

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITARIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

JHONE TALLISON LIRA DE SOUSA

**Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) na
alimentação de borregas**

ARAGUAÍNA
2015

Dados Internacionais de Catalogação

Biblioteca UFT - EMZV

S725u Sousa, Jhone Tallison Lira de
Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) na alimentação de borregas. / Jhone Tallison Lira de Sousa. - Araguaína: [s.n.], 2015.
76 f. : Il.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) -
Universidade Federal do Tocantins, 2015.

1. Nutrição Animal. 2. Comportamento. 3. Produção de gases. I. Título

CDD 636.085

JHONE TALLISON LIRA DE SOUSA

**UTILIZAÇÃO DO FARELO DO MESOCARPO DO BABAÇU (*Orbignya speciosa*)
NA ALIMENTAÇÃO DE BORREGAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa

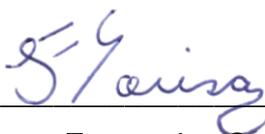
Araguaína
2015

Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) na alimentação de
borregas

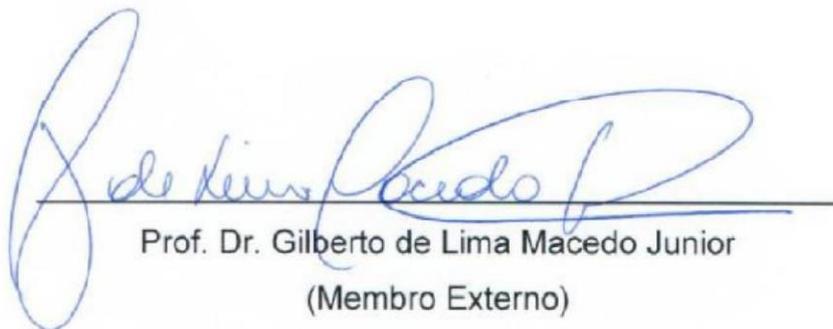
por

JHONE TALLISON LIRA DE SOUSA

Dissertação aprovada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre, tendo sido julgada pela
Banca Examinadora composta pelos professores:



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa (Orientador)



Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior
(Membro Externo)



Prof.ª Dr.ª Deborah Alves Ferreira
(Membro Interno)

ARAGUAÍNA 13 DE MARÇO DE 2015.

Ofereço

*Aos meus pais **Gonçalo Lira de Sousa** e **Maria da Luz Sousa**, por sempre estarem do meu lado me apoiando e por todo o amor, carinho e dedicação e por serem os melhores pais que um filho poderia ter.*

*Aos meus queridos irmãos, **Jeferson Lira de Sousa**, **Jhennifer Lira de Sousa** e **Joana Patricia Lira de Sousa**, por todo apoio e auxílio psicológico que me deram nas horas mais difíceis e por serem exemplos de vida e de superação o que me faz agradecer a cada minuto por fazer parte dessa família de guerreiros.*

*A minha filha **Jamilly Thabata Araújo Moreira Gonçalo Lira** e minhas sobrinhas **Nirvana** e **Nithelly Maria**, tudo que tento fazer e conquistar é para dar uma vida melhor à elas e ser um exemplo como ser humano e que mesmo quando nos dizem que não conseguiremos, que devemos desistir, devemos seguir em frente tentando, cada passo de uma vez, a estrada é longa e a chegada é incerta, mesmo assim devemos tentar.*

*A minha namorada, **Paola Rezende Ribeiro**, grande parte do que estou conquistando é com o apoio, força, amizade e amor que ela me presenteia.*

*Obrigado meu Deus por ter pessoas
tão maravilhosas na minhas vida*

“Amo vocês”

Agradecimentos

Primeiramente a Deus por me conceder o dom da vida e poder realizar tal sonho de vida, ao qual agradeço imensamente por ter conseguido.

À minha família; meus pais, irmão, filha, sobrinhas e namorada. Tudo que faço nessa vida é por vocês, e sem vocês eu não sou nada.

Aos meus Orientadores; Luciano Fernandes Sousa e Gilberto de Lima Macedo Junior. Por serem exemplo de profissionais os quais me espelho.

Ao grupo de pesquisa desenvolvedor desse trabalho; Gilberto de Lima Macedo Junior, Angélica Nunes Ermita, Samara Martins de Paula, Idayana Zarpellon, Luciano Fernandes de Sousa, Ana Carolina de Brito Silva e Siqueira, Tiago Fernandes da Fonseca, Hemilly Cristina Menezes de Sá. Sem eles esse trabalho não seria possível.

Aos meus colegas de sala de aula pela companhia e paciência

Aos meus amigos e companheiros do contrato

A todos os professores que me passaram algum conhecimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, da Universidade Federal do Tocantins, pelo aperfeiçoamento de minha formação profissional.

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, da Universidade Federal do Tocantins.

Muito Obrigado a todos

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
RESUMO	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
1.1 Introdução.....	15
1.2 O Babaçu (<i>Orbignya sp.</i>).....	16
1.3 Produção de Babaçu (<i>Orbignya sp.</i>) no Brasil.....	17
1.4 Obtenção dos farelos do mesocarpo do babaçu I e II (FMBI e FMBII).....	18
1.5 Análise Bromatológica e tamanho de partícula do FMBI e FMBII.....	18
1.6 Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu na alimentação de ovinos	23
Referências.....	26
CAPÍTULO 2	31
ENSAIO 1 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e balanço de energia em borregas consumindo dietas à base de farelo do mesocarpo do babaçu I	31
Resumo.....	31
Abstract.....	32
2.1 Introdução.....	33
2.2 Material e Métodos.....	33
2.3 Resultados e Discussão.....	38
2.4 Conclusões.....	46
Referências.....	47
ENSAIO 2 - Comportamento ingestivo de borregas alimentados com farelo do mesocarpo do babaçu I (FMBI)	51
Resumo.....	51
Abstract.....	52
2.5 Introdução.....	53
2.6 Material e Métodos.....	54
2.7 Resultados e Discussão.....	56
2.8 Conclusões.....	58

Referências.....	59
CAPÍTULO 3 - Cinética de fermentação ruminal e composição bromatológica dos farelos do mesocarpo do babaçu I e II e de rações contendo os.....	61
Resumo.....	61
Abstract.....	62
3.1 Introdução.....	63
3.2 Material e Métodos.....	64
3.3 Resultados e Discussão.....	66
3.4 Conclusões.....	73
Referências.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácidos graxos cadeia curta
AOAC	Association of official analytical chemists
CNF	Carboidratos não fibrosos
DCNF	Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos
CHOT	Carboidratos totais
CZ	Cinzas
CV	Coeficiente de Variação
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CCHOT	Consumo de carboidratos totais
CEE	Consumo de extrato etéreo
CFDA	Consumo de fibra em detergente ácido
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CHem	Consumo de hemicelulose
CMS	Consumo de matéria seca
CPB	Consumo de proteína bruta
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
DFDA	Digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido
DAFDN	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
DHem	Digestibilidade aparente da hemicelulose
FMB	Farelo do mesocarpo do babaçu
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
Hem	Hemicelulose
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Lig	Lignina
MN	Matéria natural
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
L	Litro
mL	Mililitro
dL	Decilitro
mg	Miligrama
g	Gramma
Kg	Quilograma
NRC	National Research Council
N	Nitrogênio
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
PGA	Produção de gases acumulada
Ca	Cálcio
DCel	Digestibilidade aparente da celulose
DMS	Digestibilidade aparente da matéria seca
DPB	Digestibilidade aparente da proteína bruta

DCNF	Digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
EE	Extrato etéreo
NDT	Nutrientes digestíveis totais
CEB	Consumo de energia bruta
CED	Consumo de energia digestível
DEB	Digestibilidade da energia bruta
EBU	Energia bruta das fezes
EBF	Energia bruta da urina
BENERG	Balanço de energia
PV	Peso vivo
PF	Produção fecal
PB	Proteína bruta
DPB	Digestibilidade da proteína bruta digestível
PIDA	Proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN	Proteína insolúvel em detergente neutro
μ	Taxa de produção de gases
DE	Degradabilidade efetiva
K	Taxa de passagem
FMB	Farelo do mesocarpo do babaçu
MG	Milho grão
T	Tempo de colonização
A	Potencial máximo de produção de gases
DEMS	Degradabilidade efetiva da matéria seca
I	Ingestão
R	Ruminação
O	Ócio
TNT	Tempo de Mastigação total
ENN	Extrato não nitrogenado
FB	Fibra bruta

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade e valor da produção da extração vegetal de babaçu, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2012.....	17
Tabela 2 - Composição bromatológica média do farelo do mesocarpo do babaçu de acordo com a literatura.....	19
Tabela 3 - Composição bromatológica percentual e fracionamento dos carboidratos dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).....	21
Tabela 4 - Distribuição percentual do tamanho de partículas do farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).....	23
Tabela 5 - Composição bromatológica e proporção dos ingredientes das rações com inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu.....	34
Tabela 6 - Médias de consumo diário (g/animal/dia) por borregas alimentadas com níveis crescentes do farelo do mesocarpo do babaçu.....	38
Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade aparente em porcentagem dos nutrientes em borregas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).....	42
Tabela 8 - Consumos de energia bruta (CEB), digestível (CED); digestibilidade aparente da energia bruta (DEB)%, balanço energético (BENERG), energia da urina (EBU), energia bruta nas fezes (EBF) em função das inclusões do FMB...43	43
Tabela 9 - Média do consumo de água e escore fecal de borregas alimentadas com diferentes inclusões de farelo do mesocarpo do babaçu.....	44
Tabela 10 - Peso das fezes em matéria natural em kg/dia (PFMN), porcentagem de matéria seca nas fezes (%MSFEZ) e escore fecal (EF) em função das rações experimentais.....	45
Tabela 11 - Composição percentual dos ingredientes das rações com diferentes inclusões dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).....	54
Tabela 12 - Médias do tempo gasto com ingestão, ruminação e mastigação em função do consumo de matéria seca (CMS), fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN), fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA) e ócio (%tempo total =1440) em borregas alimentadas com níveis crescentes de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).....	57

Tabela 13 - Distribuição percentual do tamanho de partículas das dietas contendo diferentes níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), obtida pelo método de Separação de Partículas Penn State (Heinrichs e Kononoff, 2002).....	58
Tabela 14 - Composição percentual dos ingredientes das rações com diferentes inclusões dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).....	64
Tabela 15 - Composição bromatológica percentual do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG).....	66
Tabela 16 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal <i>in vitro</i> dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG), utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.....	67
Tabela 17 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL.g ⁻¹ de MS do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG).....	69
Tabela 18 - Valores de composição bromatológica dos concentrados com níveis crescentes do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).....	70
Tabela 19 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal <i>in vitro</i> de rações com inclusão de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.....	72
Tabela 20 - Equações da produção acumulativa de gases, em mL.g ⁻¹ de MS das rações com diferentes níveis de inclusão de farelo do mesocarpo do babaçu....	72

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo descrever as características nutricionais, bem como as limitações de uso do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) na alimentação de borrega. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína no setor de ovinocaprinocultura e no laboratório de análises *in vitro* e parâmetros ruminais. Foram realizados dois experimentos. O primeiro experimento foi composto de duas partes, a primeira avaliando o consumo e digestibilidade e a segunda o comportamento ingestivo. Vinte borregas foram distribuídos em diferentes inclusões do FMB (0; 7,5; 15; 22,5% MS), em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições por tratamento. O segundo experimento teve como objetivo demonstrar a cinética de fermentação e degradabilidade *in vitro* da matéria seca, por meio de uma adaptação da técnica “*Hohenheim Gas Test*”. Nesse segundo experimento foram conduzidos dois ensaios: o primeiro utilizando o subproduto puro FMB e milho como uma fonte padrão e o segundo utilizando rações com inclusões da FMB nas seguintes proporções: 0%; 7,5%; 15% e 22,5%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo seis blocos no primeiro ensaio e cinco no segundo ensaios. Observou-se aumento linear para os consumos de matéria seca g/animal/dia. A digestibilidade da matéria seca foi afetada negativamente com a inclusão do subproduto. Os tempos absolutos de ingestão, ruminação e ócio não foram afetados. O FMB apresenta granulometria abaixo de 8mm sendo considerado extremamente fino. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as equações e curva de produção de gases, onde o milho grão (MG) apresentou maior produção de gases (PG) que o FMB. Os concentrados com as inclusões do FMB apresentaram padrões de cinética de fermentação inferiores as rações sem inclusões do subproduto (0%). O FMB, pode ser utilizado na alimentação de borregas, todavia o mínimo de inclusão já altera o consumo dos animais o comportamento e a cinética de fermentação ruminal *in vitro* dessa forma ressalvas devem ser feitas quanto a sua utilização.

Palavra-chave: Consumo. Digestibilidade. Fermentação. Granulometria.

ABSTRACT

This study aimed to describe the nutritional characteristics as well as the use of limitations babassu mesocarp bran (BMB) in power lambs. The experiment was conducted at the Federal University of Tocantins, Araguaína Campus in sheep and goat farming industry and in laboratory tests and *in vitro* ruminal fermentation. Two experiments were conducted. The first experiment consisted of two parts, the first assessing the intake and digestibility and the second feeding behavior. Twenty lambs were distributed in different inclusions of BMB (0, 7.5, 15, 22.5% DM) in a completely randomized design, with five replicates per treatment. The second experiment aimed to demonstrate the kinetics of fermentation and *in vitro* degradability of the dry matter, via a technical adaptation "*Hohenheim Gas Test*". In this second experiment were conducted two tests: the first using the pure-product BMB and corn as a standard source and the second using diets with inclusions of BMB in the following proportions: 0%; 7.5%; 15% and 22.5%. The experimental design was randomized blocks, six blocks in the first test and five in the second test. There was a linear increase in the intake of dry matter g/animal/day. The dry matter digestibility was negatively affected by the inclusion of by-product. The absolute times of eating, ruminating and idleness were not affected. The BMB has grain size below 8 mm is considered extremely thin. There were significant differences ($P < 0.05$) between the equations and gas production curve, where corn grain (CG) showed higher production of gas (PG) than the BMB. The concentrates with BMB inclusions had lower fermentation kinetics patterns than diets without byproduct of inclusions (0%). The BMB can be used as feed for lambs, however minimal changes have included the use of animal behavior and ruminal fermentation *in vitro* kinetic thus reservations should be made regarding its use.

Keywords: Consumption. Digestibility. Fermentation. Particle size.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

A espécie ovina foi umas das primeiras a ser domesticada, e desde então trouxe inúmeros benefícios ao homem (MENEZES, 2009). Nos últimos anos a produção ovina foi progressivamente especializando-se e adaptando-se as particularidades geográficas de cada região onde são criados. Recentemente, as mudanças nos hábitos e atitudes dos consumidores, juntamente com o desenvolvimento de fibras sintéticas, as crises no mercado de lã, o aumento de produção e o aumento nos preços dos cordeiros, incrementou a importância da carne ovina (SAÑUDO et al. 2008).

