



Universidade Federal do Maranhão- UFMA

Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – PPGCA

**EFEITO DA ADIÇÃO DA BORRA DE BABAÇU NA DIETA DE
OVINOS EM TERMINAÇÃO SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS
DO CONTEÚDO ABOMASAL E ESTIMATIVA DA
BIOHIDROGENAÇÃO RUMINAL**

Gabriela Oliveira dos Santos

CHAPADINHA – MA

2022

GABRIELA OLIVEIRA DOS SANTOS

**EFEITO DA ADIÇÃO DA BORRA DE BABAÇU NA DIETA DE
OVINOS EM TERMINAÇÃO SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS
DO CONTEÚDO ABOMASAL E ESTIMATIVA DA
BIOHIDROGENAÇÃO RUMINAL**

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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Michelle de Oliveira Maia Parente

Coorientador: Prof. Dr. Henrique Nunes Parente

Chapadinha- MA
2022

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

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

OLIVEIRA DOS SANTOS, GABRIELA.

EFEITO DA ADIÇÃO DA BORRA DE BABAÇU NA DIETA DE OVINOS EM TERMINAÇÃO SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO CONTEÚDO ABOMASAL E ESTIMATIVA DA BIOHIDROGENAÇÃO RUMINAL / GABRIELA OLIVEIRA DOS SANTOS. - 2022.

44 p.

Coorientador(a): Henrique Nunes Parente.

Orientador(a): Michelle Maia Parente.

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

1. Ácido láurico. 2. Attalea speciosa Mart. 3. Lipídios saturados. I. Maia Parente, Michelle. II. Nunes Parente, Henrique. III. Título.

GABRIELA OLIVEIRA DOS SANTOS

**EFEITO DA ADIÇÃO DA BORRA DE BABAÇU NA DIETA DE OVINOS EM
TERMINAÇÃO SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO CONTEÚDO
ABOMASAL E ESTIMATIVA DA BIOHIDROGENAÇÃO RUMINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciência Animal da Universidade
Federal do Maranhão, como requisito parcial para
a obtenção do título de mestre em Ciência Animal.
Orientadora: Prof.^a Dra. Michelle de Oliveira Maia
Parente
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Nunes Parente

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Michelle Maia Parente (orientadora)
Universidade Federal do Piauí-UFPI

Profa. Dra. Daniele de Jesus Ferreira (membro interno)
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Prof. Dr. Henrique Nunes Parente (membro interno)
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira (membro externo)
Universidade Federal da Paraíba-UFPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e pela oportunidade concedida de poder sempre alcançar meus objetivos.

Agradeço ao meu Pai, seu Cadete, base de tudo, pelo apoio e pela compreensão de minha ausência nos momentos que precisei me dedicar a minha formação e trabalho. A minha querida mãe, que mesmo do céu, guarda por mim sempre fiel e amiga. Agradeço ao meu namorado Ricardo Lucas, por ser um exemplo de profissional e pessoa, por se dedicar a minha formação profissional e por sempre acreditar no meu potencial.

À professora Michelle Parente pela orientação, conselhos, paciência e esforço para fazer deste trabalho ao importante. Todo o meu respeito e gratidão pela confiança de realização do curso de Mestrado.

Ao professor Henrique Parente pelas orientações ao longo do trabalho dadas a mim, meu muito obrigada.

Ao grupo de pesquisa GEPRUMA, em especial Ygor, Danrley, Cledson, Laryssa, Maiara, pela amizade que se firmou durante o curso de Mestrado. Aos familiares e todos amigos e amigas que durante toda essa jornada estiveram comigo, me apoiando e dando forças.

Ao grupo do zooamigos, da graduação para a vida, meus amigos de toda uma vida acadêmica, Ygor, Lu, Karolzinha, Leo, Louis, Nevinha, Rafa, Samuel, Ju, Nataline, Gio, Diana entre outros, que precisaria de muitas páginas pra citar, muitíssimo obrigada meus amigos.

Aos amigos que minha profissão me proporcionou, a galera do Médio Mearim, turma boa, profissionais respeitados, meu muito obrigada. À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pela oportunidade de me capacitar profissionalmente e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro que viabilizou a realização da presente pesquisa.

E a todos aqueles e aquelas que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

À todos, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O objetivo com o presente estudo foi avaliar o efeito da adição da borra de babaçu na dieta de ovinos em terminação sobre o perfil de ácidos graxos do conteúdo abomasal e a estimativa de biohidrogenação ruminal. Foram avaliadas quatro dietas experimentais com níveis crescentes de adição de borra do babaçu BB (0, 5, 10 e 15%), da matéria seca (MS). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, considerando o peso inicial como covariável, com quatro tratamentos e sete repetições. Vinte e oito ovinos ($24,66 \pm 4,06$ kg de peso inicial e 60 ± 15 dias de idade média) mestiços, castrados, foram confinados por um período de 60 dias. Em seguida, os animais foram abatidos e uma amostra de digesta abomasal por animal foi colhida, liofilizada e embalada à vácuo para posteriores determinações de ácidos graxos. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram avaliados contrastes polinomiais para determinar os efeitos lineares e quadráticos dos diferentes níveis de tratamento. Os efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$ e considerada uma tendência quando $P < 0,10$. A adição dos níveis crescentes de borra de babaçu aumentou linearmente os consumos de matéria seca ($P = 0,003$) e dos ácidos graxos ($P < 0,001$) cáprico (10:0), láurico (12:0), mirístico (14:0), palmítico (16:0), esteárico (18:0) e para o total de ácidos graxos (AG). O consumo do ácido oleico (c9-18:1) também aumentou linearmente ($P = 0,011$), entretanto, sua concentração no abomaso não diferiu ($P > 0,05$) com a adição dos níveis crescentes de borra do babaçu na dieta. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para os ácidos graxos linoleico (18:2 *n*-6) e linolênico (18:3 *n*-3) no conteúdo abomasal. A concentração do ácido esteárico (18:0, produto final da biohidrogenação) no conteúdo do abomaso tendeu a reduzir linearmente ($P < 0,10$), o que está relacionado à menor biohidrogenação do 18:2 *n*-6 ($P = 0,038$) e biohidrogenação completa ($P = 0,002$) com a adição dos níveis crescentes da borra de babaçu na dieta dos ovinos. A inclusão da borra de babaçu no nível de 15% na dieta reduziu a biohidrogenação ruminal completa de ácidos graxos, podendo resultar em maior concentração de ácidos intermediários da biohidrogenação em produtos originários de ruminantes (carne ou leite).

Palavras chave: ácido láurico, *Attalea speciosa* Mart., lipídios saturados

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect of the addition of babassu lees in the diet of finishing sheep on the fatty acid profile of the abomasal content and the estimate of rumen biohydrogenation. Four experimental diets with increasing levels of addition of babassu BB lees (0, 5, 10 and 15%) of dry matter (DM) were evaluated. The experimental design was completely randomized, considering the initial weight as a covariate, with four treatments and seven replications. Twenty-eight crossbred, castrated sheep (24.66 ± 4.06 kg of initial weight and 60 ± 15 days of mean age) were confined for a period of 60 days. Then, the animals were slaughtered and one sample of abomasal digesta per animal was collected, lyophilized and vacuum-packed for later determination of fatty acids. Data were subjected to analysis of variance and when significant, polynomial contrasts were evaluated to determine linear and quadratic effects of different treatment levels. Effects were considered significant when $P < 0.05$ and considered a trend when $P < 0.10$. The addition of increasing levels of babassu sludge linearly increased the consumption of dry matter ($P = 0.003$) and fatty acids ($P < 0.001$) capric (10:0), lauric (12:0), myristic (14:0), palmitic (16:0), stearic (18:0) and for total fatty acids (FA). Oleic acid consumption (c9-18:1) also increased linearly ($P = 0.011$), however, its concentration in the abomasum did not differ ($P > 0.05$) with the addition of increasing levels of babassu sludge in the diet. No effect ($P > 0.05$) was observed for linoleic (18:2 n-6) and linolenic (18:3 n-3) fatty acids on abomasal content. The concentration of stearic acid (18:0, end product of biohydrogenation) in the abomasum content tended to decrease linearly ($P < 0.10$), which is related to the lower biohydrogenation of the 18:2 n-6 ($P = 0.038$) and complete biohydrogenation ($P = 0.002$) with the addition of increasing levels of babassu sludge in the sheep diet. The inclusion of babassu sludge at the level of 15% in the diet reduced the complete ruminal biohydrogenation of fatty acids, which may result in a higher concentration of intermediate acids from biohydrogenation in products originating from ruminants (meat or milk).

Keywords: lauric acid, *Attalea speciosa* Mart., saturated lipids

LISTA DE TABELA

Tabela 1.Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	23
Tabela 2.Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	24
Tabela 3.Ingestão de matéria seca e ácidos graxos (g/dia) de cordeiros alimentados com dietas contendo borra do babaçu.....	29
Tabela 4.Concentração total de ácido graxos (AG,mg/g MS) e composição de ácidos graxos (g/100 g AG total) do conteúdo abomasal de cordeiros e estimativa da biohidrogenação ruminal.....	30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AG – ácidos graxos
- AGCC – ácidos graxos de cadeia curta
- AGCL – ácidos graxos de cadeia longa
- AGCM – ácidos graxos de cadeia média
- AGCM – ácidos graxos cis monoinsaturados;
- AGTM – ácidos graxos trans monoinsaturados
- AGP - ácidos graxos poliinsaturados;
- AGS – ácidos graxos saturados;
- BHR – biohidrogenação ruminal;
- CON – dieta controle;
- EE – Extrato etéreo
- EM – energia metabolizável
- EMAG – ésteres metílicos de ácidos graxos
- FDA – fibra em detergente ácido
- FDN – fibra em detergente neutro
- HDL – lipoproteínas de alta densidade
- IDL – lipoproteínas de densidade intermediária
- MS – Matéria seca;
- PB – Proteína bruta;
- T10/T11 – proporção entre o c18:1 t10: c18:1 t 11.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Utilização de Borra de Babaçu na Dieta de Ruminantes	11
2.2 Metabolismo de Lipídeos em Animais Ruminantes.....	13
2.3 Fatores que Afetam a Hidrolise e a Biohidrogenação	16
2.4 Perfil de Ácidos Graxos na Carne	19
3. OBJETIVO GERAL	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Localização	22
4.2 Animais, tratamentos e desempenho.....	22
4.3 Preparo das Amostras e Análises Laboratoriais	25
4.4 Análises da composição química das amostras	26
4.6. Estimativa da Biohidrogenação Ruminal	27
4.7 Análise estatística	28
5. RESULTADOS.....	28
6. DISCUSSÃO	31
7. CONCLUSÃO	34
8. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35

1. INTRODUÇÃO

O uso de coprodutos gerados pela agroindústria vem demonstrando ser promissor como alimento concentrado na nutrição animal (ROSA et al., 2019). Sua utilização pode resultar em aumento na produção e de baixo custo em comparação aos ingredientes tradicionais, em particular aos produtores que possuem fácil acesso a esses resíduos (AZEVEDO et al., 2012).

A palmeira babaçu (*Orbignya speciosa*) é nativa do Brasil (DIJKSTRA et al., 2016), sendo encontrada nas regiões Norte e Nordeste, incluindo a região amazônica, bem como na Bolívia, Guianas e Suriname (LORENZI, 2010). O óleo extraído do coco babaçu é comercializado localmente e contém mais de 400 g/kg de ácido láurico (12:0) (DIJKSTRA et al., 2016; PARENTE et al., 2020).

