KÉLVIA JÁCOME DE CASTRO

TORTA DE BABAÇU: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO, ENERGIA METABOLIZÁVEL, ENERGIA LÍQUIDA E PRODUÇÃO DE METANO EM RUMINANTES

Tese apresentada ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Dr. Norberto Mario Rodriguez

Belo Horizonte – MG
Escola de Veterinária – UFMG
2012

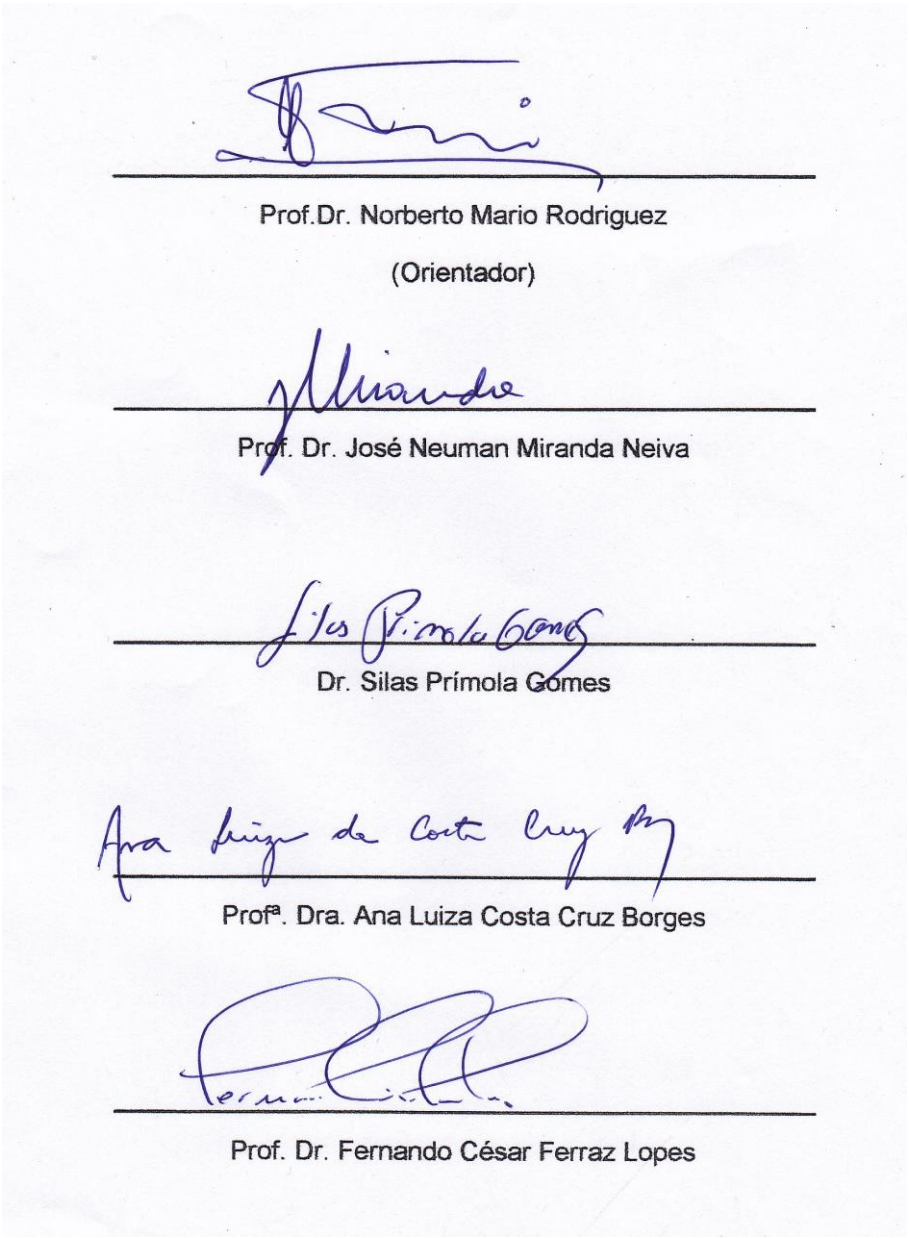
Castro, Kélvia Jácome de, 1983-
C355t Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes / Kélvia Jácome de Castro. – 2012.
89 p. : il.

Orientador: Norberto Mario Rodriguez
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Ruminante – Alimentação e rações – Teses. 2. Babaçu na nutrição animal – Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Calorimetria – Teses. 5. Digestibilidade – Teses. 6. Metano – Teses. I. Rodriguez, Norberto Mario. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.208 5

TESE defendida e aprovada em 13/02/2012 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof.Dr. Norberto Mario Rodriguez

(Orientador)

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

Dr. Silas Prímola Gomes

Profª. Dra. Ana Luiza Costa Cruz Borges

Prof. Dr. Fernando César Ferraz Lopes

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Eliziário e Ariza. Vocês me fizeram chegar até aqui e por causa de vocês sei que ainda posso muito mais.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pela vida, pela luz que guia meu caminho, por jamais me deixar seguir só, sempre me cercando de pessoas especiais.

Ao meu Dani, que por várias vezes colocou seus projetos em segundo plano para que eu pudesse realizar os meus, meu grande companheiro. Essa conquista é muito sua. Te amo!

Às minhas irmãs Kélia, Kennia e Lidiane, por manterem viva, dentro de mim, a certeza de que sempre terei para onde voltar.

Às minhas tias Lia, Dena e Meire, e ao meu avô Ariz, que nunca esqueceram de me lembrar o quanto me amam e torcem por mim.

Aos meus sogros José Alcimou e Ana Maria, pelas orações, carinho, incentivo e amor.

Ao professor Norberto Mario Rodriguez, por acreditar e confiar no meu potencial. Pela disponibilidade constante em ajudar e ensinar. Grande exemplo de profissional e de homem. Muito me orgulho em tê-lo conhecido e mais ainda em tê-lo tido como orientador.

Ao professor José Neuman Miranda Neiva, por continuar me orientando há cerca de dez anos, minha "bússola profissional", pela confiança e ensinamentos. Devo muito desse título ao senhor.

Ao professor Iran Borges, pelos ensinamentos, pelo carinho, pela disposição em ajudar, pelas palavras de incentivo, pelo grande exemplo.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela oportunidade.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFMG, em especial às professoras Ana Luiza e Eloísa, pelos ensinamentos e oportunidade de convívio.

À Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, aos professores, funcionários e instalações, pela possibilidade de realizar parte dos trabalhos de campo, contribuindo para a realização desta Tese.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ – pelo apoio financeiro.

À Capes e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Aos membros da banca pela disponibilidade.

À Tobasa Bioindustrial de Babaçu S.A. pelo fornecimento do co-produto e pela confiança.

À minha grande amiga Fabrícia Rocha Chaves Miotto, que me disse "*o fim não está próximo, estamos apenas começando...*", e eu digo que ao começar tendo amigos tão maravilhosos ao lado a vitória é garantida. Obrigada pela amizade, obrigada por tudo!

À Yuri e ao Silas, pelo companheirismo, risadas, incentivo, carinho, cuidado.. Vocês são mais que amigos, são nossos irmãos.

À Lindomárcia e ao Guilherme, por nunca me negarem ajuda, pelo precioso auxílio nas análises, pela grande amizade, pelo carinho, pela força.

Ao meu estagiário e amigo, Leandro "Sacode", pelo valioso auxílio na condução dos trabalhos na UFMG, por estar sempre de bom-humor, pela disposição e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFMG, pela amizade e auxílio nas análises.

Ao Sr. Pedro, pela ajuda no manejo dos carneiros, por me fazer enxergar que a felicidade é simples. À Helena e ao Gustavo, pelo auxílio durante o experimento de calorimetria.

Ao Luciano Ferreira Sousa e ao Rafael Mezzomo, pelos auxílios com a estatística.

Aos meus companheiros de trabalho na UFT: Antônio, Rafael, Leovegildo, Anderson, Diegles, Beatriz e Marcelo Carneiro.

À família que eu escolhi, meus colegas e amigos: Francis, Nádia, Paulinho, Gesiane, Camila, Ana Paula, Gabi, Hudson, Alexandre, Haline, Veri, Márcio, Sandra Posada, Luciano, Verinha, Raylon, Angélica Pedrico, Rodrigo Gregório, Rodrigo Miotto, Kaliandra, Rennan, Ernestina e Lucas Abud. Vocês tornaram essa jornada mais leve, o carinho, as palavras de incentivo, o consolo, a companhia foram fundamentais. Sei que todos torcem por mim, pelo meu sucesso e por isso agradeço.

