

## COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO RUMINAL DE RESÍDUOS FIBROSOS DE BABAÇU E DIETAS CONTENDO-AS\*

Gilberto de Lima Macedo Junior<sup>1</sup>, Luciano Fernandes Sousa<sup>2</sup>, Jhone Tallison Lira de Sousa<sup>3</sup>, Iran Borges<sup>4</sup>, André Guimarães Maciel e Silva<sup>5</sup>, Rogério Pereira dos Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

Objetivou-se no experimento avaliar a cinética de fermentação e degradabilidade ruminal efetiva *in vitro*, através da técnica “Hohenheim Gas Test”, da farinha do epicarpo I e II do babaçu (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB), além de dietas com diferentes níveis inclusão das mesmas. Foram conduzidos dois ensaios um com os subprodutos puros e outro com dietas com inclusões da FEEBI, FEEBII, TB nas seguintes proporções: 0,0; 7,5; 15,0 e 22,5% da matéria seca total. O delineamento foi o de blocos casualizados sendo seis blocos no primeiro e cinco na avaliação das dietas contendo os subprodutos. Os tempos de mensuração dos gases produzidos foram 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. O modelo de France et al. (1993) foi ajustado aos dados e as equações de regressão obtidas foram comparadas por meio de teste de paralelismo e identidade de curvas. As farinhas FEEBI, FEEBII e a TB apresentaram composições bromatológicas diferentes, em relação aos constituintes da fibra (FDN, FDA e Lignina). As farinhas FEEBI e FEEBII apresentaram curvas de cinética de fermentação inferiores aos padrões de fermentação da TB. Com o aumento da proporção de FEEBI, FEEBII e da TB na dieta, reduz-se a produção de gases por tempo de incubação. Em virtude do exposto, pode-se afirmar que as farinhas do endocarpo e epicarpo apresentaram baixa fermentação ruminal, o que compromete seu uso em dietas de

animais, já a TB apesar de reduzir a fermentação ruminal o faz em menor proporção que as farinhas o endocarpo.

**Palavras-chave:** *Orbignya martiana*, produção de gases, subprodutos.

### INTRODUÇÃO

Fontes alternativas de alimentos em substituição a ingredientes mais caros têm sido amplamente utilizadas visando minimizar os custos com alimentação. Os diversos co-produtos oriundos das agroindústrias, utilizados de forma racional, contribuem para a redução do custo de alimentação dos animais (Pires et al., 2004).

A palmeira Babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.) é comum nos estados do Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins. Palmeira da família *Arecaceae*, produz frutos drupáceos com sementes oleaginosas e comestíveis dos quais se extraem subprodutos, utilizados como alimentos ou remédios, além de ser alvo de pesquisas para a fabricação de biocombustíveis e produção de farinhas utilizadas na alimentação de ruminantes (Farias et al., 2011). Após a extração mecânica do epicarpo e mesocarpo do babaçu, separa-se o endocarpo das amêndoas através de serragem do coco ao meio e o produto deste processamento realizado no conjunto endocarpo-amêndoa dá origem as farinhas de epicarpo I (FEEBI) e farinha de epicarpo II (FEEBII) – Figura 1.

\* Artigo recebido em: 17/12/2013

Artigo aceito em: 24/02/2014

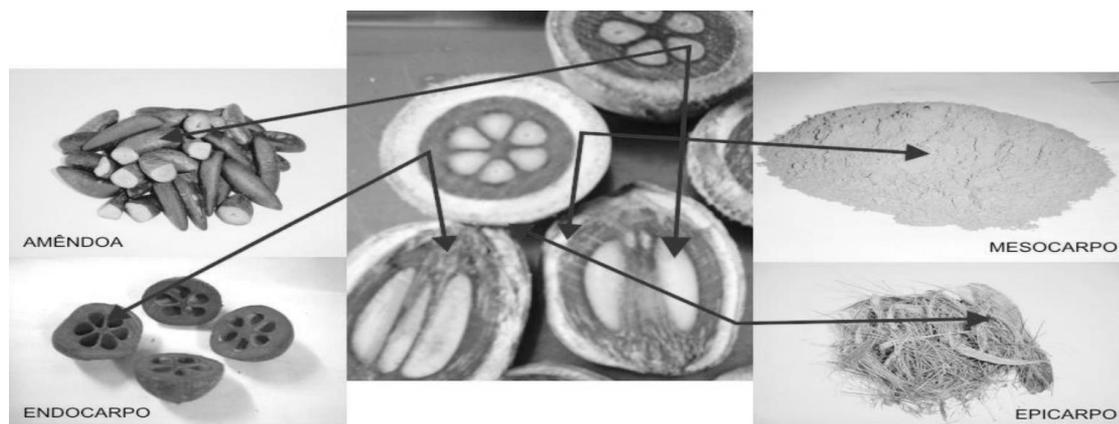
<sup>1</sup>Zootecnista, Doutor, Professor adjunto, Universidade Federal de Uberlândia. , Faculdade de Medicina Veterinária – FAMEV. Campus Umuarama - Bloco 2T. Av. Pará, 1720 - Bairro Umuarama. Uberlândia - MG - CEP 38400-902. Email: gilbertomacedojr@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Professor Universidade Federal do Tocantins