As amêndoas podem ser processadas para a produção de óleo de babaçu (após esmagamento, cozimento e filtragem) ou leite de coco babaçu (quando as amêndoas não são cozidas), ambos amplamente utilizados na alimentação local. Dois produtos diferentes podem resultar da extração do óleo de babaçu: o primeiro é a torta de babaçu resultante do processamento da prensagem; e o segundo é o coproduto gorduroso do babaçu, também conhecido como “borra de babaçu”, obtido após a primeira etapa do processo de refinamento, produzindo óleo para consumo humano (LUZ et al., 2011).

O grande teor de ácidos graxos saturados (AGS), principalmente o ácido laurico (12:0), promove boa estabilidade oxidativa no óleo de babaçu e seus subprodutos e coprodutos, facilitando o manejo na propriedade. Além disso, as dietas ricas em ácido laurico (12:0) têm sido apontadas por reduzir os teores de gordura da carne em cordeiros (PARENTE et al., 2020), suínos (TEYE et al., 2006) e coelhos (DALLE ZOTTE et al., 2018), devido à maior digestibilidade e rápida oxidação após a absorção (PARENTE et al., 2020), pois a maioria do 12:0 ingerido é transportado diretamente para o fígado e convertido em energia e outros metabólitos, em vez de ser armazenado como gordura (DAYRIT, 2014).

Os ácidos graxos de cadeia média também são conhecidos por terem agentes antibacterianos e podem exercer um efeito inibitório sobre a biohidrogenação (BH), como mencionado em estudos anteriores (USHIDA et al., 1992); DONG et al., 1997), alterando o perfil de ácidos graxos abomasais que podem resultar, conseqüentemente, em diferentes composições de ácidos graxos da carne.

Nessa perspectiva, torna-se oportuno promover uma investigação científica a fim de avaliar o efeito da adição da borra de babaçu como ingrediente em dietas para ovinos terminados em confinamento, sobre o perfil de ácidos graxos do conteúdo abomasal e sob a estimativa de biohidrogenação ruminal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de Borra de Babaçu na Dieta de Ruminantes

No Brasil, os alimentos tradicionalmente utilizados nas dietas são o milho e o farelo de soja. Esses dois alimentos representam em média 90% do total de ingredientes das rações de alto grão, fazendo parte dos custos relativos à alimentação e, conseqüentemente, dos custos totais de produção (FREITAS et al., 2014). Estes alimentos estão sujeitos a intensas oscilações de preço (PASCOAL et al., 2006).

De acordo com PACHECO et al. (2006), a alimentação caracteriza-se por um dos principais componentes dos custos de produção, dependendo do êxito da exploração intensiva da disponibilidade e custos dos alimentos a serem aproveitados para a formulação das dietas. Há interesse no uso de alimentos alternativos com o intuito de reduzir custos, sem prejudicar o desempenho animal (NEIVA al., 2005), considerando que a ingestão de alimentos é influenciada tanto pela estrutura física, como pela composição química dos alimentos (CARVALHO et al., 2004).

Sendo assim, diversas pesquisas têm sido realizadas na busca pelo aproveitamento de coprodutos, subprodutos e resíduos agroindustriais (MIOTTO et al., 2009; MORENO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; ZAMBOM et al., 2008), ingredientes com possibilidades para serem utilizados na ração animal, dando ênfase a alimentos regionais que apresentem baixo custo e logística favorável.

Segundo JAYATHILAKAN et al. (2012) há uma diferença entre os conceitos subproduto e coproduto e as características que os distinguem. Basicamente, ambos são substâncias ou materiais gerados secundariamente em um processo de produção (ROSA et al., 2019). O que diferencia o coproduto de um subproduto é a existência ou não de um mercado definido para a sua comercialização (ROSA et al., 2019).

Logo, os produtos secundários de um processo agroindustrial que são demandados pelo mercado e que apresentam um valor de comercialização definido são chamados de coprodutos

e aqueles que não tem potencial mercadológico ou cujo potencial não é efetivamente explorado são chamados de subprodutos (ROSA et al., 2019).

Nesse intuito, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart) é uma palmeira nativa das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo distribuída por mais de 18 milhões hectares por todo território nacional, também conhecida como bauaçu, baguaçu, aguaçu, guaguaçu, uauaçu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-pindoba, palha-branca, entre outros (OLIVEIRA et al., 2013).

A palmeira inicia sua frutificação aos oito anos, e atinge sua produção máxima aos 15 anos, podendo possuir de 200 a 300 cachos, que surge nos meses de agosto a janeiro, pesando em média 90 a 280 gramas, e possui em média 2000 frutos anualmente (CARNEIRO, 2011). É uma das palmeiras mais utilizadas da indústria extrativista brasileira, sendo aproveitada desde a raiz até as folhas, possuindo inúmeras utilidades, desde artesanatos a ingredientes na nutrição humana e animal (FERREIRA et al., 2011).

Dos compartimentos presentes na palmeira, o coco babaçu possui maior valor agregado, sendo constituído por quatro partes: o epicarpo que corresponde a 13% do coco babaçu (camada externa fibrosa), mesocarpo que corresponde a 20% (camada intermediária que fica entre o epicarpo e o endocarpo, fibrosa) endocarpo que corresponde a 60% (camada interna lenhosa, onde ficam alojadas as amêndoas) e amêndoas correspondente a 7% do peso do coco babaçu (CARRAZZA et al., 2012; VINHAL et al., 2014).

Durante o processamento do coco são gerados subprodutos que podem ser utilizados como ingredientes na alimentação animal, como a farinha amilácea do babaçu, torta do babaçu, farelo do babaçu e a borra do babaçu (SOUSA, 2020).

No processo de extração do óleo do babaçu, utilizando como método de extração, a prensagem, obtém-se como subproduto a torta do babaçu, enquanto que por meio de solvente, o coproduto é o farelo de babaçu, além dos métodos de extração diferenciados, uma outra peculiaridade que os diferenciam, são os níveis de extrato etéreo presentes na sua composição. Segundo os valores dispostos no CQBAL 4.0 (2020), a torta do babaçu apresenta teores de 90,75% de matéria seca (MS), 71,41% de FDN, 39,66% de FDA e 19,27% de PB.

Além dos subprodutos citados acima, um outro utilizado de forma empírica pelos pequenos produtores, é a borra do babaçu, que consiste no processamento final da amêndoa, para obtenção do azeite. A borra do babaçu é proveniente da extração do azeite das amêndoas do coco babaçu, as etapas do processamento para a obtenção, são classificadas da seguinte

forma: primeira etapa do processamento é a torrefação, que envolve a torragem das amêndoas inteiras ou picada, logo após segue-se moagem das amêndoas, a segunda fase caracteriza-se pelo cozimento para obtenção do azeite bruto e a terceira fase realiza-se a prensagem, separando-se o azeite da borra (SCHWARTZ, 2017).

Todavia, de forma artesanal para a obtenção da borra do babaçu, a mesma passa por vários processos até chegar ao subproduto, primeiramente as amêndoas são picadas, torradas e trituradas; a massa das amêndoas é cozida para apurar o azeite que neste momento está misturado à massa oriunda da etapa anterior; o azeite fica na parte superior e diferencia-se da borra pela diferença de densidade (CARAZZAI et al., 2012).

O uso da borra do babaçu na alimentação animal pode ser uma alternativa alimentar, permitindo uma relação custo-benefício favorável à ovinocultura, principalmente nas regiões de grande produção deste subproduto (SOUSA, 2020).

2.2 Metabolismo de Lipídeos em Animais Ruminantes

Segundo JENKINS (1993), as pesquisas sobre metabolismo ruminal de lipídios determinaram duas importantes transformações realizadas pelos os microrganismos: Lipólise e Biohidrogenação. O mecanismo da biohidrogenação ruminal, ainda é pouco compreendido, entretanto a teoria mais aceita, é que seja uma estratégia de desintoxicação para prevenir os efeitos tóxicos dos AG insaturados sobre os microrganismos ruminais (HARFOOT & HAZELWOOD, 1997, MAIA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2016), sendo que esta toxicidade está relacionada ao efeito que os ácidos graxos possuem por possuírem uma região hidrofílica e uma hidrofóbica no mesmo composto químico (PALMQUIST & MATTOS, 2011).

A lipólise caracteriza-se por ser a primeira etapa do metabolismo de lipídeos nos ruminantes, esse processo consiste pela hidrólise das ligações éster pelas enzimas lipolíticas microbianas, convertendo em ácidos graxos na forma não esterificada (“livres”), condição atribuída para que ocorra a hidrogenação (PALMQUIST & MATTOS 2006).

As lipases são enzimas lipolíticas, maior parte destas enzimas, estão ligadas à membrana celular bacteriana, porém também pode ser por fosfolípidos e galactolipases bacterianas, e em menor quantidade, por parte de protozoários e fungos (HARFOOT & HAZLEWOOD 1988; JENKINS, 1993). Os principais produtos resultantes da lipólise são os ácidos graxos livres e o glicerol, formando-se também em menor número galactose (MACHADO,2018)

A extensão da lipólise é frequentemente elevada, geralmente maior que 85% (BAUCHART et al., 1990; LOOR et al., 2004). A isomerização consiste em modificações na conformação geométrica dos ácidos graxos alterando-se de *cis* para *trans*, além de modificações nas posições de duplas ligações (MACHADO,2018). O processo de redução das duplas ligações, aumenta o grau de saturação dos ácidos graxos (MACHADO,2018).

Na biohidrogenação, os ácidos graxos insaturados livres sofrem primeiramente, isomerização da configuração *cis* para ácidos graxos *trans*, seguido de uma hidrogenação das ligações duplas (BAUMAN et al., 2000), processo esses catalisados por enzimas microbianas. A hidrogenação transforma ácidos graxos insaturados para saturados, determinando, desta forma o alto grau de saturação do perfil lipídico dos produtos de ruminantes, quando comparados aos de não ruminantes e de plantas (LOCK & BAUMAN, 2004).

De acordo JENKINS (1993), a rápida transformação dos ácidos graxos insaturados livres em produtos finais mais saturados, permite uma certa proteção aos microrganismos do rúmen contra os efeitos tóxicos dos ácidos graxos insaturados.

O processo de biohidrogenação ruminal é caracterizado por ser um processo biológico que se refere a todo conjunto de metabolizações que os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) podem sofrer no ambiente ruminal, incluindo hidrogenações (reduções e saturações) e isomerizações que as acompanham (BESSA et al., 2015). Após serem hidrolisados, os ácidos graxos insaturados são submetidos à biohidrogenação que inclui basicamente uma etapa inicial de isomerização, seguido de etapas de hidrogenação (MACHADO,2018).

A isomerização caracteriza-se por alterações na posição geométrica dos ácidos graxos (passando de *cis* para *trans*) e algumas modificações posicionais de duplas ligações (MACHADO,2018). Logo após este processo, procede-se à redução de duplas ligações, aumentando o grau de saturação dos ácidos graxos. Vale ressaltar, que fatores que afetam a hidrólise também influenciam a biohidrogenação, já que a presença do grupo carboxílico livre é fundamental para que esta ocorra (HOFFMAN et al., 2015; CARREÑO et al., 2015; ISHLAK et al., 2015; COSTA et al., 2016; FRANCISCO et al., 2016).

Entretanto, a biohidrogenação é frequentemente incompleta, originando uma grande diversidade de intermediários, dos quais se destaca, principalmente o ácido linoleico conjugado C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e o ácido vacênico C18:1 *trans*-11 (PIPEROVA et al., 2002; JENKINS et al., 2008; LAVERROUX et al., 2011), porém, o consenso didático postula o processo da biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados (AGP) de 18 carbonos conduz à formação

de ácido esteárico (C18:0) como produto final (BESSA et al., 2015). Fatores que afetam a hidrólise também influenciam a biohidrogenação, já que a presença do grupo carboxílico livre é fundamental para que esta ocorra (HOFFMAN et al., 2015; CARREÑO et al., 2015; ISHLAK et al., 2015; COSTA et al., 2016; FRANCISCO et al., 2016).