Aos animais que possibilitaram essa conquista.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e que por minha falha não foram citados, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS 09

LISTA DE FIGURAS 11

RESUMO 12

ABSTRACT 13

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA 14

1.1 – Introdução geral 14
1.2 - O babaçu..... 15
1.3 - Referências..... 20

CAPÍTULO 2 - Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu 23

2.1 Resumo 23
2.2 Introdução..... 24
2.3 Materiais e Método..... 25
2.4 Resultados e Discussão..... 29
2.5 Conclusões..... 37
2.6 Referências..... 37

CAPÍTULO 3 - Efeito da inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 na dieta de ovinos sobre o metabolismo energético e produção de metano entérico 39

3.1 Resumo 39
3.2 Introdução..... 40
3.3 Materiais e Método..... 41
3.4 Resultados e Discussão..... 46
3.5 Conclusões..... 55

3.6 Referências..... 55

CAPÍTULO 4 - Consumo e desempenho produtivo de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao volumoso 57

4.1 Resumo 57
4.2 Introdução..... 58
4.3 Materiais e Método..... 59
4.4 Resultados e Discussão..... 63
4.5 Conclusões..... 68
4.6 Referências..... 68

CAPÍTULO 5 - Comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao volumoso 70

5.1 Resumo 70
5.2 Introdução..... 71
5.3 Materiais e Método..... 72
5.4 Resultados e Discussão..... 77
5.5 Conclusões..... 87
5.6 Referências..... 87

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 *Pág.*

Tabela 1 - Composição química da torta e do farelo de babaçu de vários autores em porcentagem da matéria seca 18

CAPÍTULO 2

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais. 26

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais 27

Tabela 4 - Valores médios de consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo, em gramas por dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 30

Tabela 5 - Valores médios de consumo de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais, em gramas por dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 32

Tabela 6 - Digestibilidades aparentes dos nutrientes de dietas contendo torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 33

Tabela 7 - Nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário, N absorvido e balanço de nitrogênio (N retido) em gramas por dia, N retido por unidade de tamanho metabólico (N ret/UTM) e relação N retido / N ingerido (Nret/Ning), em porcentagem, por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 35

CAPÍTULO 3

Tabela 8 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais 42

Tabela 9 - Composição das dietas experimentais 43

Tabela 10 - Valores médios de consumo de energia bruta (CEB), de energia digestível (CED), de energia metabolizável (CEM) e de energia líquida (CEL), em quilocaloria por unidade de tamanho metabólico por dia (kcal/UTM) de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 por ovinos 46

Tabela 11 - Valores médios de perda diária de energia nas fezes, na urina, no metano (CH_4) e incremento calórico (IC) de ovinos, em kcal por unidade de tamanho metabólico por dia (kcal/UTM) e em porcentagem da energia bruta ingerida (% EB), de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 48

Tabela 12 - Valores médios de energia digestível (ED), em porcentagem da energia bruta, metabolizabilidade (q_m), eficiência de uso da energia metabolizável para mantença (k_m) e razão entre energia líquida e energia bruta, em porcentagem, de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 50

Tabela 13 - Consumo diário de oxigênio (O2), produção diária de dióxido de carbono (CO2) e de metano (CH4), em litros por unidade de tamanho metabólico (L/UTM), produção diária de calor (PC) em kcal por unidade de tamanho metabólico (kcal/UTM) e coeficiente respiratório (CR) de ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 52

Tabela 14 - Valores médios de produção de metano (CH_4) por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85, em litros por dia (L/d), em gramas por dia (g/d), em gramas por kg de matéria seca ingerida (g/kg MS) e perda de energia na forma de metano (ECH_4) em kcal por kg de matéria seca ingerida (kcal/kg MS) 54

CAPÍTULO 4

Tabela 15 Composição química dos ingredientes das dietas experimentais. 60

Tabela 16 Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais 61

Tabela 17 Consumo de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), em kg por dia, porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por kg unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar 64

Tabela 18 Consumo de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, em kg por dia, porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por kg unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar 65

Tabela 19 Digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS) e matéria orgânica (DAMO) por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar 66

Tabela 20 Variáveis de desempenho de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de adição de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar 66

CAPÍTULO 5

Tabela 21 Composição química dos ingredientes das dietas experimentais..... 73

Tabela 22 Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais 74

Tabela 22 Dados meteorológicos obtidos nos dias das observações comportamentais 76

Tabela 24 Tempo diário despendido em atividades, em porcentagem do dia (%) e em horas (h), de novilhas alimentadas em confinamento com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu substituição à cana-de-açúcar hidrolisada 78

Tabela 25 Média geral (em porcentagem) da participação das atividades diárias dentro de cada período do dia de novilhas leiteiras em confinamento alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada 80

Tabela 26 Atividades contínuas de novilhas em confinamento alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada 81

Tabela 27 Médias diárias gerais observadas (contagem), por nível de substituição, das atividades pontuais de novilhas leiteiras em confinamento alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada 82

Tabela 28 Médias gerais observadas (contagem), por período, das atividades pontuais de novilhas leiteiras em confinamento alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada 83

Tabela 30 Variáveis que expressam o comportamento de ruminação de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da cana-de-açúcar hidrolisada por torta de babaçu 84

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 Palmeiras de babaçu (*Orbygnia* sp.) 15

Figura 2 Fruto do coco babaçu..... 16

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar as características nutricionais da torta de babaçu em dietas de ruminantes, caracterizando o seu efeito sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio, metabolismo energético, produção de metano, desempenho produtivo e comportamento ingestivo. No experimento 1 utilizou-se 25 ovinos machos para determinação do consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço de nitrogênio, metabolismo energético e produção de metano. Os animais receberam dietas contendo torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 (7%, 14%, 21%, 28% e 35%), em delineamento inteiramente casualizado. Os consumos dos nutrientes não foram afetados pelas dietas (P>0,05). Apenas a digestibilidade da FDA teve comportamento linear decrescente e o NDT apresentou comportamento linear crescente (P<0,05). O balanço de nitrogênio apresentou comportamento linear crescente (P<0,05). Os consumos de energia digestível e metabolizável cresceram linearmente (P<0,05). A produção de metano, em % da EB, apresentou comportamento linear decrescente (P<0,05). No experimento 2 foram avaliados níveis de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu (0%; 10%; 20% e 30%) sobre o consumo de nutrientes, desempenho produtivo e comportamento ingestivo de 24 novilhas leiteiras, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. O peso final (299,7 kg) e a conversão alimentar (4,6 kg MS/kg GP) não foram afetados pelas dietas (P>0,05), contudo, o ganho médio diário apresentou comportamento quadrático, com ponto máximo de ganho em 19% de inclusão de torta de babaçu. Os tempos gastos em alimentação e ruminação aumentaram em 0,11% e 0,31%, respectivamente, para cada 1% de inclusão de torta de babaçu (P<0,05). A torta de babaçu, devido à suas características nutricionais e disponibilidade no mercado, pode ser incluída na dieta de ruminantes como fonte protéica e energética.

Palavras chave: cana hidrolisada, calorimetria, comportamento ingestivo, co-produto, gás de efeito estufa, Orbygnia, produção de metano

Babassu cake: intake, digestibility, performance, metabolizable energy, net energy and methane production in ruminants

ABSTRACT

The objective was to assess the nutritional characteristics of babassu cake in diets for ruminants, characterizing its effect on nutrient intake, digestibility, nitrogen balance, energy metabolism, production of methane, performance and ingestive behavior. In experiment 1 were used 25 male sheep for determination of intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, energy metabolism and methane production. The animals were fed diets containing babassu cake to replace hay Tifton-85 (7%, 14%, 21%, 28% and 35%) in a completely randomized design. The nutrient intakes were not affected by diets (P> 0,05). Only the digestibility of ADF was decreased linearly and TDN showed a linear increasing (P<0,05). The nitrogen balance showed a linear increasing (P<0,05). The intakes of digestible and metabolizable energy increased linearly (P<0,05). Methane production, as % of EB, decreased linearly (P<0,05). In experiment 2 levels were evaluated for replacement of cane sugar per babassu cake (0%, 10%, 20% and 30%) on nutrient intake, growth performance and ingestive behavior of 24 dairy heifers, allotted to a completely randomized design. The final weight (299,7 kg) and feed (4,6 kg DM/kg GP) were not affected by diets (P>0,05), however, the average daily gain showed a quadratic response, with the maximum gain on 19% inclusion of babassu cake. The time spent feeding and ruminating increased by 0,11% and 0,31%, respectively, for each 1% inclusion of babassu cake (P<0,05). The babassu cake, due to its nutritional characteristics and market availability, can be included in the diet of ruminants as a protein source and energy.