<sup>3</sup>Discentes do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Tropical Universidade Federal do Tocantins

<sup>4</sup>Zootecnista, Doutor, Professor da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>5</sup>Médico Veterinário, Doutor, Professor da Universidade Federal do Pará



**Figura 1** - Coco de babaçu e suas partes. Fonte: Tobasa (2010)

As farinhas FEEBI e FEEBII passam por peneiras com diferentes granulometria e, no peneiramento se dá à distinção das duas farinhas. A FEEBII apresenta maior granulometria, tendo maior comprimento da porção fibrosa (figura 1) O epicarpo do fruto do babaçu, devido a sua composição química e seu elevado potencial calorífico, vem sendo utilizado como carvão vegetal, no entanto pouco se sabe sobre sua utilização na alimentação de ruminantes.

A torta de babaçu (TB) é subproduto obtido no processo de extração do óleo das amêndoas do babaçu que corresponde de 6 a 8% do peso do coco integral. Tais amêndoas pesam, em média, de 3 a 4 g, e contêm entre 60 a 68% de óleo, podendo alcançar 72% em condições favoráveis de crescimento da palmeira. A torta gorda ou magra (farelo) do babaçu, apesar de possuir qualidade inferior à da soja, tem espaço nas formulações regionais de rações para animais (SOLER et al., 2007).

Apesar de já utilizada como alimento alternativo, dados de fermentação ruminal destes subprodutos ainda não foram publicados em quantidade consistente, tal aspecto justifica este trabalho já que informações da cinética de fermentação são importantes ferramentas na utilização de subprodutos em programas de nutrição e alimentação de ruminantes (MERTENS, 1997).

Objetivou-se avaliar a composição bromatológica e a cinética de fermentação ruminal e da degradabilidade efetiva das farinhas de endocarpo e epicarpo e da

torta de babaçu oriundas dos processos de industrialização do babaçu e de dietas com inclusões desses alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de ensaios de produção gases do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

As farinhas do endocarpo e epicarpo e a torta do babaçu (FEEBI, FEEBII e TB, respectivamente), foram adquiridas da indústria TOBASA-S.A. e foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da EMVZ, onde foram moídas em moinho tipo "Willey" a 1 mm e 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 seqüencial, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). (A.O.A.C., 2002). As rações com diferentes níveis de inclusão FEEBI, FEEBII e TB (0,0; 7,5; 15,0 e 22,5%) foram formuladas para serem isoprotéicas, isoenergéticas e isofibrosas.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três e quatro tratamentos (FEEBI, FEEBII e TB) para os ensaios com alimentos puros e dietas, respectivamente, e cinco blocos (inóculos de diferentes vacas).

Tabela 1 – Rações experimentais com a inclusão das farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I e II (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB)

Ingredientes	Níveis de inclusão da farinha do endocarpo do babaçu I® (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Silagem de Napier	44,29	38,09	27,17	16,25
Milho	30,78	31,87	35,60	39,36
Farelo de Soja	15,89	15,39	14,86	14,26
Fosfato	3,44	1,88	2,05	2,25
Sal Mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	2,60	2,27	2,32	2,38
Ingredientes	Níveis de inclusão da farinha do epicarpo do babaçu II® (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Silagem de Napier	44,29	35,41	26,54	17,64
Milho	30,78	33,01	35,24	37,49
Farelo de Soja	15,87	14,85	13,80	12,76
Fosfato	3,46	3,65	3,85	4,06
Inerte	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	2,60	2,58	2,57	2,55
Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de babaçu (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Silagem de Napier	44,29	35,30	27,33	22,42
Milho	30,78	36,73	41,64	43,57
Farelo de Soja	15,89	11,30	6,73	2,26
Fosfato	3,44	3,36	3,28	3,02
Inerte	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	2,60	2,81	3,02	3,23

