



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

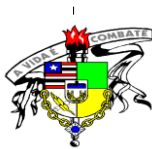


Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE OVINOS  
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ASSOCIAÇÃO  
DOS ÓLEOS BABAÇU E GIRASSOL**

**GLEICE KELLE SILVA MARQUES VILELA**

Chapadinha-MA  
2023



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**GLEICE KELLE SILVA MARQUES VILELA**

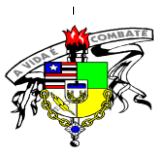
## **PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ASSOCIAÇÃO DOS ÓLEOS BABAÇU E GIRASSOL**

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

Orientador: Prof. Dr. Henrique Nunes Parente

Co-orientadora: Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente

Chapadinha-MA  
2023



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



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

KELLE SILVA MARQUES VILELA, GLEICE.

PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE OVINOS ALIMENTADOS COM  
DIETAS CONTENDO ASSOCIAÇÃO DOS ÓLEOS BABAÇU E GIRASSOL /  
GLEICE KELLE SILVA MARQUES VILELA. - 2023.

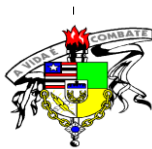
43 f.

Coorientador(a): Michelle de Oliveira Maia Parente.

Orientador(a): Henrique Nunes Parente.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal/ccch, Universidade Federal do Maranhão,  
Chapadinha, 2023.

1. Acetato. 2. Matéria Seca. 3. N-NH<sub>3</sub>, pH. 4.  
Propionato. 5. Suplementação Lipídica. I. de Oliveira  
Maia Parente, Michelle. II. Nunes Parente, Henrique. III.  
Título.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**GLEICE KELLE SILVA MARQUES VILELA**

**PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE OVINOS  
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ASSOCIAÇÃO  
DOS ÓLEOS BABAÇU E GIRASSOL**

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

Orientador: Prof. Dr. Henrique Nunes Parente  
Co-orientadora: Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente

Aprovada em 21/03/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Henrique Nunes Parente - UFMA  
(Orientador)

---

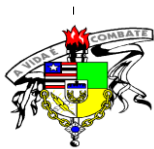
Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente - UFPI  
(Membro Interno - Coorientadora)

---

Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira - UFPB  
(Membro Externo)

---

Dr. Danilo Marte Pereira - UFMA  
(Bolsista FAPEMA/Pesquisador Visitante)  
(Membro Externo)



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



“O ontem não é nosso para recuperar, mas o  
amanhã é nosso para ganhar ou perder”.

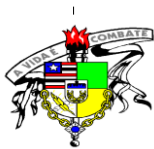
**(Lyndon B. Johnson)**



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



A **Deus**, por que dele, e por meio dele, e para ele são todas as  
coisas (Rm 11:36);  
A minha mãe **Maria José**, mulher virtuosa, minha inspiração;  
Aos meus pais/avós, **Francisco Vilela e Rosemar Marques**, pelo  
carinho e dedicação a mim concedido.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por permitir realizar mais um sonho e concluir mais uma etapa. Como em todo caminho tem espinhos, essa caminhada também não foi diferente, mas, Graças a Ele, consegui chegar ao final de mais uma jornada, realizada e muito feliz.

À minha família, pelo incentivo, em especial aos meus pais/avôs Francisco e Rosemar Vilela, à minha mãe, Maria José Silva Marques, meus irmãos Lucas e Roseane Vilela, que sempre torceram por mim e contribuíram positivamente para a conclusão de mais uma etapa.

Aos meus orientadores, professor Dr. Henrique Nunes Parente e Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente, por terem se mantido sempre presentes desde a execução do experimento à elaboração do presente trabalho, agradeço pela orientação, dedicação, e ideias compartilhadas.

À Universidade Federal do Maranhão e ao programa de pós-graduação em Ciência Animal-PPGCA pela oportunidade de tornar-me mestre em ciência animal. A Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) e a fundação de amparo a pesquisa do estado do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro.

A Profa. Dra. Juliana Oliveira, ao Doutorando Guilherme Leite e a Mestranda Paloma Gabriela, por todo suporte e auxílio durante as análises realizadas no laboratório de forragicultura da Universidade Federal da Paraíba.

Ao Prof. Dr. Jorge Fernandes, por toda orientação durante a execução das análises no laboratório de cromatografia Cromatografia Instrumental da Universidade Federal do Pernambuco.

A Profa. Dra. Inês Carneiro e Valéria Apolinário, juntamente com o grupo GINTEGRA (Grupo de Inovação em Sistemas Integrados de Produção), em especial à Diana Valadares, Karol Carvalho e Izabela Gomes e Cristielle Assunção, por toda assistência nas análises realizadas no laboratório de nutrição animal e bromatologia da Universidade Estadual do Maranhão.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Ao Prof. Dr. Ivo Alexandre pela concessão do Laboratório de parasitologia para realização das análises de contagem de protozoários e aos colegas Sara Reis e Arlan Araújo pela disponibilidade e auxílio durante o treinamento.

Ao grupo GEPRUMA, bolsistas, estagiários e professores por toda colaboração durante o experimento e análises laboratoriais. Aos meus amigos, e companheiros de pós-graduação, Raylle Martins, Juliane Oliveira, Larissa Vieira, Pedro Celestino pela troca de experiências e conhecimentos.

Ao pesquisador Danilo Pereira e a Profa. Juliana Oliveira, pelas valiosas colaborações para a melhoria da parte escrita deste trabalho ao longo da defesa.

Agradeço aos colegas, Karlyane Rocha, Cledson Sá, Danley Martins e Lavínia Chavier, Thiago Sousa e ao secretário da pós-graduação, Tomaz Melo, por todo suporte e contribuição dada. As minhas amigas Silvaneis Ribeiro e Elzidete Menezes por todas as orações realizadas ao meu favor.

Ao corpo docente do programa de pós-graduação em Ciência animal, professores: Henrique Nunes Parente, Michelle de Oliveira Maia Parente, Ivo Alexandre, Alexandre Perazzo, Jeferson Siqueira e Daniele Ferreira por todo conhecimento compartilhado.

**MUITO OBRIGADA!**





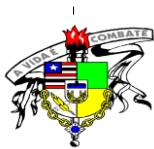
Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## RESUMO

Objetivou-se avaliar a adição do óleo de girassol (OG) e a associação desse com o óleo de babaçu (OB) na alimentação de ovinos confinados sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. Foram utilizados 35 cordeiros com peso médio de aproximadamente  $16 \pm 3,9$  e kg, machos, castrados, mestiços, alimentados com cinco dietas experimentais: dieta sem óleo (SO); 4,5% de OBA; 3,0% de OBA e 1,5% de OG; 2,25% de OB e 2,25% de OG; 3,0% de OG e 1,5% de OB, com base na matéria seca. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos (dietas) e sete repetições (animais). O período experimental foi 60 dias (10 dias de adaptação e 44 dias de confinamento e seis dias de coleta de dados). Foi determinado o consumo e a digestibilidade de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT), extrato etéreo (EE), bem como foi determinado os parâmetros ruminais pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e ácidos graxos de cadeia curta. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para os consumos de MS, PB, MO, FDN, EE, CHOT, CNF, e EM, pH ruminal, concentrações molares dos AGCC, propionato, butirato, isovalérico, relação acetato:propionato e interação tratamento x horas de coleta somente para o isovalérico, e para número de protozoários por  $\log^{10}/\text{ml}$ . Foi observado consumo máximo de MS:894,46g/dia; PB:168,51 g/dia; MO:845,98 g/dia; FDN:386,98 g/dia; EE:59,94g/dia; CHOT:616,37 g/dia; CNF:308,01 g/dia e EM: 2,79 g/dia, e maiores concentrações quando adicionado 2,44; 2,16; 2,25; 1,81; 1,86% do óleo do girassol para pH ruminal, concentrações molares de propionato, butirato, isovalérico, relação acetato:propionato, respectivamente, e também maior número de protozoários (3,98 por  $\log^{10}/\text{ml}$ ). Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para as concentrações de N-NH<sub>3</sub>. O óleo de girassol e babaçu podem ser utilizados nas dietas de ovinos mestiços Dorper x Santa Inês em terminação na proporção de 1,5% de óleo de girassol e 3,0% de óleo de babaçu.

**Palavras-chave:** Acetato, Matéria Seca, N-NH<sub>3</sub>, pH, Propionato, Suplementação Lipídica.



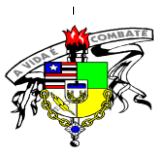
Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## ABSTRACT

The objective was to evaluate the addition of sunflower oil (OG) and its association with babassu oil (OB) in feedlot sheep on consumption, digestibility and ruminal parameters. Thirty-five lambs with an average weight of approximately  $16 \pm 3.9$  kg, male, castrated, crossbred, fed five experimental diets were used: diet without oil (SO); 4.5% OBA; 3.0% OBA and 1.5% OG; 2.25% OB and 2.25% OG; 3.0% OG and 1.5% OB, based on dry matter. The design used was in randomized blocks with five treatments (diets) and seven repetitions (animals). The experimental period was 60 days (10 days of adaptation and 44 days of confinement and six days of data collection). Intake and digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), non-fiber carbohydrates (NFC), total carbohydrates (CHOT), ether extract (EE), as well as ruminal parameters pH, ammoniacal (N-NH<sub>3</sub>) and recipes for short wheelchairs. There was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for intakes of DM, PB, MO, NDF, EE, CHOT, CNF, and EM, ruminal pH, molar concentrations of SCFA, propionate, butyrate, isovaleric, acetate:propionate ratio and interaction treatment x hours of collection only for the isovaleric, and for number of protozoa per log 10/ml. Maximum DM consumption was observed: 894.46g/day; CP:168.51 g/day; MO:845.98 g/day; NDF:386.98 g/day; EE:59.94g/day; CHOT:616.37 g/day; CNF:308.01 g/day and ME: 2.79 g/day, and higher concentrations when added 2.44; 2.16; 2.25; 1.81; 1.86% of sunflower oil for ruminal pH, molar concentrations of propionate, butyrate, isovaleric, acetate:propionate ratio, respectively, and also higher number of protozoa (3.98 per log<sub>10</sub>/ml). There was no effect ( $P > 0.05$ ) for N-NH<sub>3</sub> concentrations. Sunflower and babassu oil can be used in the diets of Dorper x Santa Inês crossbred sheep in finishing in the proportion of 1.5% sunflower oil and 3.0% babassu oil.