Keywords: calorimetry, co-product, greenhouse gas, ingestive behavior, methane production, Orbignya, sugarcane hydrolyzed

CAPÍTULO 1 – Revisão de literatura

1.1. Introdução geral

O fornecimento de uma fonte de proteína alimentar de boa qualidade com baixo custo e oferta regular, que possa suprir as necessidades da população mundial, é um problema que se acentua a cada momento, principalmente nas regiões mais carentes. Reduzir o custo de produção animal, bem como a sazonalidade da oferta de produtos de origem animal diminui tal problema. Uma das formas de se conseguir tal objetivo é através do uso de alimentos alternativos, que possam suprir a carência de alimentos na época de escassez e diminuir o custo com alimentação.

Várias espécies vegetais podem ser utilizadas na produção de óleos para a indústria alimentícia e farmacêutica, entre elas está o babaçu (*Orbygnia* sp.). Com o aumento da produção de óleo de babaçu no Brasil, maior é a geração de co-produtos, como a torta de babaçu.

O destino dos co-produtos gerados a partir da produção de óleos pode se tornar um problema ambiental. Devido às características físico-químicas desses resíduos, que geralmente apresentam elevado teor de proteína bruta e bom valor energético, eles podem ser alimentos alternativos interessantes para animais, principalmente ruminantes, que possuem maior capacidade de degradar fibra. No entanto, pouco se conhece sobre o valor nutritivo dos co-produtos gerados a partir da produção de biocombustíveis.

Na extração do óleo do côco babaçu, dois produtos distintos e classificados são originados, dependendo do processo empregado pela indústria: a torta de babaçu, resultante do processo de prensagem, e o farelo de babaçu, oriundo do processo em que utiliza solvente químico.

Ambos são potenciais alimentos para diversas espécies e categorias de animais. A indicação para uso na alimentação animal é fato que poderá favorecer as regiões Norte e Nordeste, sendo que criadores já os utilizam em pequena escala e, na maioria das vezes, sem informações técnicas (Silva, 2009).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo específico avaliar o uso da torta de babaçu, co-produto da produção de óleo, como alimento alternativo para suplementação de ruminantes.

1.2. O babaçu

O babaçu (*Orbygnia speciosa*) é uma palmeira que ocorre no Brasil sobre variadas classes de solos, consorciando-se ou alternando-se com coberturas florestais primitivas ou derivadas, tais como mata, cerrado, capoeira, pastagem e lavouras.

Figura 1 – Palmeiras de babaçu (*Orbygnia* sp.) Fonte: http://www.tobasa.com.br

Nativo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, o babaçu ocupa entre 13 e 18 milhões de hectares, distribuídos em 279 municípios dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Amazonas, Pará, Rondônia, Ceará, Bahia e Minas Gerais.

A produção de amêndoas de babaçu no Brasil chegou a 113.395 toneladas em 2003, sendo 104.466 no Maranhão, 6.179 no Piauí e 1.982 no Tocantins, sendo estes os estados mais importantes. O Ministério da Agricultura avalia que a superfície total de babaçu é de aproximadamente 13,4 milhões de hectares. Supõe-se que nessa superfície encontram-se 20,1 bilhões de palmeiras que produzem anualmente 20.153 bilhões de côcos (IBGE, 2004). Do processamento do babaçu são originados vários subprodutos, como a farinha amilácea e a torta de babaçu.

A composição do fruto do babaçu indica quatro partes aproveitáveis: epicarpo (11%), mesocarpo (23%), endocarpo (59%) e amêndoas (7%). A casca (93%),

conjunto formado pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo, é normalmente desprezada nos processos de quebra manual, enquanto que na indústria o seu aproveitamento ocorre de forma integral, (EMBRAPA, 1984).

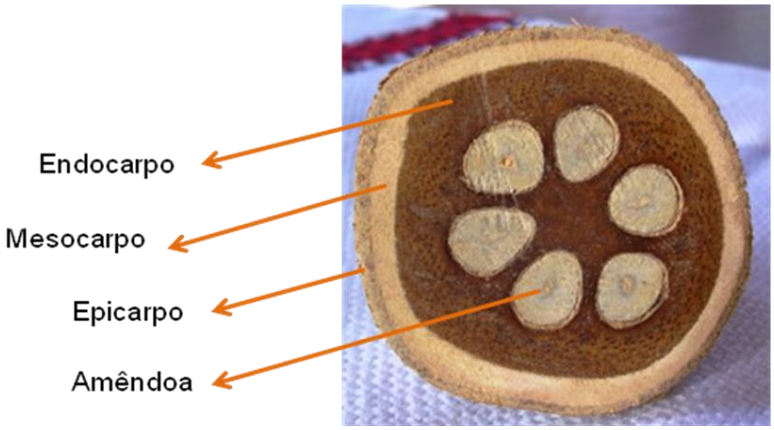


Figura 2 – Fruto do coco babaçu. Fonte:http://www.taquarussu.com/plantas.asp?InfoId=58

As potencialidades do babaçu são inúmeras, da geração de energia ao artesanato, diversas atividades econômicas podem ser desenvolvidas a partir da planta. O fruto apresenta maior potencial econômico para aproveitamento tecnológico e industrial, podendo produzir, aproximadamente, 64 produtos, tais como carvão, etanol, metanol, celulose, farináceas, ácidos graxos e glicerina. No entanto, o carvão e o óleo têm sido aqueles produzidos em escala comercial (MDA, 2009).

Atualmente, a principal utilização do babaçu consiste na produção de óleo, para fins culinários e industriais como o biodiesel, a partir das amêndoas. As demais partes do fruto oferecem perspectivas animadoras para a produção de carvão, alcatrão, gás combustível e álcool, para fins energéticos, ou de amido, com elevado valor alimentício e industrial, além da torta. Especial atenção deve ser dada às bases sociais de colheita, feita em quase totalidade de maneira extrativista, na sua maioria por famílias de posseiros, arrendatários agrícolas, pequenos proprietários e parceiros de grandes proprietários de terra. A extração é feita de forma manual, em sistema caseiro tradicional e de subsistência, envolvendo o trabalho de mais de 300 mil famílias, principalmente de mulheres reunidas em Associações, como a Associação das Quebradeiras de Coco (Figueiredo, 2005).

O babaçu destaca-se ainda como fonte alternativa de energia renovável; o mesocarpo para produção do álcool, o endocarpo para produção de carvão e gases, a amêndoa para produção de óleo com possível aplicação em motores biodiesel, e o epicarpo para utilização direta como combustível primário (Teixeira, 2000; Nascimento, 2004).

O processamento mecânico do babaçu segue os seguintes passos: os cocos são colocados em um descascador para separação do epicarpo e mesocarpo, a seguir são levados para o quebrador acoplado com sistemas de peneira onde há uma primeira separação do endocarpo grosso e endocarpo fino misturado com as amêndoas. Esse material é levado a um separador hidráulico que separa as amêndoas, menos densas, do endocarpo, mais denso.

Se não houvesse elevada contaminação por partículas do endocarpo, a torta de babaçu apresentaria elevado valor nutricional. No entanto, a torta de babaçu produzida no Brasil possui grandes problemas como contaminação por cascas, tanto que, por esta razão, Lennerts (1988) recomendou a inclusão da torta de babaçu em 5 a 10% em dietas para bovinos.

É importante destacar que tanto o farelo quanto a torta de babaçu apresentam níveis de lignina elevados, acima de 3%. Segundo Van Soest (1994), o teor de lignina é importante indicativo da digestibilidade dos alimentos. Assim, deve-se atentar para os teores de lignina da torta de babaçu que podem ser indicativos de menor qualidade nutricional.

O farelo de babaçu é classificado como fonte protéica por Benedett e Spers (1995); já Morrison (1996), citando outros autores, classifica-o como alimento protéico – energético. A variação na sua composição e o processamento são fatores que influenciam sua composição final.

Já existem relatos de utilização do farelo e da torta nas dietas de ovinos (Souza Jr., 2003; Rocha Jr. *et al*., 2003; Xenofonte *et al*., 2008), bovinos (Benedetti e Spers, 1995; Castro, 2007), aves (Paz da Silva *et al*., 2004; Carneiro *et al.*, 2009), suínos (Barbosa *et al.*, 1987), animais silvestres como cutias - *Dasyprocta prymnolopha* (Cavalcante et al., 2005) e cateto – *Tayassu tajacu*

(Albuquerque *et al*., 2009), além de abelhas – *Apis mellíphera* (Pereira *et al.*, 2007).

As informações existentes sobre a torta ou o farelo de babaçu mostram que se trata de um produto fibroso, com concentrações medianas de proteína bruta e energia e de composição variável (Tab.1).

Marcondes *et al.* (2009) estudando a degradação ruminal e digestibilidade potencial da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de diversos subprodutos em bovinos, incubando as amostras no rúmen por até 72 h, consideraram o farelo de babaçu como alimento energético com 95,17% de MS, 16,99% de PB, 38,46% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), 25,01% de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e 40,18% de carboidratos não fibrosos (CNF). Esses autores observaram que, dos alimentos energéticos estudados, o farelo de babaçu foi o que apresentou menor degradação efetiva da MS (23,57%), bem como da PB (29,87%) e, também, menor taxa de degradação da fração potencialmente degradável (kd) da MS (0,030/h) e da PB (0,026/h).