O Brasil ocupa o 18º lugar no *ranking* mundial com aproximadamente 18 milhões de ovinos (IBGE, 2011). Entretanto, para que haja um aumento expressivo na cadeia produtiva da ovinocultura, os diversos elos envolvidos devem se organizar. É importante salientar que a produção animal é sustentada por três pilares: nutrição, genética, e sanidade, dentre as três a nutrição é considerada de maior custo, podendo chegar a 70% dos custos totais (ANDRIGUETTO et al. 2002).

Nesse contexto, a busca por alimentos alternativos que possam diminuir os custos com alimentação vem sendo cada vez maiores. Atualmente, a maioria dos subprodutos utilizados na alimentação de ruminantes é resultante do processamento da indústria alimentícia e têxtil, sendo a sua importância em regiões próximas a essas indústrias e quando o suprimento de grãos está baixo ou seus preços elevados (GRASSER et al. 1995).

Nas regiões norte e nordeste do Brasil encontra-se o maior contingente de palmeiras do babaçu (IBGE, 2012). Na industrialização do babaçu são gerados alguns subprodutos dos quais se destacam o farelo do mesocarpo.

Miotto (2011), Cruz et al. (2012) e Pedrico (2013), trabalharam com o farelo do mesocarpo do babaçu na alimentação de bovinos. No entanto, poucos trabalhos com ovinos são encontrados na literatura, havendo assim uma lacuna que deve ser preenchida sobre a utilização desse subproduto na alimentação de ovinos. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi descrever as características nutricionais, bem como as limitações do farelo do mesocarpo do babaçu na alimentação de borregas.

1.2 O Babaçu (*Orbignya sp.*)

Babaçu é o nome dado a diversas palmeiras de ocorrência no Brasil, sendo este pertencente à família *Palmae* que, possui 212 gêneros e 3000 espécies. O babaçu é uma palmeira de grande porte podendo alcançar até 20m de altura. É uma monocotiledônea de tronco cilíndrico e copa em formato de taça. Possui estipe característico por apresentar restos das folhas velhas que já caíram de seu ápice. As folhas podem atingir até 8 m de comprimento, exibindo formato arqueado. Já as flores apresentam coloração creme-amareladas, aglomerando-se em longos cachos (TEIXEIRA e MORON, 2000).

A palmeira inicia sua frutificação aos oito anos atingindo sua produção plena aos 15 anos, cada uma pode apresentar até seis cachos, produzindo de janeiro a abril. O fruto, conhecido popularmente como coco-de-macaco, é uma drupa, oval, alongado, de coloração castanha, pesando de 90 a 280 g, com número variando entre 200 a 300 frutos por cacho, possuindo uma produção média anual de 2.000 frutos. Este fruto apresenta: epicarpo 13% (camada mais externa e bastante rija), mesocarpo 20% (de 0,5 a 1,0 cm e rico em amido), endocarpo 60% (rijo, de 2 a 3 cm) e amêndoas 7% (com 2,5 a 6 cm de comprimento e de 1 a 2 cm de largura). (TEIXEIRA e MORON, 2000). Na Figura 1 estão ilustradas as partições do coco de babaçu.



Figura 1 - Fragmentação do coco de babaçu. Fonte: Tobasa Bioindustrial de Babaçu S.A.(2011).

1.3 Produção de Babaçu (*Orbignya sp.*) no Brasil

Na Tabela 1 são apresentadas as quantidades em toneladas (t) da produção e extrativismo vegetal segundo as grandes regiões e unidades da federação.

Tabela 1 - Quantidade e valor da produção da extração vegetal de babaçu, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2012.

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Babaçu (amêndoa) Quantidade (t)
Brasil	97820
Norte	292
Amazonas	6
Pará	28
Tocantins	258
Nordeste	97528
Maranhão	91840
Piauí	5159
Ceará	243
Bahia	286

Fonte: Adaptado de IBGE (2012).

Segundo o IBGE (2012), a produção total de amêndoa de babaçu alcançou 97,820 toneladas em 2012, valor 4,6% inferior a produção de 2011. Esse decréscimo pode ser explicado pela falta de viabilidade econômica da coleta, a qual vem sendo empregada para alimentar fornos de cerâmicas e indústrias. Pode-se observar através da Tabela 1 que o estado do Maranhão é o maior produtor, seguido pelos estados do Piauí, Bahia, Tocantins e Ceará. Os 20 maiores municípios produtores localizam-se no estado do Maranhão, revelando este estado como o principal produtor nacional de amêndoa do babaçu.

O extrativismo da palmeira do babaçu (*Orbignya sp.*) é uma atividade secular no território brasileiro, sendo conhecida e indiscutível sua utilização na alimentação humana e animal, construção de casas, utensílios e fonte de energia. Contudo, trabalhos voltados para o seu uso pela indústria ainda são escassos na literatura (SOUZA et al., 2009).

De acordo com Teixeira e Moron (2000), os subprodutos agroindustriais consistem em uma alternativa viável tanto do ponto de vista nutricional como do ponto de vista econômico, pois servem como alimentos alternativos aos ruminantes, principalmente na época da entressafra, já que não são aproveitados pelo homem, reduzindo dessa forma os custos de produção. Assim, muitos dos subprodutos que antes seriam considerados adubos orgânicos ou mesmo lixo industrial tem sido utilizados na alimentação de ruminantes.

1.4 Obtenção do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB)

Os frutos do babaçu são geralmente coletados por agricultores familiares, que antes era, em muitos casos, predominantemente a única fonte de renda para muitas famílias do norte e nordeste do Brasil. Os catadores de coco de babaçu, coletam os frutos nas matas dos cocais e os vendem para a indústria, buscando assim a complementação da renda familiar.

Segundo TOBASA (2011), na indústria os frutos passam por um período de armazenamento, onde perdem bastante umidade, o que facilitará a etapa subsequente do processamento que é a pelagem, que ocorre com a separação do epicarpo e mesocarpo do restante do fruto (Figura 1). Após serem separados do endocarpo, separa-se o epicarpo do mesocarpo mecanicamente por meio de peneiras com furos de diferentes diâmetros, e é deste peneiramento que se origina o FMB. Por último, é realizado um corte transversal do coco para retirada das amêndoas.

O FMB vem sendo utilizado na alimentação animal como fonte alternativa, podendo ser utilizados nas rações como alimento energético. Entretanto, a contaminação que ocorre no momento de extração do mesocarpo por outros componentes do babaçu bem mais fibrosos pode tornar o FMB um subproduto com maior teor de fibra.

1.5 Análise bromatológica e tamanho de partícula do FMB

Os subprodutos industriais apresentam grande potencial para serem utilizados na alimentação animal. Entretanto, possuem valores distintos na sua constituição bromatológica, fazendo-se necessárias análises prévias com a finalidade de oferecer precisos valores de nutrientes os quais serão usados para elaborar rações que atendam precisamente às exigências nutricionais dos animais de produção. A

importância da racionalidade no uso dos alimentos, bem como o conhecimento da combinação ideal entre eles, tem orientado e exigido melhor conhecimento a respeito de seus valores nutricionais, incluindo o processo de utilização de nutrientes pelos animais (EUCLIDES FILHO, 2004).

Na Tabela 2 são descritos os valores da composição bromatológica do FMB, segundo a literatura. Conforme descrito na Tabela 2, o FMB apresenta variações em seus componentes nutricionais, demonstrando a necessidade de análises prévias antes de sua inclusão nas dietas.

Tabela 2 - Composição bromatológica média do farelo do mesocarpo do babaçu de acordo com a literatura.

Análises Bromatológicas						Fonte
MS ¹ %	PB ² %	EE ³ %	FDN ⁴ %	CT ⁵ %	NDT ⁶ %	
85,5	3,2	-	31,6	92,1	61,5	Cruz et al. (2015)
79,7	3,5	0,7	35,7	91,1	-	Pedrico (2013)
85,63	2,01	1,88	45,56	94,88	76,13	Silva et al. (2012)
89,3	7,5	0,65	46,4	87,8	-	Miotto et al. (2012)
87,83	6,09	1,29	60,2	88,25	55,07	Sousa e Macedo Junior (2011)
85,7	3,2	0,5	54,1	92,4	-	Guimarães (2010)

¹MS = Matéria seca; ²PB = Proteína bruta; ³EE = Extrato etéreo; ⁴FDN = Fibra em detergente neutro; ⁵CT = Carboidratos totais; ⁶NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Observa-se na Tabela 2, que o FMB apresenta PB em níveis variando entre 2,01 e 7,5% relatados por Silva et al. (2012) e Miotto et al. (2012), respectivamente. Esse dado é importante, especialmente ao formular dietas para ruminantes, onde os teores de PB devem estar em torno de 7%. Sendo essa quantidade a mínima necessária para que haja um bom funcionamento ruminal (VAN SOEST, 1994). Silva (2011), testando o pó de babaçu outra denominação para o FMB em diferentes regiões do nordeste, encontrando valores diferentes de PB, 7,36; 5,97; 8,25 e 6,56% respectivamente para os seguintes regiões: Sul do Piauí, Maranhão; Norte do Piauí, e Ceará. Sousa et al. (2014) encontraram valores de PB de 6,09 e 4,44% na MS para as FMBI e FMBII respectivamente. Mesmo não sendo utilizado nas formulações de rações como alimento único, valores baixos de PB podem indicar maior necessidade

de utilização de uma fonte de alimento com maiores valores de PB, havendo assim maiores gastos com esse alimento.

A quantidade de EE encontrada no FMB, encontrada na literatura, variou entre 0,5 a 1,88% de acordo com Silva et al. (2012) e Guimarães (2010) respectivamente. Estes valores são considerados baixos, uma vez que de 5 a 7% seria quantidade limite, a qual não afetaria a fermentação microbiana, uma vez que os lipídeos são tóxicos as bactérias ruminais (VAN SOEST, 1994). Dessa forma, baseando-se na porcentagem de EE, pode-se inferir que esse alimento, não afetaria a fermentação ruminal.

Segundo Andriguetto et al. (2002), o milho apresenta 80% de NDT. Dessa forma, é possível sugerir que os valores de NDT apresentados pelo FMB encontram-se em baixos níveis, segundo Sousa e Macedo Júnior (2011), que encontraram 55,07% NDT no FMB. No entanto, Silva et al. (2012), relataram 76,13% de NDT valor equiparável ao do milho. Esses dados evidenciam a necessidade de estudos e análises prévias a utilização por se tratar de um subproduto que apresenta diferenças significantes quanto a sua composição nutricional.

As quantidades de FDN do FMB de 35,7% e 31,6% descrita por Pedrico (2013) e Cruz et al. (2015) respectivamente, podem ser consideradas baixas, quando comparado as descritas por Sousa e Macedo Junior (2011), que encontraram 60,2% de FDN, classificando esse alimento como fibroso (ANDRIGUETTO et al., 2002). Essa característica fibrosa pode limitar a utilização desse alimento principalmente para animais de alta produção, uma vez que limitaria a quantidade de energia da dieta.

Sousa e Macedo Júnior (2011) encontraram 21,16% de lignina no FMB, níveis superiores a 12,16% encontrado por Miotto et al. (2012). Essa característica pode limitar seu aproveitamento pelos animais, uma vez que a lignina é indigestível, podendo ainda, diminuir a digestibilidade da celulose e da hemicelulose (VAN SOEST, 1994).

Pavlak et al. (2007), analisando o farelo do mesocarpo do babaçu para a produção de etanol obtiveram 52% de amido. No entanto, esse valor não deve ser utilizado como referência para todos os farelos do mesocarpo, pois a constituição bromatológica pode ser influenciada dependendo da espécie de babaçu, época do ano que foi colhido e tipo de processamento. Na Tabela 3, pode-se observar a

composição bromatológica e o fracionamento dos carboidratos dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).

Tabela 3 - Composição bromatológica percentual e fracionamento dos carboidratos dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).

Composição Bromatológica	Subproduto			
	FMB			
Matéria seca (MS) (%)	87,83			
Matéria orgânica	95,64			
Matéria mineral (% da MS)	4,36			
Proteína bruta (% da MS)	6,09			
Extrato etéreo (% da MS)	1,29			
Fibra insolúvel em detergente neutro (% da MS)	60,2			
Fibra insolúvel em detergente ácido (% da MS)	44,02			
Hemicelulose (% da MS)	16,17			
Celulose (% da MS)	26,07			
Lignina (% da MS)	21,16			
Carboidratos não fibrosos (% da MS)	32,14			
Carboidratos totais (% da MS)	88,25			
Cinzas (% da MS)	2,55			
Energia bruta (Kcal/g)	3869,58			
Cálcio (% da MS)	0,172			
Fósforo (% da MS)	0,056			
Nutrientes digestíveis totais (% da MS)	55,07			
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% do N total)	31,54			
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total)	25,27			
Proteína insolúvel em detergente neutro	1,53			
Proteína insolúvel em detergente ácido	1,97			
Fracionamento dos CHOT dos FMB				
Subproduto	CHOT (%MS)	A + B1 (%CHOT)	B2 (%CHOT)	C (%CHOT)
FMB	88,25	36,42	6,05	57,53

CHOT = Carboidratos totais, Farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Pode-se observar através da Tabela 3, que os valores dos constituintes da parede celular, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina do FMB são bastante elevados, o que pode afetar a degradabilidade ruminal, sendo que, altas quantidades de fibra na dieta podem diminuir desempenho dos animais.

A lignina, atua como componente estrutural da parede celular vegetal, fornecendo rigidez e proteção contra intempéries climáticas, ataque de microrganismos e animais. Dessa forma, quando se tem elevados valores desse constituinte nos alimentos que serão usados na alimentação animal, pode-se inferir que a digestibilidade do alimento será comprometida, já que a lignina é indigestível e ainda diminui a digestibilidade de outros componentes da parede celular como a celulose e a hemicelulose (TRAXLER, 1998).

Os valores das frações A, B₁, B₂ e C, dos carboidratos do FMB estão descritos na Tabela 3. A fração A representa os açúcares simples e seus conjugados que são altamente fermentescíveis no ambiente ruminal. Os ácidos orgânicos são incluídos nessa fração. A fração B₁ é composta por carboidratos de fermentação intermediária (amidos, frutanas e galactanas). A pectina é incluída nessa fração (SNIFFEN; O'CONNOR; VAN SOEST, 1992).

De acordo com a Tabela 3, pode-se prever que o FMB apresentará baixa degradabilidade ruminal, pois apresenta baixos valores dessas duas frações (A + B₁ = 36,42), sendo assim, como esses carboidratos representam a fração de rápida fermentação inferindo-se que esse terá limitada disponibilidade de nutrientes a curto prazo no ambiente ruminal.

A fração B₂ representa os carboidratos de lenta digestão, sendo eles celulose e hemicelulose. Pode-se observar na Tabela 3, que a fração B₂ do FMB é baixa (6,05%), indicando que esse alimento pode ter de média a baixa permanência no ambiente ruminal. Já a fração C representa os carboidratos indigestíveis. Nota-se na Tabela supracitada, que os valores apresentados nessa última fração (C) do FMB foram 57,53% essa quantidade é alta evidenciando que FMB apresenta de baixa a média disponibilidade de energia.