**Keywords:** Acetate, Dry Matter, N-NH<sub>3</sub>, pH, Propionate, Lipid Supplementation.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**AG** - Ácidos Graxos  
**AGCC** - Ácidos Graxos De Cadeia Curta  
**ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
**C3** - Ácido Propiônico  
**C4** - Ácido Butírico C5 – Ácido Valérico  
**C2:C3** - Relação Acetato Propionato  
**C12:0** - Ácido Láurico  
**C14:0** - Mirístico  
**C18: 3 n-3** - Ácido Alfa Linolênico  
**C18:2-n 6** - Ácido Linoléico  
**CLA** - Linoleico Conjugado  
**CCHOT** - Consumo de Carboidratos Totais  
**CCNF**- Consumo de Carboidratos não Fibrosos  
**CEE** - Consumo de Extrato etéreo  
**CEM** - Consumo de Energia Metabolizável  
**CFDN**- Consumo de Fibra em Detergente Neutro  
**CHOT** - Carboidratos Totais  
**CMO** - Consumo de Matéria Orgânica  
**CMS** - Consumo de Matéria Seca  
**CMS (Pv)** - Consumo de Matéria Seca por peso vivo  
**CNF** - Carboidratos não Fibrosos  
**CPB** - Consumo de Proteína Bruta  
**CIDNms**- Cinzas indigestível na Matéria Seca  
**DCHOT**- Digestibilidade dos Carboidratos Totais  
**DCNF** - Digestibilidade dos Carboidratos não Fibrosos  
**DEE** - Digestibilidade do Extrato Etéreo  
**DFDN** - Digestibilidade da Fibra Em Detergente Neutro  
**DMO** - Digestibilidade da Matéria Orgânica  
**DMSD** - gestibilidade da matéria seca  
**DPB** - Digestibilidade da Proteína Bruta  
**EE** - Extrato Etéreo EM- Energia Metabolizável  
**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
**FAO** - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
**FDA** - Fibra em Detergente Ácido  
**FDN** - Fibra Em Detergente Neutro  
**FDNcp** - Fibra Em Detergente Neutro Corrigida para Cinzas E Proteína  
**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**Iso C4** - Ácido Iso-Butírico

**Iso C5** - Ácido Iso-Valérico

**MO** - Matéria Orgânica MS– Matéria Seca

**MM** - Matéria Mineral

**NDT** - Nutrientes Digestíveis Totais

**N-NH<sub>3</sub>** - Amônia

**NRC**– National Research Council

**P<0,005** - Houve Diferença Estatística

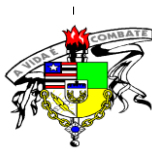
**P> 0,005** - Não Houve Diferença Estatística

**PB** - Proteína bruta

**pH**– Potencial de hidrogênio

**PIDNms** - Proteína Insolúvel em Detergente Neutro na Matéria Seca

**SAS**– Statistical Analysis System



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Br 222, Km 74, Bairro Boa Vista, Chapadinha-MA  
Telefone (98) 32729902 E-mail: ppgca@ufma.br  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Utilização de óleos na alimentação de ruminantes .....	13
2.2 Óleo de Girassol.....	14
2.3 Óleo de Babaçu.....	15
2.4 Digestibilidade e parâmetros ruminais.....	17
2.5 Efeito da suplementação lipídica sobre a população de protozoários.....	19
<b>3. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>21</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
4.1 Localização, delineamento experimental e tratamentos .....	22
4.2 Animais experimentais, instalações e manejo .....	22
4.3 Análises bromatológicas e digestibilidade dos nutrientes .....	23
4.4 Parâmetros ruminais e contagem dos protozoários.....	24
4.5 Análise estatística.....	25
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os lipídios têm alto potencial energético quando comparado com outros nutrientes, e são considerados o mais importante reservatório de energia para o animal. Sua principal função quando adicionados à dietas de pequenos ruminantes é aumentar a ingestão de energia (NRC, 2007; Machado, 2022). As rações para ruminantes naturalmente apresentam baixa concentração de lipídios em sua composição (1,0 a 5,0%) (Buccioni et al., 2012). Por esse motivo, dietas vêm sendo formuladas com utilização de óleos a fim de aumentar a densidade energética das rações para esses animais.

Em contrapartida alguns cuidados devem ser tomados ao inserir óleo na dieta, pois a alimentação de ruminantes com lipídios desprotegidos pode levar à diminuição da digestibilidade da fibra e da ingestão de matéria seca (MS), devido aos efeitos tóxicos dos ácidos graxos (AG), particularmente dos ácidos graxos poliinsaturados sobre a microbiota ruminal (Palmquist et al., 2017). Por causa disso, a inclusão de óleos nas rações para ruminantes não deve ultrapassar a 7 % de extrato etéreo (EE) na matéria seca, pois várias pesquisas demonstram que valores acima disso inibem a ação de microorganismos ruminais (Paula et al., 2020, Insuasti et al., 2014; Peixoto et al., 2017) e comprometem a produção como um todo.

O processo de biohidrogenação (BH) é realizado por microrganismos presentes no rúmen como mecanismo de autodefesa convertendo ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados, principalmente ácido graxo esteárico (Palmquist et al., 2011). Dadas as atuais preocupações com a saúde do consumidor, a ciência animal têm procurado controlar o perfil lipídico da carne de pequenos ruminantes para diminuir os ácidos graxos saturados e aumentar os ácidos graxos poliinsaturados da carne desses animais (Urbano et al., 2014).

A manipulação da biohidrogenação ruminal pela suplementação de fontes de óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados na dieta, é uma estratégia alimentar que favorece um maior escape de ácidos graxos insaturados e conseqüentemente eleva a qualidade do produto final (Bomfim et al., 2011; Chouinard et al., 2001).

Os óleos vegetais apresentam alta concentração de ácidos graxos insaturados e digestibilidade aparente mais alta que outras fontes lipídicas (Costa et al., 2009), proporcionando mais benefícios quando utilizados em dietas para ruminantes. Além disso, atuam melhorando o desempenho animal e reduzindo possíveis doenças metabólicas ocasionadas pela alta concentração de grãos na dieta (Menezes et al., 2022).

O girassol é uma das oleaginosas mais produzidas no mundo com elevado potencial de

expansão no Brasil. O óleo de girassol advindo de suas sementes, apresenta em sua composição teores de até 54,5% do ácido linoléico (C18:2- n 6), e quando adicionado na dieta de pequenos ruminantes aumenta a quantidade de ácidos graxos insaturados na carne (Carrillo et al., 2018).

O óleo de babaçu é extraído do processo de moagem, aquecimento e prensagem das amêndoas provenientes da palmeira babaçu (*Attalea speciosa*), planta perene (ciclo de vida longo) nativa do Brasil, que é encontrada abundantemente nas regiões Norte e Nordeste, (Paixão, 2019). A sua utilização na alimentação de pequenos ruminantes se dá por ser rico em ácido láurico, sendo também, como o óleo de girassol, fonte energética para cordeiros (Parente et al., 2020).

Com isso, objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar o consumo e os parâmetros ruminais de cordeiros bem como a digestibilidade de rações contendo óleos de babaçu e girassol associados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Utilização de óleos na alimentação de ruminantes

Os óleos vegetais têm sido amplamente estudados no decorrer dos últimos anos como fonte alternativa de alimento principalmente para ruminantes, a fim de buscar um com características positivas para aumentar a produtividade de forma sustentável (Cieslak et al., 2013). A maioria possui alta proporção de ácidos graxos insaturados que podem ser oxidados. Este processo faz com que haja mudanças em suas propriedades físicas, principalmente em suas características nutritivas como causar odores e sabores indesejados (Lozano & Ledea et al., 2019).

Os lipídeos possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos, assim como menor incremento calórico, mostrando uma excelente prática nutricional para ovinos (Nobre et al., 2013). Deste modo, a gordura dietética é importante para os animais não só porque fornece ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, mas por causa de sua contribuição energética que é de aproximadamente o dobro quando comparados com os carboidratos (NRC, 2007).

A adição de óleos na alimentação animal, têm por finalidade aumentar a densidade energética, reduzir a produção de metano pelos animais através de vários fatores, dentre eles: a diminuição da matéria orgânica fermentável, da microbiota de protozoários ciliados e das atividades de bactérias metanogênicas (bactérias produtoras de metano) no rúmen, devido ao uso de parte do hidrogênio no processo de biohidrogenação para produção de ácidos graxos desejados (ácidos graxos insaturados) (Homem Junior, 2013).

Segundo Sousa (2022) a inclusão de ácidos graxos insaturados na dieta de ruminantes tem como propósito melhorar o perfil de ácidos graxos na carne. Com base nisso, produzir carne com teores ideais de gordura, elevando as concentrações de ácidos graxos insaturados, principalmente os ômega 3 (18: 3) e 6 (18: 6) e do ácido linoleico conjugado (CLA), deve ser bem trabalhada e definida (Maia, 2011), para que reflita positivamente no consumidor final, a medida em que esses ácidos não são sintetizados pelo próprio organismo, além de que o consumo da carne com as referidas características previne doenças cardiovasculares.

Avaliando os efeitos do óleo de babaçu ou do óleo de buriti na dieta de ovinos sobre a ingestão de nutrientes, a digestibilidade total do trato e o perfil de ácidos graxos da digestão de cordeiros, Machado et al., (2022) observaram que cordeiros alimentados com óleo de babaçu tiveram maior consumo de ácidos graxos em relação a dieta controle, com aumento da



digestibilidade total de ácidos graxos, principalmente o ácido laúrico e mirístico (C12:0 e C14:0, respectivamente).

## 2.2 Óleo de Girassol

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta pertencente à família Asteraceae, nativo da América do Norte e cultivada até o século XVII, como planta ornamental e medicinal (Aguiar, 2001). Possui ciclo anual com características de crescimento rápido, resistente a climas secos e frios, utilizadas para diversos fins, como produção de grãos para fabricação de ração, extração de óleo de alta qualidade ou matéria prima para produção de biodiesel (Leite et al., 2005).

O Brasil possui grande potencial produtivo para a cultura do girassol. Aproximadamente 10 milhões de hectares destinam-se ao cultivo dessa oleaginosa (Gazola, 2012). Desse modo, o girassol contribui com 13% da produção mundial de óleo, sendo que os subprodutos resultantes do processo de extração podem ser usados na alimentação animal (Nobre, 2011), com destaque para o seu elevado teor nutricional, principalmente de ácidos graxos poliinsaturados (Costa et al., 2015).

A extração do óleo de girassol é feito a frio, sem condicionamento térmico prévio, devido ao alto teor de óleo na semente. Possui em composição aproximadamente 10% de gordura saturada, 24% de gorduras monoinsaturadas e um teor de 66% de gorduras poliinsaturadas, sendo este formado em sua maioria pelo ácido linoléico, o qual, embora essencial ao desempenho das funções fisiológicas importantes no organismo humano, não é sintetizado pelo mesmo (Nogueira Junior, 2006).

Possui ainda em sua composição aproximadamente 69,0% de ácido linoleico (Tabela 1), sendo portanto, rico em ácidos graxos insaturados (Oliveira & Vieira, 2004). Por esse motivo são usados como parte da dieta de cordeiros, tornando-se eficiente, pois melhora a composição lipídica da carne por aumentar a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) nos tecidos, e dessa forma, produzir carne com perfil de ácidos graxos totais benéficos para a saúde humana (Ivan et al., 2001).