Tabela 1. Composição química da torta e do farelo de babaçu de vários autores (% da matéria seca).

Autores	MS[1]	MM[1]	PB[1]	EE[1]	FDN[1]	FDA[1]	LIG[1]	CNF[1]	CT[1]	NDT[1]
Valadares Filho *et al*.(2001)	90,31	6,18	20,62	5,81	78,68	53,78	3,89	1,83	80,00	49,38
Silva (2006)	92,40		14,97	6,35	82,13	45,37	-	1,83	75,14	49,38
Castro (2007)	87,92	4,67	18,79	4,23	64,74	32,71	6,25	7,58	72,32	-
Xenofonte *et al*. (2008)	90,33	1,60	20,66	5,81	39,56	18,75	-	33,35	71,93	49,38
Silva (2009)	94,20	4,07	18,80	8,81	74,48	36,71	-	-	-	-

[1] = % na matéria seca (MS) de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), estrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Os autores justificaram que a baixa degradação efetiva da MS seria resultado do seu elevado teor de FDA. Já o resultado encontrado para PB seria decorrente de que grande fração desta está associada à parede celular; sua

relação proteína insolúvel em detergente neutro/ proteína bruta (PIDN/PB) foi de 35,10; a maior de todos os alimentos estudados.

Rocha Júnior *et al.* (2003) determinaram o valor energético de diversos alimentos para ruminantes pelo sistema de equações empíricas, encontrando para a torta de babaçu os valores de 49,38% de NDT, 48,45% de digestibilidade da MS, 49,47% de digestibilidade da matéria orgânica (MO), 75,35% de digestibilidade da PB, 94,32% de digestibilidade do extrato etéreo (EE), 48,26% de digestibilidade da FDN e 70,85% de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF).

Xenofonte *et al.* (2009) avaliando dietas com até 30% de farelo de babaçu (na MS) para ovinos, concluíram que a inclusão desse alimento acima de 10% na dieta afetou negativamente os pesos e rendimentos, bem como os cortes comerciais e as medidas lineares, de carcaças de ovinos. Já Sousa Júnior (2003) concluiu que o uso de farelo de babaçu até o nível de 20% na dieta não interferiu nas características da carcaça de ovinos Santa Inês. No entanto, esse autor observou redução na ingestão de MS pelos animais recebendo dietas com torta de babaçu.

Xenofonte *et al*. (2008), ao estudarem o efeito de quatro níveis (0, 10, 20 e 30%) de torta de babaçu na dieta de ovinos, observaram, assim como Sousa Júnior (2003), redução no consumo de MS pelos animais alimentados com dietas contendo a torta de babaçu. Os ganhos de peso dos animais recebendo torta de babaçu também foram reduzidos.

Silva (2006) avaliando o efeito da substituição do farelo de trigo pela torta de babaçu na alimentação de vacas mestiças em lactação, nos níveis de 0; 25; 50; 75 e 100%, concluiu que a torta de babaçu supriu as necessidades de mantença e produção dos animais, apresentando favorável relação custo-benefício.

1.3. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, N.I.; CONTRERAS, C. C.; ALENCAR, S. *et al.* Propriedades da carne e perfil de ácidos graxos do pernil de catetos (*Tayassu tajacu*) alimentados com torta de babaçu (*Orbignya phalerata*). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 61, n. 6, 2009.

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; COELHO, L.S.S. *et al*. Análise proximal, proteína digestível, energia digestível e metabolizável de alguns alimentos para suínos. Comunicado Técnico nº. 127. EMBRAPA-CNPSA, Novembro, p.1- 2, 1987.

BENEDETTI, E.; SPERS, E. Digestibilidade aparente do farelo de babaçu (*Orbignya sp*) em bezerros de um ano de idade. Veterinária Notícias, v.1,n.1, p. 19-28,1995.

BRASIL. Especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do óleo, da torta e do farelo de babaçu *Orbignia oleifera Burrat*. Ministério da Agricultura, 1975.

CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H. *et al*. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 40-47, 2009.

CASTRO, K.J de. Desempenho bioeconômico e respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com subprodutos agroindustriais. Araguaína, 2007, 75f. Dissertação (mestrado em Ciência animal Tropical). Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO.

CAVALCANTE, R.R., FIGUEIREDO, A.V., CARVALHO, M.A.M. *et al*. Digestibilidade aparente de nutrientes de rações balanceadas com alimentos alternativos para cutias (Dasyprocta prymnolopha) em crescimento. Ciência Animal Brasileira. Goiânia, v.6, n.3, p.163-171, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Departamento de Difusão de Tecnologia. Babaçu, Programa Nacional de Pesquisa. Brasília: 89 p. 1984.

FIGUEIREDO, L. D. Embate nos babaçuais. Do espaço doméstico ao espaço público – lutas das quebradeiras de coco no Estado do Maranhão. Dissertação de mestrado. Belém, PA: UFPA – Centro agropecuário: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p.199.

IBGE – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL/ FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Rio de Janeiro: IBGE, v.64, p.350-356, 2004.

LENNERTS, L. Olicakes and oilmeals as raw materials for the production of mixed feeds. Babassu cake and babassu meal. Muhle Mischfuttertechnik, v. 14, p.189, 1988.

MARCONDES, M.I; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.38, n.11, p. 2247-2257, 2009.

MDA, Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília, 2009. Disponível em: http://www.territoriosdacidadania.gov.br/portal/saf/arquivos/view/sociobiodiversidade/Plano_Ação_Cadeia_Babaçu.pdf. Acesso em 24 de março de 2010.

MORRISON, F.B. Alimentos e alimentação dos animais. 5.ed. São Paulo.: Melhoramentos, 1996, 829p.

NASCIMENTO, U.S. Carvão de babaçu como fonte térmica para sistema de refrigeração por absorção no Estado do Maranhão. Campinas, 2004, 82f. Dissertação de mestrado. Unicamp, Campinas, SP.

PAZ DA SILVA, M.C.; LOPES, J. B.; ALMEIDA, F.O. Inclusão do Farelo de babaçu em dietas de frango de corte – Desempenho. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3. Campina Grande, 2004. Anais... Campina Grande-PB. 2004.

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; NETO, J.M.V. *et al.* Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas Apis mellifera. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.18, p.533-538, 2007.

ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.V.; BORGES. A.M. *et al*. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, vol.32, n.2, p.480-490, 2003.

SILVA, T.C.P. Substituição do farelo de trigo pela torta de babaçu na alimentação de vacas mestiças em lactação. 30 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SILVA, R.F. Avaliação nutricional da torta de babaçu e sua utilização em dietas para frangos de corte Label Rouge. 67 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

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.

TEIXEIRA, M.A. Estimativa do potencial energético na indústria do óleo de babaçu no Brasil.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Anais eletrônicos... Disponível em:

http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200045&lng=pt&nrm=abn. Acesso em: 24 Mar. 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2001. 297p.

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

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

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

***CAPÍTULO 2* – Consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu**

2.1. Resumo

Objetivou-se avaliar o consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e o balanço de nitrogênio de dietas contendo torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 (7; 14; 21; 28 e 35% da MS). Utilizaram-se 25 ovinos machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualisado com cinco repetições. Os consumos de matéria seca (MS) não foram afetados pelas dietas (P>0,05) e variaram de 59,53 a 68,93 g/UTM por dia. Os consumos de matéria orgânica (MO), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados (p>0,05) pelas dietas experimentais. A torta de babaçu não afetou (p>0,05) as digestibilidades aparentes da MS, MO, FDN e CT. A digestibilidade aparente média da MS foi de 60,46%. As digestibilidades da PB dos NDT apresentaram comportamento linear crescente (p<0,05). A digestibilidade aparente da FDA apresentou resposta linear decrescente (p<0,05) em resposta à inclusão de torta de babaçu. O balanço de nitrogênio foi positivo para todas as dietas, com comportamento linear crescente (P<0,05). Os teores de N retido variaram de 9,72 a 15,51 g/dia e o N retido em relação ao N ingerido variou entre 52,1 e 57,84%. A torta de babaçu pode ser incluída na dieta de ovinos, em substituição ao feno de tifton-85, sem alterar o consumo e a digestibilidade da MS, melhorando o aproveitamento do nitrogênio dietético, com valor de NDT de 69%.

Palavras-chave – co-produto, cynodon, orbygnia, suplemento concentrado, tifton 85

2.2. Introdução

A nutrição inadequada, agravada por disponibilidade estacional das forragens, é o principal fator limitante da eficiência produtiva e reprodutiva de ruminantes, sendo considerada um dos maiores entraves à produção pecuária.

