redução na eliminação de oocistos logo após o primeiro pico, que segundo Chapman et al. (1973), deve-se ao processo de desenvolvimento de imunidade conforme o avanço da idade dos cordeiros.

No presente estudo, o desenvolvimento de imunidade após o primeiro pico refletiu na menor contagem de oocistos durante os dias experimentais. E pode estar relacionado à inclusão da borra de babaçu na dieta, que possui o ácido láurico em maior quantidade em sua composição (Tabela 2). O ácido láurico contém ação antimicrobiana e pode ser encontrado em fontes naturais, como óleo de coco e são frequentemente usados como suplementos nutricionais (Dayrit, 2015; Kim e Rhee, 2016). Entre os ácidos graxos de cadeia média, o ácido láurico e seu derivado de monolaurina são capazes de modular a saúde intestinal (Dabbou et al. 2020; Borreli et al. 2021). Os ácidos graxos de cadeia média são originalmente um componente importante do sistema imunológico inato e são capazes de induzir a expressão de peptídeos de defesa do hospedeiro tanto em humanos quanto em animais (Zhou et al. 2019).

Verificamos que ao incluir 9,05% da borra de babaçu na dieta dos ovinos, houve redução significativa na contagem de oocistos sem afetar o ganho médio diário (0.269 kg/dia). O número de oocistos eliminados nas fezes das espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis*, *E. parva*, *E. bakuensis* e *E. faurei* diminuiu quando os animais receberam entre 5% e 10% de borra de babaçu na dieta, sugerindo um efeito benéfico da borra de babaçu sobre infecção por *Eimeria* spp. em ovinos. Com isso, a redução nas contagens pode estar associada à ação do ácido láurico, pois esse composto possui capacidade de desestabilizar a membrana celular das bactérias e os torna candidatos promissores entre os novos antimicrobianos (Jackman et al., 2020).

As avaliações morfométricas em oocistos de *Eimeria* spp. encontrados nas fezes dos ovinos são semelhantes às medidas relatadas por Ahid et al. (2008); Andrade Júnior et al. (2012).

No presente estudo, houve pequenas variações nos diâmetros equatorial e polar das espécies avaliadas, logo, a inclusão da borra de babaçu parece não exercer grandes alterações nas características morfométricas em oocistos do gênero *Eimeria* em ovinos. As características morfométricas, como a presença ou ausência de capa micropilar, os diâmetros dos oocistos e esporocistos e as diferentes formas dos oocistos são considerados critérios relevantes para a diferenciação das espécies (Hassum et al. 2007).

Houve correlação positiva entre OOPG e espécies de *Eimeria* (*E. bakuensis*, *E. crandallis*, *E. parva*, *E. ovinoidalis*, *E. faurei* e *E. pallida*). Por outro lado, o peso corporal (PI e PF), consumo de ração (CMS (g/dia), CPB (g/dia) e desempenho (GMD) foram inversamente correlacionados ao OOPG e espécies de *Eimeria* (Figura 5; Figura 9). A associação significativa entre infecção natural de *Eimeria* spp. em ovinos e variáveis relacionadas ao peso corporal, consumo de ração e desempenho dos animais, corroboram com estudos prévios na literatura (Díaz-Sánchez et al. 2020; Kipper et al. 2013; Reeg et al. 2005).

As espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis*, *E. bakuensis* e *E. faurei*, foram negativamente associadas ao peso corporal, CMS (g/dia), CPB (g/dia) e GMD, o que indica que os animais avaliados apresentam risco considerável de perdas associadas à coccidiose. As espécies *E. crandallis* e *E. ovinoidalis* são consideradas mais patogênicas, e possuem estágios parasitários que infestam o intestino delgado e grosso, causando graves lesões às células epiteliais do intestino (Andrews, 2013). As espécies *E. bakuensis* e *E. faurei* são considerados menos patogênicas, mas podem causar comprometimento do crescimento devido à má absorção de nutrientes (Kipper et al. 2013; Díaz-Sánchez et al. 2020; Keeton; Navarre, 2018; Taylor et al. 2017), o que pode desencadear coccidiose subclínica em animais.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A borra de babaçu adicionada a dieta possui efeito benéfico sobre a redução da infecção por *Eimeria* spp. em ovinos confinados com a inclusão de 9,05% sem afetar no desempenho dos animais.

A inclusão da borra de babaçu na dieta influenciou nos parâmetros morfológicos das espécies *E. granulosa*, *E. parva* e *E. intricata*.