Todavia, a biohidrogenação é constantemente incompleta, ocasionando uma grande diversidade de intermediários, dos quais se destaca, principalmente o ácido linoleico conjugado C18:2 cis-9, trans-11 e o ácido vacênico C18:1 trans-11 (PIPEROVA et al., 2002; JENKINS et al., 2008; LAVERROUX et al., 2011), entretanto, o consenso didático postula o processo da biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados (AGP) de 18 carbonos conduz à formação de ácido esteárico (C18:0) como produto final (BESSA et al., 2015).

As bactérias do rúmen que apresentam alguma capacidade de biohidrogenação classificam-se em dois grandes grupos A e B, sendo que estes dois grupos são datados desde a década de 80, sendo aceita até os dias atuais (CHÁVARI, 2015). O grupo A, (*Megasphaera*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Treponema*, *Bacteroides*) o mais numeroso, é constituído por bactérias com capacidade de hidrogenar ácido linoleico ou linolênico incompletamente, não produzindo ácido esteárico (C18:0) enquanto que o grupo B (*Butyrivibrios*, *Ruminococcus*), é capaz de hidrogenar completamente os ácidos linoleico e linolênico e outros isômeros C18:1 a ácido esteárico (KEMP & LANDER, 1984; CHÁVARI, 2015).

De acordo com estudos atuais, o padrão da BHR pode ser alterado quando se fornece dietas ricas em amido para ruminantes, com acumulação de C18:1 trans 10 em vez do habitual C18:1 trans 11 (MACHADO, 2018). Diversos candidatos, que não estão relacionados filogeneticamente ao gênero *Butyrivibrios* têm sido apontados como os prováveis responsáveis por essa acumulação (KEMP & LANDER, 1984; GUERREIRO et al., 2016; LASCANO et al., 2016).

Sabe-se que o padrão da BHR pode ser alterado quando se fornece dietas ricas em amido para ruminantes, com acumulação de C18:1 trans 10 em vez do habitual C18:1 trans 11 (MACHADO, 2018). Diversos candidatos, que não estão relacionados filogeneticamente ao gênero *Butyrivibrios* têm sido apontados como os prováveis responsáveis por essa acumulação (KEMP & LANDER, 1984; GUERREIRO et al., 2016; LASCANO et al., 2016).

Entretanto sugere que, outras bactérias podem estar atuando nas vias alternativas da biohidrogenação, o que explicaria a diversidade de intermediários formados ou, bactérias ainda desconhecidas, que podem estar envolvidas na biohidrogenação, mesmo assim, ainda não é

possível associar alterações do padrão de biohidrogenação com a dimensão da população de *Butyrivibrios* encontrada no rúmen (BOECKAERT et al., 2008).

2.3 Fatores que Afetam a Hidrólise e a Biohidrogenação

Dentre os fatores que podem diminuir a extensão da hidrólise, temos como exemplo o nível de lipídios na dieta, baixo pH, maturidade do volumoso, bem como o teor de proteína, tamanho da partícula do alimento no rúmen e o uso de ionóforos, que inibem a atividade e o crescimento bacteriano (VAN SOEST, 1994; BEAM et al., 2000; LOOR et al., 2004).

A biohidrogenação é dependente das condições de pH verificadas no rúmen, visto que o baixo pH ruminal pode afetar a fase final da biohidrogenação, onde trans 18:1 é convertido a ácido esteárico (HOLANDA et al., 2011). PALMQUIST et al. (2004) relataram que o tipo de dieta ingerida pelos animais é o principal fator no processo da biohidrogenação e RIBEIRO et al., (2011) complementam que as mudanças na dieta produzidas por indução na alimentação podem alterar o caminho da biohidrogenação, tendo como resultado mudanças nos ácidos graxos intermediários.

O pH ruminal apresenta importante papel nas alterações dos lipídios da massa ruminal, onde as taxas de lipólise e de biohidrogenação são menores, decorrentes da queda do pH em situações de fornecimento de alta proporção de concentrado na dieta (VAN NEVEL & DEMEYER, 1996) neste caso, há um maior escape de ácidos graxos insaturados para o abomaso, isto se deve principalmente a redução na lipólise que é um passo anterior a biohidrogenação (BURIN, 2016).

De acordo com QIU et al. (2004) o baixo pH ruminal pode afetar as populações microbianas, em particular as bactérias celulolíticas. Observa-se que o número total de bactérias celulolíticas é reduzido, associado a redução da biohidrogenação quando o pH é baixo. No estudo, também foi observado que o pH do rúmen influenciou o crescimento e o metabolismo dos fungos. A cultura de fungos ruminais a pH 6,0 e pH 7,0 o que retardou a biohidrogenação em comparação com pH 6,5. A produção de ácido linoleico conjugado (CLA) foi aumentada a pH 7,0 em comparação com pH 6,0 e pH 6,5. Portanto, o pH ótimo foi de 6,5 e 7,0 para a biohidrogenação e produção de ácido linoleico conjugado (CLA), respectivamente, por fungos ruminais (NAM & GARNSWORTHY, 2007).

Outros estudos relatam que os fatores que afetam a biohidrogenação ruminal seriam capazes de modular o conteúdo de CLA no leite e carne, sendo a fonte e a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados responsáveis por afetar quantitativamente a bio-hidrogenação e a formação dos intermediários (GRINARI & BAUMAN, 1999; BEAM et al., 2000). Compreender como estes fatores funcionam em relação a formação do perfil de ácidos graxos intermediários da biohidrogenação é essencial para a formulação de dietas e ou suplementos, permitindo utilizar de estratégias nutricionais, favorecendo o conteúdo de ácidos graxos desejáveis, que irá compor a gordura do leite e carne de ruminantes.

Vários trabalhos tem considerado o efeito da nutrição sobre as alterações no pH do rúmen e, por sua vez, modificação nas rotas da biohidrogenação para formação dos isômeros CLA cis-9, trans-11 e CLA trans-10, cis-12, entretanto, até o presente momento, não se tem conhecimento de algum trabalho englobando a identificação e quantificação dos demais isômeros intermediários bem como a taxa e eficiência da biohidrogenação do C18:2n-6 em função da promoção de alterações no pH do meio de fermentação e nos níveis inclusão deste ácido graxo (RITT, 2017).

Entretanto, alguns produtos intermediários podem atravessar a parede do rúmen e serem utilizados na síntese de lipídios no tecido mamário e adiposo (BAUMAN et al., 1999). O processo da biohidrogenação depende da natureza das dietas, logo com concentrado maior que 70%, a biohidrogenação reduz para 50% e 65%, respectivamente para linoléico e linolênico. A queda no pH normalmente está associada com este tipo de dieta que reduz a lipólise, passo crucial para que ocorra a biohidrogenação (TAMMINGA & DOREAU, 1991).

Um estudo realizado por FUENTES et al. (2009), com ensaio *in vitro* objetivou avaliar o comportamento da biohidrogenação sob diferentes pH do meio (5,6 vs. 6,4), avaliou juntamente a relação volumoso:concentrado da dieta. Aquele que apresentou o pH mais baixo resultou num maior acúmulo de C18:1 *trans*-10 e do isômero CLA *trans*-10, *cis*-12, sendo que este isômero sofreu maior acúmulo na maior quantidade de concentrado, em detrimento desta maior quantidade de concentrado levar a diminuição do pH do meio.

Sendo assim, FUENTES et al. (2009) concluíram que o pH é o principal fator que exerce efeito sobre a biohidrogenação. HARFOOT & HAZLEWOOD (1988) também concluíram que o fornecimento de dietas com baixo teor de volumoso, acarreta na diminuição da lipólise dos triacilgliceróis, assim como a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados de cadeia longa no rúmen.

Contudo, essa ideia tem sido contestada com base em relatos sobre o metabolismo do C18:2n-6 por bactérias ruminais (MAIA et al., 2010) e, medições da composição de ácidos graxos no rúmen em vacas alimentadas com dietas contendo quantidades baixas ou altas de amido (ZENED et al., 2013). Os resultados obtidos destes estudos, levaram à conclusão de que a influência do amido na formação do C18:1 trans-10 não teve relação com as diminuições de pH que ocorrem durante a fermentação do amido, mostrando haver inconsistência nos resultados. Estes autores observaram que as quantidades de produtos da biohidrogenação eram sempre menores a uma pH 6,0 do que a um pH 7,0 em 24 horas incubação in vitro com fluido ruminal.

Os níveis baixos de ácido linoleico conjugado (CLA) com o pH 6,0 pode ser devido a baixa atividade da isomerase ou a uma elevada atividade das redutases. Além disso, verificaram que o pH baixo (pH 6,0) resultou em menor quantidade de C18:1 trans-11 em todos os tempos de incubação em comparação com pH mais elevado (pH 7,0), mas a concentração de C18:1 trans-10 foi maior entre 16 e 24 horas de incubação. O baixo pH inibiu a isomerização inicial e a segunda redução (C18:1 trans-11 para o ácido esteárico), conduzindo a um acúmulo de C18:1 trans-11 (TROEGELERMEYNADIER et al., 2006).

Sendo assim, uma boa estratégia para melhoria da qualidade da gordura pode ser a associação do aumento no fornecimento do substrato lipídico, via dieta, para o animal e de lipídios insaturados contra a ação microbiana ruminal, diminuindo o efeito da biohidrogenação, possibilitando assim, que mais ácidos graxos insaturados, de preferência o ácido linoleico conjugado (CLA) ou seus precursores, cheguem ao intestino onde poderão então ser absorvidos e incorporados a gordura (VAN NEVEL & DEMEYER, 1996).

2.4 Perfil de Ácidos Graxos na Carne

Em dieta de ruminantes, a concentração dos lipídeos é em torno de 1 a 3% da matéria seca, considerado baixa, e os lipídeos presentes são principalmente na forma de ésteres de glicerol (KOZLOSKI, 2009). As características qualitativas da gordura depositada na carne dos animais são influenciadas por vários fatores, como espécie, raça, idade, estado nutricional, sexo e dieta.

O principal isômero trans-18:1 formado no rúmen de animais alimentados com dietas de alta forragem é t11-18:1 (ALVES et al., 2013) e acumula-se na carne e leite de ruminantes. Tanto em tecidos animais como humanos, o t11-18:1 é parcialmente convertido em c9, t11-18:2 (ácido linoleico conjugado, CLA), que se pensa ser benéfico para a saúde humana (PARIZA et al., 2001). No entanto, em animais alimentado com dietas de alto nível de amido e baixo teor de amido há um aumento acentuado do t10-18:1 em relação ao t11-18:1, respectivamente. Esta alteração na bio-hidrogenação ruminal chamada "t10-shift" foi associada à depressão da gordura láctea nas vacas leiteiras alimentadas com elevado amido e alto teor de óleo dietas (GRIINARI et al., 1998).

Logo, há diferenças entre o perfil de ácido graxos da dieta e o perfil dos lipídios que deixa o rúmen e são absorvidos pelo animal. De acordo com KOSLOSKI (2016), em dietas convencionais, os ácidos graxos poliinsaturados representam em torno de 80% dos AGs, e desse total, apenas 25% chega ao intestino delgado sem passar pela biohidrogenação. Como pode ser exemplificado, a maioria dos ácidos insaturados que têm 18 carbonos (oleico, linoleico e linolênico) ou 16 carbonos (palmitoleico) são convertidas no rúmen a ácido esteárico e palmítico, respectivamente (MAIDANA et al, 2020).

Entretanto, alguns como o ácido linoleico, linolênico e produtos intermediários tais como ácido linoleico conjugado (CLA) e ácido trans-vacênico alcançam o duodeno e são absorvidos (HOLANDA; HOLANDA & MENDONÇA JÚNIOR, 2011).