Nesse contexto, enfatiza-se a necessidade de realizar análises prévias desses subprodutos, pois a utilização de valores fixos podem levar a deficiências ou excessos de determinado nutriente no metabolismo, podendo desencadear distúrbios metabólicos, nutricionais e patológicos.

Na Tabela 4 são mostrados os percentuais do tamanho de partículas do farelo do FMB, pelo método de Separação de Partículas Penn State (PSPS), (HEINRICHS e KONONOFF, 2002). Pode-se observar que o FMB, possuem granulometria fina, ficando quase que na sua totalidade percentual, retidos no fundo do PSPS, < 1,18mm, nesse sentido infere-se que sua passagem pelo ambiente ruminal pode ser rápida.

Tabela 4 - Distribuição percentual do tamanho de partículas do farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).

Subproduto	>19mm	19 < 8mm	8 < 1,18mm	<1,18mm
FMB	0,0	1,2	4,3	94,5

Milímetros = mm.

Dessa forma, pode-se prever que, esse subproduto, passaria pelo orifício retículo-omasal, mesmo sem sofrer a ação da ruminação e ruptura de partículas pelos microrganismos ruminais, levando em consideração que o tamanho limite estabelecido para as partículas escaparem do rúmen seja de 1,18mm no caso de ovelhas (POPPI et al, 1980).

1.6 Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu na alimentação de ovinos

Miotto et al. (2012) trabalhando com níveis crescentes (0; 21; 38; 62 e 78%), do farelo de mesocarpo de babaçu (FMB) em substituição à silagem de capim elefante, observaram que houve aumento no consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT), contudo houve redução na digestibilidade das frações fibrosas, onde encontraram reduções de 0,65 e 0,7 pontos percentuais na digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) por unidade percentual de FMB incluída, respectivamente. Este fato pode estar relacionado à baixa granulometria do FMB, podendo ter altas taxas de passagens pelo trato gastrointestinal.

A digestibilidade dos alimentos consumidos pelos ruminantes está relacionada à cinética da digestão e sua passagem pelo rúmen, apresentando estreita associação com a digestão da fibra já que esta delimita a taxa de desaparecimento do material no trato digestivo (NRC, 1987). No mesmo trabalho, Miotto et al. (2012) concluíram que o FMB, embora reduza a digestibilidade das frações fibrosas da dieta, pode ser

aproveitado como fonte energética para os ruminantes. Entretanto, deve-se ter maior cautela quando se trabalha com animais de alta produção, que têm demandas energéticas muito elevadas, pois o FMB pode não suprir as exigências dos mesmos.

Xenofonte et al. (2009), avaliaram as características de carcaça de ovinos sem raça definida (SRD), alimentados com rações contendo 0, 10, 20 e 30% de FMB e observaram que níveis de 10% de inclusão do FMB na dieta afetam negativamente o peso, rendimentos, cortes comerciais e as medidas lineares da carcaça. Trabalhos avaliando a digestibilidade *in vivo* da MS (DMS), PB (DPB) e energia (DEB) de dietas contendo 0, 10, 20 e 30% do FMB na alimentação de ovinos em terminação, observaram que inclusões superiores a 20% podem diminuir o desempenho dos animais, devido aos menores teores energético e protéico do FMB (SOUSA, 2007).

Xenofonte et al. (2008), observaram que houve aumento linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo de acordo com os níveis crescentes 0, 10, 20 e 30% de farelo de babaçu. Podendo tal dado estar associado à redução na ingestão desses nutrientes pelos animais, resultando em maior tempo de permanência desse material no trato gastrintestinal, favorecendo a digestibilidade. Contudo, mesmo com o aumento da digestibilidade com a inclusão do FMB nas dietas dos cordeiros, houve redução no consumo dos nutrientes e no ganho de peso dos animais.

Sousa Júnior (2003), avaliando a substituição parcial 0, 10, 20 e 30% do milho e do farelo de soja pelo FMB na terminação de ovinos, observaram que acima de 20% ocorreu redução no ganho de peso em relação as dietas a base de milho e soja, contudo, houve melhor eficiência econômica no tratamento com 30% de substituição indicando que o FMB pode ser utilizado na alimentação de ovinos. No entanto, mais estudos devem ser realizados a fim de se encontrar um nível ótimo de substituição, que melhore o desempenho zootécnico dos animais sem afetar a saúde dos mesmos.

Guimarães (2010), avaliando níveis crescentes 0, 4, 8, 12 e 16% de substituição do capim mombaça por FMB em silagens, observou que o FMB, pode ser adicionado até 8% da matéria natural nas silagens de capim mombaça, mas, deve-se fornecer um suplemento protéico juntamente a silagem, a fim de melhorar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes pelos animais, pois esse subproduto apresenta baixos valores de PB.

Para Pascoal, Bezerra e Gonçalves (2006), o farelo do mesocarpo do babaçu mostrou-se como uma alternativa para substituição de alimentos tradicionais na tentativa de redução de custos, todavia, mais trabalhos devem ser realizados para que essa premissa seja concretizada.

Referências

ANDRIGUETTO, C. et al. **Nutrição Animal**. Ed. Nobel, 2º ed. São Paulo, 1983. 395p. 2002.

CRUZ, R. S. et al. Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu Sobre as características da carcaça de tourinhos Confinados. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 2015.

CRUZ, R. S. et al. Feeding behaviours of feedlot bulls fed concentrate levels and babassu mesocarp meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.7, p.1727-1736, 2012.

EUCLIDES FILHO, K. Índices produtivos para fazendas de gado de corte. In: Simpósio sobre ovinocultura de corte: pecuária de corte intensiva nos trópicos, 2004, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, p. 1-41. 2004.

GUIMARÃES, C. R. R. **Valor nutritivo da silagem de capim mombaça (*Panicum maximum*) com níveis crescentes de adição do farelo do mesocarpo de babaçu (*Orbignya sp.*)**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2010.

GRASSER, et al. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 5, p. 962-971, 1995.

HEINRICHS, P. J.;KONONOFF, P. J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New *Penn State* Forage Particle Separator. Cooperative extension. University Park: Pennsylvania State University/Department of **Dairy of Animal Science**. 15p, 2002.

IBGE - Anuário Estatístico do Brasil/ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, Rio de Janeiro, v. 27, p.1-63, 2012.

IBGE. Anuário Estatístico do Brasil/ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -**Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro, v.71, p. 8-74, 2011.

MENEZES, A. M. **Fontes alternativas de volumosos na dieta de ovinos**. 2009, 72 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009.

MIOTTO, F. R. C. et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 792-801, out - dez, 2012.

MIOTTO, F. R. C. **Farelo do mesocarpo de babaçu na produção de bovinos de corte**. 2011. 140p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Predicting feed intake of food-producing animals. Washington, D.C.: **National Academic of Sciences**. 85 p.1987.

PEDRICO, A. **Farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbygnia speciosa*) na produção de bovinos leiteiros**. 2013.46 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, 2013.

PASCOAL, L. A. F., BEZERRA, A. P. A., GONÇALVES, J. S. Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutri time**, v.3, n° 4, p.339-345, 2006.

PAVLAK, M. C. M. et al. Aproveitamento da farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, v.7, n.1, p.7-24, 2007.

POPPI, D.P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.94, n.2, p.275-280, 1980.

SAÑUDO, A.C. et al. Calidad de la canal y de la carne ovina e caprina y los gustos de los consumidores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37 suplemento especial, p. 143-160, 2008.

SILVA, A. P. S. **Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart): subsidio para o desenvolvimento de produtos**. Dissertação (Mestre em Ciências Farmacêuticas) Programa de Pós - graduação em Ciências Farmacêuticas (PPGCF) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). 2011.

SILVA, N. R. et al. Desempenho em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1882-1887, out, 2012.

SOUSA, J. R. A. Digestibilidade de dietas contendo farelo de babaçu para ovinos em terminação. **Archvos Zootecnia**. 56 (216): 967-970. 2007.

SOUSA, J. T. L.; MACEDO JUNIOR, G. L. Uso da farinha amilácea (mesocarpo) I do babaçu (*orbignya speciosa*) na dieta de ovinos. **7º Seminário de iniciação científica**. Palmas, 2011.

SOUSA JÚNIOR, A. **Substituição parcial do farelo de soja e milho por farelo de babaçu na terminação de ovinos**. 2003. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2003.

SOUSA, L. F. et al. Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de rações contendo resíduos de babaçu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 177-185, jan-mar, 2014.

SOUZA, M. G. et al. Determinação de As, Cd e Pb em amêndoas de mesocarpo de babaçu, sapucaia, xixá e castanha-do-pará por espectrometria de absorção atômica. **Química Nova**, vol. 32, n. 6, p. 1442-1446, 2009.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562- 3577, 1992.

TEIXEIRA, J. C.; MORON, I. R. Utilização de alimentos alternativos na dieta de ovinos. In: Juan Ramon Olalquiaga Perez, Iraides Ferreira Furusho Garcia, Luciana Castro Geraseev, Cristiane Leal dos Santos. I Encontro Mineiro de Ovinocultura. **Anais...** Lavras – MG, p. 54-81. 2000.

TRAXLER, M.J. et al. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. **Journal of Animal Science**, v.76, n.5. p.1469-1480, 1998.

TOBASA BIOINDUSTRIAL DE BABAÇU S.A. **Nossos Produtos**. Disponível em: <http://www.tobasa.com.br/nossos_produtos.html>. Acesso em: 23 Jan. 2015.

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2. ed., Ithaca: **Cornell University Press**, 476p, 1994.

XENOFONTE, A. R. B. et al. Características de carcaça de ovinos em crescimento alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.2, p.392-398, 2009.

XENOFONTE, A. R. B. et al. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.11, p.2063-2068, 2008.

CAPÍTULO 2

ENSAIO 1 - Consumo voluntário, digestibilidade aparente e balanço de energia em borregas consumindo dietas à base de farelo do mesocarpo do babaçu

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o consumo voluntário, digestibilidade aparente e balanço de energia em borregas alimentadas com diferentes níveis de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB). O experimento foi conduzido nas dependências da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Universitário de Araguaína da Universidade Federal do Tocantins. Vinte borregas foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições por tratamentos distribuídas nos diferentes níveis de inclusão do subprodutos (0; 7,5; 15; 22,5%). Foi observado aumento linear no consumo de matéria seca g/animal/dia em função inclusão do FMB. Houve diferença significativa ($P < 0,05$), para consumo de proteína g/animal/dia. Foi observado aumento linear ($P < 0,05$) para consumo dos constituintes da parede celular. A digestibilidade da matéria seca foi alterada. Houve diferença significativa para o consumo de energia bruta. A inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu aumenta o consumo dos nutrientes e conseqüentemente a ingestão de energia, no entanto diminui a digestibilidade da MS, aumenta a excreção fecal mais não interfere na ingestão de água nem no escore fecal de borregas.

Palavras-chave: Escore. Fibra. Granulometria. Nutrição. Ovinos. Ruminantes.

Voluntary intake, digestibility and energy balance in lambs fed diets with base of babassu mesocarp bran

The objective of this study was to evaluate the voluntary intake, digestibility and energy balance in lambs fed with different levels of babassu mesocarp bran (BMB). The experiment was conducted on the premises of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, University Campus Araguaína of the Federal University of Tocantins. Twenty lambs were distributed in a completely randomized design with five replicates per treatment distributed in different levels of inclusion of by-products (0, 7.5, 15, 22.5%). It was observed linear increase in dry matter intake g/animal/day due to inclusion of BMB. There were significant differences ($P < 0.05$) for protein intake g/animal/day. A linear increase was observed ($P < 0.05$) for use of cell wall constituents. The digestibility of dry matter has been changed. There was a significant difference to the gross energy consumption. The inclusion of BMB increases the consumption of nutrients and consequently the energy intake, however reduces the digestibility of DM, increases fecal excretion does not interfere with more water intake or the fecal score of lambs.

Keywords: Anchor. Fiber. Nutrition. Particle size. Ruminants. Sheep.

2.1 Introdução

A cadeia produtiva de ovinos ainda se encontra pouco organizada, principalmente, porque os rebanhos brasileiros, em sua maioria, são compostos por poucos animais, em pequenas e médias propriedades rurais, sendo considerada em algumas regiões uma atividade de subsistência familiar (SIMPLÍCIO, 2004). Nesse sentido, investimentos em pesquisas sobre novos alimentos, os quais poderiam proporcionar menores custos de produção e favorecer o desenvolvimento da ovinocultura vem sendo cada vez mais procurados.

O babaçu é uma planta oleaginosa, possui um fruto conhecido popularmente como coco babaçu, que pode ser dividido estruturalmente em epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa. No processo de retirada do óleo do coco do babaçu, são gerados vários subprodutos, dentre eles os que se destacam mais são a torta de babaçu, farinha orgânica e farelo do mesocarpo do babaçu, sendo que esse último também já foi chamada de farinha amilácea do babaçu. O mesocarpo deste fruto possui grande quantidade de amido, sendo uma opção de alimento energético, fonte de carboidrato de rápida fermentação, para ruminantes.

O consumo é provavelmente o fator mais importante para determinar o desempenho animal e está relacionado ao perfil de nutrientes do alimento que podem ser digeridos (MERTENS, 1987). Dessa forma fica evidente que avaliações sobre o consumo voluntário e a digestibilidade devem ser realizadas, especialmente quando se está trabalhando com novas fontes de alimento, pois estes podem apresentar limitações em nutrientes ou até mesmo possuir fatores antinutricionais os quais limitariam a produção, o que não é desejado.

Dessa forma este trabalho tem o objetivo de avaliar o consumo, digestibilidade aparente e balanço energético em borregas alimentadas com diferentes níveis de farelo do mesocarpo do babaçu.

2.2 Material e Método

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, no setor de ovinocaprino cultura, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Araguaína, a 07° 11' 28" sul de latitude, 48° 12' 26" de longitude oeste, altitude de 227 metros, durante o mês de fevereiro de 2010.

A região possui clima tropical úmido, com regime de precipitação médio anual entre 1.700 e 1.800 mm com predominância de ocorrência de chuvas entre setembro e março e a umidade relativa do ar apresenta uma média anual de 76%. A temperatura média anual é de 26°C, a média do mês mais quente é de 32°C e a do mês mais frio junho/julho é de 22°C. As máximas térmicas aparecem no mês de setembro, apresentando uma temperatura de 35°C, e as mínimas em julho com uma temperatura média de 15°C. A temperatura máxima absoluta do ano é de 42°C, e a mínima absoluta é de 8°C. No período experimental a máxima térmica apresentou um valor médio de 28,6 °C e mínima de 26,55 °C, no interior do galpão experimental. Köppen (1948).

O farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) utilizado era proveniente da Empresa TOBASA BIOINDUSTRIAL DE BABAÇUS, localizada em Tocantinópolis – TO. A empresa é processadora do coco do babaçu para a produção de produtos como óleo vegetal, carvão ativado, torta de babaçu, farelo do mesocarpo e farinha orgânica. Na Tabela 5 estão os valores da composição percentual dos ingredientes e composição bromatológica das rações.

Tabela 5 - Composição bromatológica e proporção dos ingredientes das rações com inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu.

Ingredientes	Níveis de inclusão do farelo do mesocarpo I (%)			
	0%	7,5%	15%	22,5%
Silagem de Napier	53,31	47,13	40,96	34,78
Milho	25,63	24,31	22,98	21,66
Farelo de soja	16,03	15,91	15,79	15,66
Fosfato bi cálcio	0,54	0,685	0,826	0,96
Sal mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	1,46	1,45	1,43	1,41
Farelo do mesocarpo I	-	7,5	15,00	22,5
Composição bromatológica				
MS	59,16	62,60	66,05	69,50
PB	12,00	12,00	12,00	12,00
NDT	60,00	60,00	60,00	60,00
FDN	41,07	41,13	41,19	41,25

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal no Departamento de Zootecnia da Universidade

(Continuação da Tabela 5) - Federal de Minas Gerais (UFMG). Matéria seca = MS, fibra insolúvel em detergente neutro = FDN, fibra insolúvel em detergente ácido = FDA, proteína bruta = PB.

As rações foram balanceadas segundo o NRC (2007) contendo quatro níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), 0; 7,5; 15 e 22,5% sendo as dietas isonitrogenadas, isoenergéticas e com mesma quantidade de FDN. As dietas eram compostas de farelo de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcáreo, sal mineral específico para a espécie, silagem de capim Napier e farelo do mesocarpo do babaçu.

Foram utilizados 20 borregas sem padrão racial definido (SRPD), com peso vivo médio de 23,5 kg, distribuídos de forma que as repetições fossem as mais homogêneas possíveis nos tratamentos. Essas foram previamente desverminadas e alojadas em gaiolas de metabolismo com bebedouro, comedouro plástico e dispositivo apropriado para colheita de urina e fezes separadamente. Tais dispositivos foram constituídos por baldes de 10 litros colocados sob um tripé de madeira que servia como apoio para uma tela com malha de cinco mm, de maneira a permitir um declive para a queda das fezes sem risco de contaminação da urina colhida no balde. As fezes foram colhidas em recipientes plásticos colocados logo à frente do tripé com a tela, estando os dois tipos de recipientes de colheita sob o funil da gaiola metabólica.

O período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 15 dias, sendo o período de coleta (experimental) de cinco dias. As 20 borregas foram pesadas no início do período de adaptação. A alimentação dos animais foi oferecida em duas refeições diárias, às 8 horas e às 16 horas, sendo que a primeira refeição continha 40% do total diário ofertado.

Amostras das rações oferecidas e das sobras foram retiradas e pesadas diariamente. Posteriormente, obteve-se uma amostra composta por animal para as sobras e outra composta das rações fornecidas nos cinco dias de coleta. Após isso, as amostras de sobras, juntamente com as amostras das rações, foram moídas em moinhos de facas com peneira de 1 mm e estocadas para futuras análises laboratoriais.

A coleta total de fezes também foi diária. A produção total teve o peso registrado e fez-se a reserva de uma alíquota de 20 % deste peso. Ao final do experimento também foi preparada uma amostra composta por animal que foi embalada em sacos plásticos individuais e armazenada a -10° C. No final do ensaio foram descongeladas

à temperatura ambiente por 12 horas, passadas em peneira de malha grossa, homogeneizadas e pesadas. Após isto, foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas, para a determinação da matéria pré-seca. Foram então moídas em moinho com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

A análise do escore fecal foi realizada por avaliação visual obedecendo à seguinte escala conforme Gomes (2008): 1 – fezes ressecadas e sem brilho, 2 – fezes normais, 3 – fezes ligeiramente amolecidas, 4 – fezes amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras (cacho de uva), 5 – fezes amolecidas e sem formato normal (fezes de suínos) e 6 – fezes diarréicas. Esse procedimento foi feito durante os cinco dias de coleta.

Nos baldes coletores de urina foram adicionados 100 mL de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, evitando-se assim perdas de nitrogênio por volatilização. O volume total de urina foi pesado, retirando-se para cada borrega uma alíquota de 20 % do volume total colhido a cada dia, acondicionadas em frascos plásticos (uma amostra composta por animal) e imediatamente congelada.

As análises laboratoriais foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. Para as determinações de matéria seca, cinzas, extrato etéreo e proteína bruta, do oferecido, sobras e fezes seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (1980). Já para a quantificação da FDN, FDA, celulose, hemiceluloses e ligninas, utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) usou-se a equação proposta por Sniffen; O'Connor; Van Soest, (1992), segundo a qual $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e, para estimativa dos carboidratos não fibrosos (CNF), foi usada a equação preconizada por Hall et al. (1999), qual seja, $CNF = \%CHOT - \%FDN_{cp}$, sendo FDN_{cp} a porção de FDN corrigida para cinza e proteína. Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais no ensaio de digestibilidade (NDT), utilizou-se equação proposta por Weiss (1999): $NDT = [PBD + CNFD + FDN_{cpD} + (EED * 2,25)]$, onde PBD; CNFD; FDN_{cpD} e EED significam, respectivamente, consumos de PB, CNF, FDN e EE digestíveis, com a FDN corrigida para cinza e proteína.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em

detergente ácido, celulose, hemicelulose e energia bruta foi feita a partir da seguinte fórmula:

$$\frac{[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes})/\text{Consumo do nutriente em gramas}]/100}{100}$$
 (Silva e Leão, 1979).

Obteve-se a energia bruta (EB) em calorímetro adiabático tipo modelo PARR 1281 nas dependências Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. No caso da urina, colocou-se 10 mL de urina em copos plásticos e levados à estufa de ventilação forçada (55° C) por 72 horas, para a pré-secagem e em seguida levados a bomba calorimétrica para permitir a sua combustão. Anteriormente fez-se a queima de seis copos plásticos vazios para referenciação da produção de calor dos copos individualmente, servindo de branco.

Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calculou-se o valor da energia digestível e energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina. A ED foi calculada conforme descrito acima, já a energia metabolizável pela fórmula de Blaxter e Clapperton (1965) na qual a Energia Digestível é igual à Energia Bruta Ingerida menos a Energia Bruta excretada nas fezes; a Energia Metabolizável é igual à Energia Digestível menos a Energia Bruta da Urina mais a Energia dos Gases. A produção de metano foi estimada pela seguinte equação: $C_m = 0,67 + 0,062D$, onde C_m = produção de metano em kcal/ 100 kcal de energia consumida e D = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

As análises estatísticas foram feitas mediante o uso do procedimento GLM (*General Linear Models*) do SAS (*Statistical Analysis System*) (Littel et al, 1991), por meio do seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + H_j + e_{ij}$

Onde;

Y_{ij} = valor referente à observação da repetição i do tratamento j

μ = média geral

H_j = efeito do tratamento j ($j = 1, 2, 3, 4$)

e_{ij} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas utilizando-se o Teste SNK, em nível de 5% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada utilizando-se o *software* SAEG (SAEG, 2007) para permitir a estimativa dos consumos e coeficientes de

digestibilidade das diferentes inclusões, compreendidos no intervalo estudado. Foram testados diferentes modelos matemáticos, a partir do procedimento de modelos pré-definidos usando o procedimento de MARQUAT do SAEG 9.1, para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de regressão. Para a escolha do modelo matemático também foi observado se o mesmo ajustava-se à resposta biológica. Para as médias do escore fecal utilizou-se estatística não paramétrica utilizando o teste de Kruskal-Wallis (1952) e o procedimento sugerido por Conover (1980) para diferenciar os tratamentos.

2.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 6 pode-se observar os valores médios do consumo diário (g/animal/dia) das variáveis matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra insolúvel em detergente neutro (CFND), fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA), hemicelulose (CHcel), celulose (CCel), lignina (CLig), carboidratos totais (CCHT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), em borregas alimentadas com diferentes níveis de FMB.

Tabela 6 - Médias de consumo diário (g/animal/dia) por borregas alimentadas com níveis crescentes do farelo do mesocarpo do babaçu.

Variáveis	Níveis de Inclusão				Valor de P	
	0%	7,5%	15%	22,5%	Linearidade	Quadrática
CMS	895,84	1075,5	1203,9	1224,6	0,0004	0,0192
CPB	129,87	168,54	203,53	227,47	0,0000	0,0174
CEE	9,68	27,62	28,51	39,42	0,0000	0,0523
CFDN	221,53	228,17	303,20	318,77	0,0000	0,1354
CFDA	102,9	137,3	153,6	174,2	0,0000	0,0022
CHcel	118,57	90,84	149,52	144,56	0,0006	0,7648
CCel	91,66	144,80	109,24	140,27	0,0052	0,0344
CLig	17,20	23,80	38,20	41,40	0,0001	0,0244
CCHOT	645,61	763,15	905,00	895,45	0,0002	0,0110
CCNF	431,95	550,19	614,39	587,77	0,0017	0,0048
CNDT	582,48	794,58	853,76	837,68	0,0002	0,0031

(Continuação da Tabela 6)

CMS- $Y = 932,792208 + 14,863248x$

CPB - $Y = 137,660816 + 3,975169x$

CEE- $Y = 12,798304 + 1,201298x$

CFDN - $Y = 212,909980 + 4,889973x$

CFDA - $Y = 107,529046 + 3,067939x$

CLig - $Y = 17,10112 + 1,16001x$

CNF - $Y = 430,116174 + 21,574175x - 0,643795x^2$

CCHT - $Y = 668,604920 + 11,884916x$

CNDT - $Y = 578,863 + 29,482x - 0,792x^2$

Observando os valores de P para linearidade na Tabela 6 verifica-se que houve diferença significativa, para quase todas as variáveis analisadas. Foi observado aumento linear para o CMS g/animal/dia, em função inclusão do FMB. Alguns fatores podem ter influenciado este maior consumo. Nesse contexto pode-se inferir que características ligadas ao FMB, como o tamanho de partícula podem ter influenciado este resultado.

O consumo de alimento pelos ruminantes é regulado por fatores físicos e metabólicos (ROMNEY e GILL, 2000). Além disso, os mamíferos em geral, e particularmente os ruminantes, têm apresentado preferências por alimentos que conciliem teores protéico e energético que maximizem a produtividade animal (ELLIS et al, 2000), o que, algumas vezes, pode diminuir ou aumentar o consumo total de matéria seca. No presente trabalho observou-se um aumento no consumo de MS, sendo assim, levando-se em consideração o tamanho do partícula do FMB, que é bem baixo, sugere-se que houve uma maior taxa de passagem havendo assim a necessidade de maior ingestão de alimento para suprir as suas necessidades nutricionais de manutenção e produção.

As ingestões de MS, nos tratamentos com inclusão do FMB, foram consideradas adequadas quando comparadas as recomendações do NRC (1985), de 1,0 kg de MS/dia para animais de 20 kg PV. Os valores de ingestão de matéria seca (IMS) também foram semelhantes aos encontradas por Verás et al.(2005), que obtiveram valores médios de 1,150 kg/dia, para ovinos na mesma faixa de peso, alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho. A média de IMS kg/dia no presente trabalho foi de 1,100kg/dia.

Para o consumo de MS por unidade de tamanho metabólico, foram encontrados valores de 83,81; 98,44; 103,79 e 111,19g/kg^{0,75}, em função dos níveis crescentes de FMB. Sabe-se que, entre os fatores envolvidos na regulação do consumo, estão a ingestão de energia pelo animal e a concentração de FDN da dieta, sendo esta

considerada limitante em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem pelo rúmen. Porém, no caso deste subproduto, que possui granulometria fina, não se pode atribuir enchimento ruminal como fator preponderante na regulação do consumo, fato este que pode ter sido relacionado a baixa disponibilidade de energia, fazendo com que o animal ingira maiores quantidades de alimento buscando assim saciar o apetite em detrimento a baixa disponibilidade de energia do subproduto.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) Tabela 6, para CPB g/animal/dia, havendo comportamento linear crescente de acordo com as inclusões do FMB. Os tratamentos com inclusão do FMB, estiveram próximos do recomendado pelo NRC (1985), de 167 e 191g PB/dia, respectivamente, para cordeiros de 20 e 30 kg PV. A média do CPB g/animal/dia no presente estudo foi de 182,38, estando dentro da faixa recomendada. Este resultado corrobora com o obtido por Urano et al, (2006), que obtiveram valor médio de 183,7 g/PB/dia em cordeiros Santa Inês alimentados com soja em grãos na dieta. Pode-se inferir que esse aumento nos consumos de PB, podem estar ligados a alta quantidade de PB ligada a fração fibrosa do alimento NIDN e NIDA (Tabela 3).

Nesse contexto mesmo consumindo mais PB, esta não poderá ser aproveitada pelos animais, pois os animais tendem a consumir mais, tentando suprir o déficit de N no ambiente ruminal, o qual juntamente com a energia rege a dinâmica de fermentação ruminal. Dessa forma o CPB segue a mesma tendência do consumo dos outros nutrientes por borregas, quando estas são alimentadas com FMB em níveis crescentes. Nesse sentido os animais tendem a consumir mais alimento para suprir as exigências de energia e proteína deficitárias no FMB.

Pode-se observar que houve aumento linear para o CEE g/animal/dia. Levando em consideração que a quantidade de EE do FMB é baixa 1,29 (Tabela 3), este aumento no CEE pode ser devido a seleção dos animais por este componente alimentar que é 2,25 vezes mais energético que carboidratos e proteínas. Podendo assim suprir o déficit de energia do FMB. Apesar dos ovinos serem animais seletivos, não se encontra na literatura, trabalhos relacionados sobre esta hipótese.

Na Tabela 6 pode-se observar que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os CFDN, CFDA e CLig g/animal/dia. Neste sentido pode-se inferir que as altas concentrações de fibra no FMB (Tabela 3), podem ter influenciado esse maior consumo. Mertens (1992) sugeriu que a limitação no consumo por enchimento pode

ser correlacionada ao nível de fibra em detergente neutro (FDN) de uma ração, sendo a FDN o regulador de consumo por mecanismos físicos.

Contudo, mesmo o FMB possuindo uma alta quantidade de FDN 60,2 (Tabela 3), caracterizando este alimento como fibroso, não se deve associar somente a FDN, como parâmetro de enchimento ruminal. Alguns alimentos podem apresentar grandes quantidades de FDN, no entanto pequeno tamanho de partícula, como é o caso deste subproduto. No presente trabalho os consumos de FDN g/animal/dia apresentaram-se entre 221,53 a 318,77, valores bem abaixo dos encontrados por Rodrigues et al. (2003) que obtiveram consumos variando de 442,79 a 561,22 g/animal/dia de FDN, utilizando farelo de castanha de caju na terminação de ovinos.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o consumo de carboidratos totais (CCHT) em função dos níveis crescentes de FMB. Este fato pode estar relacionado com a composição bromatológica do FMB, o qual possui grande quantidade de CHOT, entretanto a quantidade de lignina é muito elevada (Tabela 3), havendo assim uma possível dificuldade de utilização dos nutrientes deste subproduto.