As espécies de *Eimeria* mais prevalentes nas amostras fecais dos ovinos foram *E. crandallis*, *E. parva* e *Ovinoidalis* e as menos prevalentes foram *E. ahsata*, *E. granulosa*, *E. intricata*, *E. faurei*, *E. parva* e *E. pallida*.

A relação entre as variáveis relacionadas ao consumo de nutrientes e desempenho de ovinos confinados *versus* a infecção natural por *Eimeria* spp. foi bem sumarizada pelos cinco primeiros componentes principais que envolveram, principalmente, a contagem de oocistos por grama de fezes e as espécies *E. crandallis*, *E. ovinoidalis* e as características de consumo e digestibilidade dos nutrientes.

## REFERÊNCIAS

- AHID, S. M. M. et al. Parasitos Gastrintestinais em Caprinos e Ovinos da Região Oeste do Rio Grande do Norte , Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 212–218, 2008.
- ALTIERI, C. et al. Inhibition of *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. by Fatty Acids and Their Monoglycerides. **Journal of Food Protection**, v. 70, n. 5, p. 1206–1212, 2007.
- ANDRADE JÚNIOR, A. L. F. DE et al. Use of coccidiostat in mineral salt and study on ovine eimeriosis. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, n. 1, p. 16–21, 2012.
- ANDREWS, A. H. Some aspects of coccidiosis in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 110, n. 2–3, p. 93–95, mar. 2013.
- BANGOURA, B.; BARDSLEY, K. D. Ruminant Coccidiosis. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 36, n. 1, p. 187–203, 2020.
- BOMFIM, M. A. D; SILVA, M. M. C; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 4, p. 15-26, 2009.
- BORTOLLOTTI, G. L. Ocorrência de *Eimeria* spp. em ovinos de propriedades do norte do estado do paraná, brasil. 2020.
- BORRELLI, L., VARRIALE, L., DIPINETO, L., PACE, A., MENNA, L. F., & FIORETTI, A. Insect Derived Lauric Acid as Promising Alternative Strategy to Antibiotics in the Antimicrobial Resistance Scenario. *Frontiers in microbiology*, 12, 620798, 2021.
- BRINKER, J. C. et al. Identifica o De Espécies De *Eimeria* Spp . Em Ovinos Participantes Na 33<sup>a</sup> Exposi o Internacional De Animais No Município De Esteio , Rs. p. 61–68, 2014.
- BRUHN, F. R. P. et al. Frequency of species of *Eimeria* in females of the holstein-friesian breed at the post-weaning stage during autumn and winter. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 20, n. 4, p. 303–307, 2011.
- CAÑEQUE, V. et al. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. **Meat Science**, v. 67, n. 4, p. 595–605, 1 ago. 2004.
- CARRAU, T. et al. Associated risk factors influencing ovine *Eimeria* infections in southern

- Spain. **Veterinary Parasitology**, v. 263, n. October, p. 54–58, 2018.
- CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C.; SILVA, M. L. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (*Attalea* spp.)** 2012.
- CATCHPOLE, J.; GREGORY, M. W. Pathogenicity of the coccidium *Eimeria crandallis* in laboratory lambs. **Parasitology**, v. 91, n. 1, p. 45-52, 1985.
- CERVANTES-VALENCIA, M. E. et al. Effects of *Curcuma longa* dietary inclusion against *Eimeria* spp. in naturally-infected lambs. **Small Ruminant Research**, v. 136, p. 27–35, 2016.
- CHARTIER, C.; PARAUD, C. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. **Small Ruminant Research**, v. 103, n. 1, p. 84–92, 2012.
- CHAPMAN, H. D.; LEWIS, J. A.; SEARLE, R. M. The effect of naturally acquired infections of coccidian in lambs. *Research in veterinary science*. v. 14, n.1, p.369 – 375, 1973.
- CRINGOLI, G. et al. The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 123, n. 1–2, p. 121–131, 2004.
- DABBOU S., FERROCINO I., GASCO L., SCHIAVONE A., TROCINO A., XICCATO G., et al. (2020). Antimicrobial effects of black soldier fly and yellow mealworm fats and their impact on gut microbiota of growing rabbits. *Animals* 10:1292. 10.3390/ani10081292
- DE MACEDO, L. O. et al. Prevalence and risk factors associated with infection by *Eimeria* spp. in goats and sheep in Northeastern Brazil. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 44, n. 3, p. 607–612, 2020.
- DE WAAL, T. Advances in diagnosis of protozoan diseases. **Veterinary Parasitology**, v. 189, n. 1, p. 65–74, 2012.
- DEMIS, C.; ENGIDAW, S.; ANTENEH, M. Coccidiosis in Small Ruminants. **African Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 7, n. 6, p. 311–319, 2015.
- DIAFERIA, M. et al. Efficacy of toltrazuril 5 % suspension (baycox®, bayer) and diclazuril (vecoxan®, janssen-cilag) in the control of *eimeria* spp. in lambs. **Parasitology Research**, v. 112, n. 1 SUPPL., 2013.