Os ingredientes e rações foram submetidos a ensaio de produção de gases e degradabilidade através de uma adaptação da técnica “*Hohenheim Gas Test*” desenvolvida por Menke et al. (1979), utilizando seringas graduadas para mensuração da produção de gases. Neste ensaio foram usados 0,2 gramas de cada um dos alimentos e dietas testadas, incubando nas seringas de 100 mL contendo 10 mL de inóculo e 20 mL de meio de cultura desenvolvido por MENKE et al. (1979).

O líquido ruminal (inóculo) foi obtido, antes do fornecimento da alimentação

$$Y = A \cdot \left\{ 1 - \exp \left[ -b \cdot (t \cdot T) - c \cdot (\sqrt{t} - \sqrt{T}) \right] \right\} \quad (1)$$

Foram obtidos os seguintes parâmetros referentes à cinética de produção de gases; produção de gases acumulada (mL) “Y”, tempo de incubação “t” (horas), total de gases (mL . g<sup>-1</sup> de MS) “A”, tempo de colonização “T” (horas) e “b (h<sup>-1</sup>) e c (h<sup>-0,5</sup>)” são as taxas fracionais constantes.

As equações geradas foram comparadas por meio de teste de paralelismo e identidade de curvas de acordo com Regazzi e Silva (2004)

matinal, de cinco bovinos doadores, fistulados no rúmen com dietas (animais a pasto e recebendo suplementação mineral e 500 g de concentrado comercial), calculadas para atender as exigências de manutenção. Os dados foram analisados por meio de regressão.

Os seguintes horários foram usados para medida do volume dos gases produzidos: 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 e 96 horas após inoculação. O modelo de France et al. (1993) foi ajustado aos dados, como expresso abaixo:

(p<0,05). A taxa fracional média (h<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>); Sendo os demais termos definidos anteriormente.

Os dados de degradabilidade efetiva foram estimados através dos dados de

produção de gases e degradabilidade *in vitro* com 96 horas de incubação,

$$DE = S_0 \cdot \exp^{-kt} \cdot (1 - kI) / (S_0 + U_0) \quad (3)$$

Em que:

DE = Degradabilidade efetiva

k = taxa de passagem; sendo calculado para k = 0,02; 0,03; 0,04 e 0,05.

utilizando-se para tal a equação abaixo.

S<sub>0</sub> e U<sub>0</sub> = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente, sendo:

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

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Em relação aos valores da composição bromatológica das FEEBI, FEEBII e TB pode-se verificar que as duas farinhas apresentam baixos teores de proteína bruta, quando comparada à TB (Tabela 2). Esse dado pode limitar o uso desses alimentos em virtude de afetar a digestibilidade dos constituintes fibrosos para diferentes espécies de ruminantes, disponibilizando menor quantidade de Nitrogênio Não-Protéico (NNP) no meio ruminal, com isso, baixa quantidade de nitrogênio para os microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais (VAN SOEST, 1994).

Observa-se também menor quantidade de extrato etéreo na FEEBII em comparação a FEEBI e a TB (Tabela 2).

A quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) não apresenta variações expressivas entre as farinhas FEEBI, FEEBII e a TB. Já os teores de FDA da FEEBI e II são superiores aos teores de FDA da TB (Tabela 2). Essa característica fibrosa pode limitar a inclusão desses alimentos em dietas para animais com alto potencial de produção (PEREIRA et al., 2003).

Verifica-se também que as farinhas FEEBI e II apresentam maior quantidade de lignina, constituinte indigestível para animais, sendo a diferença superior a 65%. Assim, podemos inferir que as farinhas FEEBI e II poderão ter maiores restrições em sua utilização em dietas para animais ruminantes, já que a lignina interfere negativamente na fermentação dos alimentos, em especial na parte fibrosa desses (JUNG & ALLEN, 1995).