A utilização de co-produtos agroindustriais na alimentação de ruminantes apresenta duas grandes vantagens: a diminuição da dependência destes animais por cereais que possam servir para alimentação humana, e diminuição no custo total de produção. Para ser economicamente atrativo, uma das características que o co-produto deve ter é baixo custo de nutriente por unidade de matéria seca.

Entre os co-produtos disponíveis para a alimentação animal, encontra-se a torta de babaçu (co-produto da produção de óleo a partir da planta de babaçu). Devido a suas características físico-químicas, a torta de babaçu apresenta potencial para uso como fonte alternativa tanto de energia quanto de proteína na dieta de ruminantes (Castro, 2007; Silva, 2006; Sousa Júnior, 2003), substituindo assim grãos mais nobres, como milho e soja, que são usados na alimentação humana e de animais não-ruminantes. No entanto, apesar de estar sendo bastante utilizada por produtores na alimentação animal, principalmente do Norte e Nordeste do Brasil, poucos estudos têm sido desenvolvidos a fim de avaliar o valor nutritivo deste alimento.

O conhecimento da degradação de frações específicas dos alimentos no rúmen é de fundamental importância para a maximização da fermentação ruminal, maior eficiência de utilização dos nutrientes, maior economia na produção e menor impacto ambiental devido à redução das perdas. Assim, a taxa e a extensão da digestão do alimento são importantes fatores envolvidos na utilização de forragens e concentrados na dieta dos ruminantes. Se a taxa de degradação da proteína exceder a de fermentação dos carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio podem ser perdidos na forma de amônia. No entanto, se a taxa de fermentação dos carboidratos exceder a taxa de degradação das proteínas, a produção microbiana poderá diminuir (Russell et al., 1992)

A fim de determinar o valor nutricional dos alimentos, os ensaios com animais, "*in vivo*", que avaliam produção animal e digestibilidade dos nutrientes, são os mais precisos.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o consumo voluntário e a digestibilidade aparente de dietas para ovinos, contendo níveis crescentes de torta de babaçu utilizada em substituição ao feno de Tifton-85 (*Cynodon* spp.)

2.3. Material e Métodos

O ensaio de consumo e digestibilidade aparente foi realizado no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal do Departamento de Zootecnia, na Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte – MG, nos meses de fevereiro e março de 2009.

Como tratamentos foram avaliados cinco níveis de inclusão de torta de babaçu nas dietas em substituição ao feno de tifton-85 (7; 14; 21; 28; e 35%, em base da matéria seca). A torta de babaçu utilizada foi obtida pelo processo de extração mecânica do óleo da amêndoa.

Foram utilizados 25 carneiros, machos, adultos, castrados, sem raça definida, com peso vivo médio de 49,6 kg.

Inicialmente os animais foram casqueados e pesados. Após a pesagem foram identificados, vermifugados e receberam complexo vitamínico ADE, sendo, então, alojados, individualmente, em gaiolas metabólicas. As gaiolas eram confeccionadas em ferro, nas dimensões de 1,50 x 0,80m, com piso ripado de madeira e telas laterais, com comedouros de aço inoxidável e saleiro e bebedouro de plástico. A sala e as gaiolas foram higienizadas diariamente.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. O experimento teve duração de 26 dias, com 21 dias para adaptação às dietas, manejo e instalações e cinco dias para coletas experimentais.

A alimentação foi fornecida diariamente na forma de mistura completa, em dois horários (7 e 17 horas) e foi calculada para permitir consumo à vontade (entre

90 e 100 g de matéria seca por quilograma de unidade de tamanho metabólico). A quantidade de dieta fornecida foi ajustada para proporcionar entre 10 e 15% de sobras. Os animais receberam *ad libitum* água e mistura mineral própria para ovinos. Como volumoso foi utilizado o feno de Tifton-85 (*Cynodon* spp.), que foi picado em máquina forrageira. A torta de babaçu foi misturada à milho moído na proporção 7:3. O milho foi incluído para aumentar a aceitação da dieta pelos animais. A princípio, tentou-se substituir, gradativamente, o volumoso apenas pela torta de babaçu, mas os animais não consumiam. Sendo assim, a fim de aumentar a aceitabilidade da dieta, foi incluído milho, também de forma gradativa, começando com uma parte de milho para nove de torta de babaçu. A quantidade de milho foi sendo aumentada até que os animais começassem a consumir a dieta, chegando a sete partes de torta de babaçu para três partes de milho moído. A composição química dos ingredientes encontra-se na Tabela 2 e a das dietas na Tabela 3. Para a formulação das dietas usou-se valores de NDT tabelados.

Tabela 2 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens	Ingredientes		
	Torta de babaçu	Milho moído	Feno de tifton-85
Matéria seca (MS)[1]	90,10	84,98	85,88
Proteína bruta[2]	20,58	10,58	8,48
FDN[2,3]	63,06	13,63	77,86
FDA[2,4]	34,00	3,74	39,14
Hemicelulose[2]	29,06	9,89	38,72
Carboidratos totais[2]	65,51	82,32	83,99
Carboidratos não fibrosos[2]	2,45	68,69	6,13
Extrato etéreo[2]	9,42	4,10	1,10
Cinza[2]	4,49	3,00	6,43

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS); [3]FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; [4]FDA – fibra insolúvel em detergente ácido.

Durante os cinco dias de coletas, as amostragens dos alimentos oferecidos, das respectivas sobras individuais, das fezes e das urinas foram realizadas pela manhã.

Do alimento oferecido foram coletados cerca de 300 g por dia. As sobras eram pesadas e totalmente armazenadas. A urina e as fezes eram coletadas separadamente em baldes e bandejas, posicionados abaixo das gaiolas. Nos

baldes coletores de urina foram adicionados, diariamente, 100 mL de HCl 2N para evitar a perda de nitrogênio da urina. Pela manhã o volume de urina era mensurado e coletada alíquota correspondendo a 10% do total. As fezes eram recolhidas, pesadas e retiradas amostras correspondendo a 20% do total mensurado. Todas as amostras foram acondicionadas em câmara fria (– 5ºC).

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais

Composição percentual (% da matéria seca total)					
	Dietas (níveis de inclusão de torta de babaçu)				
Ingrediente	7%	14%	21%	28%	35%
Torta de babaçu	7	14	21	28	35
Milho moído	3	6	9	12	15
Feno de tifton-85	90	80	70	60	50
Composição química					
Nutriente					
Matéria seca[1]	86,12	86,35	86,58	86,81	87,05
Matéria orgânica[2]	93,74	93,91	94,08	94,25	94,41
Proteína bruta[2]	9,49	10,51	11,52	12,53	13,55
Fibra em detergente neutro[2]	75,04	72,21	69,39	66,56	63,74
Fibra em detergente ácido[2]	37,58	36,02	34,46	32,90	31,34
Hemicelulose[2]	37,46	36,19	34,93	33,66	32,40
Carboidratos totais[2]	82,48	80,96	79,44	77,93	76,41
Carboidratos não fibrosos[2]	7,44	8,75	10,06	11,37	12,67
Extrato etéreo[2]	1,77	2,44	3,12	3,79	4,46
Cinza[2]	6,26	6,09	5,92	5,75	5,59

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS)

Ao final do período de coleta, as amostras obtidas foram homogeneizadas para a confecção de amostras compostas de alimentos oferecidos, sobras, fezes e urina. As amostras foram devidamente identificadas e congeladas (-10 a -15ºC) para posteriores análises laboratoriais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária – UFMG, em Belo Horizonte (MG).

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada (55ºC por 72 horas) e, posteriormente, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de abertura de malhas de 1mm e armazenadas em frascos de polietileno com tampa.

As amostras de alimentos oferecidos, sobras e fezes foram analisadas em duplicata. Os teores de matéria seca (MS) foram determinados em estufa a 105ºC, conforme AOAC (1980), proteína bruta (PB) a partir do conteúdo de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (AOAC International, 1995), e os teores de extrato etéreo (EE) e cinzas determinados segundo Silva e Queiroz (2002).

As análises de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com o método seqüencial de Van Soest *et al*. (1991), com adição de amilase termo-resistente no aparelho Fiber analyser ANKOM. As amostras de urina foram analisadas para determinação de nitrogênio total conforme metodologia utilizada para PB método de Kjeldahl (AOAC International, 1995).

O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre o teor de MS e o de cinzas. Já o teor de hemicelulose corresponde à diferença entre as concentrações de FDN e FDA. Para estimativa dos carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) foram usadas equações propostas por Sniffen *et al*. (1992):

(1) CT = 100 – (%PB + %EE + %cinzas);
(2) CNF = 100 – (%FDN + %PB + %EE + %cinzas);
(3) NDT = PBD + (2,25 x EED) + FDND + CNFD

Onde, PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra insolúvel em detergente neutro digestível e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

O consumo de nutrientes das dietas foi determinado pela diferença entre a quantidade de dado nutriente no alimento oferecido aos animais e a quantidade do mesmo nas sobras no cocho.