Houve comportamento quadrático ($P < 0,05$) para o consumo de carboidratos não fibrosos g/animal/dia (CCNF). Este fato pode estar relacionado a maior quantidade da fração C no tratamento com 22,5% de FMB. Outro fato que pode ter levado a esse comportamento é a seletividade dos animais, os quais seguem um padrão de consumo que tende a sincronizar a ingestão de energia e proteína.

Houve aumento linear ($P < 0,05$) para o consumo de NDT, sendo que a incorporação do FMB foi o fator determinante para elevações no consumo de PB, EE e CHOT da dieta. Este fato é coerente, pois a energia dos alimentos advém dos compostos orgânicos já mencionados e desta forma as dietas com maior inclusão representarão maiores teores de energia ingerida.

Na Tabela 7 são apresentados os dados referentes a digestibilidade dos nutrientes em borregas alimentadas com diferentes inclusões do FMB. Pode-se observar que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para a digestibilidade proteína bruta (DPB), fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN), hemicelulose (DHem), celulose (DCel) carboidratos não fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCHOT).

Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade aparente em porcentagem dos nutrientes em borregas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Variáveis	Níveis de Inclusão				Valor de P	
	0%	7,5%	15%	22,5%	Linearidade	Quadrática
DMS	71,88	71,71	69,81	66,70	0,0307	0,8606
DPB	66,36	72,76	72,16	68,43	0,4752	0,2727
DEE	59,39	77,81	75,53	82,19	0,0170	0,0947
DFDN	59,95	49,85	53,27	51,06	0,1600	0,1553
DFDA	48,75	49,72	41,78	40,06	0,0123	0,7458
DHem	69,56	51,00	65,16	64,15	0,9365	0,1524
DCel	67,48	43,09	57,64	17,90	0,3146	0,5069
DCNF	84,93	86,10	87,42	88,25	0,1898	0,6393
DCHOT	76,25	73,09	72,93	72,13	0,0639	0,0834

Digestibilidade matéria seca = (DMS), Digestibilidade proteína bruta = (DPB), Digestibilidade extrato etéreo = (DEE), Digestibilidade fibra em detergente neutro = (DFND), Digestibilidade fibra em detergente ácido = (DFDA), Digestibilidade hemicelulose = (DHcel), Digestibilidade celulose = (DCEL), Digestibilidade carboidratos totais = (DCHT), Digestibilidade carboidratos não fibrosos = (DCNF),
DMS - $Y=0,726495-0,002328x$;
DEE - $Y=63,820214+0,881422x$;
DFDA - $Y=0,501843-0,004537x$

A Lignina, que é indigestível, está inversamente relacionada com a digestibilidade, (FORBES, 1995). Dessa forma entende-se o efeito negativo na digestibilidade da matéria seca (DMS). A grande quantidade de lignina do FMB, 21,16 (Tabela 5), pode ter interferido na digestibilidade total da MS. Pois a lignina além de ser indigestível ainda diminui a digestibilidade de outros componentes da dieta. Van Soest (1994) cita que há uma correlação negativa entre FDA e digestibilidade da MS. Dessa forma fica evidente que o aumento nos níveis crescentes de FMB acarretaram um aumento nos teores de FDA, reduzindo a digestibilidade da MS.

O coeficiente de digestibilidade do EE, mostrou efeito linear crescente ($P<0,05$) em relação ao aumento dos níveis de FMB. Os valores médios de digestibilidade de PB (69,92), estiverem próximos ao recomendado pela FAO (1992) que relata valores de digestibilidade da proteína próximos a 68,4. Contudo os valores referentes a digestibilidade do EE no presente trabalho (73,72) ficaram bem abaixo do recomendado que é de 86,6%. Zinn (1989), verificou diminuição linear da digestão

ruminal da MO com aumento do nível de óleo como suplemento de 0 a 8%, o que pode ser creditado ao desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes subprodutos de oleaginosos, que pode deprimir a digestibilidade da fibra. Podendo-se no presente trabalho inferir que o aumento no EE pode ter diminuição a digestibilidade da MS, com o níveis crescentes de FMB.

Van Soest (1994), afirmou que dietas pobres em carboidratos solúveis e ricas em material lignificado como é o caso do FMB (Tabela 3), limitam a utilização do nitrogênio da dieta por causa do baixo conteúdo energético e a baixa taxa de digestão do carboidrato disponível. Dessa forma o N acaba sendo absorvido e pode não ser aproveitado, havendo assim subutilização do N ingerido e perdas consideráveis de energia, para excreta-lo.

Na Tabela 8 estão os dados sobre o consumo de energia bruta (CEB), energia digestível (CED) digestão da energia bruta (DEB) e avaliação do balanço energético (BENERG), das borregas alimentadas com níveis crescentes de FMB.

Tabela 8 - Consumos de energia bruta (CEB), digestível (CED); digestibilidade aparente da energia bruta (DEB)%, balanço energético (BENERG), energia da urina (EBU), energia bruta nas fezes (EBF) em função das inclusões do FMB.

Variáveis	Níveis de Inclusão				Valor de P	
	0%	7,50%	15%	22,50%	Linearidade	Quadrática
CEB*	2636,29	3846,71	4407,74	4495,69	0,0000	0,0003
CED*	1700,28	2697,40	3033,27	2955,27	0,0034	0,0002
DEB%	64,29	69,96	69,03	65,57	0,7538	0,0413
EBF*	936,012	1149,302	1374,470	1540,426	0,0003	0,1465
EBU*	1188,09	1417,71	1314,38	1203,76	0,8851	0,0815
BENERG*	512,18	1279,69	1718,89	1751,51	0,0001	0,0047

(CV)- coeficiente de variação em %; *Kcal
 CEB - Y = 2925,725722+81,856683x
 CED - Y = 1981,433093+54,677995x
 DEB- Y = 64,494843+0,952160x-0,040580x²
 EBF - Y = 944,291000+27,178800x
 BENER* - Y = 691,994329+55,428989x

Pode-se observar que houve diferença significativa (P>0,05) para o CEB, CED, EDF, EBU e BENERG, tendo comportamento linear crescente para todas as variáveis

citadas. De acordo com Moraes et al. (2007), o maior consumo de energia está diretamente relacionado ao consumo de matéria seca. Dessa forma pode-se inferir que o maior consumo de matéria seca no presente trabalho (Tabela 6) influenciou os maiores consumos de energia.

Pode-se observar que houve diferença significativa ($P>0,05$) para a digestão da energia bruta, apresentando comportamento quadrático. Ressalta-se dessa forma que o maior consumo de nutrientes, nos níveis mais altos de inclusão do FMB, não influenciaram a digestão da energia bruta. Com isso pode-se inferir que mesmo consumindo maior quantidade de alimento os animais recebendo o FMB não teriam desempenho superior, pois os mesmos gastaram mais tempo consumindo para ingerir a mesma quantidade de energia digestível, o que pode levar ao baixo desempenho destes animais.

Pode-se observar na Tabela 9 que não houve diferença significativa ($P>0,05$), para o consumo de água em litros (CH_2O/L), consumo de água em função do peso vivo (CH_2O/PV), consumo de água em função do peso metabólico (CH_2O/PM), balanço hídrico (BH), consumo de água em função do consumo de fibra em detergente neutro ($CH_2O/CFDN$), consumo de água em função do consumo de matéria seca (CH_2O/CMS), volume da urina (VOLU).

Tabela 9 - Média do consumo de água e escore fecal de borregas alimentadas com diferentes inclusões de farelo do mesocarpo do babaçu.

Variáveis	Níveis de Inclusão				Valor de P	
	0%	7,5%	15%	22,5%	Linearidade	Quadrática
CH_2O/L	1,43	1,31	0,95	1,27	0,5277	0,3751
CH_2O/PV	5,64	5,41	3,83	5,17	0,5643	0,4170
CH_2O/PM	126,13	120,05	85,61	115,32	0,5598	0,4060
H_2O/AL (mL)	369,71	289,04	240,68	167,90	0,0488	0,5202
BAL.HD	1,41	1,31	1,05	1,27	0,6033	0,5089
$CH_2O/CFDN$	5,96	5,97	3,09	3,96	0,0604	0,3751
CH_2O/CMS	1,48	1,24	0,79	1,03	0,1384	0,4335
VOL.UR (L)	1,09	0,90	1,19	0,97	0,7894	0,9342
D.Urina	0,95	1,01	1,00	0,91	0,9535	0,0004

$H_2O/AL(mL)$ - $Y = 0,364203 - 0,008677x$;
D.Urina - $Y = 0,95331 + 0,01321x - 0,00065x^2$

Esse fato pode estar relacionado com a composição das dietas, pois essas eram isonitrogenadas, isoenergéticas e com mesma quantidade de FDN. Outro fato que pode ter influenciado a não significância desses dados, seria o de que todos os animais estavam em galpão coberto com palha de babaçu, o que de certa forma melhora o conforto térmico na faixa de neutralidade, em todos os tratamentos.

Na Tabela 9 pode-se verificar que a água presente no alimento (H_2O/AL), apresentou resposta linear decrescente ($P>0,05$) com a inclusão da FMB, esse fato pode estar relacionado com os teores elevados de matéria seca da FMB (Tabela 3). O FMB entrou nas dietas substituindo a silagem de capim Napier que tem muita umidade, quando se insere níveis crescentes do FMB a quantidade de água na dieta diminui. Era esperado que o CH_2O/L aumentasse, pois a água presente no alimento diminuiu, sendo assim a menor quantidade de água da dieta deveria ter estimulado o maior consumo de água pelos animais. Marino (2005) cita que o consumo de água deve ser de 1,5 a 2 vezes o consumo de matéria seca. Baseado nessa informação podemos verificar que os animais desse estudo apresentaram valores inferiores a essas recomendações.

Observou-se comportamento quadrático para a densidade da urina (D.Urina) (Tabela 9). A D.Urina está relacionada a presença de sólidos excretados na urina indicando que os tratamentos 7,5% e 15% eliminaram via urina maiores quantidade de sólidos (nutrientes), uma vez que não houve diferença no consumo de água e excreção de urina. Na tabela 10 são mostrados os dados referentes ao peso das fezes na matéria natural (PFMN), percentagem de matéria seca nas fezes (%MSFEZ) e escore fecal de borregas alimentadas com níveis crescentes de FMB.

Tabela 10. Peso das fezes em matéria natural em kg/dia (PFMN), percentagem de matéria seca nas fezes (%MSFEZ) e escore fecal (EF) em função das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de Inclusão				Valor de P	
	0%	7,5%	15%	22,5%	Linearidade	Quadrática
PFMN(g)	786,72	946,00	974,64	1204,56	0,0105	0,6338
%MSFEZ	25,38	30,33	36,62	40,59	0,0005	0,1767
EF	3	2,8	2,6	2,6	0,0689	0,3412

PFMN(g) - $Y:785,656000+17,095467x$
 %MSFEZ - $Y: 0,254498+0,006921x$

Pode-se observar que houve diferença significativa ($P>0,05$) para o PFMN, apresentando comportamento linear crescente, este fato pode ser explicado pelo maior consumo de alimento dos animais consumindo níveis mais elevados de FMB, seguindo o que já foi discutido sobre o consumo, pode-se inferir que mesmo com maior consumo os animais excretaram mais, pois as características bromatológicas do FMB (Tabela 3), diminuem a digestibilidade da MS, havendo assim maior excreção.

Houve diferença significativa ($P>0,05$) para a %MSFEZ, podendo estar associado a quantidade de água no alimento, ou seja, quando se inclui o FMB na dieta os animais tendem a consumir menos água advinda do alimento.

Não houve diferença estatística ($P<0,05$) para o escore fecal (EF). A média geral do escore fecal foi de 2,75, (Tabela 10). Gomes (2008) cita que o escore três são fezes ligeiramente amolecidas. A maior quantidade de água presente nas rações com 0% e 7,5% pode ter contribuído para essa resposta. Características pertinentes as dietas podem também ter alterado as fezes. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2010) trabalhando com níveis crescentes de farinha orgânica I do babaçu o qual apresentou média de EF 2,72. Assim pode-se inferir que as fezes dos animais do presente trabalho apresentaram-se parcialmente normais. Indicando que o FMB, pode ser incluído na dieta de borregas sem alterar o escore fecal.

O escore fecal é utilizado para avaliar as características das fezes, como consistência, forma e umidade. Estas estão associadas à digestibilidade do alimento e para essa avaliação utiliza-se uma escala que varia de 1 a 6. (Gomes, 2008). Dessa forma pode-se inferir que o farelo do mesocarpo do babaçu não altera o escore fecal de borregas alimentadas com FMB em níveis crescentes.

2.4 Conclusão

A inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu aumenta o consumo dos nutrientes e conseqüentemente a ingestão de energia, no entanto, diminui a digestibilidade da MS, aumenta a excreção fecal e não interfere na ingestão de água nem no escore fecal de borregas.

Referências

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists, **Official Methods of Analysis** (red.). Washington DC: AOAC, 1980. 1015p.

BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v.19, n.1-2, p.511-522, 1965.

CONOVER, W.J., **Practical Nonparametric. Statistic** (2nd ed.), New York: John Wiley. 1980.

ELLIS, W. C.; POPPI, D.; MATIS, J. H. Feed intake in ruminants: kinetic aspects: In: D'MELLO, J. P. F. (Ed) **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB Publishing, cap. 16, p. 335-364. 2000.

FAO. **Production Yearbook**. Roma, v.48, p.164-165. (FAO Statistics, 125). 2007.

FAO (1990). **Animal Genetic Resources** - a Global Programme for Sustainable Development. Animal Prod. Health Paper 80. Rome, v. 23, p.7-10. 1992.

FORBES, J.M. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm animals. Wallingford, UK: **Cab International**, 532p.1995.

GOMES, S.P. **Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos**. Tese de Doutorado. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 83p. 2008.

HALL, W. D. et al. The 12-month prevalence of substance use and ICD-10 substance use disorders in Australian adults: findings from the **National Survey of Mental Health and Well-being**, *Addiction* 94, pp. 1541–50. 1999.

KRUSKAL, W. H., WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **J. Amer. Statist. Assoc.** 47, 583–621. 1952.

KÖPPEN, W. *Climatologia: conunestudio de los climas de latierra*. Fundo de Cultura Econômica. México. 479p. 1948.

LITTELL, R. C., R. J. Freund, and P. C. Spector. **SAS System for Linear Models**. (3rd Ed.). SAS Inst., Inc., Cary. 1991.

MARINO, C. T. Água na produção animal. Informe Técnico – **Macal Nutrição Animal**. 3p. 556p. 2005.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Lavras. **Anais...**, Lavras: SBZ, p,1-33. 1992.