Morgado et al., (2013) avaliando o consumo e a digestibilidade de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol, observaram que a associação de 4,2% de óleo de girassol a dieta com alto teor de fibra solúvel em detergente neutro não teve influência sobre a digestibilidade dos nutrientes e não afetou o

consumo de nutrientes neste animais.

Tabela 1. Perfil de ácidos graxos do óleo de girassol.

Ácido Graxo %	Maia et al., (2012)	Chowdhury et al., (2007)	Roy et al., (2013)
Palmítico (C16:0)	6,5	6,52	8,5
Esteárico (C18:0)	3,4	1,98	7,4
Oléico (C18:1)	22,9	45,39	25,7
Linoleico (C18:2)	59,8	46,02	54,2
Linolenico C18:3 $\omega$ -3	0,6	0,12	0,32

Fonte: Chowdhury et al., (2007); Roy et al., (2013); Maia et al., (2012).

Resultados parecidos foram encontrados por Maia et al., (2012) quando avaliaram o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e constituintes ruminais de ovinos, alimentados com dietas contendo óleo de girassol, canola e mamona. Não houve diferença para o consumo de matéria seca e nutrientes, exceto de extrato etéreo que foi maior, quando comparados com animais que não receberam óleos na dieta.

### 2.3 Óleo de Babaçu

O babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) é uma espécie de palmeira pertencente à família *Arecaceae*, presente em vários países da América Latina. No Brasil, os babaçuais cobrem uma área de aproximadamente 196 mil km<sup>2</sup>, com predominância nos estados do Maranhão, Tocantins e Piauí, na região conhecida como Mata dos Cocais (transição entre Caatinga, Cerrado e Amazônia). Essa espécie pode atingir até 30 metros de altura, alcançando uma produção de 300 a 500 cocos por cachos, e de até cinco cachos por safra anual (Carrazzo et al., 2012).

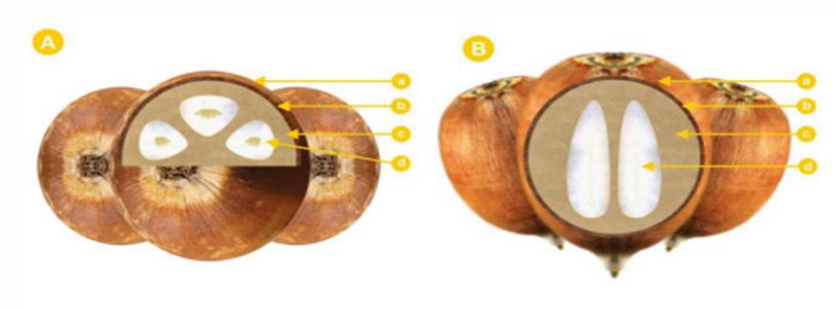
A palmeira frutifica entre o 7° e 8° ano de vida, alcançando plena produção aos 15, e tem vida média de 35 anos (CONAB, 2013). Segundo Alves (2013), o Brasil produziu cerca de 102.499 toneladas de amêndoas de babaçu em 2011, e o estado do Maranhão foi líder absoluto de produção com 96.160 toneladas, ficando entre os 36 primeiros colocados na lista dos municípios brasileiros que mais produzem o produto.

O fruto do babaçu é rico em ácidos graxos, carboidrato, fibras e minerais como o cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, zinco dentre outros e encontra-se dividido em quatro partes

físicas, sendo essas: o epicarpo (13%), mesocarpo (20%), endocarpo (60%) e as amêndoas (7%) (Vinhali et al., 2014). Devido a sua composição nutricional e seu alto teor energético, é profundamente estudado como constituinte de dietas para a alimentação de animais (Souza et al., 2011).

O epicarpo é a camada mais externa com características rija e fibrosa. O mesocarpo é a segunda camada, localizada abaixo do epicarpo com espessura de até 1,0 cm, sendo rico em amido. Endocarpo é considerado a camada mais resistente com espessura de 3,0 cm. As amêndoas são a parte mais profunda do fruto que por sua vez possuem em média de 3 a 4 amêndoas por coco (Figura 1), sendo usados na alimentação humana, cosméticos e produtos de limpeza, indústrias (alimentícia, veterinária, farmacêutica e química) (Ferreira, 2005).

**Figura 2.** Corte esquemático do coco babaçu. (A): Corte transversal. (B): Corte longitudinal. a: epicarpo; b: mesocarpo; c: endocarpo; e: amêndoa.



**Fonte:** (Barros, 2011).

Assim, 59% do óleo pode ser extraído das amêndoas dos frutos dessa palmeira (Tonissi et al., 2013). O óleo de babaçu é constituído em sua maioria por ácidos graxos saturados (86,42%), dentre eles, destaca-se os ácidos graxos mais prevalentes, que são os ácidos láurico (47,40%), mirístico (15,64%) e oleico (11,28%) (Melo et al., 2019).

O óleo de babaçu é totalmente resistente à oxidação não enzimática (Machado et al., 2006). O processo de extração é feito por meio de prensagem mecânica, compreendendo as fases de limpeza, descascamento, moagem, cozimento, prensagem das sementes, filtração de óleo e moagem da torta (Almeida, 2007).

A adição de óleo de babaçu na dieta de pequenos ruminantes promove maior estresse às bactérias ruminais, afetando a biohidrogenação no rúmen e a concentração de ácidos graxos no

abomaso. Esse efeito é possível de acontecer porque o óleo é rico em ácidos graxos de cadeia média, principalmente o ácido láurico (Parente et al., 2020) (Tabela 2), e é menos propenso à degradação oxidativa do que outros óleos vegetais com maior concentração de poliinsaturados (Machado et al., 2022).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos do óleo babaçu.

Ácidos Graxos %	ANVISA (2006)	Martins e Guichard (1979)	White (1993)	Rossel (1993)
Capróico (C6:0)	-	-	0,4	-
Cáprico (C8:0)	2,6-7,3	-	5,3	5,5
Caprílico(C10:0)	1,2-7,6	-	5,9	5,5
Láurico(C12:0)	40-55		44-47	44,2
Mirístico (C14:0)	11-27	15-18	15,8	16
Palmítico (C16:0)	5,2-11	8,6	8,6	9
Esteárico (C18:0)	1,8-7,4	3-5	2-9	3-5
Oléico (C18:1)	9-20	12-16	15,1	15
Linoléico (C18:2)	1,4-6,6	1-2	1,7	2,6

Fonte: Anvisa (2006); Bezerra (1999).

## 2.4 Digestibilidade e parâmetros ruminais

A digestibilidade é conceituada como a absorção em menor ou maior escala dos nutrientes contidos nas dietas. A mesma pode ser afetada por vários fatores, dentre eles a maturidade da planta, isso devido ao teor de proteína e lignificação da parede celular desses vegetais, e outros como o processamento químico e cozimento dos ingredientes, que podem afetar o coeficiente de digestibilidade, assim como modificar o local onde se processam a digestão e a absorção (Souto et al., 2004).

A determinação deste parâmetro se dá por intermédio de ensaios de alimentação envolvendo a coleta total de fezes realizada no mínimo por três dias durante 24 horas (Berchielli et al., 2011). Outra forma de avaliação, é através da análise de comportamento ingestivo, compreendendo a variação na ingestão de alimento (Damasceno et al., 1999).

O consumo e a digestibilidade são essenciais para definir o valor nutritivo dos alimentos disponibilizados aos animais (Berchielli et al., 2005). O conhecimento da digestibilidade contribui significativamente para o desenvolvimento de sistemas de predição do valor nutritivo dos alimentos, sendo por isso, importante a avaliação profunda da composição bromatológica das dietas, principalmente quando se trata de coprodutos (Van Soest, 1994).

Neste contexto, para se obter o potencial máximo produtivo e reprodutivo dos animais,

faz-se necessário conhecer o valor nutritivo das rações e do uso dos nutrientes (Yamamoto et al., 2005). Alimentos de alta qualidade podem refletir positivamente na produção animal, principalmente quando a disponibilidade do alimento e o potencial do animal não são limitantes. Portanto, o resultado de uma análise química torna-se uma importante ferramenta para o balanceamento correto da dieta dos animais, com maiores respostas no produto final (Serafim et al., 2017).

Os ruminantes são animais que possuem sistema enzimático característico, específico para a degradação da parede celular dos vegetais, que são os principais constituintes alimentares desta espécie. O referido sistema é composto por bactérias, protozoários e fungos que são responsáveis pela degradação da fibra alimentar, que se deterioram após um determinado período de tempo. Assim, alimentos mais fibrosos de alta qualidade deixam o rúmen mais rápido, no entanto, o processo se reverte quando alimentados com alimentos fibrosos de pior qualidade (Queiroz et al., 2011).

O rúmen é uma câmara fermentativa que possui condições ambientais de temperatura de até 41°C, pH com variação 5,5 a 7,2, umidade de 85 a 90% e ambiente anaeróbio adequado para o desenvolvimento de diversas populações de microorganismos, que são responsáveis por processos de fermentação e digestão do alimento consumido pelos animais.

Assim, quando comparados com os monogástricos, os ruminantes possuem grande propensão em converter subprodutos e resíduos em alimentos nobres (carne e leite) para a população humana, com a utilização de fontes não-convencionais (Bringel et al., 2011). Por esse motivo faz-se necessário conhecer a dinâmica da degradação dos alimentos, assim como o processo de digestão das partículas, para que haja maior disponibilidade de energia e de nitrogênio no rúmen, aumentando a eficiência dos microorganismos e diminuindo as perdas resultantes do processo de fermentação (Goes et al., 2010). Neste contexto, ressalta-se que os ácidos graxos de cadeia curta e os aminoácidos são produtos resultantes deste processo, sendo os mesmos aproveitados pelos ruminantes como fonte de energia e proteína (Russell & Rychlik, 2001).

O pH e a osmolaridade são características importantes do ambiente ruminal para ovinos, pois a fermentação de um determinado substrato pode ser controlada de acordo com um ponto ótimo, podendo causar redução ou aumento dessas características (Santana Neto et al., 2012). A interação do volumoso e concentrado é um fator determinante para a dinâmica da população microbiana do rúmen, pois pode afetar o perfil de ácidos graxos voláteis, onde dietas ricas em

forragem favorece o pH e conseqüentemente a digestão da fibra pelas bactérias (Oliveira, 2017).

## **2.5 Efeito da suplementação lipídica sobre a população de protozoários**

O metabolismo lipídico em ruminantes inclui o processo de mudança substancial nos lipídios presentes nas dietas, que por sua vez são responsáveis pela presença de grandes quantidades de ácidos graxos saturados nas carnes desses animais, principalmente do ácido linoleico conjugado (CLA). Estudos são desenvolvidos no intuito de tentar manipular o perfil lipídico da carne de pequenos ruminantes, com o propósito de aumentar a concentração em ácidos graxos poliinsaturados, reduzindo a proporção de saturação/insaturação e aumentando os níveis de ácido graxos desejados (Urbano et al., 2014).