- DÍAZ-SÁNCHEZ, V. M. et al. Evaluation of intraruminal boluses dosed with sulfamethazine and selenium in goat kids naturally infected with *Eimeria* spp. **Journal of Applied Animal Research**, v. 48, n. 1, p. 244–251, 1 jan. 2020.
- DUBEY, J. P. **Coccidiosis in Livestock, Poultry, Companion Animals, and Humans**, 2019.
- DAYRIT, F. M. The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 92, 1–15, 2015.
- EL-ALFY, E. S. et al. Prevalence of *Eimeria* species in sheep (*Ovis aries*) from Dakahlia governorate, Egypt. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 44, n. 3, p. 559–573, 2020.
- FOREYT, W. J. Coccidiosis and cryptosporidiosis in sheep and goats. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, v. 6, n. 3, p. 655–670, 1990.
- GAULY, M. et al. Pattern of *Eimeria* oocyst output and repeatability in naturally infected suckling Rhön lambs. **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 48, n. 9, p. 665–673, 2001.
- GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A Technique for Counting Trematode Eggs in Sheep Faeces. **Journal of Helminthology**, v. 24, n. 1–2, p. 47–52, 1939.
- GREGORY, M. W. Pathology of coccidial infections. In: *Coccidiosis of man and domestic animals*. CRC Press Boca Raton, p. 235-261. 1990.
- GRILO, M. L.; CARVALHO, L. M. Coccidiose em ruminantes pequenos agentes e grandes problemas nas diarreias parasitárias. **Revista de Medicina Veterinária**, v. 1, p. 34–48, 2014.
- GÜL, A.; DEĞER, S. Van yöresinde koyunlarda bulunan *Eimeria* türleri ve bunların prevalansı. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 859–864, 2002.
- HASSUM, I. C.; MENEZES, R. DE C. A. A. De. Infecção Natural por Espécies do Gênero *Eimeria* em Pequenos Ruminantes Criados em Dois Municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 14, n. 3, p. 95–100, 2005.
- HASSUM, I. C.; VALLADARES, G. S.; MENEZES, R. DE C. A. A. DE. Diferenciação das Espécies de *Eimeria* Parasitas de Ovinos pelo Uso da Regressão Linear e Algoritmos Morfológicos. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 16, n. 2, p. 97–104, 2007.
- HERMUCHE, P. M. et al. Dynamics of sheep production in Brazil. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 2, n. 3, p. 665–679, 31 jul. 2013.

HORNINK, G. G. et al. **Principais parasitos humanos de transmissão hídrica ou por alimentos**. 2013.

JACKMAN J. A., BOYD R. D., ELROD C. C. Medium-chain fatty acids and monoglycerides as feed additives for pig production: towards gut health improvement and feed pathogen mitigation. *J. Anim. Sci. Biotechnol*, 2020.

JOACHIM, A. et al. W A A V P guideline for evaluating the efficacy of anticoccidials in mammals (pigs, dogs, cattle, sheep). **Veterinary Parasitology**, v. 253, n. February, p. 102–119, 2018.

KAISER, H. F. The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 141–151, 2 jul. 1960.

KEETON, S. T. N.; NAVARRE, C. B. Coccidiosis in Large and Small Ruminants. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 34, n. 1, p. 201–208, 2018.

KHAN, M.N.; REHMAN, T.; IQBAL, Z.; SAJID, M.S.; AHMAD, M.; RIAZ, M. Prevalence and associated risk factors, of Eimeria sheep of Punjab, Pakistan. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v.25, p.443-447, 2011.

KHODAKARAM-TAFTI, A.; HASHEMNIA, M. An overview of intestinal coccidiosis in sheep and goats. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 168, n. 1–3, p. 9–20, 2017.