Tabela 2- Composição bromatológica percentual das farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I e II (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB)

Parâmetros bromatológicos	Tratamentos		
	FEEBI <sup>1</sup>	FEEBII <sup>1</sup>	TB <sup>2</sup>
Matéria Seca (MS) (% da Matéria Natural)	89,55	80,36	91,64
Matéria Mineral (% da MS)	1,96	3,48	4,59
Matéria Orgânica (% da MO)	98,04	96,52	95,41
Proteína Bruta (% da MS)	5,28	8,79	25,47
Extrato Etéreo (% da MS)	8,66	4,79	7,85
Fibra em Detergente Neutro (% da MS)	76,99	74,37	71,14
Fibra em Detergente Ácido (% da MS)	58,15	61,44	40,73
Hemicelulose (% da MS)	18,82	12,93	30,41
Celulose (% da MS)	42,11	42,59	27,56
Lignina (% da MS)	20,67	20,85	12,20
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (% do N Total)	3,41	4,66	5,61
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (% do N Total)	3,03	2,50	1,18

<sup>1</sup> Farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> e II<sup>®</sup> (FEEBI e FEEBII); <sup>2</sup> Torta de babaçu (TB)

Os maiores valores de A,  $\mu$  e degradabilidade efetiva e os menores valores de T obtido com a torta de babaçu pode estar relacionados aos menores valores de FDN e lignina (Tabela 3). Todavia, o modelo de France et al. (1993) ( $R^2 < 70$ ) não apresentaram boa adequação aos dados de cinética de fermentação das FEEB I e II e da TB. O elevado teor de lipídeos encontrado nas FEEBI, FEEBII e TB (8,66%; 4,79% e 7,85%, respectivamente) (Tabela 2) pode ter contribuído para não adequação do modelo aos dados de produção de gases, em virtude da interferência na aderência dos microrganismos às partículas do alimento, ocasionado assim, uma menor

digestibilidade da FDN e da celulose (BERCHIELLI et al., 2006).

Através do teste de identidade e paralelismo observou-se que não houve diferença ( $p>0,05$ ), entre as equações das farinhas (FEEBI e FEEBII), ou seja, foram idênticas e paralelas, demonstrando que todas as farinhas seguiram a mesma tendência de produção de gases (Figura 2).

Já a equação da TB apresentou-se diferente das farinhas, não sendo portando, nem idêntica, nem paralela, apresentado parâmetros cinéticos distintos (Tabela 4) das farinhas. O que pode ser explicado pelas diferenças nas composições bromatológicas das mesmas (Tabela 2).

Tabela 3 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* das farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I e II (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB), utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva

Parâmetros de France	Tratamentos		
	FEEBI <sup>1</sup>	FEEBII <sup>1</sup>	TB <sup>2</sup>
A*	18,15	15,31	71,84
T* (horas:minutos)	08:32	07:15	05:00
$\mu^*$	0,02734	0,02906	0,03406
DEMS** (2%)	13,73	11,70	46,48
DEMS (3%)	13,46	11,32	45,55
DEMS (4%)	13,19	10,96	44,63
DEMS (5%)	12,92	10,61	43,73

A - Total de gases (mL), T - Tempo de colonização (horas) e  $\mu$  - Taxa de degradação fracional ( $h^{-1}$ );

\*Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993). \*\*Degradabilidade Efetiva; <sup>1</sup> Farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu (FEEBI e FEEBII); <sup>2</sup> Torta de babaçu (TB)

### Cinética de fermentação de sub-produtos fibrosos do

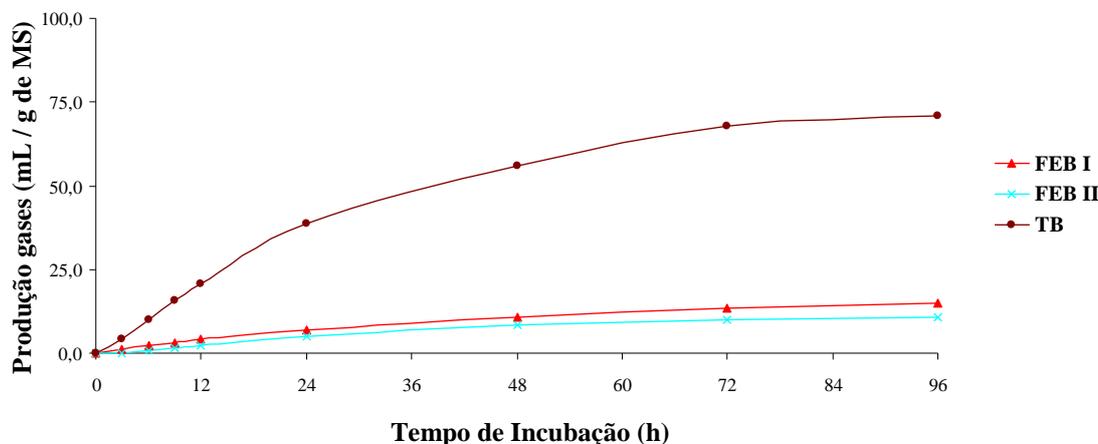


Figura 2 - Produções acumuladas de gases para farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I e II (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB)