Com base nisso, gorduras e óleos têm sido bastante utilizados na nutrição de ruminantes com o intuito de aumentar a densidade energética das dietas e a eficiência alimentar (Valinote et al., 2005), e ao mesmo tempo manipular a composição da parte gordurosa da carne e do leite, minimizando a preocupação do consumidor atual com os aspectos relacionados à saúde que são prejudicados pela dieta moderna (Lima Júnior et al., 2011).

O ecossistema ruminal é um dos ambientes mais ricos e complexos, composto por inúmeras espécies de microrganismos incluindo cerca de  $10^{11}$  células bacterianas/ml de líquido ruminal, aproximadamente  $10^6$  protozoários/ml de líquido ruminal,  $10^3$  células fúngicas/ml de líquido ruminal e  $10^9$  células metanogênicas/ml de líquido ruminal (Cieslak, 2013).

Desse modo, o ambiente ruminal é constituído por um total de 60-90% de bactérias, 10-40% de protozoários, e a massa microbiana ruminal restante é formada por 10% de fungos segundo (Van Soest, 1994). Os protozoários ciliados, os quais são unicelulares, anaeróbios e não patogênicos, podem apresentar de 20 a 200µm, sendo de 10 a 100 vezes maiores que as bactérias (Dehority, 1993).

A população de protozoários ciliados constituintes da microbiota ruminal representa aproximadamente 2,0% do conteúdo total deste compartimento digestivo e 40% do nitrogênio microbiano, sendo ainda responsáveis por 60% dos produtos finais da fermentação (Yokoyama; Johnson, 1988), além de participar do metabolismo dos nutrientes e manter o equilíbrio do ambiente ruminal (Newbold et al., 2015).

O principal efeito da suplementação lipídica é a diminuição na concentração ruminal proveniente da redução da proteólise ou reciclagem dos microrganismos como as bactérias, devido a diminuição do número de protozoários ciliados que resulta em maior eficiência da

síntese de proteína microbiana (Bettero, 2011). Dessa maneira os protozoários ciliados contribuem para o processo de lipólise, embora essa contribuição seja mínima (Buccioni et al., 2012).

A inclusão de lipídios acima de 7,0% na dieta de ruminantes interfere negativamente na fermentação ruminal devido ao efeito tóxico dos ácidos graxos, e aos microrganismos como as bactérias gram positivo, metanogênicas e principalmente dos protozoários que são os mais susceptíveis, assim como, pode interferir no efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gorduras, reduzindo o contato destas com agentes de digestão (Palmquist e Mattos, 2011).

Os lipídios presentes nos vegetais são considerados insaturados, com predominância do ácido linolênico (C18:3), enquanto que nos cereais ocorre maior prevalência do ácido linoleico (C18:2) (Palmquist e Mattos, 2011). No geral as forrageiras têm em torno de 1,0 a 5,0% de lipídios com base na matéria seca, por esse motivo há necessidade de formular dietas para ruminantes com teores elevados (8,0%) de lipídios, como óleos e gorduras (Kozloski, 2017).

### **3. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da inclusão do óleo de girassol associado ao óleo de babaçu sobre o consumo e parâmetros ruminais de ovinos em confinamento e a digestibilidade dos nutrientes.



## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização, delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi conduzido no Setor de Pequenos Ruminantes do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, em Chapadinha - MA, localizado no 3° 44' 33" Sul, 43° 21' 21" Oeste, Brasil. O experimento foi conduzido de acordo com o parecer favorável do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (Processo CEUA: nº 23115.009213/2019-23).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e sete repetições, totalizando em trinta e cinco unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em cinco dietas: sem óleo (SO); 4,5% de OBA; 3,0% de OB e 1,5% de OG; 2,25% de OB e 2,25% de OG e; 3,0% de OG e 1,5% de OB, com base na matéria seca.

### **4.2 Animais experimentais, instalações e manejo**

Foram utilizados trinta e cinco ovinos mestiços Dorper x Santa Inês, castrados, com peso médio inicial de  $16,6 \pm 3,9$  kg e aproximadamente cinco meses de idade. Os animais foram alojados em baias metálicas individuais de  $1,45 \text{ m}^2$ , com piso de concreto providos de cochos para ração e bebedouros, por um período de 60 dias, sendo os 10 primeiros dias destinados ao período de adaptação às dietas experimentais, instalações e manejo, 44 dias de confinamento e os seis últimos dias para coleta de dados (cinco dias para coleta de sobras de alimento e fezes, e um dia para coleta do líquido ruminal).

No primeiro dia de adaptação os cordeiros foram vermifugados com ivermectina na dosagem de 1mL/30kg de peso corporal, vacinados contra clostridiose e identificados.

Entre o 44° e 55° dia do período experimental foi estimado o consumo e coletado amostras de sobras e fezes para determinação de digestibilidade da matéria seca (MS) e nutrientes. No 56° dia foi realizado a coleta do líquido ruminal para determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e contagem de protozoários.

As dietas utilizadas foram formuladas segundo o National Research Council (2007) para serem isonitrogenadas e atender as exigências nutricionais de cordeiros em crescimento com peso médio inicial de  $16 \pm 2,0$  kg de peso corporal e ganho de peso de 200g/dia (Tabela 3).

As dietas foram ofertadas uma vez ao dia, às 8:00 horas, sendo ajustadas diariamente de acordo com o teor de sobras, permitindo-se sobras de aproximadamente 10% para garantir consumo à vontade. O consumo diário de matéria seca foi calculado pela diferença entre a

matéria seca fornecida das dietas e as sobras. A água também foi disponibilizada *ad libitum*.

O feno de capim Tifton-85, utilizado como volumoso, foi moído em peneira com crivos de 1cm em um triturador forrageiro. A ração foi fornecida da forma de mistura completa, sendo tanto o suplemento concentrado quanto os óleos homogeneizados com o feno de capim Tifton-85, antes de ser ofertados aos animais.

Tabela 3. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas (% matéria seca).

Ingredientes	Dietas <sup>1</sup>				
	SO	OB	1,5OG	2,25OG	3,0OG
Milho moído	45,0	40,5	40,5	40,5	40,5
Farelo de soja	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Feno de Tifton-85	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Óleo de babaçu	0,00	4,50	3,00	2,25	1,50
Óleo de girassol	0,00	0,00	1,50	2,25	3,00
Mistura mineral	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Composição química (%)					
Matéria seca	89,3	89,8	89,8	89,8	89,8
Proteína bruta	17,8	17,4	17,4	17,4	17,4
FDN <sup>2</sup>	40,7	39,8	39,8	39,8	39,8
CNF <sup>3</sup>	33,3	30,8	30,7	30,9	30,2
CHOT <sup>4</sup>	73,4	70,5	70,4	70,5	70,2
Extrato etéreo	2,7	6,9	6,9	6,9	6,9
Energia metabolizável	3,07	3,16	3,29	3,27	3,25

<sup>1</sup>SO: Sem óleo; OB: adição de 4,5% de óleo de babaçu; 1,5OG: adição de 1,5% de óleo de girassol associado a 3,0% de óleo de babaçu; 2,25OG: adição de 2,25% de óleo de girassol associado a 2,25% de óleo de babaçu; 3,0OG: adição de 3,0% de óleo de girassol associado a 1,5% de óleo de babaçu.

<sup>2</sup>FDN: Fibra em detergente neutro; <sup>3</sup>CNF: Carboidratos não fibrosos; <sup>4</sup>CHOT: Carboidratos totais.

### 4.3 Análises bromatológicas e digestibilidade dos nutrientes

Ao final do período experimental, todas as amostras coletadas foram secas a 55 °C por 72 horas em estufa de ventilação forçada e, em seguida, foram moídas em peneira Wiley Mill de 1 mm (Marconi, Piracicaba, SP, Brasil), para determinação da matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl 920,87 (AOAC,2012), matéria mineral (MM) pelo método 930,05 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) pelo método de Goldfish 004,1, conforme descrito por Detmann et al., (2021), fibra em detergente neutro (FDN) segundo Robertson & Van Soest, (1981) pelo método 002,2. A matéria orgânica (MO) foi determinada segundo a seguinte

subtração:  $MO = 100 - MM$ .

Os carboidratos totais foram determinados pela expressão  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  (Sniffen et al. 1992). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo formulas propostas por Hall (2000), sendo:  $CNF = 100 - [(\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%MM)]$ , e  $CT = CNF + FDNcp$ . Para estimativa da energia metabolizável (EM) utilizou-se a equação  $EM = 0,82 \times ED$ , conforme proposto por Resende et al., (2006). O valor digestibilidade aparente dos nutrientes foi obtida da seguinte forma:  $Digest (\%) = [(Ni - Nf) / Ni] \times 100$ , em que Ni: nutriente ingerido; Nf: nutriente das fezes (Castro et al., 2019).

Para a avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes, e para a coleta das fezes totais, bolsas coletoras foram acopladas aos animais e as amostras foram coletadas duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00 horas. Em seguida foram pesados, homogeneizados e aproximadamente 100 g/kg do volume total da amostra foram congeladas a  $-20^{\circ}C$  para análise laboratorial subsequente.

As análises bromatológicas foram realizadas nos Laboratório de Produtos de Origem Animal e Laboratório de Parasitologia Aplicada, ambos da Universidade Federal do Maranhão, e no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia da Universidade Estadual do Maranhão.

#### **4.4 Parâmetros ruminais e contagem dos protozoários**

Para os parâmetros ruminais, nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), foram feitas coletas de 50 ml de líquido ruminal às 0 (sem oferta de alimento); 3; 9 e 12 h após a alimentação matutina, e para a contagem de protozoários foi coletado 10 ml às três horas após a oferta de alimento. O processo de coleta do líquido ruminal se deu com o auxílio de uma sonda ligada a uma bomba à vácuo.

Determinou-se o pH do líquido ruminal utilizando um potenciômetro digital segunda a metodologia proposta por (Silva e Queiroz, 2002). Posteriormente, foi adicionado ao líquido ruminal 1,25 ml de ácido clorídrico (1:1) e congelado a  $-20^{\circ}C$  para posterior análises de AGCC e  $N-NH_3$ .

Para determinação dos AGCC, 2 ml de líquido ruminal foi centrifugado (Sorvall Superspeed RC2-B, Newton, CT, EUA) a 15.000g, durante 15 min a  $4^{\circ}C$ . Posteriormente 0,8 mL do sobrenadante foi transferido para o vial cromatográfico e adicionado 0,4 mL de solução 3:1 de metafosfórico (25%) com ácido fórmico (98- 100%) e 0,2 mL de solução de ácido 2-etil-butírico 100 mM (padrão interno). Desse extrato, 1  $\mu$ L foi injetado em cromatógrafo

gasoso (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, Agilent Technologies) equipado com coluna capilar HP-FFAP (1909F-112; 25 m; 0,32 mm; 0,5  $\mu$ m; JeW Agilent Technologies).