MORAES, S.A., et al. Consumo de Nutrientes de Caprinos Alimentados com Subproduto De Urucum (*Bixa Orellana L.*) In: **Anais...** 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of sheep**. 6. ed. Washington: National Academy, p. 99. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of Sheep**. 6.ed. Washington DC, USA: National Academy Press, p. 99. 1985.

ROGERIO, M.C.P. et al. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus L.*) em dietas para ovinos, consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol. 59, n. 3. 2007.

ROMNEY, D.L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D.I.; OWENS, E.; AXFORD, R.F.E. (Eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition Wallingford**: CABI, p.43-62. 2000.

VERAS, R.M.L.; FERREIRA, M.A.; ARAUJO, C.V. et al. Substituição do farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus indica Mill*) em dietas de ovinos em crescimento. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

RODRIGUES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; VASCONCELOS, V.R. et al. Utilização do farelo de castanha de caju na terminação de ovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.240-248, 2003.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV Viçosa, 2007.

SILVA, J.F.C. e LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, Livro ceres, 380p. 1979.

SIMPLÍCIO, A.A. et al. A Caprino-ovinocultura de Corte como Alternativa para a Geração de Emprego e Renda. Sobral: **Embrapa Caprinos**, p.44. 2004.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562- 3577, 1992.

SOUSA, J. T. L. et al. Avaliação química-bromatológica, consumo e escore fecal de ovinos alimentados com farinha orgânica tipo I do babaçu1 IV Congresso nordestino de produção animal, **Anais**. 2010.

URANO, F. S. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados e alimentados com grã de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1525-1530, 2006.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers, 61. 1999, Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.176-185. 1999.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism. **Journal of Animal Science**. 67:1038. 1989.

ENSAIO 2 - Comportamento ingestivo de borregas alimentados com farelo do mesocarpo do babaçu

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o comportamento ingestivo de borregas alimentadas com diferentes inclusões 0; 7,5; 15 e 22,5% de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB). O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína no setor de ovinocaprinocultura. Foram utilizadas 20 borregas, as quais foram pesados e alojadas individualmente em gaiolas metabólicas em galpão coletivo. O comportamento ingestivo foi realizado durante o período de 24 horas, com observações de 5 em 5 minutos sendo as variáveis comportamentais: Ócio (O), Ruminação (R), Ingestão(I) (considerando ingerindo sal, água e alimento). Para mensuração do tamanho de partícula foi utilizado um separador de partículas modelo *Penn State* contendo três peneiras com porosidades de 19, 8 e 1,18mm e uma bandeja de fundo. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para as atividades ingestão por consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN) e consumo de fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA). Houve aumento linear ($P<0,05$) para as atividades ruminação e mastigação para todas as variáveis em função do CMS, CFDN e CFDA, afetando dessa forma a eficiência de mastigação e ruminação. A granulometria das dietas contendo níveis crescentes do FMB é baixa situando-se em porosidade menor que 8mm. Os tempos de ingestão, ruminação, ócio e mastigação não apresentaram diferença significativa com a utilização do FMB nas diferentes inclusões.

Palavras-chave: Alimentação. Ovinos. Partícula. Ruminação. Subprodutos.

Feeding behavior of lambs fed with babassu mesocarp bran

The objective of this study was to evaluate the feeding behavior of lambs fed different inclusions 0; 7.5; 15 and 22.5% of babassu mesocarp bran (BMB). The experiment was conducted at the Federal University of Tocantins, Araguaína Campus in sheep and goat farming sector. Were 20 ewe lambs used, which were weighed and housed individually in metabolic cages collective shed. The feeding behavior was carried out during the period of 24 hours, with observations of 5 in 5 minutes and the behavioral variables: Leisure (L), Rumination (R), Ingestion (I) (considering ingesting salt, water and food). For measuring the particle size was used a model Penn State particle separator containing three screens with porosities of 19, 8 and 1,18mm and a bottom tray. There was no significant difference ($P > 0.05$) for the activities intake by dry matter intake (DMI), insoluble fiber intake neutral detergent (NDFI) and intake of acid detergent insoluble fiber (ADFI). There was a linear increase ($P < 0.05$) for rumination and chewing activities for all variables as a function of DMI, NDFI and ADFI, thus affecting the efficiency of chewing and ruminating. The particle size of diets with increasing levels of BMB is low standing in porosity less than 8mm. The intake time, rumination, idleness and chewing showed no significant difference with the use of the BMB in the different inclusions.

Keywords: Byproducts. Feed. Particle. Rumination. Sheep.

2.5 Introdução

Por sua diversidade climática e extensão territorial, o Brasil possui grande potencial de produção de diversos alimentos os quais geram resíduos a partir do beneficiamentos dos mesmos. A grande maioria das rações utilizadas no mercado são a base de milho e soja, produtos considerados padrões na formulação das dietas para animais ruminantes e não ruminantes. No entanto, o alto custo desses insumos pode impossibilitar a produção, principalmente em regiões onde ela é inexistente. Neste contexto, esforços têm sido despendidos na busca por alimentos alternativos de baixo custo que possam substituir parcial ou totalmente alimentos concentrados convencionais (PIRES et al, 2005).

Babaçu é o nome dado a diversas palmeiras de ocorrência no norte e nordeste do país, essas palmeiras produzem um fruto conhecido como coco babaçu, o qual é utilizado na nutrição humana e animal. Na industrialização do babaçu, são gerados subprodutos os quais tem pouca ou nem uma utilidade funcional, entretanto apresentam potencialidade nutricionais havendo a possibilidade de serem inseridos na alimentação animal, principalmente de ruminantes pois esses possuem grande quantidade de material fibroso.

O conhecimento do comportamento ingestivo de cada espécie é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar visando assim o melhor desempenho produtivo (CARDOSO et al. 2006). Características do alimento como tamanho de partícula e teor de FDN podem comprometer o comportamento dos animais podendo desencadear distúrbios digestivos os quais podem provocar decréscimo na produção. Nesse contexto, a observação do comportamento natural expresso pelos animais deve servir de parâmetro decisivo na validação de novas dietas.

O entendimento funcional das características do alimento são de grande importâncias para o desenvolvimento de métodos e técnicas que possam evitar distúrbios gastrointestinais os quais influenciam muito o desempenho animal. O tamanho de partícula vem sendo cada vez mais associado a distúrbios do trato gastrointestinal, pois acarretam em queda da produtividade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento ingestivo de borregas alimentadas com diferentes inclusões (0; 7,5; 15 e 22,5%), de farelo do mesocarpo do babaçu.

2.6 Material e Método

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, no setor de ovinocaprinocultura, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus de Araguaína. Foram utilizadas 20 borregas (SPRD) com o peso vivo médio de 23kg. As borregas foram previamente desverminados e alojados em gaiolas de metabolismo com bebedouros, comedouros e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes. As 20 borregas foram pesados no início do período de adaptação.

As dietas foram balanceadas segundo o NRC (2007) contendo quatro níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu, 0; 7,5; 15 e 22,5% sendo as dietas isonitrogenadas, isoenergéticas e igual nível de FDN. O período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 15 dias. As dietas eram compostas de farelo de milho, farelo de soja, fosfatobicálcico, calcáreo, sal mineral específico para a espécie, silagem de capim Napier e FMB.

Tabela 11 – Composição percentual dos ingredientes das rações com diferentes inclusões dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).

Ingredientes	Níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB)			
	0,00	7,50	15,00	22,50
Silagem de Napier	53,34	47,13	40,96	34,78
FBMI	0,00	7,50	15,00	22,50
Milho	25,63	24,32	22,98	21,66
Farelo de soja	16,03	15,91	15,79	15,69
Fosfato	0,54	0,69	0,84	0,96
Sal mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário dolomítico	1,46	1,45	1,43	1,41

FMB = farelo do mesocarpo do babaçu.

A alimentação dos animais foi oferecida em duas refeições diárias, (às 8 e às 16 horas), sendo que a primeira refeição continha 40% do total diário ofertado. O comportamento ingestivo foi realizado durante o período de 24 horas, com observações em intervalos de 5 minutos sendo as variáveis comportamentais observadas: Ócio (O), Ruminação (R) e Ingestão(I), (FISCHER, 1998). O tempo de mastigação total (TMT) foi determinado pelo somatório dos tempos despendidos em

alimentação e ruminação. A observação noturna dos animais foi realizada mediante o uso de iluminação artificial de lâmpadas incandescentes. O galpão foi mantido com iluminação artificial no período da noite, durante todo o período experimental.

Para avaliação do tamanho de partículas das dietas com inclusões do farelo do mesocarpo do babaçu, aproximadamente 500g de cada dieta (0; 7,5; 15 e 22,5%) foram colocadas no separador de partículas modelo *Penn State* contendo três peneiras com porosidades de 19, 8 e 1,18mm e uma bandeja de fundo, as porcentagens de cada peneira foram calculadas com as porções retidas em cada partição do PSPS, e calculadas em porcentagem para cada peneira via regra de três onde o total 500g corresponde 100%.

Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações:

$$EALMS = CMS/TAL \quad EALFDN = CFDN/TAL$$

em que:

EALMS (g MS consumida/h) e EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação;

CMS (g) = consumo diário de matéria seca;

CFDN (g) = consumo diário de FDN;

TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU$$

em que:

ERUMS (g MS ruminada/h) e ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação; TRU (h/dia) = tempo de ruminação. TMT = TAL + TRU em que:

TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância cujo modelo matemático utilizado foi: $Y_{ij} = \mu + \tau_{ij} + \epsilon_{ij}$

Onde:

Y_{ij} = Observações das variáveis correspondentes repetição j sob o tratamento de ordem i;

μ = Média geral das observações;

τ_{ij} = Efeito do tratamento de ordem i ;

ϵ_{ij} = Erro aleatório associado à repetição de ordem j sob o tratamento de ordem i .

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.1 (SAEG, 2007) e foi utilizado o teste F com significância de 5% de probabilidade.

2.7 Resultados e Discussão

Os resultados sobre ingestão, ruminação e mastigação em função do consumo matéria seca (CMS), consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA), e tempo em ócio (% tempo total) estão apresentados na Tabela 12. Pode-se observar na Tabela 12 que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os tempos de ingestão em função do CMS, CFDN e CFDA.

No entanto houve diferença significativa para ruminação em função do CMS, CFDN e CFDA (Tabela 12). Podendo esses fatos estar relacionados a menor quantidade de fibra efetiva nas dietas com maior inclusões do FMB. A ruminação, ocupa um lugar importante nas atividades dos ovinos, sendo este comportamento influenciado pela natureza da dieta e tipos de manejo e parece ser proporcional teor de parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994). Nesse contexto, outro fator que pode ter efeito sobre a ruminação dos animais no presente estudo, é a granulometria do FMB, que é bem baixa $> 8\text{mm}$, mais de 85% do total (Tabela 13). Podendo assim, haver seleção por parte dos animais, por alimentos mais fibrosos buscando manter a motricidade e funcionamento normal do rúmen. Todavia não existem trabalhos relacionados na literatura abordando tal aspecto.

Pode-se observar que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a mastigação com aumento de (0,060, 0,019 e 0,011min/g/d) para cada 1% de inclusão do FMB, respectivamente para CMS, CFDN e CFDA (Tabela 12). Esse aumento pode ser explicado, levando-se em consideração as características bromatológicas do FMB, as quais diminuem os teores de fibra efetiva da dieta de acordo com sua inclusão do FMB.

Tabela 12 - Médias do tempo gasto com ingestão, ruminação e mastigação em função do consumo de matéria seca (CMS), fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN), fibra insolúvel em detergente ácido (CFDA) e ócio (%tempo total =1440) em borregas alimentadas com níveis crescentes de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Atividade	Tratamentos				Valor de P	
	0%	7,50%	15%	22,5%	Linearidade	Quadrática
Ing/CMS (min/g/dia)	3,726	4,976	4,418	4,638	0,381	0,258
Ing/CFDN (min/g/dia)	0,926	1,048	1,106	1,206	0,129	0,606
Ing/CFDA (min/g/dia)	0,432	0,634	0,566	0,658	0,053	0,198
Rum/CMS (min/g/dia)	2,758	3,714	3,594	4,318	0,026	0,350
Rum/CFDN (min/g/dia)	0,674	0,774	0,908	1,122	0,017	0,647
Rum/CFDA (min/g/dia)	0,310	0,468	0,462	0,612	0,004	0,119
Mas/CMS (min/g/dia)	1,152	2,066	1,954	2,182	0,034	0,156
Mas/CFDN (min/g/dia)	0,376	0,432	0,494	0,568	0,002	0,441
Mas/CFDA (min/g/dia)	0,174	0,264	0,250	0,308	0,0006	0,083
Ócio (%tempo total)	57,47	62,39	56,09	59,76	0,963	0,817

Ingestão = Ing, Ruminação = Rum, Mastigação = Mas, Consumo de matéria seca = CMS, consumo de fibra insolúvel em detergente neutro = CFDN, consumo de fibra insolúvel em detergente ácido = CFDA, tempo total = 1440 min, minutos = min.

Rum/CMS (min/g/dia) - $Y=2,914058+0,060665x$

Rum/CFDN (min/g/dia) - $Y=0,648408+0,019685x$

Rum/CFDA (min/g/dia) - $Y=0,329352+0,011934x$

Mas/CMS (min/g/dia) - $Y=1,649926 +0,024979x$

Mas/CFDN (min/g/dia) - $Y=0,371264+0,008521x$

Mas/CFDA (min/g/dia) - $Y=0,189574+0,005283x$.

No presente trabalho à medida que incluiu-se a FMB na ração a eficiência de ruminação e mastigação reduziu. Isto é, os animais gastaram mais tempo para ruminar e mastigar o alimento. Contudo, sem provocar redução na eficiência de ingestão, conforme citado anteriormente.

Os ovinos são animais seletivos e, muito provavelmente, isso influenciou no consumo desses animais que ingeriram maior quantidade de FMB. Para Dado e Allen (1995) a forma física da dieta pode alterar os tempos de ruminação e mastigação. Mesmo apresentando granulometria fina o FMB não foi capaz de alterar significativamente os tempos absolutos para ruminação, ingestão e mastigação.

Na Tabela 13 estão os valores de distribuição percentual das partículas das dietas contendo diferentes níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Tabela 13 – Distribuição percentual do tamanho de partículas das dietas contendo diferentes níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), obtida pelo método de Separação de Partículas Penn State (Heinrichs e Kononoff, 2002).

Tratamentos	>19mm	19 < 8mm	8 < 1,18mm	<1,18mm
0%	2,65%	8,95%	63,4%	25%
7,5%	1,5%	5,8%	64,5%	28,2%
15%	1,25%	8,6%	50,15%	40,0%
22,5%	1,55%	9,45%	65,0%	24,0%

Milímetro = mm.