KIM, S. A., AND RHEE, M. S. Highly enhanced bactericidal effects of medium chain fatty acids (caprylic, capric, and lauric acid) combined with edible plant essential oils (carvacrol, eugenol, b-resorcylic acid, trans-cinnamaldehyde, thymol, and vanillin) against Escherichia coli O157:H7. **Food Control** **60**, 447– 454, 2016.

KIPPER, M. et al. Meta-analysis of the performance variation in broilers experimentally challenged by Eimeria spp. **Veterinary Parasitology**, v. 196, p. 77–84, 2013.

LE SUEUR, C.; MAGE, C.; MUNDT, H. C. Efficacy of toltrazuril (Baycox® 5% suspension) in natural infections with pathogenic Eimeria spp. in housed lambs. **Parasitology Research**, v. 104, n. 5, p. 1157–1162, 16 dez. 2009.

LOPES, W. D. Z. et al. Eimeria species in young and adult sheep raised under intensive and / or semi-intensive systems of a herd from Umuarama city, Parana State, Brazil. **Ciência Rural**,



v. 43, n. 11, p. 2031–2036, nov. 2013.

LUZ, J. B. et al. Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a substitute for elephant grass silage. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 977-982, 2019.

MACEDO, L. O. DE et al. Morphological and epidemiological data on *Eimeria* species infecting small ruminants in Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 171, p. 37–41, 2019.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Physical and chemical characterization and fatty acid composition of babassu oil. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463–470, 2015.

MARTINS, N. S. et al. Ovine *Eimeria* infections in southern Brazil - Prevalence and risk factors. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 229–239, 2022.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada. **pesquisa.bvsalud.org**, p. 295–295, 2007.

MOHAMADEN, W. I.; SALLAM, N. H.; ABOUEHASSAN, E. M. Prevalence of *Eimeria* species among sheep and goats in Suez Governorate, Egypt. **International Journal of Veterinary Science and Medicine**, v. 6, n. 1, p. 65–72, 2018.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D. C.: National Academy Press, p. 362, 2007.

OLIVEIRA, E.R. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ovinos. Simpósio internacional sobre caprinos e ovinos de corte, v. 2, p. 611G622, 2003.

PLATZER, B. et al. Epidemiology of *Eimeria* infections in an Austrian milking sheep flock and control with diclazuril. **Veterinary Parasitology**, v. 129, n. 1–2, p. 1–9, 2005.

PULIDO-MEDELLÍN, M. O.; CHAVARRO-TULCÁN, G. I.; DÍAZ-ANAYA, A. M. Prevalence and risk factors of gastrointestinal parasites in sheep from Ubaté, Cundinamarca, Colombia. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 42, n. 1, p. 1–7, 3 dez. 2020.

RAHAL, N. M. Ocorrência e efeito temporal das espécies do gênero *Eimeria* Schneider, 1875 em cordeiros confinados. (**Dissertação**). Universidade Estadual Paulista, 2018.

- RAYAN, P.; STENZEL, D.; MCDONNELL, P. A. The effects of saturated fatty acids on *Giardia duodenalis* trophozoites in vitro. **Parasitology Research**, v. 97, n. 3, p. 191–200, 2005.
- REBECA, R. et al. Evaluation Of Murinometric Parameters In Wistar Rats Submitted To Diet Containing Babaçu Coconut Oil. **International Journal of Food and Nutrition Research**, p. 1–7, 2021.
- REEG, K. J. et al. Coccidial infections in housed lambs: oocyst excretion, antibody levels and genetic influences on the infection. **Veterinary parasitology**, v. 127, n. 3–4, p. 209–219, 28 fev. 2005.
- REIPERT, É. C. D.; RODRIGUES, C. E. C.; MEIRELLES, A. J. A. Phase equilibria study of systems composed of refined babassu oil, lauric acid, ethanol, and water at 303.2 K. **Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 43, n. 12, p. 1784–1790, 2011.
- ROUSE, M. S. et al. In vitro and in vivo evaluations of the activities of lauric acid monoester formulations against *Staphylococcus aureus*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 49, n. 8, p. 3187–3191, 2005.
- RUAS J.L. & BERNE M.E.A. Parasitoses por nematódeos gastrintestinais em bovinos e ovinos, p.19-162. In: Correa F.R., Schild A.L., Mendez M. del C. & Lemos R.A.A. (Eds), *Doenças de Ruminantes e Eqüinos*. Vol.2. 2ª ed. Varela, São Paulo. 573p, 2001.
- SANTOS NETA, E. R. dos. Avaliação de subprodutos do babaçu (*Palmae: Orbignya martiana*) na alimentação de frangos de corte. (**Dissertação**). Universidade Federal do Tocantins, 2010.
- SARATSI, A. et al. Lamb coccidiosis dynamics in different dairy production systems. **Veterinary Parasitology**, v. 181, n. 2–4, p. 131–138, 2011.
- SARAVIA, A. et al. *Eimeria* spp. in dairy calves in Uruguay. Identification, dynamics of oocyst excretion and association with the age of calves. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 25, p. 100588, 2021.
- SATO, H. et al. Anticoccidial efficacy of medium-chain triglycerides (MCT) in calves. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 66, n. 12, p. 1583–1585, 2004.
- SATO, H.; KARITANI, A. Anticoccidial versus ruminal defaunation efficacy of medium chain triglyceride depending on delivery route in calves. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 71, n. 9, p. 1243–1245, 2009.