A injeção foi realizada automaticamente pelo sistema injetor acoplado ao cromatógrafo. O gás de arraste utilizado foi o H<sub>2</sub>, mantido em fluxo de 31,35 mL/min. A temperatura do injetor e do detector foi de 260°C. O tempo total de análise cromatográfica foi de 16,5 minutos, dividido em três rampas de aquecimento: 80°C (1 min), 120°C (20°C/min; 3 min) e 205°C (10°C/min; 2 min) (FERREIRA et al., 2016). A concentração dos AGCC (mM/L) foi determinada com base em uma curva cromatográfica de calibração externa. Para análise estatística, os dados utilizados foram transformados para proporção molar (mM/100mM), ou seja, a relação entre a quantidade de um determinado AGCC e o total observado.

A concentração de N-NH<sub>3</sub> foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962), adaptado para leitor de microplaca (EON, BioTech Instruments, Winooski, VT, EUA), utilizando filtro de absorvância de 550 nm (Campos; Nussio; Nussio, 2004).

Para quantificação dos protozoários ciliados foi pipetado uma alíquota de 1 mL da amostra e transferido para um tubo de ensaio, a qual foi adicionada três gotas da solução de lugol e após quinze minutos acrescentou-se 9 mL da solução de glicerol a 30%. Após este tempo coletou-se 1 mL da amostra diluída. A contagem de protozoários foi realizada em microscópio óptico com a lente ocular direita provida de grade de contagem medindo 0,5 cm x 0,5 cm.

Os protozoários foram observados em quarenta campos (primeira contagem) e depois com a rotação de 180° da câmara, em outros quarenta campos (segunda contagem), em aumento de dez vezes (Dehority, 1991). Os dados de concentração de protozoários foram analisados após transformação logarítmica (log<sub>10</sub>).

As análises foram realizadas no Laboratório de Cromatografia Instrumental da Universidade Federal do Pernambuco e no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba.

#### **4.5 Análise estatística**

O efeito dos tratamentos foi estudado por meio de análise de variância. Quando o efeito significativo foi detectado ( $P < 0,05$ ) aplicou-se o teste de contrastes ortogonais: Dieta sem óleo x dietas 45 g.kg<sup>-1</sup> OB; Dieta sem óleo x dietas com óleo de girassol, assim como polinômios ortogonais, considerando-se os efeitos linear e quadrático dos teores crescentes de óleo de

girassol na dieta ( $P < 0,05$ ). Foi considerada tendência quando o valor de probabilidade estava entre 0,05 e 0,10.

Para a digestibilidade, o modelo estatístico utilizado foi  $Y_{jj}(k) = \mu + T_i + B_{Jj} + D_n + \text{erro}(k)$ , onde:  $Y_{jj}(k)$ : é o valor observado para qualquer variável nesta pesquisa;  $\mu$ : é o efeito da média geral;  $T_i$ : é o efeito da  $i$ -ésima dieta;  $B_{Jj}$ : é o efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $D_n$ : é o erro residual associado ao efeito animal (bloco x dieta) Erro ( $k$ ): é o erro experimental do  $i$ -ésimo tratamento e no  $j$ -ésimo bloco.

Os dados dos parâmetros ruminais foram analisados usando medidas repetidas no tempo usando o PROC MIXED do SAS, conforme o modelo:  $Y_{jj}(k) = \mu + T_i + B_{Jj} + D_n + H_e + (TH)_{ie} + \text{erro}(k)$ , onde:  $Y_{jj}(k)$ : é o valor observado para qualquer variável nesta pesquisa;  $\mu$ : é o efeito da média geral;  $T_i$ : é o efeito da  $i$ -ésima dieta;  $B_{Jj}$ : é o efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $D_n$ : é o erro residual associado ao efeito animal (bloco x dieta)  $H_e$ : é o efeito das horas de coleta;  $(TH)_{ie}$ : é o efeito da interação dieta x horas de coleta; Erro ( $k$ ): é o erro experimental do  $i$ -ésimo tratamento e no  $j$ -ésimo bloco.

As características e respectivas estruturas de covariância escolhidas para a modelagem das medidas repetidas que melhor se ajustaram ao conjunto de dados foram: simetria composta (CS) para as variáveis acetato, propionato, Isovalerato e concentração total de AGCC, auto regressiva de primeira ordem (AR1) para as variáveis pH, N-NH<sub>3</sub> e relação C2:C3, não estruturada (UN) para as variáveis iso-butirato, butirato e valerato.

## 5. RESULTADOS

Não houve diferença significativa entre os animais sem adição de óleo e com adição de somente óleo de babaçu na dieta para CMS (P=0,093), CMO (P=0,067), CFDN (P=0,060). Porém houve uma tendência do OBA diminuir o consumo dessas variáveis (Tabela 4).

O CPB (99,39g/dia), CEE (31,27 g/dia), CCHOT (341,13 g/dia), CCNF (182,12 g/dia) foram 47,69, 5,72, 50,15, 50,87% menores para os animais consumindo OBA quando comparados aos animais que não consumiram óleo, respectivamente.

**Tabela 4.** Consumo (g/dia) e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo associação dos óleos de babaçu e girassol

Variável <sup>1</sup>	Dietas <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeito <sup>4</sup>			
	SO	OBA	1,5OG	2,25OG	3,0OG		SO x OBA	SO x OG	L	Q
CMS <sup>5</sup>	964,22	501,45	863,86	879,60	852,95	36,19	0,093	<0,001	<0,001	<0,001
CPB <sup>6</sup>	190,01	99,39	165,20	164,54	158,85	7,00	0,024	0,024	<0,001	<0,001
CMO <sup>7</sup>	920,81	474,02	818,52	830,90	805,46	34,53	0,067	<0,001	<0,001	<0,001
CFDN <sup>8</sup>	400,06	201,95	375,57	373,45	370,18	16,33	0,060	<0,001	<0,001	0,002
CEE <sup>9</sup>	33,17	31,27	55,94	59,50	58,49	2,93	<0,001	0,030	<0,001	0,002
CCHOT <sup>11</sup>	694,40	341,13	597,40	604,17	585,42	26,16	0,017	<0,001	<0,001	0,010
CCNF <sup>12</sup>	365,38	182,12	292,04	308,87	296,09	13,34	0,002	<0,001	<0,001	0,002
CEM	2,95	1,24	2,56	2,87	2,60	0,14	0,293	<0,001	<0,001	<0,001
Digestibilidade (%)										
DMS	78,13	82,04	81,18	79,51	81,81	0,76	0,160	0,133	0,774	0,377
DPB	81,11	86,30	86,35	83,12	85,19	0,71	0,025	0,023	0,351	<0,001
DMO	79,76	83,09	82,22	80,68	83,18	0,69	0,196	0,160	0,866	0,306
DFDN	76,95	76,13	79,59	77,96	80,17	0,948	0,333	0,802	0,335	0,778
DEE	69,84	85,17	86,92	77,80	72,75	1,78	0,007	<0,001	<0,001	0,176
DCHOT	79,08	79,48	78,88	78,37	81,39	81,39	0,805	0,875	0,532	0,317
DCNF	85,62	88,35	82,93	84,21	88,03	0,72	0,728	0,216	0,964	0,005

<sup>1</sup>CMS: consumo de matéria seca; CPB: consumo de proteína bruta; CMO: consumo de matéria orgânica; CFDN: consumo de FDN; CEE: consumo de extrato etéreo; CCHOT: consumo de carboidratos totais; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CEM: consumo de energia metabolizável; DMS: digestibilidade da matéria seca; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DFDN: digestibilidade da FDN; DEE: digestibilidade do extrato etéreo; DCHOT: digestibilidade dos carboidratos totais; DCNF: digestibilidade dos carboidratos não fibrosos.

<sup>2</sup>SO: sem óleos; OBA: óleo de Babaçu; OG: óleo de Girassol;

<sup>3</sup>Erro padrão da média.

<sup>4</sup>Efeito: SOxOBA: sem óleos x óleo de babaçu; SOxOG: sem óleos x óleo de girassol; L: linear; Q: quadrático.

<sup>5</sup> $Y = -78,844x^2 + 351,23x + 503,3$ ;  $R^2 = 0,9962$ .

<sup>6</sup> $y = -14,984x^2 + 64,142x + 99,863$ ;  $R^2 = 0,9919$ .

<sup>7</sup> $y = -75,291x^2 + 333,85x + 475,9$ ;  $R^2 = 0,9957$ .

<sup>8</sup> $y = -36,257x^2 + 162,73x + 203,54$ ;  $R^2 = 0,9874$ .

<sup>9</sup> $y = -4,838x^2 + 23,541x + 31,305$ ;  $R^2 = 0,9998$ .

<sup>10</sup> $y = -56,254x^2 + 248,18x + 342,64$ ;  $R^2 = 0,9949$ .

<sup>11</sup> $y = -23,781x^2 + 109,48x + 182,01$ ;  $R^2 = 0,9999$ .

<sup>12</sup> $y = -0,3055x^2 + 1,3823x + 1,2305$ ;  $R^2 = 0,9939$ .

A adição dos teores crescentes do óleo de girassol promoveu efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o CMS, com consumo máximo de 894,46 g/dia, quando adicionado 2,23% do óleo de girassol na ração (Tabela 4). Em consequência os mesmos resultados foram encontrados para CPB, CMO, CFDN, CHOT, CCNF e CEM, com consumo máximo de PB: 168,51 g/dia; CMO: 845,98 g/dia; CFDN: 386,98 g/dia; CHOT: 616,37 g/dia; CNF: 308,01 g/dia e CEM: 2,79 g/dia quando inseridos 2,14; 2,22; 2,24; 2,21; 2,30 e 2,26% do óleo de girassol respectivamente.

Também houve efeito quadrático ( $P = 0,030$ ) para o CEE, com maior consumo (59,94g/dia) quando adicionado 2,43 % óleo de girassol à dieta. O óleo de babaçu aumentou a digestibilidade da PB em 6,39% e EE em 21,95% em relação à dieta controle.

Não houve diferença significativa na digestibilidade de MS ( $P = 0,133$ ), MO ( $P = 0,160$ ), FDN ( $P = 0,802$ ), CHOT ( $P = 0,875$ ) e CNF ( $P = 0,216$ ) entre as rações sem óleo e com a associação de OBA e OG, com valores médios de 80,53; 81,78; 78,16; 79,44; 85,82%, respectivamente (Tabela 4). Contudo, foi observado efeito linear ( $P < 0,05$ ) para a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) e efeito quadrático ( $P < 0,005$ ) para proteína bruta (PB) em função da associação dos óleos nas dietas.