No processo de biohidrogenação incompleta, a produção de CLA pode ser resultante de sua biossíntese a partir do ácido vacênico nos tecidos (BAUMAN et al., 1999). O isômero C18:2 *cis-9 trans-11* do ácido linoleico conjugado (CLA) é o mais encontrado na carne de ruminantes e vem sendo amplamente estudada devido as várias funções fisiológicas benéficas à saúde humana, incluindo efeitos anticarcinogênicos, antiteratogênicos, imunoestimulantes, entre outras (KOZLOSKI, 2016).

Segundo PALMQUIST (1989), inúmeras são as fontes de lipídios que podem ser adicionadas a dieta de ruminantes, como semente inteira de oleaginosas (soja, girassol, algodão, canola), óleos, e gorduras livres (óleos de vegetais, sebo, óleo reciclado de cozinha) e gorduras especiais “protegidas” (sais de cálcio de ácidos graxos). Os grãos de oleaginosa, por ser uma fonte de ácidos graxos poliinsaturados, podem influenciar no metabolismo microbiano de rúmen e conseqüentemente, no perfil de ácidos graxos da carne produzida (BARBOSA et al., 2015).

As tortas e farelos vem sendo cada vez mais utilizados como suplementações para ruminantes, haja visto que estes são coprodutos da indústria de óleo e biodiesel, encontrado em grande escala, com boa disponibilidade e geralmente a baixo custo (SOUZA E RIBEIRO, 2021).

Os ácidos graxos de cadeia média (AGCM) provenientes da dieta possuem o potencial para aumentar a fluidez das membranas de bactérias gram-positivas, tornando-as ineficientes, reduzindo sua atividade, o que ocasiona uma redução da segunda etapa da BH como conseqüentemente aumentando o ácido linoleico conjugado (SOUZA E RIBEIRO, 2021).

A inclusão de ácidos graxos de cadeia média (AGCM) em dietas de ruminantes vêm sendo explorado pelo potencial significativo de reduzir a emissão metano entérico e eficiência da utilização do nitrogênio (HRISTOV & JOUNAY, 2005). HOLLMANN E BEEDE (2012) relataram em seu estudo, que há dois efeitos majoritários quando suplementaram vacas de leite com uma de fonte de ácidos graxos de cadeia média (óleo de coco), e em menor efeito com uma fonte de ácidos graxos de cadeia longa via gordura animal. A introdução abrupta de grande concentração de óleo de coco diminuiu a ingestão de matéria seca e energia e, conseqüentemente, reduziu os sólidos totais corrigidos para a produção de leite total. Os ácidos graxos de cadeia média, tal como o ácido láurico, expressaram ter efeitos potentes de defaunação (FACIOLA & BRODERICK, 2013).

Níveis altos de ácido linoleico inibem a última etapa da biohidrogenação, reduzindo a produção do ácido esteárico (C18:0) a partir do *trans*-11 18:1 (MCKAIN et al., 2010), sugerindo que as bactérias do grupo B são mais sensíveis aos AG insaturados. As propriedades físicas dos AG insaturados e de cadeia média são similares. Logo, é possível que possam atuar de maneira semelhante sobre os microrganismos ruminais, aumentando o fluxo de intermediários da biohidrogenação para o duodeno.

O estudo dos ácidos graxos não se torna importante só pelo ponto de vista em relação a saúde humana, mas também é importante do ponto de vista comercial, visto que vários estudos têm demonstrado que a proporção de ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados

e ácidos graxos poliinsaturados influenciam o período de validade, assim como o sabor da carne (DUCKETT et al., 1993; ELMORE et al., 1999).

O desenvolvimento do tecido adiposo aumenta à medida que a de tecido muscular diminui, isto é, após a puberdade ou maturidade, quando o crescimento/desenvolvimento muscular é muito pequeno, chega-se ao ponto onde o ganho de peso é composto, principalmente, por tecido adiposo (OWENS et al., 1995).

Produtos derivados de ruminantes são os que tem o maior teor de ácido linoléico conjugado, que é formado por microorganismos ruminais durante a biohidrogenação no rúmen, ou pela ação da $\Delta 9$ -dessaturase nos tecidos, a partir do ácido vaccênico, produzido no rúmen (BAUMAN & GRINARI, 2001; CORL et al., 2001). Logo, os produtos de ruminantes são as principais fontes naturais dos CLA (BAUMAN et al., 1999).

É viável a manipulação da biohidrogenação via dieta, em decorrência do seu reflexo na população microbiana. Entretanto, existem limitadas informações específicas sobre a eficiência desses processos. Estudos demonstram que a inclusão de fonte de ácidos graxos poliinsaturados na dieta eleva os níveis de CLA no músculo ovino (COOPER et al., 2004; DEMIREL et al., 2004; SINCLAIR, 2007).

De acordo com PARENTE et al., (2020), o presente estudo avaliou os efeitos da adição de óleo de babaçu (BAO) ou óleo de buriti (BUO) em dietas de cordeiros, sobre o desempenho, características de carcaça, qualidade da carne e composição de ácidos graxos (AG). A alimentação com BAO reduziu a ingestão de matéria seca, porém não alterou a ingestão energética e o desempenho. O pH, a cor, o teor de proteína e a avaliação sensorial da carne não foram afetados pela dieta. Entretanto, BUO aumentou ($P = 0,02$) os conteúdos de gordura intramuscular e subcutânea, mas diminuiu a força de cisalhamento.

O BAO aumentou ($P < 0,05$) ácidos graxos *trans* razão $t 10: t 11$, na carne e gordura subcutânea, mas diminuiu ácidos graxos total e AG-CIS, intermediários de biohidrogenação total (BHI) e o Ácidos graxos monoinsaturada, não alterou ácidos graxos saturados (SFA) e aumentou ($P = 0,04$) ácidos graxos poliinsaturados na carne. Portanto, concluíram que o BAO pode ser utilizado como fonte de energia alternativa para ovinos em crescimento, no entanto não melhora a composição de ácidos graxos da carne (PARENTE et al., 2020).

O valor nutritivo dos lipídios da carne deve ser avaliado utilizando as quantidades fornecidas pela carne fresca. As fontes de óleo neste estudo foram baixas em ácidos graxos poliinsaturados n-3, e, portanto, não são ideais para melhorar o valor nutritivo dos lipídios

da carne ovina. Além disso, o BAO é bastante rico em ácidos graxos saturados, especialmente 12:0 e 14:0, resultando em um aumento relevante destes ácidos graxos na carne, que possuem propriedades hipercolesterolemicas bem estabelecidas, sendo 14:0 o mais potente (DENKE, 2006).

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da adição de teores crescentes de borra de babaçu na dieta de ovinos em terminação sobre o perfil de ácidos graxos do conteúdo abomasal e a estimativa de biohidrogenação ruminal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

Todos os procedimentos com animais foram conduzidos de acordo com os regulamentos do Comitê de Cuidado e Uso de Animais da Universidade Federal do Maranhão, conforme Processo nº 23115.011476/2019.

O experimento foi conduzido entre os meses de setembro a novembro de 2019, no Setor de Pequenos Ruminantes, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, localizado em Chapadinha - MA (03°4'33 "S, 43°21'21" W).

4.2 Animais, tratamentos e desempenho

Vinte e quatro ovinos mestiços, castrados, com peso corporal médio de $20,66 \pm 4,056$ kg e idade média de 60 ± 15 dias foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. O período experimental teve duração de 60 dias em sistema de confinamento em baias metálicas (1,0 m x 1,0 m), providas de bebedouro, comedouro e saleiros individuais. Os animais foram confinados em galpão de alvenaria, com parede lateral ventilada e telhado tipo cerâmica, por um período de 60 dias, sendo 10 dias destinados à adaptação às dietas experimentais e 50 dias para coleta de dados.

Foram avaliadas quatro dietas experimentais com níveis de inclusão de borra do babaçu (BB) 0; 5; 10 e 15% da matéria seca (MS), sendo quatro tratamentos (dietas) e sete animais por tratamento (repetições), totalizando 28 unidades experimentais. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas com a proporção volumoso:concentrado de 20:80 e formuladas

visando atender as exigências de ovinos com potencial de crescimento moderado (NRC, 2007) para ganho de peso de 200 g/dia (Tabela 1 e 2). Foi adicionado individualmente 1g de cloreto de amônia na ração dos animais, na prevenção de urolitíase em ovinos.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Variáveis ¹	Feno de tifton-85	Milho Moído	Farelo de Soja	Borra do babaçu	Farelo de trigo	Sal mineral	Calcário
MS ¹	867,3	871,3	880,3	903,7	887,7	100	100
PB ²	102,8	8,50	450,5	212,4	160,7	-	-
EE ³	0,39	7,08	8,17	7,00	4,21	-	-
FDN ⁴	723,8	131,0	220,5	635,2	417,1	-	-
FDA ⁵	533,3	4,00	116,8	491,1	158,0		
HEM ⁶	190,5	9,10	103,7	144,1	259,1		
NIDN/N ⁷	513,0	103,4	5,47	433,4	169,3		
NIDA/N ⁸	251,3	3,59	2,33	264,6	5,01		
CNF ⁹	9,11	691,2	181,3	2,27	322,4	-	-
CT ¹⁰	814,9	822,2	401,8	657,9	739,9		
MM ¹¹	7,84	2,20	6,60	5,97	5,77	-	-

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

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes, g/kg MS	Níveis de inclusão de borra do babaçu, g/kg MS			
	0	50	100	150
Feno de Tifton-85	200	200	200	200
Borra do babaçu	00	51	103	154
Milho moído	496	458	421	385
Farelo de soja	191	179	164	149
Farelo de trigo	101	100	100	100
Calcário	3,00	3,00	3,00	3,00
Mineral premixa	9,00	9,00	9,00	9,00
Composição química, g/kg MS				
Matéria seca	877	879	880	881
Matéria orgânica	819	819	819	819
Proteína bruta	165	167	168	169
Extrato etéreo	58,4	59,3	60,2	61,1
apNDF ^b	300	325	349	373
FDA	167	189	211	233
Hemicelulose	133	136	138	140
Carboidratos não-fibroso	419	390	363	335
Carboidratos totais	721	715	712	708
Energia metabolizável, Mcal/kg	2,99	2,95	2,82	2,81
Ácidos graxos, g/100g 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
Outros ^c	8,47	8,49	8,52	8,54
AGS	22,9	25,9	28,9	31,9
AGM- <i>cis</i>	27,8	27,2	26,6	26,0
AGP	40,9	38,6	36,2	33,9
AG da Dieta total, g AG/kg	38,9	39,3	39,6	41,9

^aComposição: Ca 22%, P 5.5%, Mg 3.5%, S 2.2%, Cl 10.5%, Na 7.0%, Mn 1500 mg/kg, Fe 500 mg/kg, Zn 1550 mg/kg, Cu 440 mg/kg, Co 50 mg/kg, I 40 mg/kg, Se 20 mg/kg;

^bFibra de detergente neutra corrigida para proteína e cinzas;

^cSoma de 6:0, 8:0 e outros ácidos graxos não identificados;

^dÁcidos graxos monoinsaturado - *cis*.

Durante toda a realização do experimento, água e sal mineral foram disponibilizados à vontade para os animais. Os animais foram identificados com coleiras, vermifugados e receberam suplemento vitamínico - ADE, na dosagem de 2,0 ml/animal.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, sempre às 08:00 e às 15:00 horas. A quantidade de oferta foi calculada diariamente a fim de permitir uma sobra de 10% da ração ofertada, garantindo o consumo à vontade. Todos os dias, antes da oferta, o manejo nutricional iniciava-se com o recolhimento e pesagem das sobras do dia anterior e para determinação o consumo diário e ajuste da oferta conforme supracitado. Cerca de 10% das sobras foram amostrados por animal para posteriores determinações laboratoriais. As amostras das sobras de cada tratamento, ingredientes e de cada batida de ração foram conservadas em freezer (-18 °C), para posteriores análises laboratoriais.