Tabela 4 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL/g de MS das farinhas do endocarpo e epicarpo do babaçu I e II (FEEBI e FEEBII) e da torta de babaçu (TB)

Tratamentos	Equações (Modelo de France)	R <sup>2</sup>
FEEBI <sup>1</sup>	$Y = 18,147 \times \{1 - \exp^{[-(0,0057) \times (t - 8,584) - (-0,0189) \times (\sqrt{t} - \sqrt{8,584})]}\}$ a A	55,6
FEEBII <sup>1</sup>	$Y = 15,312 \times \{1 - \exp^{[-(0,0060) \times (t - 7,268) - (-0,0176) \times (\sqrt{t} - \sqrt{7,268})]}\}$ a A	62,2
TB <sup>2</sup>	$Y = 71,846 \times \{1 - \exp^{[-(0,0123) \times (t - 5,002) - (-0,0214) \times (\sqrt{t} - \sqrt{5,002})]}\}$ b B	60,6

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (Regazzi e Silva, 2004); <sup>1</sup>Farinhas do endocarpo do babaçu I<sup>®</sup> e II<sup>®</sup> (FEEBI e FEEBII); <sup>2</sup>Torta de babaçu (TB)

Os altos teores de FDN dos alimentos, influenciam de forma incisiva a cinética de fermentação ruminal. Kozloski et al. (2006), observaram que aumento do FDN, diminui a digestibilidade da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), devido a menor aporte de carboidratos não estruturais (CNE). Apesar dos alimentos testados neste ensaio serem classificados como volumosos alternativos os dados cinéticos e a composição bromatológica indica que sua utilizaç

ão em dietas de ruminantes é bastante restrita.

A inclusão de níveis crescente da FEEBI no concentrado ocasionou, proporcionalmente, elevação nos valores de lignina (Tabela 5). 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; PEREIRA et al., 2003).

Tabela 5 - Valores de composição bromatológica das dietas com níveis crescentes de farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup>

Parâmetros bromatológicos	Níveis de inclusão de FEEBI <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Matéria Seca (MS)	90,78	90,42	90,11	89,81
Proteína Bruta (% da MS)	12,37	12,35	12,35	12,32
Extrato Etéreo (% da MS)	2,53	3,07	3,60	4,13
Fibra em Detergente Neutro (% MS)	38,00	39,52	38,13	36,74
Fibra em Detergente Ácido (% MS)	19,98	21,91	22,09	22,27
Celulose (% MS)	15,54	16,20	15,28	14,35
Lignina (% MS)	2,94	4,21	5,31	6,41
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	59,71	60,52	61,36	62,16

<sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> (FEEBI);

O teor de extrato etéreo aumentou com a inclusão da FEEBI (Tabela 5). A quantidade de extrato etéreo na FEEBI é significativa (8,66%) (Tabela 2). Esse dado é importante especialmente quando se formula dietas para ruminantes em geral, nas quais a quantidade de lipídeos na dieta não deve ser superior a 7%, com intuito de evitar a formação de barreira física nas partículas, assim como, amenizar a ação tóxica dos ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos (PALMQUIST e MATTOS, 2011).

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 dieta contendo 0% de FEEBI possui valor superior aos com 7,5 e 15,0 % e estes superiores aos com 22,5%, o que leva a dedução de uma redução da fermentação com a inclusão das FEEBI nas dietas (Tabela 6).

As equações demonstram a produção cumulativa de gases da FEEBI nos diferentes níveis de inclusão (Tabela 7). Observou-se que à medida que aumentou os níveis de inclusão da FEEBI na dieta, reduziu-se, proporcionalmente, a produção de gás por tempo de incubação,

indicando que a FEEBI é alimento de baixo valor nutricional. Possivelmente, o tempo de colonização é influenciado pela ração testada, como maior presença de substratos prontamente fermentáveis, e por característica física e química da parede celular (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2008).