A adição de óleo de babaçu não afetou os parâmetros de fermentação ruminal se comparado à dieta controle, com valores médios de 6,32mg/dL para pH ruminal ( $P = 0,733$ ), 8,61 para N-NH<sub>3</sub>mg/dL ( $P = 0,603$ ), 33,85mmol/L para propionato ( $P = 0,051$ ), 8,63 mmol/L para butirato ( $P = 0,175$ ), 2,02 mmol/L para isovalerato ( $P = 0,731$ ) e 1,57 mmol/L para valérico ( $P = 0,143$ ). Porém, houve tendência ( $P = 0,051$ ) dos animais consumindo OBA ter maior concentração de propionato e menor de AGC no rúmen que os animais não consumindo óleos (Tabela 5).

A associação dos óleos de babaçu e girassol apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para o pH ruminal; concentrações molares de propionato, butirato, isovalerato e; relação acetato: propionato, estimando-se maior concentração quando adicionado 2,44; 2,16; 2,25; 1,82; 1,86% do óleo do girassol, respectivamente (Tabela 5). Não houve efeito das associações dos óleos sobre AGCC, com valor médio de 46,781 mmol/L ( $P = 0,088$ ). Porém houve tendência ( $P = 0,040$ ) de maior concentração de valérico no rúmen dos animais consumindo a associação dos óleos.

**Tabela 5.** Valores médios de pH, N-NH<sub>3</sub>, concentração de ácidos graxos de cadeia curta e números de protozoários log<sup>10</sup>/ml no líquido ruminal de ovinos suplementados com associação de óleos de girassol e babaçu.

Variável <sup>1</sup>	Dietas <sup>2</sup>					EPM <sup>3</sup>	Efeitos <sup>4</sup>					
	SO	OBA	1,5OG	2,25OG	3,0OG		SO X OBA	SO X OG	L	Q	H	T*H
pH(mg/dL) <sup>5</sup>	6,362	6,139	6,301	6,492	6,360	0,308	0,733	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,403
N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	9,461	7,168	6,694	8,459	11,324	0,520	0,603	0,120	<0,001	0,089	0,152	0,332
Ácidos graxos de cadeia curta (mmol/L)												
C <sub>2</sub> :0	54,746	53,725	52,947	54,413	53,174	0,564	0,389	0,557	0,973	0,847	0,392	0,682
C <sub>3</sub> :0 <sup>6</sup>	30,192	38,810	36,775	28,066	35,442	0,838	0,051	<0,001	<0,001	<0,001	0,235	0,865
Iso-C <sub>4</sub>	0,235	0,141	0,139	0,230	0,203	0,015	0,230	0,041	0,057	0,710	0,181	0,223
C <sub>4</sub> :0 <sup>7</sup>	10,783	4,488	6,467	13,581	7,843	0,518	0,175	<0,001	<0,001	<0,001	0,907	0,994
Iso-C <sub>5</sub> <sup>8</sup>	2,114	1,480	2,198	2,434	1,909	0,098	0,731	<0,001	0,048	<0,001	0,140	<0,001
C <sub>5</sub> :0	1,789	1,401	1,472	1,522	1,703	0,555	0,143	0,040	0,110	0,668	0,716	0,740
AGCC*	52,650	52,180	47,236	38,465	43,375	2,089	0,088	0,944	0,101	0,293	0,359	0,520
C <sub>2</sub> :C <sub>3</sub> <sup>9</sup>	1,899	1,433	1,594	2,034	1,554	0,060	0,192	<0,001	0,117	<0,001	0,304	0,617
Números de protozoários log <sup>10</sup> /ml												
Protozoários <sup>10</sup>	5,615	1,692	3,312	4,524	1,999	36,19	0,044	<0,001	0,489	<0,001		

<sup>1</sup>NH<sub>3</sub>: Nitrogênio amoniacal; C<sub>2</sub>:0: Acetato; C<sub>3</sub>:0: Propionato; Iso-C<sub>4</sub>: Isobutírico; C<sub>4</sub>:0: Butirato; Iso-C<sub>5</sub>:0: Isovalérico; C<sub>5</sub>:0: Valérico; \*AGCC: Total de ácidos graxos de cadeia curta; C<sub>2</sub>:C<sub>3</sub>: Relação acetato: propionato; <sup>2</sup>SO: Sem óleos; OBA: Óleo de babaçu; OG: Óleo de girassol;

<sup>3</sup>EPM: Erro padrão médio. <sup>4</sup>Contrastes; H: Hora; T\*H: Interação entre os tratamentos e as horas de coleta.

<sup>5</sup>Y = -0,0469x<sup>2</sup> + 0,2288x + 6,1282; R<sup>2</sup> = 0,8.

<sup>6</sup>y = 1,4416x<sup>2</sup> - 6,2189x + 39,389; R<sup>2</sup> = 0,4399.

<sup>7</sup>y = -1,1604x<sup>2</sup> + 5,2152x + 4,0261; R<sup>2</sup> = 0,4879.

<sup>8</sup>y = -0,2649x<sup>2</sup> + 0,9625x + 1,4615; R<sup>2</sup> = 0,9255.

<sup>9</sup>y = -0,1149x<sup>2</sup> + 0,4274x + 1,4014; R<sup>2</sup> = 0,468.

<sup>10</sup>Y = -0,8945x<sup>2</sup> + 2,9315x + 1,5828 R<sup>2</sup> = 0,7415.

Houve interação entre tratamento x horas de coleta somente para o isovalérico (Tabela 5 e Figura 2). A concentração desse ACG no líquido ruminal dos animais alimentados com 3,0OG associado a 1,5 OBA decresceu em 46,34% em relação a dieta SO na hora 9 (após a alimentação) e manteve-se em 0,41 mmol/L na hora 0 (antes da alimentação).



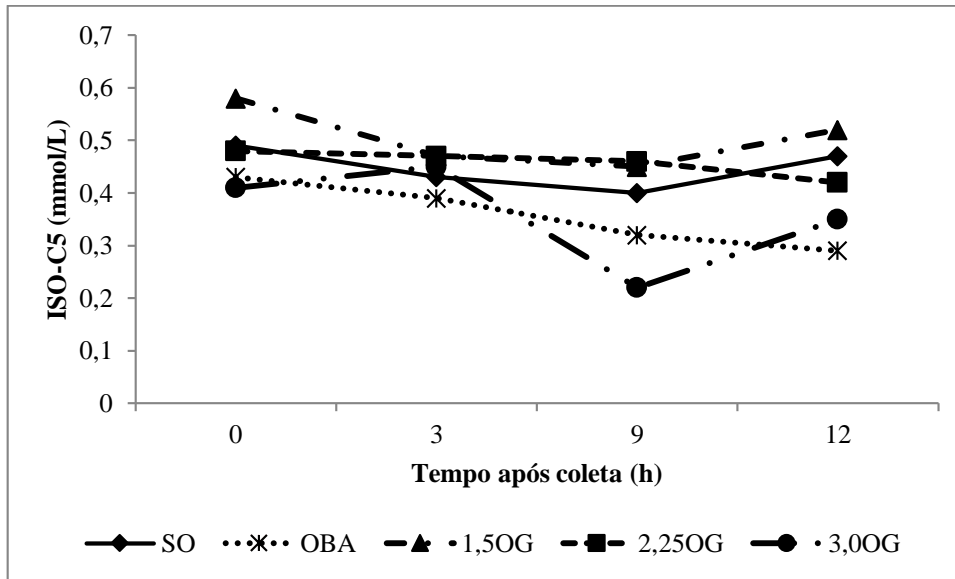


Figura 2. Concentração molar do ácido Isovalérico (Iso-C5) no fluido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo associação dos óleos de girassol e babaçu em função do tempo pós-ingestão.

Em relação à contagem de protozoários, a adição do óleo de girassol associado ao óleo de babaçu às dietas proporcionou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), comportamento semelhante ao pH ruminal, foi observado maiores números de 3,98 protozoários por  $\log^{10}/\text{ml}$  e pH de 6,41mg/dL quando adicionado 1,64 e 2,44% do óleo de girassol, respectivamente (Figura 3). Além disso foi observado valor de 1,69  $\log^{10}/\text{ml}$  de protozoários para o tratamento OBA, sendo que essa quantidade de protozoários foi menor quando comparado à dieta SO (5,61). O efeito da dieta baseada na substituição do óleo de babaçu pelo óleo de girassol na população de protozoários encontra-se na Figura 3.

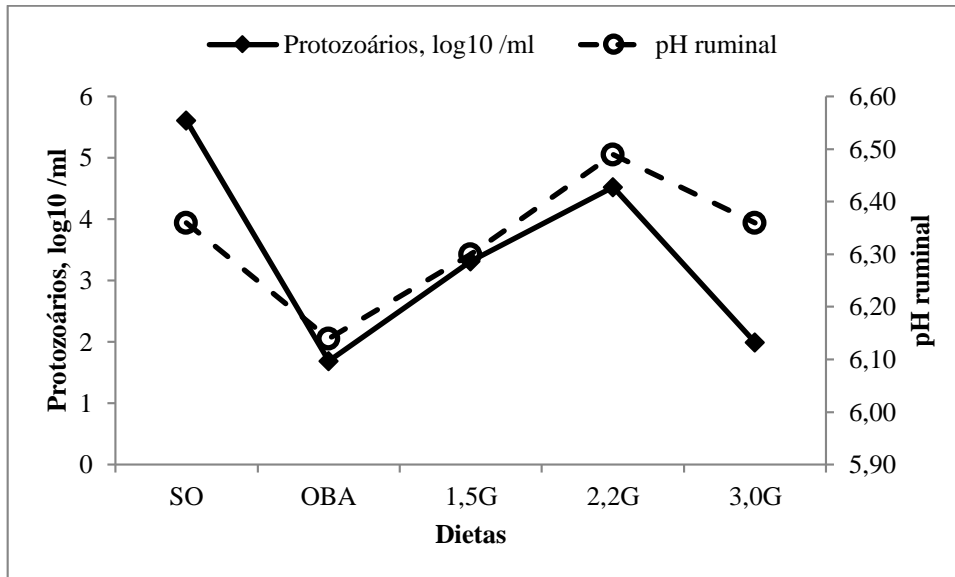


Figura 3. Número de protozoários por  $\log_{10}/\text{ml}$  e pH ruminal pela terceira hora de coleta.

## 6. DISCUSSÃO

Diversos fatores podem interferir no consumo de matéria seca pelos animais, e neste caso o menor consumo observado foi no tratamento OBA, com valor médio de 501,45 g/dia, quando comparado as demais dietas, isso porque o OBA deprime o consumo (Machado et al., 2022). A inclusão de lipídios às dietas de pequenos ruminantes pode ocasionar efeitos tóxicos dos ácidos graxos (AG) sobre a microbiota ruminal (bactérias, protozoários e fungos), principalmente por causa dos ácidos graxos insaturados (Palmquist et al., 2017). Esse efeito tóxico está relacionado à natureza desses ácidos, por exemplo, aqueles que são insolúveis em solventes orgânicos e em água são mais tóxicos, sendo eles: ácidos graxos de cadeia média (10 a 14 carbonos) e os poliinsaturados de cadeia longa (Palmquist, 2006).