A ingestão de ácidos graxos (AG) foi estimada com base na ingestão de matéria seca, na composição dietética de AG e na hipótese de que as recusas contêm a mesma composição de AG que os alimentos consumidos, tal como descrito por BARBOSA et al. (2021).

No final do período de coleta de amostras, os ovinos foram submetidos ao jejum de sólidos por 14 horas e posteriormente abatidos de acordo com as normas estabelecidas pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2017). Após o abate dos animais foram coletadas amostras do conteúdo da digesta abomasal de cada animal, previamente identificadas, em seguida foram armazenadas (-10°C) em recipientes plásticos previamente identificados para posterior preparo para análise de ácidos graxos.

4.3 Preparo das Amostras e Análises Laboratoriais

As amostras dos ingredientes das dietas foram retiradas do freezer e pré-secas em estufa (SOLAB, SL-102/480, Piracicaba, SP, Brasil) com ventilação forçada de ar à 55°C por um período de 72 horas, e em seguida, moídas em moinho tipo Willey (SOLAB, SL - 31, Piracicaba, SP, Brasil), com peneiras de crivos de 1,0 mm para análise da composição química e para a análise do perfil de ácidos graxos. As amostras do conteúdo abomasal foram liofilizadas, maceradas e embaladas a vácuo (SINBO, DZ-280, Beijing, China) e armazenadas em freezer à -20 °C para a posterior análise do perfil de ácidos graxos.

4.4 Análises da composição química das amostras

A determinação dos teores de matéria seca (MS – Método 930.15), proteína bruta (PB – Método 968.06), matéria mineral (MM – Método 942.05) e extrato etéreo (EE – Método 954.05) foram de acordo o estabelecido pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2012). A matéria orgânica foi obtida por diferença entre o teor de MS e MM. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o auxílio de uma autoclave, conforme metodologia DETMANN et al. (2012) adaptada de VAN SOEST et al. (1991), com adição de α -amilase termostável. Também foram feitas as análises de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), de acordo com técnicas descritas por LICITRA et al. (1996).

Os Carboidratos Totais (CT) foram determinados conforme propostos por SNIFFEN et al., (1992), os Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram estimados pelo procedimento de cálculo proposto por HALL (2000) utilizando as equações 1 e 2 respectivamente. $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ (1) $CNF = 100 - [(\%PB + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM)]$ (2) Em que: CNF: carboidratos não fibrosos CT: carboidratos totais %PB: percentual de proteína bruta %FDN_{cp}: percentual de FDN_{cp} %EE: percentual de extrato etéreo %MM: percentual de matéria mineral.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados de acordo com os dados obtidos por Souza (2020), a partir da equação proposta pelo NRC: $NDT = PBd + (EEd * 2,25) + CNFd + FDNd$; em que: PBd =PB digestível; EEd = EE digestível; CNFd = CNF digestível; FDNd = FDN digestível. A partir do teor de NDT, determinou-se a concentração de energia metabolizável (EM) através da equação a seguir proposta pelo NRC: $EM = 0,82 * (4,4 * (NDT/100))$.

4.5 Análises de Identificação dos Ácidos Graxos

Para determinação dos ácidos graxos, foram pesadas amostras de 250 mg para os ingredientes da dieta e digesta abomasal. As amostras foram inseridas em tubos de 16 x160mm com rolhas de teflon.

As amostras graxos foram metiladas de acordo com a metodologia de Kramer et al. (1997). O éster metílico de ácido graxo resultante foram identificados e quantificados utilizando um cromatógrafo a gás (modelo Focus GC; Thermo Scientific, Milão, Itália), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida SP-2560 (100 m × 25 mm ×

0,2 µm de espessura de película; Supelco, Bellefonte, Pennsylvania). O hidrogénio foi utilizado como gás de arraste (1 ml/min) e o nitrogênio como gás auxiliar.

As temperaturas dos detectores e injectores foram fixadas em 250 °C, com razão de 15:1. A temperatura inicial do forno foi de 70 °C por 4 min. Em seguida, com aumento gradual de 13 °C/min atingiu 175 °C, sendo mantida nesta temperatura por 27 min e em seguida, foi elevada para 215 °C, com aumento de 4 °C/min até atingir, temperatura que permaneceu por 31 min (KRAMER et al., 1997). A identificação dos picos, assim como sua quantificação, foi feita por meio da comparação dos tempos de retenção e da área dos picos das amostras com as de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco 37 components FAMES Mix, C4-C24 e CLA cis-9, trans-11, Sigma Aldrich). Os isômeros cis/trans-18:1 foram identificados de acordo com a sua ordem de eluição relatada sob as mesmas condições cromatográficas (KRAMER et al., 1997).

4.6. Estimativa da Biohidrogenação Ruminal

A de biohidrogenação ruminal (%) dos ácidos oleicos (C18:1 cis 9), linoleico (C18:2 n-6), linolênico (C18:3 n-3) foi estimada de acordo com Oliveira et al. (2016), assumindo-se que não há perdas de C18:0 nos compartimentos gástricos (FIEVEZ et al., 2007), conforme a seguinte equação:

$$BH (\%) = (AG \text{ dieta} - AG \text{ abomaso}) / (AG \text{ dieta}) \times 100,$$

Em que BH: desaparecimento dos AG entre a dieta e o abomaso digesta; AGdieta: AG na dieta em relação ao somatório total de AGs C18; AG abomaso: AG no abomaso em relação ao somatório total de AGs C18. A biohidrogenação (BH) completa (%) foi estimada considerando o máximo de C18:0 na digesta abomasal, assumindo que houve biohidrogenação completa dos AG C18:0 da dieta (ALVES et al., 2017) por meio da equação:

$$BH_{\text{completa}} = C18 \text{ abomasal} \times 100 / C18 \text{ Máximo}$$

Em que: C18 abomasal: total de ácido esteárico (C18:0) no abomaso; C18Máximo: (C18:1 cis 9 da dieta - C18:1 cis 9 do abomaso) + (C18:2 n-6 da dieta - C18:2 n-6 do abomaso) + (C18:3 n-3 da dieta - C18:3 n-3 do abomaso) + C18:0 dieta.

4.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e sete repetições. Os dados foram analisados por meio do procedimento GLM do pacote estatístico do *Statistical Analysis Systems* (SAS, Inst., Inc., Cary, NC), considerando-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos inclusão de subprodutos de babaçu nos níveis 0; 50; 100 e 150 g/kg de MS, cada um com sete unidades experimentais (borregos). Os cordeiros foram utilizados como efeito aleatório, e os tratamentos como efeito fixo.

O peso inicial foi utilizado como covariável, de acordo como seguinte modelo de equação (3): $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(W_{ij} - W) + e_{ij}$, onde Y_{ij} = o valor observado da variável dependente no animal j que recebe tratamento i ; μ = a média geral; T_i = o efeito do tratamento fixo i (i = o efeito do nível GGB); β = o coeficiente de regressão linear em relação à covariada W_{ij} ; W_{ij} = o efeito covariado (BW inicial do animal j que recebe tratamento i); e e_{ij} = o efeito aleatório do erro experimental. Foram utilizados contrastes polinomiais para determinar os efeitos lineares e quadráticos dos diferentes níveis de tratamento. Os efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$. Foi considerada uma tendência quando $P < 0,10$.

5. RESULTADOS

Houve aumento linear ($P = 0,003$) para o consumo de matéria seca (CMS, g/dia) dos ovinos em função do aumento nos níveis da borra do babaçu nas dietas (Tabela 3). Em consequência desse resultado, o consumo total de AG também aumentou linearmente devido à inclusão de borra de babaçu na dieta ($P < 0,001$), em especial devido ao aumento linear da borra de babaçu sobre o consumo dos ácidos graxos cáprico (10:0), láurico (12:0), mirístico (14:0), palmítico (16:0), esteárico (18:0) e oleico c9-18:1 ($P = 0,001$). Entretanto, não houve diferença ($P > 0,05$) no consumo dos ácidos graxos linoleico (18:2 $n-6$) e linolênico (18:3 $n-3$).

Houve aumento ($P=0,001$) nas concentrações de ácido araquidônico (20:4 $n-6$), a medida que os níveis de borra de babaçu aumentaram na dieta (Tabela 3). Em relação aos outros ácidos graxos, houve efeito significativo no somatório de ácidos graxos não identificados ($P=0,013$), e aumento linear na ingestão de ácidos graxos totais ($P= 0,001$).

Tabela 3. Ingestão de matéria seca e ácidos graxos (g/dia) de cordeiros alimentados com dietas contendo borra do babaçu

Consumo g/d	Níveis de Borra do babaçu, g/kg MS				Efeitos ^b	
	0	50	100	150	L	Q
CMS	918,230	944,190	1030,370	1041,960	0,0037	0,8228
10:0	0,01±0,01	0,1±0,01	0,3±0,01	0,4±0,01	<0,001	0,115
12:0	0,2±0,06	0,9±0,06	1,9±0,06	2,9±0,12	<0,001	0,122
14:0	0,5±0,06	0,7±0,03	1,1±0,03	1,5±0,003	<0,001	0,209
16:0	6,0±0,22	6,1±0,18	6,8±0,22	7,1±0,22	<0,001	0,604
18:0	0,15±0,009	0,16±0,004	0,18±0,004	0,19±0,004	<0,001	0,574
c9-16:1	0,3±0,02	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,01	0,004	0,701
c9-18:1	9,6±0,54	9,8±0,23	10,6±0,23	11,1±0,23	0,011	0,646
18:2 <i>n</i> -6	13,7±0,73	13,4±0,30	13,9±0,30	13,9±0,30	0,655	0,768
18:3 <i>n</i> -3	0,9±0,05	0,9±0,02	0,9±0,02	0,9±0,02	0,462	0,795
20:4 <i>n</i> -6	0,04±0,003	0,04±0,002	0,04±0,002	0,05±0,002	0,001	0,474
Outros ^a	2,5±0,14	2,6±0,06	2,8±0,06	2,8±0,60	0,013	0,822
Total	35,2±2,02	36,5±0,87	40,2±0,87	42,8±0,87	<0,001	0,627

^a Soma de 6:0, 8:0 e outros ácidos graxos não identificados;

^b L = Linear; Q = Quadrático

Foram identificados uma ampla diversidade de ácidos graxos (AG) na digesta abomasal (Tabela 4). Houve aumento ($P < 0,001$) na concentração de AG de cadeia média no abomaso, em especial os ácidos graxos 10:0, 12:0 e 14:0, devido ao maior consumo dos mesmos (Tabela 3). Apesar do aumento na ingestão de ácido esteárico 18:0 (Tabela 3), a sua concentração no abomaso tendeu a reduzir linearmente ($P=0,072$) (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração total de ácido graxos (AG,mg/g MS) e composição de ácidos graxos (g/100 g AG total) do conteúdo abomasal de cordeiros e estimativa da biohidrogenação ruminal