Dessa forma pode-se observar que a granulometria das dietas contendo inclusões do FMB, tentem a ter tamanho se partícula bem baixo, mais de 85% das dietas se encontram com tamanho de partícula menor que 8mm. Valores bem diferentes dos encontrados por Pedrico, (2013), que observaram valores de 38,12; 37,12; 37,42 e 36,41% de partículas acima de 8mm respectivamente para as seguintes inclusões 0, 15, 30 e 45%, do farelo do mesocarpo do babaçu.

Infere-se que partículas menores que 1,18mm, podem escapar do ambiente ruminal, via passagem pelo orifício retículo-omasal, sem que essas necessitem ser ruminadas ou degradadas pelos microrganismos ruminais. Nesse contexto, percebe-se (Tabela 13) que uma grande percentagem de partículas menores que 1,18mm podem escapar do rúmen com a digesta, sem sofrer nem um tipo de ação mecânica de quebra de partícula (POPPI et al, 1980). Corroborando com as perspectiva de que a permanência desse alimento no ambiente ruminal é reduzida.

2.8 Conclusão

Conclui-se que a inclusão da FMB na dieta de borregas influenciou de forma negativa na eficiência de ruminação e mastigação, sem prejudicar eficiência de ingestão.

Referências

- CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, D. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contem diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.215-221, 2006.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.
- FISCHER, V. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.362-369, 1998.
- HEINRICH, P. J.; KONONOFF, P. J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New *Penn State* Forage Particle Separator. Cooperative extension. University Park: Pennsylvania State University/Department of **Dairy of Animal Science**. 15p, 2002.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2007.
- PEDRICO, A. **Farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbygnia speciosa*) na produção de bovinos leiteiros**. 2013.46 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, 2013.
- PIRES, A.J.V. et al. Níveis de farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na alimentação de bovinos. **Revista Electrónica da Veterinária**, v.6, n.2, p.1-10, 2005.
- POPPI, D.P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.94, n.2, p.275-280, 1980.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p.1994.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

CAPÍTULO 3

Cinética de fermentação ruminal e composição bromatológica do farelo do mesocarpo do babaçu e de rações contendo-o

O presente trabalho teve como objetivo demonstrar a composição bromatológica e avaliar a cinética de fermentação e degradabilidade *in vitro* da matéria seca, por meio da técnica “*Hohenheim Gás Test*”, do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e de rações com diferentes níveis de inclusão do mesmo. Foram conduzidos dois ensaios: o primeiro utilizando alimentos puros FMB e milho como uma fonte energética padrão, o segundo utilizando rações com inclusões do FMB nas seguintes proporções: 0%; 7,5%; 15% e 22,5% da matéria seca total. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, sendo seis blocos no primeiro ensaio e cinco no segundo. Os tempos de mensuração dos gases produzidos foram: 3; 6; 9; 12; 24; 48; 72 e 96 horas. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as equações de curva de produção de gases, onde o milho grão (MG) apresentou maior produção de gases (PG), concomitantemente à maior degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS). Os concentrados com as inclusões dos FMB apresentaram padrões de cinética de fermentação inferiores as rações sem inclusões do subproduto (0%). Com o aumento da proporção dos FMB nas rações, reduziu-se a produção de gases por tempo de incubação em virtude das características bromatológicas do subproduto. Com base no exposto, pode-se afirmar que os FMB, apesar de ser um alimento energético, não apresenta fermentação ruminal semelhante à fonte energética padrão o milho. O menor nível de inclusão (7,5%) do FMB diminuiu a PG e a DEMS.

Palavras-chave: Alimento. Amido. Fermentação. Fibra. Gases. Subproduto

Kinetics of ruminal fermentation and chemical composition of the babassu mesocarp meal and feed containing it

This study aimed to demonstrate the chemical composition and evaluate the kinetics of fermentation and in vitro degradability of the dry matter, through the "Hohenheim Test Gas" technique, babassu mesocarp bran (BMB) and diets with different levels of Inclusion thereof. Two experiments were conducted: the first using pure foods BMB and corn as a standard energy source, the second using diets with BMB inclusions in the following proportions: 0%; 7.5%; 15% and 22.5% of total dry matter. The experimental design was randomized blocks, six blocks in the first test and five in the second. The measurement time of the gases produced were: 3; 6; 9; 12; 24; 48; 72 and 96 hours. There were significant differences ($P < 0.05$) between the equations of gas production curve, where corn grain (CG) showed higher production of gas (PG), concomitantly with the most effective degradability of dry matter (EDDM). The concentrates with inclusions of BMB showed lower fermentation kinetics patterns diets without byproduct of inclusions (0%). With increasing proportion of BMB in feed, was reduced gas production per time of incubation by virtue of the qualitative characteristics of the byproduct. Based on the above, it can be said that the BMB, despite being an energy food, does not present ruminal fermentation similar to the standard energy source corn. The lowest inclusion level (7.5%) of BMB decreased PG and EDDM.

Keywords: By-product. Fermentation. Fiber. Food. Gases. Starch.

3.1 Introdução

A busca por alternativas alimentares utilizando subprodutos, tem como principais objetivos diminuir os custos de produção e minimizar os impactos ambientais que os mesmos causam ao meio ambiente. Nas regiões Norte e Nordeste a palmeira do babaçu existe em abundância e seus frutos são utilizados por muitos agricultores como fonte de renda na forma de artesanato, carvão e também na alimentação humana e animal (SOLER et al., 2007). Nas indústrias onde o coco babaçu é processado são gerados subprodutos, dos quais o farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) se destaca por suas características nutricionais, apresentando elevado teor de amido o qual pode ser usado na alimentação animal como alimento energético.

Há muitos aspectos relacionados a utilização de subprodutos na alimentação animal, entre eles se destacam a regionalização, economicidade e fatores ligados a constituição bromatológica, pois esses podem afetar diretamente a utilização do subproduto por elevação dos custos de produção e por fatores ligados ao consumo o que afetaria diretamente o desempenho dos animais. Desta forma, trabalhos que visam a caracterização desses subprodutos devem ser desenvolvidos, buscando assim, descrever a bromatologia e a cinética de fermentação ruminal.

Técnicas *in vitro* vem sendo cada vez mais utilizadas para avaliar alimentos, principalmente porque são rápidas, precisas e em algumas modalidades metodológicas, de custo reduzido, o que as tornam atrativas para centros de investigação que trabalham com avaliação de alimentos alternativos para ruminantes (AZARFAR et al., 2009). A técnica de Tilley e Terry (1963) era capaz de estimar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca com boa precisão, mas com uma mínima referência à dinâmica da fermentação ruminal. Dentre as novas metodologias utilizadas para obtenção de parâmetros da cinética de fermentação ruminal pode-se destacar as técnicas de produção de gases em suas diversas variações.

Objetivou-se com este trabalho demonstrar a composição bromatológica e avaliar a cinética de fermentação ruminal e a degradabilidade efetiva do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) oriundo do processo de industrialização do coco babaçu e um alimento energético padrão (milho em grão), além de rações com inclusões crescentes do farelo FMB.

3.2 Material e Método

O experimento foi conduzido no Setor de Ensaio de Produção de Gases do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

O farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), foi adquirido na indústria TOBASA-S.A. e juntamente com o milho em grão, foi levado ao Laboratório de Nutrição Animal da EMVZ, onde foram moídas em moinho tipo “Willey”, em peneiras de 1 mm e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde foram analisadas para obtenção dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), lignina (LIG), celulose (CEL) com o aparelho “Ankon®” pelo método sequencial, além do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2002).

As rações com diferentes níveis de inclusão FMB (0; 7,5; 15 e 22,5% da MS total da ração) foram formuladas para ser isonitrogenadas, isoenergéticas e com teores de FDN semelhantes (Tabela 14).

Tabela 14 – Composição percentual dos ingredientes das rações com diferentes inclusões dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB).

Ingredientes	Níveis de inclusão do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB)			
	0,00	7,50	15,00	22,50
Silagem de Napier	53,34	47,13	40,96	34,78
FBMI	0,00	7,50	15,00	22,50
Milho	25,63	24,32	22,98	21,66
Farelo de soja	16,03	15,91	15,79	15,69
Fosfato	0,54	0,69	0,84	0,96
Sal mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário dolomítico	1,46	1,45	1,43	1,41

FMB = farelo do mesocarpo do babaçu.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dois tratamentos (milho grão e FMB) para os ensaios com alimentos puros, e quatro tratamentos para os ensaios com as rações com diferentes inclusões de FMB (0%; 7,5%; 15% e 22,5%) e cinco blocos (inóculos de diferentes vacas).

Tais alimentos e rações foram submetidas a um ensaio de produção de gases e degradabilidade por meio de uma adaptação da técnica “*Hohenheim Gás Test*” desenvolvida por Menke et al. (1979), utilizando seringas de vidro de 100 mL graduadas para mensuração da produção de gases. Foram usados 0,2 gramas dos alimentos e das rações testadas, incubando estes nas seringas com 10 mL de inóculo e 20 mL de meio de cultura.

O líquido ruminal (inóculo) foi coletado, antes do fornecimento da alimentação matinal de cinco bovinos fistulados no rúmen, recebendo rações formuladas para atender as exigências de manutenção.

Os seguintes horários foram usados para medida do volume dos gases produzidos: 3; 6; 9; 12; 24; 48; 72 e 96 horas após inoculação. Os dados obtidos foram corrigidos utilizando brancos (seringas sem amostra) e os valores ajustados para produção por grama de MS. Após tal procedimento, o modelo de France et al. (1993) foi ajustado aos dados, como expresso na equação 1:

$$Y = A \{ 1 - \exp [- b (t - L) - c x (\sqrt{t} - \sqrt{L})] \} \quad (1)$$

Foram obtidos os seguintes parâmetros referentes à cinética de produção de gases: produção de gases acumulada “*Y*” em mL, tempo de incubação “*t*” em horas, total de gases “*A*” em mL, tempo de colonização “*T*” em horas e taxa de degradação fracional “ μ ” em h^{-1} . As equações geradas foram comparadas por meio de teste de paralelismo e identidade de curvas de acordo com Regazzi e Silva (2004), ao nível de 5% probabilidade de erro ($p < 0,05$).

A taxa fracional média (h^{-1}) de produção de gases (μ) foi calculada como:

$$\mu = \frac{b+c}{2\sqrt{t}} \quad (2)$$

em que, “ μ ” é a taxa de produção de gases (h^{-1}); Sendo os demais termos definidos anteriormente.

Foram estimadas também as degradabilidades efetivas, como expresso abaixo:

$$DE = S_0 e^{-kT} (1 - kI)/(S_0 + U_0) \quad (3)$$

Em que: DE = degradabilidade efetiva, k = taxa de passagem; sendo calculado para $k = 0,05; 0,06; 0,07$ e $0,08$ e S_0 e U_0 = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente, sendo:

$$I = \exp [-(b + k)(t - T) + c(\sqrt{t} - \sqrt{T})] dt \quad (4)$$

3.3 Resultados e Discussão

Na tabela 15 são apresentados os valores referentes a bromatologia do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG).

Tabela 15 - Composição bromatológica percentual do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG).

Parâmetros bromatológicos	Tratamentos	
	FMB	MG
Matéria seca (MS) (%)	87,83	87,54
Matéria mineral (% da MS)	4,36	1,50
Proteína bruta (% da MS)	6,09	9,15
Extrato etéreo (% da MS)	1,29	3,97
Fibra insolúvel em detergente neutro (% da MS)	60,2	15,28
Fibra insolúvel em detergente ácido (% da MS)	44,02	3,78
Hemicelulose (% da MS)	16,17	11,50
Celulose (% da MS)	26,07	3,51
Lignina (% da MS)	21,16	1,66
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% da N total)	0,25	0,11
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% da N total)	0,31	0,09

Farelo do mesocarpo do babaçu (FMB); Milho grão (MG).

O FMB apresenta baixo teor de PB, esse dado pode limitar o uso desses subprodutos, uma vez que existe uma quantidade mínima de PB de 7% necessária para o bom funcionamento ruminal (SILVA e LEÃO, 1979).

Podendo dessa forma afetar a digestibilidade dos constituintes fibrosos da dieta uma vez que a amônia é essencial para as bactérias que degradam os carboidratos estruturais (KAMRA, 2005). Observa-se também que a quantidade de extrato etéreo é baixa nos dois farelos em comparação ao MG. Sendo esse um fator que não impede a utilização dos FMB nas dietas de ruminantes, já que os microrganismos não utilizam os lipídeos dietéticos como fonte de energia, e pouco é aproveitado para formação de suas membranas celulares (MARTIN e JENKINS, 2002).

O FMB apresenta altas concentrações de FDN, esse fato pode diminuir a disponibilidade de nutrientes no ambiente ruminal. Observa-se também uma grande quantidade de lignina no FMB, constituinte indigestível da parede celular vegetal que além de ser indigestível ainda diminui a digestibilidade da celulose e da hemicelulose.

Os valores de degradabilidade efetiva da MS (DEMS), potencial máximo de produção de gás (A), tempo de colonização (T) e taxa de produção de gás (μ), do FMB, e MG estão demonstrados na Tabela 16.

Tabela 16 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG), utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.

Parâmetros de France	Tratamentos	
	FMB	MG
A* (mL)	204,91	284,46
T* (horas:minutos)	5:45	0:04
μ^*	0,0454	0,0570
DEMS (5%)	34,01	66,47
DEMS (6%)	31,78	65,77
DEMS (7%)	29,71	65,06
DEMS (8%)	27,76	64,36

A - Total de gases (mL); T = Tempo de colonização (horas); μ = Taxa de degradação fracional (h^{-1}); *Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993); DEMS = Degradabilidade efetiva da matéria seca; Farelos do mesocarpo (FMB); Milho grão (MG).

Os maiores valores de A, μ e DEMS e o menor valor de T obtidos foram para o MG, podendo estar relacionados a menor quantidade de FDN e lignina, em relação ao FMB, já que esses constituintes do alimento interferem nos processos de colonização e fermentação dos mesmos pela microbiota presente no rúmen (VAN SOEST, 1994). Santos et al. (2003) testaram a fermentação de rações com diferentes alimentos e observaram maior produção de gases em rações contendo fubá de milho, devido a este alimento ser rico em carboidratos prontamente fermentáveis, como o amido, propiciando maior fermentação ruminal, resultando em maior produção de gases, quando comparado com alimento com maior proporção de carboidratos fibrosos (parede celular).

Segundo Guimarães Júnior et al. (2008), o tempo de colonização corresponde ao tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana, sendo influenciado pela ração testada, presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra. O FMB apresenta fração fibrosa muito lignificada (Tabela 15) o que dificulta a colonização e fermentação da FDN deste alimento pois a lignina é indigestível, sendo tóxica para muitos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994).

Nogueira, Mauricio e Gonçalves (2006), avaliando a fermentação *in vitro* de MG e concentrado comercial pela técnica semiautomática de produção de gases em que se encontrou às 96h uma produção cumulativa de gases (PCG) de 301 mL/g e 379 mL/g respectivamente. Valores bem superiores aos encontrados no presente estudo para variável PCG do MG que foi de 284,46 mL/g, o que pode ser explicado pela diversas variedades e híbridos de milho no mercado.