Referente aos óleos utilizados para compor as presentes dietas, o óleo de babaçu possui alta concentração de ácidos graxos de cadeia média, sendo que o láurico (C:12:0) é o mais abundante, constituindo 45% do total (Parente et al., 2020). Já o óleo de girassol é composto por grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, contendo cerca de 60% de ácido linoléico (C:18:2) em sua composição (Maia et al., 2012). Assim, o efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) observado para o consumo de matéria seca dos animais alimentados com óleos, possivelmente se deu pelos danos causados na população dos microrganismos que são os principais responsáveis pela hidrólise e biohidrogenação que acontecem no rúmen.

A suplementação lipídica à dieta pode diminuir o consumo de matéria seca e a digestibilidade da mesma quando o teor de extrato etéreo é superior a 70 g/kg de matéria seca (Palmquist e Jenkins, 1980). No presente estudo foi utilizado 45g/kg de óleos na matéria seca, valor dentro do recomendado pelos autores acima citados, confirmando que o menor consumo de matéria seca observado pode estar relacionado a natureza lipídica dos óleos no que se refere aos teores elevados de ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos de cadeia média.

O óleo de babaçu reduziu o pH ruminal (OBA: 6,13) quando comparado com a dieta SO (6,36), essa redução pode estar relacionada ao menor consumo de MS e FDN observados para os animais alimentados com essa dieta. O pH é controlado pela mastigação e conseqüentemente pela produção de saliva, que por vez depende da característica do alimento. Em relação a natureza lipídica dessa dieta, o ácido láurico que é o principal constituinte do óleo de babaçu, prejudica a população bacteriana que é responsável pela degradação da fibra no rúmen (Machmuller et al., 1991).

A adição de óleo às dietas não alterou a concentração de N-NH<sub>3</sub> (Tabela 5), com valor médio de 8,4, isso porque foram formuladas para serem isonitrogenadas. A taxa de degradação ruminal é um fator limitante para uso de N-NH<sub>3</sub>. No entanto, o equilíbrio entre a fonte de nitrogênio (proteína) e de energia no rúmen é essencial para elevar a fermentação e reduzir perda de nitrogênio pela parede do rúmen, aumentando a síntese microbiana (Ribeiro et al., 2014).

A redução na relação C2:C3 pode ser explicada pelos elevados teores de propionato, à medida que não foi observado alteração para o acetato (53,8ml/L). Esse comportamento também está relacionado ao efeito quadrático observado para o CMS e para o valor da DMS (80,83%) apresentados pelos animais submetidos aos tratamentos com óleo de girassol.

O efeito quadrático observado para as concentrações de butirato nas dietas contendo os óleos (OBA 4,48; 1,5OG 6,46; 2,25OG 13,58; 3,0OG 7,84) quando comparadas a dieta (SO 10,78), pode ser explicado pela menor quantidade de milho moído utilizado nestas dietas (40,5%), quando comparado com o tratamento SO (45,0%) (Tabela 3), porque segundo Russel e Wilson (1996) a digestão da semente ocorre em uma taxa maior que a digestão da celulose, isso conseqüentemente reduziu a quantidade de substrato para os microrganismos com possível redução na fermentação ruminal, o que acarretou em diminuição do C<sub>4</sub>. Este fato pode ser

verificado no trabalho de Maia et al., (2012), quando utilizaram óleos semelhantes nas dietas de cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês confinados.

As variações da concentração do isovalerato, provavelmente estão relacionadas às variações no consumo de PB, pois, segundo Berchielli et al., (2006), os ácidos graxos de cadeia ramificada produzidos no rúmen são oriundos da fermentação microbiana de carboidratos e proteína, e são provenientes, principalmente, da degradação dos aminoácidos de cadeia ramificada, como a valina, leucina e isoleucina (Kozloski, 2011), o que também pode ser confirmado por Vargas et al., (2001).

A redução da quantidade de protozoários no líquido ruminal dos animais alimentados com o OBA ( $1,69 \log^{10}/\text{ml}$  de protozoários) quando comparado à dieta SO ( $5,61 \log^{10}/\text{ml}$  de protozoários), possivelmente ocorreu em função da sensibilidade dos protozoários em relação ao ácido graxo saturado láurico, principal constituinte desse óleo (Faciola et al., 2013), sendo considerado o ácido graxo mais tóxico para protozoários ciliados do rúmen (Machmüller et al., 1998). Em contrapartida a diminuição dos números de protozoários (Figura 3) causada pela adição dos teores crescente do óleo de girassol pode estar associado a dois fatores; a toxicidade do ácido linoleico (C18:2) que compõe maior parte do óleo de girassol (Hristov et al., 2004) e ao maior consumo de extrato etéreo (SO:33,17; OBA:31,27; 1,5OG: 55,94; 2,25OG: 59,50; 3,0G: 58,49), o que pode ser confirmado por Azevedo et al., (2014).

O óleo de babaçu e girassol, utilizados para compor as presentes dietas, são compostos por alta proporção de ácidos graxos insaturados e ácidos graxos de cadeia média, o que diminuiu significativamente a população de protozoários, uma vez que esses microrganismos são menos resistentes a suplementação lipídica quando comparados à bactérias. Quanto maior a insaturação, mais tóxico esses ácidos se tornam para a microbiota ruminal devido à maior solubilidade dos ácidos graxos polinsaturados (Medeiros et al., 2015).

Analisando os resultados desta pesquisa verificou-se que a associação dos óleos de girassol e babaçu quando comparados ao tratamento controle apresentaram menores consumos de MS, assim como dos demais nutrientes: CPB, CMO, CFDN, CEE, CCHOT, CCNF e CEM. Entretanto, a associação de 1,5% do óleo de girassol com 3,0% do óleo de babaçu na dieta dos ovinos apresentou maior digestibilidade do extrato etéreo da dieta (Tabela 4), como também para os parâmetros ruminais.

Em relação aos números de protozoários ( $\log^{10}/\text{ml}$ ), a dieta 1,5% de girassol e 3,0% de babaçu não foi tão interessante quando comparada a dieta 2,25% de girassol e 2,25% de babaçu,

porém foi observado valores significativos de microrganismos presentes ( $3,31 \log^{10}/\text{ml}$  de protozoários) e pH de 6,30, o que pode significar menor toxidade quando comparado às demais dietas. Os protozoários participam do processo de biohidrogenação de ácidos graxos (Yokoyama & Johnson, 1993), mas a diminuição dessa população de microrganismo no rúmen não impede a ocorrência da biohidrogenação ruminal (Jenkins et al., 2008). Desse modo, a associação dos óleos de girassol e babaçu pode ser utilizado na alimentação de ovinos em crescimento sem interferir no desempenho desses animais.

## **7. CONCLUSÃO**

Recomenda-se a proporção de 2,25% de óleo de girassol e 2,25% de óleo de babaçu nas dietas de ovinos mestiços Dorper x Santa Inês em terminação.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, R.A.; SANTOS A.C.R.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S. et al. Desempenho de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo torta de macaúba. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 66, p. 211 - 218, 2014.
- AGUIAR, R. H., Avaliação de girassol durante o armazenamento, para uso como semente ou extração de óleo. 2001, 74f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ALMEIDA, J. D. V. Cultivo de Babaçu e Extração do Óleo. **Dossiê Técnico**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB, 2007.
- ALVES, A. S. Influência da cadeia carbônica de coletores amazônicos na flotabilidade de apatita, calcita e quartzo. 2013. 64f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia de Minas e Meio Ambiente). Marabá: UFPA, 2013.
- BETTERO, V.P. Degradação in vitro e trânsito ruminal da fibra de dietas com suplementos lipídicos. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 33 - 41. Minas Gerais, 2011.
- BERCHIELLI, T.T; OLIVEIRA, S.G ; GARCIA, A.V. Application of techniques for intake, diet composition and digestibility studies. **Archives of Veterinary Science** v. 10, p. 29 - 40, 2005.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. v.2, 583p.
- BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2a. ed. Funep. Jaboticabal, p. 483, 2011.
- BOMFIM, M. A. D., QUEIROGA, R. C. E., AGUILA, M. B., MEDEIROS, M. C., FISBERG, M., RODRIGUES, M. T., SANTOS, K. M. O. & LANA, D. P. D. 2011. Abordagem multidisciplinar de P, D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 98-106.
- BUCCIONI, A; DECANDIA, M; MINIERI, S. et al. 2012. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**. 174: 1– 25.
- BRINGEL. L. da L; NEIVA. J. N. M; ARAÚJO. V. L. de. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, p. 1975 - 1983, 2011.
- BEZERRA, J. B. As Guerreiras do Mearim. Revista Globo Rural. Editora Globo. 61: 38-45; São Paulo, 1999.
- CARRAZZO, L. R.; CRUZ, J. C.; SILVA, A. M. L. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do babaçu (*Attalea spp*)**. Distrito Federal DF, 2ª edição, p. 13-15, 2012.
- CARRILLO, W.; GREFFA, J.; CARPIO, C.; MORALES, D.; VILCACUNDO, E.; ALVAREZ, M.; SILVA, M. Fatty acids content of kahai (*Caryodendron orinocense* karst) seeds cultivated in amazonian of Ecuador. **Asian J Pharm Clin Res**, Vol 11, Issue 2, 2018, 399-402. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/322934882> Fatty acids content of kahai *Caryodendron orinocense* karst seeds cultivated in amazoniano f cuador> Acessado em : 06 de Julho de 2022.
- CIESLAK, A.Szumacher-Strabel, A. Stochmal, W . Plant components with specific activities against rumen methanogens. **animal**, v. 07, p. 253 - 265, 2013.
- CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Babaçu**. In: Proposta de Preços