AG ^a	Níveis borra do babaçu, g/kg MS				Efeitos ^c	
	0	50	100	150	L	Q
AG Total	49,2±4,12	48,9±3,76	51,2±7,60	42,5±4,41	0,370	0,429
AGS						
10:0	0,07±0,007	0,21±0,067	0,28±0,073	0,36±0,066	<0,001	0,648
12:0	0,31±0,033	1,35±0,493	1,92±0,540	2,92±0,492	<0,001	0,975
14:0	0,94±0,123	1,51±0,234	2,11±0,256	2,62±0,234	<0,001	0,889
15:0	0,53±0,082	0,43±0,035	0,49±0,038	0,44±0,035	0,445	0,667
16:0	16,6±0,98	18,4±0,61	18,7±0,66	18,4±0,61	0,143	0,175
18:0	57,5±2,15	54,7±2,15	47,6±2,36	52,2±3,20	0,072	0,151
Total	76,4±1,57	78,2±1,57	73,1±3,11	80,2±1,57	0,410	0,223
AGM- <i>cis</i>						
<i>c</i> 9-14:1	0,91±0,126	0,84±0,083	0,86±0,091	0,83±0,083	0,634	0,897
<i>c</i> 9-16:1	0,654±0,159	0,75±0,097	0,93±0,106	0,71±0,097	0,574	0,182
<i>c</i> 9-18:1	6,32±0,983	7,90±0,983	9,83±1,077	7,61±1,465	0,303	0,114
<i>c</i> 11-18:1	0,36±0,086	0,45±0,086	0,54±0,056	0,42±0,086	0,477	0,195
Total	8,2±1,43	9,9±1,43	12,2±0,98	9,8±1,43	0,284	0,144
AGM- <i>trans</i>				-		
<i>t</i> 9-18:1	0,51±0,163	0,29±0,122	0,27±0,134	0,42±0,122	0,651	0,192
<i>t</i> 10-18:1	1,09±0,592	0,67±0,164	0,52±0,180	0,61±0,164	0,401	0,454
<i>t</i> 11-18:1	1,25±0,437	1,30±0,157	1,00±0,172	1,06±0,157	0,554	0,981
Total	2,85±1,163	2,25±0,298	1,79±0,326	2,09±0,298	0,460	0,496
AGP						
18:2 <i>n</i> -6	2,81±0,436	3,54±0,436	4,05±1,228	3,75±0,436	0,153	0,487
18:3 <i>n</i> -3	0,84±0,072	0,51±0,072	0,52±0,131	0,66±0,072	0,125	0,018
<i>c</i> 9, <i>t</i> 11-18:2	0,06±0,008	0,09±0,013	0,06±0,008	0,07±0,008	0,852	0,291
<i>t</i> 10, <i>c</i> 12-18:2	0,04±0,012	0,07±0,012	0,04±0,013	0,04±0,003	0,254	0,143
20:4 <i>n</i> -6	0,22±0,012	0,10±0,017	0,12±0,018	0,09±0,017	0,330	0,469
Total	3,97±0,677	4,30±0,677	4,79±0,741	4,61±0,677	0,435	0,714
Outros ^b	9,0±1,17	6,9±0,36	6,7±0,44	6,9±0,36	0,095	0,119
Relação						
<i>t</i> 10: <i>t</i> 11	0.74±0.203	0.49±0.127	0,53±0,155	0,63±0,127	0,702	0,264
Extensão da biohidrogenação, g/100g						
<i>c</i> 9-18:1	76,6±3,81	70,2±3,81	63,9±3,81	68,9±6,24	0,207	0,223
C18:2 <i>n</i> -6	92,7±1,26	90,2±1,26	90,8±1,95	88,2±1,26	0,038	0,968
C18:3 <i>n</i> -3	64,9±3,99	77,9±3,99	72,3±3,17	67,7±3,99	0,878	0,031
Completa	73,5±1,99	69,2±1,99	65,7±1,99	65,1±1,54	0,002	0,331

^aAG: Ácidos Graxos, AGP: Ácidos Graxos Polinsaturados, AGM: Ácidos Graxos Monoinsaturados;

^bSoma de 6:0, 8:0 e outros ácidos graxos não identificados;

^cL = Linear; Q = Quadrático

Como observado na Tabela 4, os ácidos graxos 10:0, 12:0 e 14:0, apresentaram concentrações crescentes ($P < 0,001$) no abomaso, à medida que foi aumentando os níveis de inclusão da borra de babaçu na dieta. Em relação ao ácido linolênico (C18:3 *n*-3) ($P = 0,031$), a dieta apresentou menor taxa de BH pela hipótese de que nesta dieta as bactérias ruminais concentram-se em isomerizar os AG pelo elevado teor de AGS na borra de babaçu (Tabela 4). A adição da borra de babaçu, não alterou os níveis de ácidos graxos cis-monoin saturados (AGM - *cis*) ($P = 0,284$) e ácidos graxos trans-monoin saturados (AGM - *trans*) ($P = 0,460$). Em relação ao *t*10:*t*11, não houve efeito significativo em sua concentração no abomaso ($P = 0,702$).

A proporção de 18:3 *n*-3 ($P = 0,018$) apresentou efeito quadrático com a adição de borra de babaçu, mas esse efeito foi insuficiente para modificar o teor total de ácidos graxos poliinsaturados ($P = 0,435$) (Tabela 4). Houve uma redução linear ($P = 0,002$) na biohidrogenação completa dos ácidos graxos, à medida que aumentou nos níveis de borra de babaçu.

6. DISCUSSÃO

As diferenças na composição da dieta resultaram em aumento linear do CMS, provavelmente devido à redução no teor de energia metabolizável das dietas à medida que a borra de babaçu foi adicionada. Em consequência do aumento no consumo de matéria seca, o consumo de ácidos graxos totais aumentou linearmente à medida que a borra do babaçu foi adicionada à dieta. Esse aumento se deve ao incremento do consumo dos ácidos graxos de cadeia média, em especial os ácidos graxos 10:0, 12:0, 14:0 e 16:0, que estão presentes em maior concentração na borra de babaçu, e também o *c*-9 18:1, cuja concentração permaneceu constante na dieta.

O conteúdo abomasal continha vários AGs que não estavam presentes na dieta, como *t*9-18:1, *t*10-18:1, *t*11-18:1, *c*9*t*11-18:2 e *t*10,*c*12-18:2, que são conhecidos como intermediários de biohidrogenação. Embora a adição da borra de babaçu tenha promovido uma maior ingestão de AG, o teor total de AG (mg Ag/g MS) do abomaso não se alterou. No entanto, foi encontrada uma pequena mudança na composição de AG, especialmente um aumento na proporção de 10:0, 12:0 e 14:0.

O acúmulo de ácidos graxos monoin saturados - *trans* (AGM-*trans*) no rúmen é comumente alcançado pela inibição da última etapa redutiva das vias de biohidrogenação

(BESSA et al., 2000), embora a isomerização de ácidos graxos *cis* para *trans* não possa ser excluído, pois é um mecanismo conhecido de fluidez adaptativa de regulação na membrana de algumas bactérias (OKUYAMA, OKAJIMA, SASAKI, HIGASHI, & MURATA, 1991).

Na verdade, tem sido proposto que o acúmulo de AGM-*trans* no rúmen é uma resposta adaptativa da microbiota ruminal para lidar com estresse em condições onde há um aumento na concentração de 12:0 no rúmen (BESSA, SANTOS-SILVA, RIBEIRO, & PORTUGAL, 2000).

Embora neste estudo não tenha sido detectado efeito da adição dos níveis crescentes de borra de babaçu sobre os dos ácidos graxos monoinsaturados – *trans* (AGM-*trans*), os efeitos inibitórios de fontes de 12:0, como óleo de coco sobre a microbiota ruminal tem sido identificado (DOHME et al., 2004; DONG et al., 1997). A ausência de efeito neste estudo pode ser devido à baixa concentração dietética deste ácido graxo, se comparado com os estudos com a adição de óleos vegetais ricos em 12:0.

Em relação ao ácido linolênico (C18:3 n-3), a dieta apresentou menor taxa de biohidrogenação pela hipótese de que nesta dieta as bactérias ruminais concentram-se em isomerizar os AG pelo elevado teor de AGS na borra de babaçu, especialmente o 12:0, o metabolismo animal pode ter, possivelmente, poupado a ação sob o ácido linolênico, pela baixa concentração desse AGP, considerando sua essencialidade no metabolismo (BONNET et al., 2007).

É importante destacar que o fluxo de AG para o abomaso não foi medido, o que impede um equilíbrio ruminal definitivo. Ainda que não tenham sido encontradas diferenças na concentração de 18:2 n-6 na digesta abomasal, o efeito quadrático em 18:3 n-3 e tendências de efeitos lineares negativos para ácido esteárico (18:0) no abomaso indicaram que a borra de babaçu pode afetar levemente a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poliinsaturados (AGP).

A adição de ácido laurico (12:0) às dietas de ruminantes demonstrou modular a biohidrogenação ruminal de ácido esteárico (C18) *in vitro* (PANYAKAEW et al., 2013), principalmente por inibir a produção de 18:0 e aumentar a concentração da biohidrogenação. Além disso, o aumento da ingestão de ácidos graxos de cadeia média (AGCM), principalmente de 12:0, demonstrou aumentar a sua concentração nos tecidos (PARENTE et al., 2020).

A porcentagem de biohidrogenação de ácidos graxos insaturados C18 da dieta foi estimada a partir da composição de ácidos graxos da digesta abomasal, que é um indicador representativo e facilmente interpretável de todo o processo (OLIVEIRA et al., 2016; ALVES

et al., 2017). Nossas estimativas abomasais diferem de estudos que relatam que o aumento da ingestão de ácidos graxos poliinsaturados aumenta as taxas de ácido esteárico (C18) (JENKINS, 1993).

Os resultados encontrados neste estudo mostram que a borra de babaçu não alterou a ingestão de AGs 18:2 n-6 e 18:3 n-3, e as razões para a diminuição da biohidrogenação ruminal desses ácidos graxos poliinsaturados podem estar ligadas ao aumento linear do CMS, o que possivelmente resultou em uma maior taxa de passagem (COSTA et al., 2018). Além disso, o efeito antibacteriano do ácido laurico (12:0) poderia representar um fator de estresse (USHIDA et al., 1992; DONG et al., 1997), levando ao acúmulo de trans-18:1, mesmo sem uma carga dietética expressiva de substratos da biohidrogenação (PARENTE et al., 2020), como mencionado acima.

A isomerização tem sido relatada como um mecanismo que permite que várias bactérias gram-negativas não ruminais se adaptem a várias formas de estresse ruminal e permite a adaptação da fluidez da membrana a mudanças nos parâmetros químicos ou físicos do ambiente celular (OKUYAMA et al., 1991; HEIPIEPER et al., 2003).

Em nosso estudo, os possíveis efeitos de 12:0 na biohidrogenação ruminal de 18:2 n-6, 18:3 n-3 e, conseqüentemente, na estimativa da biohidrogenação completa, tenderam a resultar em uma diminuição linear do ácido esteárico (18:0) no conteúdo abomasal. Além do possível efeito antibacteriano de 12:0 contra microrganismos ruminais, já mencionado, o teor de 18:2 n-6 da dieta, principalmente do milho moído e do farelo de soja, foi parcialmente substituído pelo 12:0 da borra de babaçu. Embora a ingestão de 18:2 n-6 e 18:3 n-3 não tenha se alterado, como consequência do maior consumo total de AG, a proporção de ingestão de AGCM, especialmente 12:0, aumentou, o que não representou um precursor da ingestão da biohidrogenação ruminal.

Embora nenhum efeito na concentração de ácidos graxos *trans*-monoinsaturados (AGM-*trans*) tenha sido observado, especialmente para t10-18:1, a similaridade no conteúdo abomasal de AGM-*trans* pode ser explicada pela maior variação individual no conteúdo de AGM-*trans* em cordeiros alimentados com a dieta sem a borra de babaçu. Geralmente, uma grande variação no AGM-*trans* entre os indivíduos é relatada, especialmente para t10-18:1.

As razões para essa variação na suscetibilidade à indução do t10-shift não são conhecidas, mas uma das principais características da resposta à indução dietética do t10-shift

em ruminantes é a expressiva variação individual observada, que provavelmente envolve tanto a microbiota ruminal quanto fatores animais (BESSA et al., 2015).