O menor valor da degradabilidade da MS no FMB pode ser devido à fração da fibra não digestível, principalmente à lignina, em quantidade elevada em relação ao milho grão influenciam negativamente a degradabilidade, ocasionando menor produção de gases.

Os teores de FDN dos alimentos influenciaram a cinética de fermentação ruminal. A composição bromatológica e a cinética de produção de gases obtidas neste ensaio evidenciam possível restrição no uso desse alimento em rações para ruminantes, principalmente em animais de alta exigência nutricional, como ruminantes de alto potencial produtivo, no terço final de gestação ou no pico de lactação.

Na Tabela 17 estão apresentadas as equações advindas da análise de regressão dos dados de cinética de fermentação ruminal do FMB e MG. A equação do MG apresentou-se distinta ($P < 0,05$) da equação do FMB, resultado este que está provavelmente relacionado às diferenças bromatológicas do FMB e do MG (Tabela 15).

Tabela 17 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL.g⁻¹ de MS do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG).

Alimentos	Equações (Modelo de France)	R ² (%)
FMB ¹	$Y = 204,9175 \times \{1 - \exp [-(0,0639) \times (t - 5,7663) - (-0,1661) \times (\sqrt{t} - \sqrt{5,7663})]\}$	a B 88,20
MG ³	$Y = 284,4572 \times \{1 - \exp [-(0,0700) \times (t - 0,0805) - (-0,1156) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0805})]\}$	a A 91,26

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais nas colunas, são paralelas pelo teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas, iguais nas linhas, são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% (REGAZZI e SILVA, 2004); Farelos do mesocarpo do babaçu (FMB), Milho grão (MG³).

Na figura 2 encontra-se o gráfico com a produção cumulativa de gases (PCG) dos farelos do FMB em comparação ao milho grão.

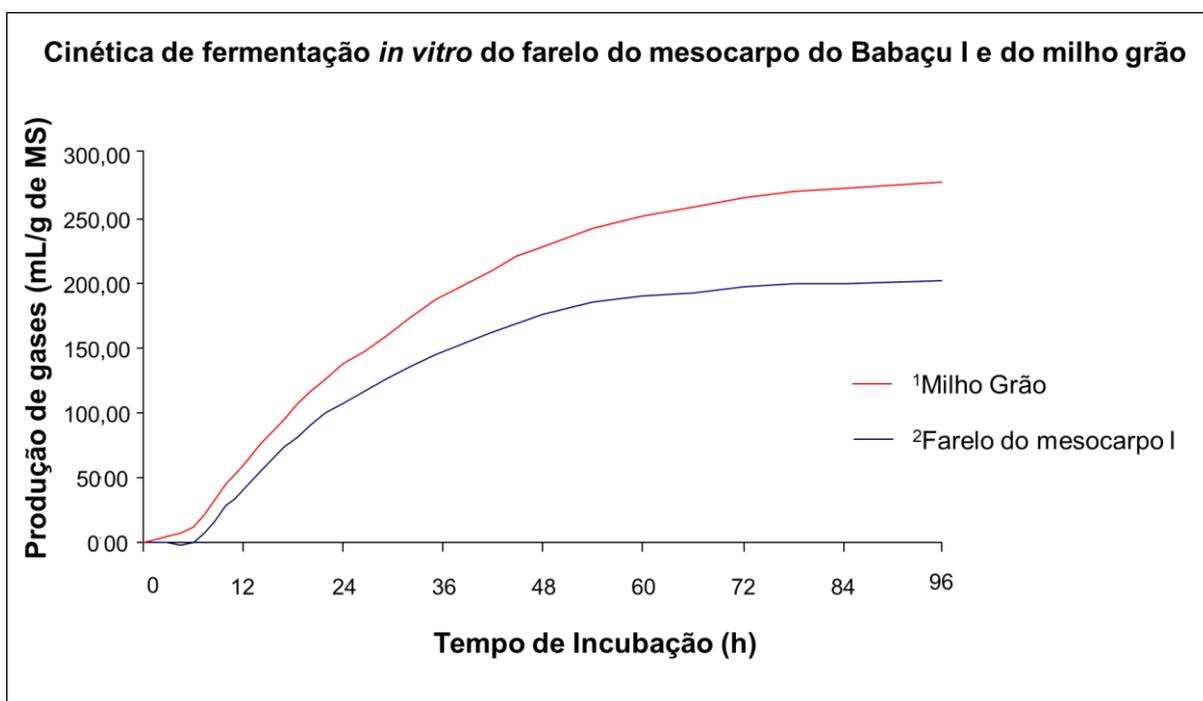


Figura 2 – Produção cumulativa de gases dos farelos do mesocarpo do babaçu (FMB) e do milho grão (MG¹).

Pode-se observar que a curva de produção de gases do MG é bem superior à dos FMB, podendo estar relacionado as características fibrosas que os FMB

apresenta. A composição do amido dos FMB, pode ter influenciado a taxa de degradação e produção de gases, uma vez que a associação com matrizes protéicas, parede celular e proporção de amilose e amilopectina podem afetar a degradação ruminal, todavia, não existem trabalhos relacionados a composição do amido dos FMB. O grão de milho apresenta uma matriz protéica formada por zeínas que recobrem o amido sendo que essa matriz interfere negativamente na velocidade de degradação ruminal (LARSON e HOFFMAN, 2008). Entretanto, mesmo com o recobrimento do amido do milho por uma matriz proteica, seus valores de produção de gases e DEMS foram superiores aos do FMB.

Na Tabela 18 estão apresentados os valores de composição bromatológica dos concentrados com níveis crescentes (0%; 7,5%; 15%; e 22,5%) de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Tabela 18 - Valores de composição bromatológica dos concentrados com níveis crescentes do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB).

Parâmetros bromatológicos	Níveis de inclusão do FMB nas rações			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Matéria seca (MS) (% da Matéria Natural)	90,67	90,43	90,20	89,97
Proteína bruta (% da MS)	12,36	12,37	12,37	12,39
Extrato etéreo (% da MS)	2,54	2,44	2,33	2,23
Fibra em detergente neutro (% da MS)	43,58	43,52	43,49	43,45
Fibra em detergente ácido (% da MS)	23,34	24,16	24,99	25,82
Lignina (% da MS)	3,27	4,55	5,83	7,11
Nutrientes digestíveis totais (% da MS)	59,66	59,60	59,54	59,50

A inclusão de níveis crescentes do FMB no concentrado ocasionou proporcionalmente elevação nos valores de lignina (Tabela 18). O teor e o tipo da FDN e FDA são importantes parâmetros para avaliar a qualidade de um alimento, porque sua fermentação varia extensamente no rúmen, podendo influenciar o desempenho do animal (MERTENS, 1997).

A fração de FDN está relacionada principalmente à redução do consumo de alimento, enquanto que a FDA e a lignina estão diretamente relacionadas à digestibilidade. A adição da FMB nas rações aumentou os níveis de FDA, inferindo-se

que o aumento desses constituintes da parede celular podem afetar a degradabilidade ruminal das rações. Tais resultados corroboram com observações de Mendes et al. (2005) que relataram que o principal fator de limitação da digestibilidade da matéria seca em volumosos ricos em fibra (farelo de girassol) é o FDA, sendo a lignina o componente desta responsável pela baixa digestão da parede celular no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Velásquez et al. (2009) Avaliaram a cinética de fermentação e taxas de degradação de três espécies forrageiras tropicais (capins tanzânia, marandu e tifton 85), com três idades de corte (28, 35 e 42 dias) e observaram maior tempo de colonização dos substratos de gramíneas com valores altos de FDN e lignina. No presente trabalho pode-se observar esse relação inversa, da maior quantidade de fibra a menor produção de gases e conseqüentemente menor DEMS.

Muniz et al. (2011), utilizando volumosos secos (fenos de mata pasto, sabiá, juazeiro, mororó, capim estrela, folha de leucena, aveia e capim Tifton 85) e volumosos aquosos (silagens de milho, sorgo e palma, e ainda, a cactácea palma forrageira *in natura*), relataram que os menores teores de FDN, resultam em maior produção de gás, devido a maior proporção de conteúdo celular, e, com isso, menor tempo de colonização pelos microrganismos. Os maiores valores de DEMS, foram observados para das dietas sem inclusão do FMB, dessa forma pode-se inferir que as características desse subproduto interferem na fermentação e degradação ruminal.

Na Tabela 19 estão as equações demonstram a produção cumulativa de gases do farelo do mesocarpo do babaçu nos diferentes níveis de inclusão. Observou-se que à medida que aumenta os níveis de inclusão do FMB na ração, reduz proporcionalmente a produção de gases por tempo de incubação, indicando que a FMB é um alimento de baixo valor nutricional.

O uso desse subproduto na alimentação de ruminantes pode ser justificado considerando que este é economicamente viável na região onde é produzido por apresentar baixo custo em relação a alimentos mais caros, como por exemplo, o milho. Entretanto, isso pode não ser verdade para animais com maior exigência nutricional, quando a redução do custo pode vir acompanhada por uma diminuição significativa na produtividade.

Tabela 19 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* de rações com inclusão de farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.

Parâmetros de France	Níveis de inclusão de FMB das rações (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
A*	217,0964	199,2681	194,4534	195,7873
T* (Horas:minutos)	1:01	2:04	2:10	2:35
μ^*	0,038929	0,051086	0,036922	0,040828
DEMS (2%)	60,6715	59,1412	57,9138	61,5358
DEMS (3%)	60,0632	58,5721	57,3151	60,9118
DEMS (4%)	59,4553	58,0032	56,7172	60,2885
DEMS (5%)	58,8479	57,4344	56,1200	59,6658

A = Total de gases (mL); T = Tempo de colonização (horas); μ = Taxa de degradação fracional (h^{-1}); DEMS = Degradabilidade efetiva da matéria seca; *Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993).

Quanto aos parâmetros de France, os quais descrevem numericamente a cinética de fermentação ruminal, nota-se que o potencial máximo de produção de gases (A) da ração contendo 0% de FMB possui valor superior aos demais, o que pode levar à dedução de um menor tempo de colonização que as demais rações (Tabela 19). Isso, provavelmente devido a ração com 0% de inclusão do FMB ser constituída basicamente de milho e soja, alimentos que possuem alta fermentabilidade e fácil colonização por microrganismos ruminais (CABRAL et al., 2002).

As equações advindas da análise de regressão dos dados de cinética de fermentação ruminal das rações com inclusão de FMB (Tabela 20).

Tabela 20 - Equações da produção acumulativa de gases, em $mL.g^{-1}$ de MS das rações com diferentes níveis de inclusão de farelo do mesocarpo do babaçu.

Rações*	Equações (Modelo de France)	R ² (%)
0,0	$Y = 217,0964 \times \{1 - \exp^{[-0,0577(t - 0,0376) - (-0,1544) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0376})]}\}$ a A	98,20
7,5	$Y = 199,2681 \times \{1 - \exp^{[-0,0543(t - 0,0118) - (-0,1492) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0118})]}\}$ a B	98,40
15,0	$Y = 194,4534 \times \{1 - \exp^{[-0,0516(t - 0,0669) - (-0,1465) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0669})]}\}$ a C	98,00
22,7	$Y = 195,7873 \times \{1 - \exp^{[-0,0522(t - 0,0525) - (-0,1453) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0525})]}\}$ a C	92,70

*Níveis de inclusão do FMB nas rações (%); Equações acompanhadas por letras minúsculas, iguais nas colunas, são paralelas pelo teste de paralelismo de curva a 5%. Equações acompanhadas por

(continuação da Tabela 20)

letras maiúsculas, iguais nas linhas, são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% (REGAZZI E SILVA, 2004).

As curvas de produção de gases apresentaram-se distintas, provavelmente em função das diferenças bromatológicas da farelo de mesocarpo de babaçu. Observa-se que à medida que aumenta a proporção de FMB na ração, reduz-se a produção de gases por tempo de incubação, indicando que a FMB é um alimento com menor valor nutritivo que os alimentos que ele substitui na ração, principalmente o milho. A inclusão crescente do FMB na ração elevou os teores de lignina, sendo um fator importante para a redução da degradabilidade da ração.

O volume de gases produzidos sofre interferência da relação propionato/acetato, sendo que a maior produção de acetato favorece a produção de gases, já o aumento da produção do propionato, proporciona uma redução do pH, diminuindo a produção de gases (AZARFAR et al., 2009). As rações experimentais geralmente, em sistemas “*in vitro*”, não ocasionam uma diminuição excessiva do pH ruminal, devido aos meio de cultura tamponantes, no entanto, a relação propionato/acetato pode ser alterada em rações experimentais como essas com níveis crescentes de inclusão dos FMB que apresentam uma elevada fração fibrosa não digestível, influenciando a fermentação e, conseqüentemente, a produções de gases.

3.4 Conclusão

O farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), apesar de ser um alimento energético, não possui produção de gases equivalente ao do milho. Os FMB, quando adicionados ao concentrado em níveis iguais ou acima de 7,5%, resulta em redução da fermentação ruminal das rações.

Referências

- AZARFAR, A. et al. *In vitro* gas production profiles and fermentation end-products in processed barley, maize and milo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 10, p. 1697-1708, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 17. ed. Washington, 2002.
- CABRAL, L. S. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002.
- FRANCE, J. et al. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal Theoretical Biology**, v. 163, n. 1, p. 99-111, 1993.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R. *et al.* Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 5, p. 1174-1180, 2008.
- KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p. 124-134, 2005.
- LARSON, J.; HOFFMAN, P. C. Technical note: a method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Madison, v. 91, n. 12, p. 4834-4839, 2008.
- MARTIN, S.A.; JENKINS, T.C. Factors affecting conjugated linoleic acid and trans-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.12, p.3347-3352, 2002.

MENDES, A. R. et al. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 679-691, 2005.

MENKE, K. H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v. 93, n. 1, p. 217-222, 1979.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MUNIZ, E. B. et al. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. *Ciências Agrárias, Londrina*, v. 32, n. 3, p. 1191-1200, 2011.

NOGUEIRA, U. T.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 633-641, 2006.

REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 22, n. 2, p. 33-45, 2004.

SANTOS, R. A. et al. Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 689-695, 2003.

SILVA, J.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, livroceres. p. 190-236. 1979.

SOLER, M. P. et al. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 717-722, 2007.

TILLEY, J. M. A. E TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, v.18, p. 104-111, 1963.

TOBASA BIOINDUSTRIAL DE BABAÇU S.A. **Nossos Produtos**. Disponível em: <http://www.tobasa.com.br/nossos_produtos.html>. Acesso em: 01 dez. 2011.

VELÁSQUEZ, P. A. T. et al. Cinética da fermentação e taxas de degradação de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte estimadas pela técnica de produção de gases *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1695-1705, 2009.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 476. 476. 1994.