SERRA, O. R. Substituição da fonte de forragem por farelo de babaçu em dietas de ovinos. **(Dissertação)**, Universidade Estadual Paulista, 2012.

SHILLING, M. et al. Antimicrobial effects of virgin coconut oil and its medium-chain fatty acids on clostridium difficile. **Journal of Medicinal Food**, v. 16, n. 12, p. 1079–1085, 2013.

SILVA, T. P.; FACURY FILHO, E. J.; NUNES, A. B. V.; ALBUQUERQUE, F. H. M. R.; FERREIRA, P. M.; CARVALHO, A. U. Dinâmica da infecção natural por Eimeria spp. em cordeiros da raça Santa Inês criados em sistema-intensivo no Norte de Minas Gerais. 31 Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 59, n. 6, p. 1468-1472, 2007.

SILVA, R. M. DA. Infecção natural por Eimeria spp ., Cryptosporidium spp . e Giardia duodenalis em cordeiros da raça mestiça Santa Inês , na região semi-árida do Estado do Rio Grande do Norte . **(Dissertação)**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

SOUSA, M. N de. Desempenho produtivo de ovinos terminados com dietas de alto concentrado contendo borra de babaçu. **(Dissertação)**. Universidade Federal do Maranhão, 2020.

SOUZA, Luiz Eduardo Barreto de et al. Epidemiology of Eimeria infections in sheep raised extensively in a semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, p. 410-415, 2015.

SKRIVANOVA, E. et al. Susceptibility of Escherichia coli, Salmonella sp. and Clostridium perfringens to organic acids and monolaurin. **Veterinarni Medicina**, v. 51, n. 3, p. 81–88, 2007.

TAN, H. G; LONG, K. Preliminary Study of Anticoccidial Activity of Medium Chain Fatty Acids (MCFA) and their Corresponding Monoglycerides on Broiler Chicken Coccidiosis. **International Journal of Biotechnology for Wellness Industries**, p. 134–141, 2012.

TAYLOR, M. Parasites of goats: A guide to diagnosis and control. **In Practice**, v. 24, n. 2, p. 76–89, 1 fev. 2002.

TAYLOR, M. A. Parasite control in sheep: A risky business. **Small Ruminant Research**, v. 110, n. 2–3, p. 88–92, 2013.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. **Parasitologia Veterinária**. 4º Edição ed. 2017.

TEAM R DEVELOPMENT CORE. A Language and Environment for Statistical Computing.

**R Foundation for Statistical Computing**, v. 2, p. <https://www.R-project.org>, 2018.

TEMBUE, A. A. DOS S. MUCALANE et al. Espécies do Gênero Eimeria Schneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) em Pequenos Ruminantes, provenientes do Município de Ibimirim, Estado de Pernambuco Antônio. **Veterinária Notícias**, v. 15, n. 2, p. 51–57, 2009.

TIZARD, I. R. Helper T Cells and Their Response to Antigen. In: Tizard IR (Ed.) **Veterinary Immunology**. Saunders: Elsevier, p. 137-149, 2009.

UENO, H.; GONÇALVES, P. C. **Manual para Diagnóstico das Helmintoses de Ruminantes**, 1998.

VASILKOVÁ, Z. et al. Coccidiosis of small ruminants in various regions of Slovakia. **Acta Parasitologica**, v. 49, n. 4, p. 272–275, 2004.

ZHOU Z., HUANG J., HAO H., WEI H., ZHOU Y., PENG J. Applications of new functions for inducing host defense peptides and synergy sterilization of medium chain fatty acids in substituting in-feed antibiotics. **J. Funct. Foods**, 52 348–59, 2019.