7. CONCLUSÃO

A inclusão da borra de babaçu no nível de 15% na dieta reduziu a biohidrogenação ruminal completa de ácidos graxos, podendo resultar em maior concentração de ácidos intermediários da biohidrogenação em produtos originários de ruminantes (carne ou leite).

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B.; The trans-10, cis-15 18:2: a Missing Intermediate of trans-10 Shifted Rumen Biohydrogenation Pathway?. **Lipids**, v. 49, n. 06, p. 527 - 541, 2014. Doi: 10.1007/s11745-014-3897-4.

ALVES, S. P.; FRANCISCO, A.; COSTA, M.; SANTOS SILVA, J.; BESSA, R. J. B. Biohydrogenation patterns in digestive contents and plasma of lambs fed increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. **Animal Feed Science and Technology**, v. 225, p. 157 - 172, 2017. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.01.018.

Alves, S. P., Francisco, A., Costa, M., Santos, J.S., Bessa, R. J. B., 2017. Biohydrogenation patterns in digestive contents and plasma of lambs fed increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. *Anim. Feed Sci. Technol.* 225, 157 - 172. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.018>.

ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J.; CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; BESSA, R. J. B. Detailed dimethyl acetate and fatty acid composition of rumen content from lambs fed Lucerne or concentrate supplemented with soybean oil. **PLoS One**, v. 08, p. 58 - 63, 2013. Doi:10.1371/journal.pone.0058386.

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Publicações. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso: 02 Ago 2017.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. 19 ed. v. 2. Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical Communities, 140 p. 2012. BANKS, A. & HILDITCH, T.P. The glycerides structure of beef tallows. **Biochem.Journal**, v. 25, p. 1168 - 1182, 1931.

AZEVEDO, J. A. G.; VALADARES FILH, S. C.; PINA, D. S.; DETMANN, E. et al. Nutritional diversity of agricultural and agro-industrial by-products for ruminant feeding. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 05, p. 1246 - 1255, 2012.

BARBOSA, J. S. R., SOUZA, J. G., HERBSTER, J. L., SILVA, L. P., CARVALHO, J. D. G., MEDEIROS, A. N., MARCONDES, M. I., BEZERRA, L. R., OLIVEIRA, R. L., ALVES, S. P., BESSA, R. J. B., PEREIRA, E. S., 2021. Basal diets with different starch contents do not modify the metabolism of ricinoleic acid in dairy goats. **Anim. Feed Sci. Technol.** v. 276, p. 114900 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114900>.

BARBOSA, JSR et al. Dietas basais com diferentes teores de amido não modificam o metabolismo do ácido ricinoleico em cabras leiteiras. **Animal Feed Science and Technology**, v. 276, p. 114 900, 2021.

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 3864 – 3881, Ruminant hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cow fed lipid-supplemented diets. **Reproduction Nutrition Development** v.30, p. 180 - 187, 1990.

BAUMAN, D. E., PERFIELD II, J. W.; HAVARTINE, K. J.; BAUMGARD, L. H. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: lactation and the ruminant model. *The Journal of nutrition*, v. 138, n. 02, p. 403 - 409, 2008.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B. A.; GRINARI, J. M. Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In *Recent Advances in Animal Nutrition - 2001*. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK, p. 221 - 250, 2001.

BAUMAN, D. E.; GRINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, v.70, p.15–29, 2001. BAUMAN, D. E.; GRINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review Nutrition*, v. 23, p. 203 – 227, 2003.

BAUMAN, D. E.; MATHER, I. H.; WALL, R. J. et al. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1235 - 1243, 2006.

BEAM, T. M.; JENKINS, T. C.; MOATE, P. J.; KOHN, R. A.; PALMQUIST, L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2564 - 2573, 2000.

BELL, J. M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 73, n. 04, p. 679 - 697, 1993.

BESSA, R. J. B., ALVES, S. P., SANTOS-SILVA, J. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 177, p. 1325 - 1344, 2005. Doi: 10.1002/ejtl.201400468.

BESSA, R. J. B., ALVES, S. P., SANTOS, J. S., 2015. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** 117, 1325–1344. <https://doi.org/10.1002/ejtl.201400468>.

BESSA, R. J. B., SANTOS-SILVA, J., RIBEIRO, J. M. R., PORTUGAL, A.V.. Reticulorumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livest. Prod. Sci.** v. 63, p. 201 – 211, 2000.

BOECKAERT, C.; VLAEMINCK, B.; FIEVEZ, V.; MAIGNIEN, L.; DIJKSTRA, J.; BOON, N. Accumulation of trans C-18:1 fatty acids in the rumen after dietary algal supplementation Is associated with changes in the *Butyrivibrio* community **Applied and Environmental Microbiology**, v.74, p. 6923 - 6930, 2008.

BOMFIM, M. A. D.; QUEIRIGA, R. C. E.; AGUILA, M. B.; MEDEIROS, M. C.; FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O.; LANNA, D. P. D. 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*, v.40, p.98-106, 2011.

BONNET, M. Y.; FAULCONNIER, C.; LEROUX, C.; JURIE, I.; CASSAR- MALEK, D.; BAUCHART, P.; BOULESTEIX, D.; PETHICK, J. F.; HOCQUETTE, E. Y.; CHILLIARD, C. 2007. Glucose-6-phosphate dehydrogenase and leptin are related to marbling differences among Limousin and Angus or Japanese x Angus steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1882 - 2894,2007.

BURIN, P. C. Qualidade da gordura ovina: características e fatores de influência. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 17, n. 10, p. 01 - 28, 2016.

CARREÑO, D.; HERVÁS, G.; TORAL, P.G.; BELENGUER, A.; FRUTOS, P. Ability of different types and doses of tannin extracts to modulate in vitro ruminal biohydrogenation in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 202, p. 42 – 51, 2015. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.02.003.

CARVALHO, C. O. Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L. F. (ARECACEAE – Buriti) para uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana. 109 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

CHÁVARI, ANDRÉIA CRISTINA TONIOLO, Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2015 Orientador: Heraldo Cesar Gonçalves Coorientador: Roberto de Oliveira Roça Inclui bibliografia

CHRISTENSN, E.; HAGVE, T.; GRONN, M.; CHRISTOPHERSEN, B. O. Beta-oxidation of medium chain (C8-C14) fatty acids studied in isolated liver cells. **Biochimica Biophysica Acta**, v.1004, 95-187, 1989. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2752017>. Acesso: 02. Jan. 2018.

COSTA, M.; ALVES, S. P.; FRANCISCO, A.; ALMEIDA, J.; ALFAIA, C. M.; MARTINS, S. V.; PRATES, J. A. M.; SANTOS-SILVA, J. DORAN, O.; BESSA, R. J. B. The reduction of starch in finishing diets supplemented with oil does not prevent the accumulation of trans-10 18:1 in lamb meat. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 3745 - 3761, 2017. DOI: 10.2527/jas2017.1578.

COSTA, M.C.; ALVES, S. P.; CABO, A.; GUERREIRO, O.; STIWELL, G.; DENTINHO, M. T.; BESSA, R. J. B. Modulation of in vitro rumen biohydrogenation by Cistus Ladanifer tannins compared with other tannin sources. **Journal Science of Food and Agriculture**, v. 02, p. 629 – 635, 2016. Doi:10.1002/jsfa.7777.

DALLE ZOTTE, A., CULLERE, M., MARTINS, C., ALVES, S.P., FREIRE, J.P.B., FALCAO-E-CUNHA, L., BESSA, R.J.B. Incorporation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) larvae 37ato r extruded linseed in diets of growing rabbits and their effects on meat quality traits including detailed fatty acid composition. **Meat Sci**. v. 146, p. 50 – 58, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.002>.

DAWSON, R. M. C. & KEMP, P. Biohydrogenation of dietary fats ruminantes. In: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant, ed. A.T. Phillipson, Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, pp. 504-18, 1970.

DAYRIT, F. M., 2015. The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 92, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2562-7>.

DELMONTE, P.; FARDIN, K. I. A.; KRAMER, J. K. G.; MOSSOBA, M. M.; SIDISKY, L.; RADER, J. I. Separation characteristics of fatty acid methylesters using SLB-IL111, a new ionic liquid coated capillary gas chromatographic column. **Journal of Chromatography**, v. 1218, p. 545 – 554, 2011.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. Métodos para Análise de Alimentos. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 214p, 2012.

DIJKSTRA, A. J., 2016. Lauric oils. *Encycl. Food Health* 517–522. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00513-4>.

DOHME, F., MACHMULLER, R., SUTTER, A., PROF, M. K, F.. Digestive and metabolic utilization of lauric, myristic and stearic acid in cows, and associated effects on milk fat quality. **Arch. Anim. Nutr.** v. 58, p. 99 – 116, 2004. <https://doi.org/10.1080/00039420410001667485>.

DOHME, F.; MACHMULLER, A.; SUTTER, F. KREUZER, M. Digestive and metabolic utilization of lauric, myristic and stearic acid in cows, and associated effects on milk fat quality. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, p. 99 - 116, 2004. Doi: 10.1080/00039420410001667485.

DONG, Y., BAE, H. D., MCALLISTER, T. A., MATHISON, G. W., CHENG, K. J., 1997. Lipid-induced depression of methane production and digestibility in the arterials rumen system (RUSITEC). **Can. J. Anim. Sci.** v. 77, p. 269 – 278. <https://doi.org/10.4141/A96-078>.

DOREAU, M.; BAUCHART, D.; CHILLIARD, Y. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. **Animal Production Science**, v. 51, p. 19 - 29, 2011.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Effects of ruminal or postruminal fish oil supplementation on intake and digestion in dairy cows. **Reproduction, nutrition, development**, Les Ulis, v. 37, p. 113 - 124, 1997.

DOREAU, M.; LEGAY, F.; BAUCHART, D. Effect of source and level of supplemental f and nitrogen digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 2233 - 2242, 1991.

DURÃES, J. A.; DRUMMOND, A. L.; PIMENTEL, T. A. P. F.; MURTA, M. M.; BICALHO, F.S.; MOREIRA, S. G. C.; SALES, M. J. A. Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly (methyl methacrylate) blends. **European Polymer Journal**, v. 42, p. 3324 - 3332, 2006.

ELMEDDAH, Y., DOREAU, M. e MICHALET-DOREAU, B. Interaction of lipid supply and carbohydrates in the diet of sheep with digestibility and ruminal digestion. **Journal Agric.Sci.** v. 116, p. 437 - 445, 1991.

EMBRAPA. Buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Porto Velho, 2005.

ENSER, M.; HALLET, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 03, p. 329 - 341, 1998.

ENSER, M.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D.; GILL, B.P.; SHEARD, P.R. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**, v. 55, p. 201 - 212, 2000.

ESCOBAR, M.; VLAEMINCK, B.; JEYANATHAN, J.; THANH, L. P.; WALLACE, R. J. FIEVEZ, V. Effect of adsorbants on in vitro biohydrogenations of 22:6n-3 by mixed cultures of rumen microorganisms. *Animal*, v. 10, p. 1439 - 1447, 2016. Doi: 10.1017/S175173111600036

FAHY, E.; SUBRAMANIAM, S.; MURPHY, R.C.; NISHIJIMA, M.; RAETZ, C.R.; SPENER, F.; VAN MEER, G.; WAKELAM, M.J; DENNIS, E.A. Update of the LIPID MAPS comprehensive classification system for lipids. **Journal Lipidica Res**, v. 50, p. 09 – 14, 2009.

FERREIRA M. E. M. Log-normal models and markovian for study of the abundance evolution in a babaçu forest. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 126 pp. 1999.