- Mínimos Safra 2013 e 2014. Disponível em: . Acesso em: 04 Agosto. 2022.
- COSTA, R. V. SILVA, J. A., GALATI, R. L. Girassol (*Helianthus annuus* L.) e seus coprodutos na alimentação animal. **PubVet**. Maringá. v. 09, p. 303 - 320, 2015.
- COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 307 - 321, 2009.
- CHOUINARD, P. Y.; CORNEAU, L.; BUTLER, W. R.; et al. Effects of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 680 - 690, 2001.
- CHOWDHURY, K; BANU, L. A; KHAN, S. Studies on the Fatty Acid Composition of Edible Oil. **Bangladesh J. Sci. Ind. Res.**, v. 42, p. 311 - 316, 2007.
- DAMASCENO, J.C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 709 - 715, 1999.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**. Cambridge, v. 58, p. 593 - 607, 1999.
- DEHORITY, B.A. 1991. **Rumen microbiology**. Wooster, USA: OARDC/OSU. 87p.
- DEHORITY, Burk, A. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa. **CRC Press**, Boca Raton, FL, 1993.
- FERREIRA, A. J. A. O Babaçu enquanto alternativa energética no Maranhão: possibilidades. **Ciências Humanas em Revista - São Luís**, v. 03, p. 32– 39, 2005.
- FACIOLA, A.P.; BRODERICK, G.A.; HRISTOV, A. et al. Effects of lauric acid on ruminal protozoal numbers and fermentation pattern and milk production in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v.91, p.363-373, 2013.
- GAZZOLA, A.; FERREIRA JR. C. T. G. CUNHA, D. A. **A cultura do girassol. Trabalho didático**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Departamento de Produção Vegetal . Piracicaba – SP, p. 69. 2012.
- GOES, R. H. T. B.; SOUZA, K. A.; PATUSSI, R. A.; CORNELIO, T. C.; OLIVEIRA, E. R.; BRABES, K. C. S. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 32, p. 271 – 277, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i3.7913>.
- HOMEM JUNIOR, A. C. Fontes lipídicas na alimentação de ovinos confinados. 2013. vi, 56 p. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/106616>>.
- HRISTOV, A.N.; IVAN, M.; MCALLISTER, T.A. In vitro effects of individual fatty acids on protozoal numbers and on fermentation products in ruminal fluid from cattle fed a high-concentrate, barley-based diet. **J. Anim. Sci.**, v.82, p.2693-2704, 2004.
- Ivan, M.; Mir, P.S.; Koenig, K.M.; Rode, L.M.; Neill, L., Entz, T. and Mir, Z. 2001. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Rumin Res**, 41: 215-227.
- INSUASTI, A.S.G.; SALCEDO, Y.T.G.; CASTAGNINO, P.D.S.; VIEIRA, B.R.; MALHEIROS, E.B.; BERCHIELLI, T.T. The effect of lipid sources on intake, rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in Nellore steers supplemented with glycerol. **Animal Production Science**, v.54, p.1871-1876, 2014.
- JENKINS TC, WALLACE RJ, MOATE PJ, MOSLEY EE. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **J Anim Sci**. 2008; 86(2):397– 412.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3a ed.Santa Maria: Editora UFSM, p.203.2017.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª edição. Ed. da UFSM (Santa Maria, RS), 2011



- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S; RANGEL; A.H.N. URBANO, S.A. e MACIEL, M.V. 2011. Alimentos funcionais de origem animal. **Rev Verde Agroecologia Desenvolv Sustent**, 6: 30-40.
- LOZANO-LEDEA, O. E., FERNÁNDEZ-GARCÍA, L. A., GIL-IBARRA, D. 2019. Characterization of different ozonized sunflower oils I. Chemical changes during ozonization. *Grasas y aceites*, 70 (4), 7.edea-Lozano, O.E., Fernández-García, L.A., Gil-Ibarra, D., Tena, N., Garcés, R., Martínez-Force, E., & Salas, J.J. (2019). Characterization of different ozonized sunflower oils I Chemical changes during ozonization. **Grasas y Aceites**, 70: 4- 10.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CARVALHO, C. G. P. Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de *Alternaria* (*Alternaria helianthi*) em condições de campo. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.108-110.
- MAIA, M. O. Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite. **Tese( Doutorado)**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, p. 142. 2011.
- MAIA, M. O.; SUSIN, I.; FERREIRA, E. M.; NOLLI, C. P.; GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; MOURÃO, G. B. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 2350 - 2356, 2012.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, Viçosa, n. 53, v. 308, p. 463-470, 2006. Disponível em <https://bit.ly/2ZuW15t>. Acesso em 3 ago. 2022.
- MACHADO, N.; PARENTE, M.; BESSA, R. Effects of Dietary Babassu Oil or Buriti Oil on Nutrient Intake and Total Tract Digestibility, and Abomasal Digesta Fatty Acid Profile of Lambs. **Animals**. 2022, 12 -1176.
- MELO, E; MICHELS. F; ARAKAK D. First Study on the Oxidative Stability and Elemental Analysis of Babassu (*Attalea speciosa*) Edible Oil Produced in Brazil Using a Domestic Extraction Machine. **Moléculas**, v. 23, p. 4235 - 4241, 2019.
- MEDEIROS, S. R. de; ALBERTINI, T. Z; MARINO, C. T. Lipídios na nutrição de ruminantes. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R.C; BUNGENSTAB, D. J. Nutrição de bovinos de corte :Fundamentos e aplicações. Brasília, DF : Embrapa, 2015. 65-76 p.
- MENEZES. G. L. OLIVEIRA .A, F, de. SOUSA, P. G de. Efeito do uso de óleos essenciais no desempenho de bovinos de corte confinados. **PUBVET**, v. 01, p. 01 - 07, 2022.
- MORGADO.E. da S. EZEQUIEL. J. M. B. GALZERANO.L. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com fontes de carboidratos associadas ao óleo de Girassol. **Bioscience . Journal**. Uberlândia, v. 29, p. 712 - 720. 2013.
- MACHMÜLLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; WANNER, M. et al. Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). *Anim. Food Sci. Technol.*, v.71, p.117-130, 1998.
- MACHMULLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 1991, 79, 65–72.
- NOBRE, R. G; GHEYI, H. R; SOARES, F. A. L. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 35, p. 929 - 937, 2011.
- Nogueira Junior, S. 2006. Programa biodiesel: agora é para valer? Análise e Confinamento. **Revista indicadores do agronegócio**. Informações Econômicas, São Paulo, 1- 10.
- NRC—National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids; National Academy**: Washington, DC, USA, 2007.
- NEWBOLD, C. J. et al. The role of ciliate protozoa in the rumen. **Frontiers in Microbiology**, v.

- 06, p. 1313 - 1322, 2015.
- OLIVEIRA. J. P. F. de ; FERREIRA. M. de A; FREITAS. A. P. D. de. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com mazoferm substituindo o farelo de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 708 - 715, 2017.
- OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O.V. Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa. Londrina; **Embrapa-Soja-documentos .CNPSO**, 2004.
- PAULA . P. R. P . NEIVA JÚNIOR .A. P. SOUZA , W.L. de . Composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiacu com inclusão fubá de milho. **PUBVET**, v. 14, p. 01 - 11, Out., 2020.
- PARENTE, M.O.M.; ROCHA, K.S.; BESSA, J.B.R.; PARENTE, H.N.; ZANINE, A.M.; MACHADO. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Science** 160 (2020) 107- 971.
- PAIXÃO, L. C. BORBA. E. R. de C. SOUSA, I.C. . Aplicações farmacêuticas e bioprodutos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart.ex x Spreng): revisão. Pharmaceutical applications and bioproducts of babassu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng): review. **Ciênc. Saúde**, São Luís, v. 21, p. 35–44, 2019.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: Review. *Journal of Dairy Science*, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D. L; JENKINS, T. C Uma revisão de 100 anos: Alimentação gorda de vacas leiteiras. **J. Dairy Sci.** 2017,100, 10061-10077.
- PALMQUIST, L. D, MATTOS , W. R. S. Metabolismo de Lipídios. In: Berchielli TT, Pires AV, QUEIROZ, M.F.S; BERCHIELLI, T.T; MORAIS, J.A.S. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. **Arch. Zootec.** 60 (232): 997-1008. 2011.
- PALMSQUIT, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap. 10, p. 287-310.
- PEIXOTO, E. L. T. et al. Residual frying oil in the diets of sheep: intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 30, n. 1, 2017.
- RUSSELL, J.B.; RYCHLIK, J.L. **Factors that alter rumen microbial ecology.** *Science*. v. 292, p. 1119 - 1122, 2001.
- RUSSELL, JB, O'CONNOR, JD, FOX, DG, VAN SOEST, PJ, SNIFFEN, CJ (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of animal science**, 70(11), 3551-3561.
- RIBEIRO, P. R.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Aspectos nutricionais da utilização das proteínas pelos ruminantes. **Veterinária notícias**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2014.
- ROY A, MANDAL GP, PATRA AK. Evaluating the performance, carcass traits and conjugatedlinoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybeanoil and sunflower oil. **Anim Feed Sci Technol.** 2013;185(1-2):43-52. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.07.004>.
- SOUSA. S, V de. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Vet. e Zootec.** 2022; v. 29: 001-012.
- SOUZA MHSL, MONTEIRO CA, FIGUEIREDO PMS, NASCIMENTO FRF, GUERRA RNM. Ethnopharmacological use of babassu (*Orbignya phalerata* Mart) in communities of babassu nut breakers in Maranhão, Brazil. **Jour. of Ethno.** 2011;133(1):1-5.
- SOUZA, J.G. de Souza.; RIBEIRO, Cláudio V. D. M. Ruminal biohidrogenation and main impact

- on met the fatty acid profile: a review Biohidrogenación ruminal y los principales impactos en el perfil de ácidos grasos de la carne: revisión. **Research, Society and Development**, v. 10, p. n. 13, p.1- 13, 2021.
- SOUTO. J.C. R; ARAÚJO. G. G. L. de ; MOREIRA. J. N. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos, com diferentes níveis de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 35, NO.1, jan.-jun., 2004: 116 - 122.
- SERAFIM,, R. S., ANTONELLI,, A., & SANTOS,, M. A. T. (2017). determinação da matéria seca e proteína bruta pelo método convencional e microondas. **Zootecnia Animal Science**, 1(1139–43).
- SANTANA NETO, J. OLIVEIRA, V. da S; VALENCIA, R. de L. Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo-revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. p. 1- 21, 2012.
- TONISSI. R. H. de. GOES. B. de. SILVA. L. H. X. da. **Alimentos e alimentação animal**. Universidade Federal da Grande Dourados. Editora UFGD. p. 89, 2013.
- URBANO. S. A; FERREIRA, M. A; OLIVEIRA.J.P.F. Fontes de gordura sobre a modulação do perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes. **Archivos de zootecnia**. 147-171. 2014.
- VINHAL, J. O.; LIMA. C. F.; BARBOSA, L. C. A. Analytical pyrolysis of the kernel and oil of babassu palm (*Orbignya phalerata*). **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 107, May 2014, p. 73 - 81.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994.
- Van Soest, P. J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, p. 834 - 843, 1965.
- VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO. J.C.M.; LEME, P.R. Fontes de Lipídeos e Monensina na Alimentação de Novilhos Nelore e sua Relação com a População de Protozoários Ciliados do Rúmen. **Rev Bras Zootecn**, v. 04, p. 1418 – 1423, 2005.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, p.1650-1658, 2001.
- YOKOYAMA, M. T.; JOHSON, K. A. **Microbiologia del rumen e intestino**. In: CHURCH, C.D. El Rumiante: fisiología digestiva e nutrición. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., p. 137 - 157, 1988.
- YAMAMOTO, S. M. et al. Fontes de óleo vegetal na dietade cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 703 - 710, 2005.