Devido o fato das duas farinhas FEEB I e II bromatologicamente serem semelhantes (Tabela 2), a inclusão da FEEBII em dietas para ruminantes proporcionou resultados semelhantes aos encontrados com inclusão FEEBI (Tabela 8, 9 e 10).

Tabela 6 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* da farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> (FEEBI) utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva

Parâmetros de France	Níveis de inclusão de FEEBI <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
A*	321,43	307,40	301,48	244,97
T* (horas:minutos)	00:01	00:11	00:40	00:01
μ*	0,03213	0,03024	0,03429	0,05388
DEMS** (2%)	81,18	72,90	70,48	68,24
DEMS (3%)	80,38	72,17	69,22	67,59
DEMS (4%)	79,58	71,44	67,97	66,93
DEMS (5%)	78,79	70,72	66,74	66,28

A - Total de gases (mL); T - Tempo de colonização (horas); μ - Taxa de degradação fracional (h<sup>-1</sup>); \* Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993); \*\*Degradabilidade Efetiva da Matéria Seca; <sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> (FEEBI);

Tabela 7 - Equações da produção acumulativa de gases (PCG), em mL/g de MS dietas com níveis crescentes de farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> (FEEBI)

Níveis de inclusão de FEEBI das dietas (%)	Equações (Modelo de France)	R <sup>2</sup> (%)
0,0	$Y = 321,4375 \times \{1 - \exp^{[-(0,0384) \times (t-0,0015) - (0,0518) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0015})]}\}$	a A 94,30
7,5	$Y = 307,4033 \times \{1 - \exp^{[-(0,0371) \times (t-0,0371) - (0,0568) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0371})]}\}$	a B 99,10
15,0	$Y = 301,4867 \times \{1 - \exp^{[-(0,0391) \times (t-0,8195) - (0,0388) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,8195})]}\}$	a 97,60
22,5	$Y = 244,9748 \times \{1 - \exp^{[-(0,0691) \times (t-0,0062) - (0,1201) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0062})]}\}$	b 99,00

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (REGAZZI E SILVA, 2004); <sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu I<sup>®</sup> (FEEBI);

Tabela 8 - Composição bromatológica percentual de dietas com inclusão farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu II<sup>®</sup>

Parâmetros bromatológicos	Níveis de inclusão de FEEBII <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,5	22,5
Matéria Seca (MS)	90,78	89,86	88,95	88,03
Proteína Bruta (% MS)	12,36	12,34	12,32	12,29
Extrato Etéreo (% MS)	2,53	2,75	2,97	3,19
Fibra em Detergente Neutro (% MS)	38,00	37,54	37,09	36,63
Fibra em Detergente Ácido (% MS)	19,98	21,10	22,22	23,33
Celulose (% MS)	15,54	15,49	15,44	15,39
Lignina (% MS)	2,94	4,11	5,28	6,45
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	59,69	60,06	60,40	60,75

<sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu II<sup>®</sup> (FEEBII);

Ao observar os valores da composição bromatológica das dietas contendo TB percebe-se que, de acordo com o aumento da inclusão do ingrediente nas dietas, houve um acréscimo de determinados constituintes bromatológicos que podem ter influenciado a digestibilidade da MS, como as ligninas que não é um carboidrato e são

indigestível as enzimas bacterianas ruminais e ainda influencia na digestibilidade da celulose e da hemicelulose (MUNIZ et al. 2012), pois a lignina se complexa com as mesmas, deixando as indigestíveis, o que, possivelmente, influenciaria o desempenho de animais alimentados com tais volumoso (Tabela 11).

Tabela 9 - Parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro* de dietas com inclusão farinha do epicarpo do babaçu II<sup>®</sup>, utilizando o modelo de France e degradabilidade efetiva.

Parâmetros de France	Níveis de inclusão de FEEBII <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
A*	321,43	269,17	268,41	220,58
T* (Horas:minutos)	00:15	00:19	01:16	01:01
$\mu^*$	0,03213	0,04077	0,04078	0,04312
DEMS** (2%)	81,18	75,75	74,73	68,79
DEMS (3%)	80,38	75,01	74,00	68,12
DEMS (4%)	79,58	74,28	73,26	67,45
DEMS (5%)	78,79	73,54	72,53	66,77

A - Total de gases (mL); T - Tempo de colonização (horas);  $\mu$  - Taxa de degradação fracional ( $h^{-1}$ ); \* Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993); \*\*Degradabilidade Efetiva da Matéria Seca; <sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu II<sup>®</sup> (FEEBII);

Tabela 10 - Equações da produção acumulativa de gases, em mL/g de MS das dietas com diferentes níveis de inclusão de farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu II<sup>®</sup>.