FERREIRA, E.M., PIRES, A.V., SUSIN, I., BIEHL, M.V., GENTIL, R.S., PARENTE, M.O.M., POLIZEL, D.M., RIBEIRO, C.V.D.M., DE ALMEIDA, E. Nutrient digestibility and ruminal fatty acid metabolism in lambs supplemented with soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Animal Feed Science and Technology**, v. 216, p. 30 - 39, 2016. Doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.09.007.

FERREIRA, L. S.; SANTOS, M. R. P.; FIGUEIRA, C.; NAGATA, M. R.; REMÉDIOS, C. M. R.; SOUSA, F. F. Caracterização de óleos e resinas vegetais da Amazônia por espectroscopia de absorção. **Scientia Plena**, v. 13, p. 01 - 07, 2017. Doi: 10.14808/sci.plena.2017.012704.

FIEVEZ, V.; VLAEMINCK, B.; JENKINS, T.; ENJALBERT, F.; DOREAU, M. Assessing rumen biohydrogenation and its manipulation in vivo, in vitro and in situ. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 109, p. 740 - 756, 2007. Doi: 10.1002/ejtl.200700033

FRANCISCO, A.; ALVES, S. P.; PORTUGAL, P. V.; PIRES, V. M. R.; DENTINHO, M. T.; ALFAIA, C. M.; JERÓNIMO, E.; PRATES, J. A. M.; SANTOS-SILVA, J. BESSA, J. B. R. Effect of feeding with a tanniferous shrub (rockrose) and a vegetable oil blend on fatty acid

composition of meat lipids. *Animal*, v. 10, p. 2061 - 2073. 2016. Doi: 10.1017/S1751731116001129.

FUKUDA, S.; SUZUKI, Y.; KOMORI, T.; KAWAMURA, K.; ASANUMA, N.; HINO, T. Purification and gene sequencing of conjugated linoleic acid reductase from a gastrointestinal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 365 - 371, 2007. Doi:10.1111/j.1365-2672.2006.03247.x

GALBRAITH, H.; MILLER, T. B.; PATON, A. M.; THOMPSON, J. K. Antibacterial activity of long chain fatty acids and the reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. **J Appl Bact P**, 803–813, (1971).

GODBER, J. M. Nutritional value of muscle food. In: KINSMAN, D. M., KOTULA, A. W.; BREINDESTEIN, B. C. Muscle foods. New York: Champman & Hall, 1994, 568p.

GRUMMER, R.R. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. **Journal Dairy Science**, v. 71, p. 117 - 123, 1988.

GUERREIRO, O.; ALVES, S. P.; COSTA, M.; CABO, A.; DUARTE, M. F.; JERÓNIMO, E.; BESSA, R. J. B. Effects of extracts obtained from *Cistus LADANIFER L.* on in vitro rumen biohydrogenation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 219, p. 304 - 312, 2016. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.06.024.

HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: **University of Florida**, 2000. 76p.

HARFOOT, C. G. & HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In *The rumen microbial ecosystem*. Hobson, P. N. ed. London: Elsevier, p. 382 - 426, 1997.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, H. D. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. New York: Elsevier Science, p. 285 - 322, 1988.

HARPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A. *Manual de química fisiológica*. 5ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 846p.

HAVEL, V. The Power of the Powerless. In Havel, Vaclav, et al., *The Power of the Powerless: Citizens Against the State in Central-Eastern Europe*, ed. John Keane. London: Hutchinson, 1985.

HEIPIEPER, H. J.; MEULENBELD, D. G.; VAN OIRSCHOT, Q.; DE BONT, J. A. Effect of environmental factors on the trans/cis ratio of unsaturated fatty acids in *Pseudomonas putida* S12. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n. 08, p. 2773 - 2777, 1996.

HEIPIEPER, H. H., MEINHARDT, F., SEGURA, F.. The cis-trans isomerase of unsaturated fatty acids in *Pseudomonas* and *Vibrio*: biochemistry, molecular biology and physiological function of a unique stress adaptive mechanism. **FEMS Microb. Lett.** 229, p. 01 –07. 2003. [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00792-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00792-4).

HOCQUETTE, J.F & BAUCHART. E, D. Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. **Reproduction Nutrition Development Journal**, v. 39, p. 27 - 48, 1999.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101016/101605.pdf>

INSUASTI, ARTURO SAMUEL GOMEZ. BIOHIDROGENAÇÃO MICROBIANA E O FLUXO DUODENAL DE ÁCIDOS GRAXOS DO RUMEN EM NOVILHOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM FONTES LIPÍDICAS EM DIETAS CONTENDO GLICERINA.. TESE, 2015.

JAYATHILAKAN, K.; SULTANA, K.; RADHAKRISHNA, K.; BAWA, A. S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 49, n. 03, p. 278 – 293, 2012.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.** v. 76, p. 3851 – 3863, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77727-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9)

JENKINS, T. C., PALMQUIST, D. L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Sci.** v. 67, n. 05), p. 978 – 986, 1984.

JORDAN, E., LOVETT, D. K., MONAHAN, F. J., CALLAN, J., FLYNN, B., O'MARA, F. P. Effect of refined coconut oil or copra meal on methane output and on intake and performance of beef heifers. **J. Anim. Sci.** v. 84, p. 162 – 170, 2006. <https://doi.org/10.2527/2006.841162x>

KABARA, J. J.; SWIECZKOWSKI, D. M.; CONLEY, A.J.; TRUANT, J. P. Fatty acids and derivatives as antimicrobial agents. *Antimicrob Agents Chemother* v. 02, n. 01, p.23 – 28, 1972.

KABARA, J. J.; SWIECZKOWSKI, D. M.; CONLEY, A. J.; TRUANT, J. P. Fatty acids and derivatives as antimicrobial agents. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 02, n. 01, p.23 – 28, 1972.

KRAMER, J. K. G., FELLNER, V., DUGAN, M. E. R., SAUER, F. D., MOSSOBA, M. M., YURAWECZ M. P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**. v. 32, p. 1219 – 1228, 1997. <https://doi.org/10.1007/s11745-997-0156-3>.

LORENZI, H., 2010. Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras). 1st. ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum.

LUZ, D. A., MACHADO, K. R. G., PINHEIRO, R. S., MACIEL, A. P., SOUZA, A. G., SILVA, F. C. Studies of physico-chemical crude babassu oil (*Orbignya phalerata* Mart.) and a byproduct of the degumming step of the refining process. **Cad. Pesqui.** v. 18, p. 19 – 22, 2011.

MACHADO, NÍTALO ANDRÉ FARIAS et al. Biohidrogenação ruminal e digestão de ácidos graxos em ovinos alimentados com dietas contendo óleos de babaçu ou buriti. Dissertação, UFMA, 2018.

MAIDANA, Fabiana et al. MANIPULAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE BOVINA ATRAVÉS DA DIETA DURANTE A TERMINAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA. Anais do Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2020.

NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. The rumen microbial ecosystem 2.ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p.523-632.

OKUYAMA, H., OKAJIMA, N., SASAKI, S., HIGASHI, S., MURATA, N., 1991. The cis/trans isomerization of the double bond of a fatty acid as a strategy for adaptation to changes in ambient temperature in the Psychrophilic bacterium, vibrio sp. strain ABE-I. **Biochim. Biophys. Acta** 1084, 13–20. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(91\)90049-n](https://doi.org/10.1016/0005-2760(91)90049-n).

OLIVEIRA, T. P. R., CUTRIM JÚNIOR, J. A. A., COSTA, J. B., GOIS, G. C., QUEIROZ, M. A. A., QUADROS, C. P., WAGNER, R., VENDRUSCOLO, R. G., FIGUEIREDO NETO, A., RODRIGUES, R. T. S. Babassu cake in goat diet improves growth performance and quality and fatty acid profile of meat. *Eur. J. Lipid Sci.* 123 (4), 2021. 2000277. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000277>.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 299-321.

PARENTE, M. O. M., ROCHA, K. S., BESSA, J. B. R., PARENTE, H. N., ZANINE, A. M., MACHADO, N. A. F., LOURENÇO-JÚNIOR, J. B., BEZERRA, L. R., LANDIM, A. V., ALVES, S. P. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Sci.** v. 160, p. 07971, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107971>.

RITT, Luciano Antônio. Bio-hidrogenação in vitro do ácido linoleico e seus intermediários em função do pH ruminal. 2017.

ROSA, P. P. et al. Utilização de coprodutos industriais na alimentação de ruminantes: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 03, p. 387 - 407, 2019.

SANTOS, P.A.C., PARENTE, M.O.M., PARENTE, H.N., ZANINE, A.M., MOREIRA FILHO, M.A., ALVES, A.A., FERREIRA, D.J., GOMES, R.M.S., FERNANDES, V.L., 2018. Babassu mesocarp flour in diet of finishing lambs. *Ital. J. Anim. Sci.* 49, 1–10. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1504635>.

SANTOS, P.A.C., PARENTE, M.O.M., PARENTE, H.N., ZANINE, A.M., MOREIRA FILHO, M.A., ALVES, A.A., FERREIRA, D.J., GOMES, R.M.S., FERNANDES, V.L., 2018. Babassu mesocarp flour in diet of finishing lambs. *Ital. J. Anim. Sci.* 49, 1–10. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1504635>.

SOUSA, MAYKON NUNES de et al. Desempenho produtivo de ovinos terminados com dietas de alto concentrado contendo borra de babaçu. 2020.

STOCKDALE, C. R.; WALKER, G. P.; WALES, W.J.; DALLEY, D. E.; BIRKETT, A.; SHEN, Z.; DOYLE, P.T. Influence of pasture and concentrates in the diet of grazing dairy cows on the fatty acids composition of milk. **Journal of Dairy Research**. v. 70, p. 267-276, 2003.

SUKHIJA, P.S., PALMQUIST, D. L., 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.36, p. 1202-1206, 1988. Doi: 10.1021/jf00084a019

SUTTON, J.D. Digestion and product formation in the rumen from production rations. In: Digestive physiology and metabolism in ruminants, ed. Ruckebusch, Y. & Thivend, P., MTP Press, Lancaster, p. 271-290, 1980.

USHIDA, K., UMEDA, M., KISHIGAMI, N., KOJIMA, Y., 1992. Effect of medium-chain and long-chain fatty acids calcium salts on rumen microorganisms and fiber digestion in sheep. *Anim. Sci. Technol.* 63, 591–597.

VAN KEMPEN, G. J. M. & A. J. M. JANSMAN. Use of EC produced oil seeds in animal feeds. In: Recent Advances in Animal Nutrition. P. C. Garnsworthy and D. J. A. Cole, ed. Butterworths, London, p.31-56, 1994.

VAN NEVEL, C.J. e DEMEYER, D.I. Effect of methane inhibitors on the metabolism of rumen microbes in vitro. *Arch Tierernahr*, v.31, p.141-151, 1981.

VAN NEVEL, C.J. e DEMEYER, D.I. Manipulation of rumen fermentation. In: The rumen microbial ecosystem, ed. Hobson, P.N., Elsevier, New York, p. 387-443, 1988.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.476p.

VAN SOEST, P.J., 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, second ed. Cornell University Press, Ithaca New York, p. 476.

XIANG, S.; YAO, X.; ZHANG, W.; ZHANG, K.; FANG, Y.; NISHINARI, K.; PHILLIPS, G.; JIANG, F. Gum arabic-stabilized conjugated linoleic acid emulsions: emulsion properties in relation to interfacial adsorption behaviors. *Food Hydrocolloids* v.4p.110–116,2015.Doi:10.1016/j.foodhyd.2015.01.033.

ZATTA, M. R.; MAEDA, M. E.; FLUCK, A. C. HILL, J. A. G., SILVEIRA, A. L. F. MACEDO, V. P.; CARVALHO, A. F. Suplementação com gordura protegida de óleo de palma na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Eletrônica Veterinária**, v. 18, n. 9, p. 1- 13, 2017.