Foram determinados os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCT) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), em g/dia, % do peso vivo (%PV) e grama por unidade de tamanho metabólico (g/UTM).

As digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, e CHOT foram obtidas conforme Silva e Leão (1979), segundo a fórmula:

Digestibilidade aparente = ((consumido – excretado nas fezes) x 100) / consumido

Foi determinado também o balanço de nitrogênio (BN), obtendo-se o nitrogênio absorvido em grama por dia (g/d) e o nitrogênio retido em grama por dia e em grama por unidade de tamanho metabólico (g/UTM), bem como a relação nitrogênio retido/ nitrogênio ingerido em porcentagem. Para os cálculos de nitrogênio absorvido e nitrogênio retido, foram utilizados os valores de nitrogênio (N) consumido, nitrogênio fecal e nitrogênio urinário, por meio das equações:

(1) N absorvido = N consumido – N fecal

(2) N retido = N consumido – (N fecal + N urinário)

Para avaliação do efeito dos níveis de adição da torta de babaçu, foram realizadas análises de regressão. Na regressão, a escolha do modelo mais adequado para cada variável baseou-se na significância dos coeficientes linear, quadrático, e cúbico, utilizando-se o nível de 0,05 de significância. Antes dessas análises, verificaram-se as pressuposições de distribuição normal e homocedasticidade dos dados.

2.4. Resultados e discussão

Os consumos de MS (CMS) e MO (CMO) em g/dia, %PV e g/UTM não foram alterados (P>0,05) pela inclusão de torta de babaçu às dietas (Tabela 4).

As médias de CMS não sofreram influência (P>0,05) da inclusão de torta de babaçu, variando entre 1148,82 e 1247,69 g/dia e de 59,53 a 68,39 g/UTM por dia entre as dietas. Esse comportamento diferiu do observado por Xenofonte *et al*. (2008) que obtiveram resposta cúbica tanto para o CMS, expresso em %PV, quanto em g/UTM/dia. Estes autores trabalharam com quatro níveis de inclusão (0, 10, 20 e 30% da MS) de farelo de babaçu na dieta de cordeiros sem raça definida e à medida que a torta de babaçu foi sendo incluída na dieta, menores

foram os consumos de matéria seca observados. Sousa Jr. (2003), relatou para ovinos Santa Inês também alimentados com 0, 10, 20 e 30% de farelo de babaçu na MS da dieta redução na ingestão de MS à medida que este suplemento foi incluído na dieta.

Tabela 4. Valores médios de consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo, em gramas por dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
Consumo de matéria seca								
g/dia	1177,34	1148,82	1192,38	1206,10	1247,69	$\hat{Y}= 1194.47^{ns}$	-	18,83
%PV	2,29	2,22	2,52	2,63	2,38	$\hat{Y}=2,41^{ns}$	-	15,25
g/UTM	61,14	59,53	65,92	68,39	63,95	$\hat{Y}= 63,79^{ns}$	-	15,46
Consumo de matéria orgânica								
g/dia	1105,82	1081,25	1123,75	1137,16	1176,54	$\hat{Y}=1124,91^{ns}$	-	15,85
%PV	2,15	2,09	2,37	2,48	2,24	$\hat{Y}=2,27^{ns}$	-	15,29
g/UTM	57,42	56,02	62,13	64,48	60,31	$\hat{Y}=60,08^{ns}$	-	15,46
Consumo de proteína bruta								
g/dia	116,61	122,19	139,26	151,23	168,02	$\hat{Y}=99,9082 + 1,8838X^{**}$	34,60	19,16
%PV	0,22	0,23	0,29	0,32	0,32	$\hat{Y}=0,1976 + 0,004X^{**}$	45,83	15,93
Consumo de extrato etéreo								
g/dia	21,65	28,73	36,76	46,73	57,71	$\hat{Y}= 11,288 + 1,28726X^{**}$	82,38	16,03
%PV	0,04	0,05	0,07	0,10	0,11	$\hat{Y}=0,0234 + 0,0026X^{**}$	87,17	13,20

**= P<0,01; * = P<0,05; ^{ns} = P>0,05

O CMS por UTM por dia obtido no nível máximo de inclusão (35%) no presente trabalho foi 15,7% superior ao observado por Xenofonte *et al*. (2008) em dieta com 30% de torta de babaçu.

Ressalta-se que os coeficientes de variação observados (Tabela 4) foram todos inferiores a 20%, valor normalmente encontrado em trabalhos que estudam consumo em ovinos.

De acordo com o NRC (2007), o CMS mínimo necessário para mantença de ovinos adultos é de 53,19 g/UTM por dia, valor este inferior à menor média obtida, de 59,53 g/UTM por dia na dieta com 14% de torta de babaçu.

As respostas para os consumos de proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE) foram lineares (P<0,05) e podem ser explicadas pelo maior teor desses nutrientes nas dietas com maiores níveis de inclusão de torta de babaçu. O CPB aumentou em 1,88 g/dia por dia para cada ponto percentual de torta de babaçu na dieta (P<0,05).

O teor de EE da torta de babaçu utilizada no ensaio foi de, aproximadamente, 8,6 vezes o teor do mesmo nutriente no feno de Tifton-85 utilizado, o que acarretou em maiores quantidades de EE nas dietas à medida que a inclusão de torta de babaçu aumentava (Tabela 3). A resposta do consumo de EE em g/dia, e em %PV foi linear e, para cada ponto percentual de torta de babaçu na dieta, o CEE foi aumentado em 1,29 g/dia por dia (P<0,05).

Os consumos das frações fibrosas (FDN e FDA) não foram afetados pelas dietas, bem como o de carboidratos totais (Tabela 5). Era esperado que os menores conteúdos de FDN e FDA das dietas com a inclusão de torta de babaçu (Tabela 3), e com os CMS semelhantes entre as dietas, o consumo desses nutrientes fosse reduzido, o que não ocorreu. Os ovinos são animais com grande capacidade de seleção de alimentos e, neste ensaio, observou-se que os animais que receberam dietas com maiores níveis de torta de babaçu e, conseqüentemente, menores de feno, consumiram mais o volumoso, visto que a dieta era fornecida na forma de mistura completa e as sobras recolhidas nos cochos continham, proporcionalmente, maiores quantidades de torta de babaçu do que de feno. Este comportamento seletivo pode ter ocorrido com o objetivo de aumentar o consumo de fibra longa, ou por menor palatabilidade da torta quando comparada à do feno de tifton-85. Dessa forma, apesar da inclusão da torta de babaçu promover redução nos teores de FDN e FDA, a seleção dos animais pelo alimento volumoso permitiu que os animais consumissem quantidades semelhantes destes nutrientes. Esse comportamento foi semelhante ao observado por Miotto (2011), que avaliou o consumo de dietas com inclusão de farelo do mesocarpo do babaçu para ovinos.

Tabela 5. Valores médios de consumo de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais, em gramas por dia (g/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro								
g/dia	875,37	829,67	824,52	803,50	800,45	$\hat{Y}=826,91^{ns}$	-	15,89
%PV	1,70	1,60	1,74	1,75	1,52	$\hat{Y}=1,67^{ns}$	-	15,37
g/UTM	45,45	42,97	45,63	45,60	40,99	$\hat{Y}=44,13^{ns}$	-	15,52
Consumo de fibra insolúvel em detergente ácido								
g/dia	439,46	415,98	412,51	399,82	398,14	$\hat{Y}=413,19^{ns}$	-	15,82
%PV	0,85	0,80	0,87	0,87	0,76	$\hat{Y}=0,83^{ns}$	-	15,36
g/UTM	22,81	21,53	22,84	22,70	20,38	$\hat{Y}=22,06^{ns}$	-	15,45
Consumo de carboidratos totais								
g/dia	967,55	930,33	947,73	939,20	950,80	$\hat{Y}=947,12^{ns}$	-	16,15
%PV	1,89	1,80	2,01	2,05	1,82	$\hat{Y}=1,91^{ns}$	-	15,56
g/UTM	50,24	48,19	52,41	53,28	48,73	$\hat{Y}=50,57^{ns}$	-	15,73
Consumo de nutrientes digestíveis totais								
g/dia	707,92	698,32	751,22	769,66	815,02	$\hat{Y}= 748,43^{ns}$	-	16,46
%PV	1,37	1,36	1,60	1,68	1,55	$\hat{Y}=1,51^{ns}$	-	15,72
g/UTM	36,59	36,23	41,73	43,62	41,67	$\hat{Y}=39,97^{ns}$	-	16,00

**= P<0,01; * = P<0,05; ^{ns} = P>0,05

Não houve efeito da inclusão de torta de babaçu sobre o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) (P>0,05). O CNDT variou de 36,23 a 43,62 g/UTM por dia, com média de 1,51% do peso vivo. Este resultado demonstra que a inclusão deste alimento na dieta de ovinos permitiu consumo de energia semelhante ao observado em dietas contendo maior teor de feno de Tifton-85, volumoso considerado de boa qualidade. Isso sugere que a torta de babaçu é nutricionalmente viável como ingrediente suplementar em dietas de ovinos.

As digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS) e da matéria orgânica (DAMO) não foram afetadas (P>0,05) pela inclusão de torta de babaçu nas dietas (Tabela 6). A DAMS apresentou pequena variação entre os tratamentos, com valores de 60,0 a 61,5%. De acordo com Van Soest (1994), os valores de

DAMS observados podem ser considerados elevados (>60,0%), sugerindo que mecanismos de controle do CMS baseados na densidade energética da dieta poderiam estar prevalecendo.

Tabela 6. Digestibilidades aparentes dos nutrientes de dietas contendo torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis (%)	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
DAMS[1]	60,01	60,00	60,46	61,50	60,31	$\hat{Y}=60,46^{ns}$	-	4,96
DAMO[2]	62,47	62,87	64,22	63,46	63,99	$\hat{Y}=63,40^{ns}$	-	5,14
DAPB[3]	63,92	66,42	69,18	71,23	71,87	$\hat{Y} = 62,3096 + 0,29594X^{**}$	56,90	3,88
DAEE[4]	53,02	67,99	76,99	79,70	83,40	$\hat{Y} =36,05 +2,8X - 0,042X^{2**}$	83,21	7,17
DAFDN[5]	67,88	65,12	66,43	63,13	63,12	$\hat{Y}= 65,13^{ns}$	-	6,11
DAFDA[6]	67,44	64,90	63,84	59,88	58,78	$\hat{Y}=69,6692 – 0,31909X^{**}$	37,24	6,79
DACT[8]	62,50	61,10	62,98	61,38	61,42	$\hat{Y} = 61,88^{ns}$	-	5,20
NDT[9]	59,90	60,43	63,56	63,73	65,16	$\hat{Y} = 58,4052 + 0,1976X^{**}$	36,41	4,31

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05; [1]DAMS – digestibilidade aparente da matéria seca; [2]DAMO – digestibilidade aparente da matéria orgânica; [3] DAPB – digestibilidade aparente da proteína bruta; [4]DAEE – digestibilidade aparente do extrato etéreo; [5]DAFDN – digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro; [6]DAFDA – digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido; [7]DAHEM – digestibilidade aparente da hemicelulose; [8]DACT – digestibilidade aparente dos carboidratos totais; [9]NDT – nutrientes digestíveis totais.

A DAMO variou entre 62,47 e 64,22%. Estes são diferentes dos encontrados por Xenofonte *et al*. (2008) que obtiveram respostas lineares tanto para DAMS quanto para a DAMO, com valores de até 68,4% de DAMS e 70,9% de DAMO na dieta com 30% de torta de babaçu. Contudo, os valores encontrados por estes autores foram justificados pela redução nos consumos de MS e MO, o que ocasionou maior tempo de permanência do material no trato gastrintestinal e, assim, maior digestibilidade.

Silva *et al*. (2008) avaliando a digestibilidade aparente em borregos recebendo dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de babaçu (15, 30, 55 e 75%) em substituição ao feno de tifton-85, obtiveram valores de DAMS decrescentes em função do incremento de torta nas dietas, com valores variando entre 48,99 e 54,58%. A média de DAMS do presente trabalho foi superior a todas as médias obtidas por aqueles autores.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da PB (DAPB) e do EE (DAEE) foram influenciados pela inclusão da torta de babaçu nas dietas (P<0,05). Os aumentos observados da DAPB e da DAEE com a inclusão da torta de babaçu podem ser explicados pelo fato da inclusão deste alimento ter provocado incremento no teor desses nutrientes nas dietas sem afetar o consumo de matéria seca. Dessa forma, os animais ingeriram quantidades de MS semelhantes, no entanto, consumiram mais PB e EE em dietas com maiores teores de torta de babaçu. Normalmente, maiores consumos de MS acarretam menores digestibilidades dos nutrientes por estarem associados ao aumento na taxa de passagem da digesta.

As digestibilidades aparentes da FDN (DAFDN) e dos carboidratos totais (DACT) não sofreram influência da inclusão de torta de babaçu nas dietas (P>0,05).

A DAFDN média foi de 65,13%, valor quase duas vezes superior a média observada por Xenofonte *et al*. (2008), que foi de 38,6%. Estes autores também não observaram influência da torta do farelo de babaçu na DAFDN em ovinos.

O aumentou do teor de EE com a inclusão de torta de babaçu pode ter afetado a digestão ruminal da fibra por inibição da atividade microbiana (Nussio *et al*., 2006). Isto só foi observado com a digestibilidade da FDA, que apresentou efeito linear decrescente (P<0,05) com o aumento de torta de babaçu nas dietas. A DAFDA foi diminuída (P<0,05) em 0,32% para cada ponto percentual de aumento de torta de babaçu.

Os valores de (coeficientes de digestibilidade aparente) do NDT (DANDT) aumentaram linearmente (P<0,05) com a inclusão de torta de babaçu nas dietas. Isto pode ser explicado pelo aumento das digestibilidades da PB e do EE. A DANDT no nível máximo de inclusão de torta de babaçu (35%) foi, aproximadamente, 8,8% superior à observada no nível mínimo (7%), mostrando o potencial energético do alimento. Considerando o NDT do milho de 85%, o NDT da torta de babaçu foi de 69%, maior que o NDT do feno de tifton-85 utilizado neste trabalho, que foi de 58,41%.

O BN das dietas está apresentado na Tabela 7. Todos os parâmetros, exceto N fecal, apresentaram resposta linear crescente (P<0,05) à inclusão de torta de babaçu.

Tabela 7. Nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário, N absorvido e balanço de nitrogênio (N retido) em gramas por dia, N retido por unidade de tamanho metabólico (N ret/UTM) e relação N retido / N ingerido (Nret/Ning), em porcentagem, por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis (%)	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
Ningerido	18,66	19,55	22,28	24,20	26,88	$\hat{Y} = 15,99 + 0,30x^{**}$	0,98	20,44
Nfecal	6,70	6,51	6,94	6,95	7,54	$\hat{Y}=6,93^{ns}$	-	22,66
Nurinário	2,24	2,94	2,69	3,68	3,83	$\hat{Y} = 1,90 + 0,06x^{**}$	0,85	25,27
Nabsorvido	11,96	13,04	15,34	17,25	19,34	$\hat{Y} = 9,70 + 0,27x^{**}$	0,99	20,74
Nretido	9,72	10,11	12,65	13,57	15,51	$\hat{Y} = 7,80 + 0,21x^{**}$	0,96	23,69
Nret/UTM	0,51	0,53	0,70	0,77	0,80	$\hat{Y}=0,41 + 0,01x^{**}$	0,93	20,31
Nret/Ning(%)	52,10	50,29	56,60	55,83	57,84	$\hat{Y}=49,72 + 0,24x^{*}$	0,71	9,74

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

De acordo com Van Soest (1994), para otimizar o ambiente ruminal é preciso que haja sincronia entre a degradação da proteína e a fermentação de carboidrato, para se obter máxima eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen. Contudo, quando a velocidade de produção de amônia é maior que seu uso, há aumento da excreção de nitrogênio e do custo energético de síntese de ureia, o que acarreta menor disponibilidade de proteína. Sendo assim, o balanço de nitrogênio pode indicar se está ocorrendo ou não perda de nitrogênio pelo organismo.

O N ingerido aumentou em 0,3 g para cada ponto percentual de inclusão de torta de babaçu nas dietas (P<0,05), conseqüência do aumento no CPB. O N urinário também apresentou resposta linear crescente (P<0,05) à inclusão de torta de babaçu nas dietas, o que não foi suficiente para reduzir o N retido.

Todas as dietas apresentaram BN positivo, variando de 9,72 a 15,51 g/dia, com aumento de 0,2 gramas de N retido para cada ponto percentual de inclusão de torta de babaçu ($P<0,05$).

De acordo com Church (1993), a maior área de superfície exposta ao ataque microbiano (o que ocorre em dietas com menor teor de volumoso) propicia o aumento de N retido. A inclusão de torta de babaçu e, assim, o menor tamanho das partículas das dietas podem ter auxiliado nos maiores valores de N retido observados neste estudo. As proporções de N retido em relação ao N ingerido variaram de 52,0 a 57,84%.

Estudos de cinética e dinâmica ruminal da torta de babaçu quando incluídas em dietas de ovinos poderiam comprovar a sincronia entre a degradação de proteína, o nível de amônia e a fermentação de carboidratos, o que maximiza a produção de proteína microbiana, aumentando a eficiência nutricional da dieta e com isso reduzindo custos.