Níveis de inclusão de FEEBII das dietas (%)	Equações (Modelo de France)	R <sup>2</sup> (%)
0,0	$Y = 321,4375 \times \{1 - \exp^{[-(0,0384) \times (t - 0,0015) - (-0,0518) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0015})]}\}$	a A 94,30
7,5	$Y = 269,1731 \times \{1 - \exp^{[-(0,0502) \times (t - 0,0015) - (-0,0775) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0015})]}\}$	b B 98,30
15,0	$Y = 268,4190 \times \{1 - \exp^{[-(0,0514) \times (t - 0,0116) - (-0,0882) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0116})]}\}$	b B 96,40
22,5	$Y = 220,5801 \times \{1 - \exp^{[-(0,0534) \times (t - 0,0101) - (-0,0839) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0101})]}\}$	c C 89,70

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curva a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (REGAZZI E SILVA, 2004); <sup>1</sup>Farinha do endocarpo e epicarpo do babaçu II<sup>®</sup> (FEEBII);

Ao avaliar a produção de gases (A) encontra-se maior quantidade no tratamento TB - 0,0% e a menor no TB - 22,5% (Tabela 12). Neste último a quantidade de lignina apresenta-se maior, devido à maior inclusão da TB na dieta, com isso, podendo ocasionar, a redução da degradabilidade, e menor taxa de produção de gases. Como mencionado anteriormente, o tempo de colonização esta intimamente ligada as característica física e química da parede celular do substrato (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2008).

Nas equações obtidas através da análise de regressão dos dados da cinética de fermentação ruminal dos diferentes níveis de inclusão da TB na dieta observa-se que com 0,0% de inclusão houve maior acúmulo de gases (Tabela 13). Fato este, possivelmente relacionado neste tratamento apresentar maior taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (CNF), resultando em maior volume final de gases (MIZUBUTI et al., 2011)

Tabela 11 - Composição bromatológica das dietas nos diferentes níveis inclusão da torta de babaçu.

Parâmetros bromatológicos	Níveis de inclusão de TB <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
Matéria Seca (MS)	90,78	90,66	90,58	90,62
Proteína Bruta (% MS)	13,24	12,93	12,59	12,22
Extrato Etéreo (% MS)	2,53	3,07	3,59	4,06
Fibra em Detergente Neutro (% MS)	38,00	37,59	37,75	39,60
Fibra em Detergente Ácido (% MS)	19,98	19,29	18,96	19,72
Celulose (% MS)	15,54	14,36	13,52	13,68
Lignina (% MS)	2,94	3,43	3,94	4,55
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	60,09	61,11	61,74	61,37

<sup>1</sup>Torta de babaçu (TB);

Tabela 12- Parâmetros da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade efetiva *in vitro* das dietas com inclusão da TB, utilizando o modelo de France et al., (1993)

Parâmetros de France	Níveis de inclusão de TB <sup>1</sup> das dietas (%)			
	0,0	7,5	15,0	22,5
A*(mL)	256,35	246,00	243,43	234,32
T*(horas:minutos)	0:02	0:02	1:02	1:20
$\mu^*$	0,03231	0,030161	0,03254	0,03893
DEMS** (2%)	74,68	72,87	71,28	67,84
DEMS (3%)	73,91	72,12	70,55	66,45
DEMS (4%)	73,15	71,36	69,81	65,08
DEMS (5%)	72,38	70,61	69,08	63,73

A - Total de gases (mL); T - Tempo de colonização (horas);  $\mu$  - Taxa de degradação fracional ( $h^{-1}$ ); \* Parâmetros estimados pelo modelo de France et al. (1993); \*\*Degradabilidade Efetiva da Matéria Seca; <sup>1</sup>Torta de babaçu (TB);

Tabela 13 - Equações da produção acumulativa de gases, em mL/g de MS das dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de babaçu

Níveis de inclusão de TB nas dietas (%)	Equações (Modelo de France)	R <sup>2</sup> (%)
0,0	$Y = 256,3524 \times \{1 - \exp^{[-0,0404(t - 0,0191) - (-0,0819) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,0191})]}\}$	a A 98,3
7,5	$Y = 246,0045 \times \{1 - \exp^{[-0,0548(t - 0,041) - (-0,0494) \times (\sqrt{t} - \sqrt{0,041})]}\}$	a B 95,4
15,0	$Y = 243,4352 \times \{1 - \exp^{[-0,0440(t - 1,024) - (-0,0798) \times (\sqrt{t} - \sqrt{1,024})]}\}$	a B 95,4
22,5	$Y = 234,3190 \times \{1 - \exp^{[-0,0492(t - 1,325) - (-0,0871) \times (\sqrt{t} - \sqrt{1,301})]}\}$	a C 93,4

Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curva a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (REGAZZI E SILVA, 2004); <sup>1</sup>Torta do babaçu (TB);

## CONCLUSÕES

As farinhas do endocarpo e epicarpo I e II, quando incluídas em dietas de ruminantes, reduzem a fermentabilidade ruminal das mesmas e portanto, apresentam restrições de utilização em rações para tais animais. Já a torta de babaçu, apesar de também reduzir a fermentação ruminal, o faz em menor escala, podendo ser utilizada em

dietas para animais de menor exigência nutricional

**Ruminal kinetics and chemical composition of babassu endocarp fibrous flour and total ration mixed containing them**

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the *in vitro* ruminal kinetics and degradability using

the Hohenheim Gas Test technique, babassu epicarp flour I<sup>®</sup> and II<sup>®</sup> (BEEFI and BEEFII) and babassu meal (BM) and also the inclusion of this by-product on the total mixed ration (TMR) in different levels. Two trails were conducted, the first including only pure by-products (BEEFI, BEEFII and BM) and the others tested different diets including (BEEFI, BEEFII and BM) in the following levels: 0%, 7,5%, 15,0%, 22,5% of TMR (dry matter basis). A randomized blocks design was applied, six blocks in the first trail and five in the others. The gas data were adjusted to the France et al. (1993) model and analyzed through regression approach (Gauss-Newton procedure). The regression equations were compared by parallelism test. The BEEFI, BEEFII and BM presented different chemical compositions, mainly on NDF, ADF and Lignin concentration. The kinetics of ruminal fermentation of BEEFI and BEEFII flours are below to the BM. The increasing of BEEFI, BEEFII and BM concentration in the diet reduced the gases production during the incubation time. The results of this study demonstrated that the fibrous flours I and II presented low ruminal fermentation, what commits your use in the animal feeding. However, in spite of BM to reduce the ruminal fermentation, this makes it in smaller proportion that the flours BEEFI and BEEFII.

**Keywords:** By-products, gas production, *Orbignya martiana*

## REFERÊNCIAS

A.O.A.C. 2002. In: HORWITZ, W. editor. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**, 17th ed. Current through revision Arlington, USA: Method Nr. 986;18.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

FARIAS, L. N.; VASCONSELOS, V. R.; CARVALHO, F. F. R.; SARMENTO, J. L. R. Avaliação dos modelos logístico bicompartimental e de Gompertz na

estimativa da dinâmica de fermentação ruminal *in vitro* do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 136-142, 2011.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K.; LISTER, S.J.; DAVIES, D.R.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal Theoretical Biology**, v. 163, p. 99-111, 1993.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVEZ, L. C.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; PIRES, D. A. A.; JAYME, D. G.; SOUSA, L. F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.1174-1180, 2008.

JUNG, H.G. ; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria, 2<sup>a</sup> ED. UFMS. 140 p. 2006.

MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHENEIDER, W. . The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs 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.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A.P.; FRANCO, A. L. C.; SYPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ, E. B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciência Agrária**, v.32, o,2021-2012, 2011.

MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; RIBEIRO, E. L.

A.; PINTO, A.P. Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p. 604-610, 2012.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, 2ed. Jaboticabal, p. 309-313, 2011.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F. Consumo voluntário em ruminantes. **Semina: Ciência Agrária**, v.24, p.191-196, 2003.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO JÚNIOR, J. N.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, T. N.; SANTOS, C. L.; CARVALHO, G. G. P.; BERNARDINO, F.

S. Farelo de cacau na alimentação de ovinos. **Revista Ceres**, v.51, p.33-43, 2004.

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.

SOLER, M. P. VITALI, A. A.; MUTO, E. F..Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 717-722, 2007.

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