2.5. Conclusões

A torta de babaçu pode substituir, até 35%, o feno de tifton-85 na dieta de ovinos sem que haja prejuízo no consumo e na digestibilidade da matéria seca. No entanto, deve-se adicionar alimento palatável para aumentar a aceitação dos animais pela torta de babaçu.

A torta de babaçu apresentou valor de proteína bruta de 20,58% e NDT de 69%, podendo ser utilizada como suplemento protéico e energético na alimentação de ovinos. Seu uso também sugeriu efeito benéfico sobre o aproveitamento do nitrogênio dietético.

2.6. Referências bibliográficas

AGRICULTUAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and requirements of ruminants. Wallingford, CAB INTERNATIONAL. 1993. 195p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 13 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1980. 1015p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

CHURCH, D.C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Waveland, 1993. 564p.

MIOTTO, F.R.C. Farelo do Mesocarpo de Babaçu na Produção de Bovinos de Corte Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2011.

NUTRIENT requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: National Academic Press, 2007. 362p.

NÚSSIO, L.G.; CAMPOS, F.T.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap. 7, p. 183 – 228.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G., VAN SOEST, P.J., SNIFFEN, C.J. A net carboydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **J. Animal Sci.**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SILVA, A.G.M; BORGES, I.; NEIVA, J.N.M. *et al*. Avaliação do lipe® como indicador externo de digestibilidade em ovinos recebendo dietas com torta de babaçu. Anais do I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. Fortaleza – CE, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2002.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes. Piracicaba,SP: Livroceres, 1979. 384 p.

SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, D.G., *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 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.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccaridies in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., v.74, n.9, p.3583-3597, 1991.

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

CAPÍTULO 3 – Efeito da inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 na dieta de ovinos sobre o metabolismo energético e produção de metano

3.1. Resumo

Objetivou-se avaliar o metabolismo energético e a produção de metano por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (7, 14, 21, 28 e 35% de torta de babaçu em base de MS) e cinco repetições. Os consumos de energia bruta (CEB) e energia líquida (CEL) não foram afetados pelos tratamentos (P>0,05). Os consumos de energia digestível (CED) e energia metabolizável (CEM) apresentaram resposta linear crescente (P<0,05) aos níveis de torta de babaçu, variando de 145,44 a 178,39 kcal/UTM por dia e de 121,85 a 158,08 kcal/UTM por dia, respectivamente. As perdas de energia das fezes, do metano e do incremento calórico (IC), mensurados em porcentagem da energia bruta ingerida (%EB), apresentaram influência das dietas (P<0,05). As perdas pelas fezes (%EB) e pelo metano (%EB) apresentaram comportamento linear decrescente (P<0,05) ao nível de inclusão de torta de babaçu. O IC, em %EB, apresentou resposta quadrática (P<0,05). Os valores de energia digestível (ED) e metabolizabilidade (q_m) foram afetados pelos tratamentos, apresentando respostas lineares crescentes (P<0,05). A eficiência parcial de uso da energia metabolizável para mantença (k_m) variou entre 0,71 e 0,81, com resposta quadrática à inclusão de torta de babaçu. Os valores de energia líquida não diferiram estatisticamente (P>0,05). Para cada 1% de inclusão de torta de babaçu houve redução de 0,31 g de metano por kg de MS consumida (P<0,05). A inclusão de torta de babaçu, em substituição ao feno de tifton-85, na dieta de ovinos, em até 35%, possibilitou aumento da eficiência energética da dieta, bem como reduziu a emissão de metano pelos animais, com impacto importante na emissão de gases de efeito estufa.

Palavras-chave – calorimetria indireta, emissão de metano, gás de efeito estufa, produção de calor, respirometria

3.2. Introdução

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil o babaçu (*Orbygnia* sp.) é uma das principais plantas utilizadas como fonte de matéria-prima na fabricação de biocombustíveis e grande é a quantidade de co-produtos gerada a partir desse processo, entre eles está a torta de babaçu.

O uso da torta de babaçu na alimentação de ruminantes já é bastante comum, principalmente entre produtores do Norte e Nordeste. No entanto, pouco se conhece do valor nutritivo deste alimento, sendo que a maioria dos estudos com torta de babaçu limita-se a avaliar consumo, desempenho e digestibilidade aparente. Os estudos que buscam caracterizar a partição de energia em dietas contendo este alimento, bem como a produção de metano por animais alimentados com a torta de babaçu não foram encontrados na literatura consultada.

O teor energético dos alimentos é um dos principais determinantes da produção animal, sendo fundamental o conhecimento da eficiência energética de dietas (Blaxter, 1956). A energia não é considerada nutriente, ela é liberada pela oxidação dos compostos orgânicos do alimento. Geralmente, a energia é utilizada como base das exigências nutricionais, e carboidratos, lipídios e proteínas são considerados por seus potenciais em produzir energia na combustão.

A energia gerada pela oxidação dos nutrientes no organismo animal pode ser utilizada para manutenção dos processos vitais ou para realização de trabalho. A energia bruta dos alimentos pode ser mensurada, de maneira relativamente simples, em bombas calorimétricas. No entanto, a variabilidade na digestibilidade e metabolismo entre alimentos exclui o uso da energia bruta para formulação de rações ou comparação entre alimentos (Resende *et al*., 2006). A adoção da energia líquida como forma de expressar as exigências dos animais e o conteúdo energético dos alimentos pode tornar mais precisa a formulação de rações para os ruminantes.

A energia retida nos tecidos corporais ou utilizada na produção é calculada como a diferença entre a energia bruta total consumida e as perdas de energia

nas fezes, na urina, nos gases produzidos pela fermentação dos alimentos pelos microrganismos ruminais e na produção de calor (Blaxter, 1956).

A produção de metano por ruminantes tem relação direta com a eficiência do processo de fermentação ruminal, devido à perda de carbono e, assim, de energia, o que acarreta menor desempenho animal. Além disso, o metano é um importante gás de efeito estufa. Sendo assim, estudos que determinem a emissão de metano por ruminantes são de extrema importância, pois podem ajudar na adoção de processos e manejos que melhorem a utilização dos alimentos, o que é desejável, tanto ambiental quanto economicamente.

A determinação da produção de calor pelo animal em jejum representa a energia gasta com a mantença, sendo necessária para a obtenção do teor de energia líquida do alimento (Rodriguez *et al*., 2007). Neste contexto, o uso de câmaras respirométricas permite a quantificação da produção de metano e de calor e, por meio destes, a estimativa do teor de energia líquida da dieta.

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão da torta de babaçu na dieta de ovinos sobre o metabolismo energético e a produção de metano, por meio de ensaio de respirometria.

3.3. Material e Métodos

O ensaio de respirometria teve duração de 24 horas por animal alimentado e em jejum. Foram utilizados 25 carneiros machos, adultos, castrados, sem raça definida, com peso vivo médio de 49,6 kg, sendo cinco carneiros por tratamento. Os animais receberam uma vez por dia as dietas correspondentes aos seus tratamentos. As composições químicas e percentuais dos ingredientes e das dietas encontram-se nas Tabelas 8 e 9.

O trabalho foi realizado em câmara respirométrica individual de fluxo aberto para pequenos ruminantes, localizada nas dependências do Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal – LAMCA – do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (Belo Horizonte, MG).

Cada animal permaneceu por período de 24 horas no interior da câmara respirométrica. Dentro da câmara havia uma gaiola metabólica, onde os

animais eram alojados, o que permitia calcular o consumo por meio da quantidade de alimento fornecido menos o que sobrava no cocho, bem como coletar a urina produzida. Para evitar excesso de amônia no interior da câmara, foram adicionados 100 mL de HCL 2N dentro do balde coletor de urina situado abaixo da gaiola metabólica. Ao lado da câmara respirométrica utilizada havia uma segunda câmara, onde também foi colocada uma gaiola metabólica alojando outro carneiro. Este procedimento foi feito tanto para adaptar os animais ao ambiente da câmara, quanto para evitar o estresse por isolamento.

Tabela 8 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens	Ingredientes		
	Torta de babaçu	Milho moído	Feno de tifton-85
Matéria seca (MS)[1]	90,10	84,98	85,88
Proteína bruta[2]	20,58	10,58	8,48
FDN[2,3]	63,06	13,63	77,86
FDA[2,4]	34,00	3,74	39,14
Hemicelulose[2]	29,06	9,89	38,72
Carboidratos totais[2]	65,51	82,32	83,99
Carboidratos não fibrosos[2]	2,45	68,69	6,13
Extrato etéreo[2]	9,42	4,10	1,10
Cinza[2]	4,49	3,00	6,43
EB (cal/gMS)	4922,48	4431,02	4350,68

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS); [3]FDN - fibra insolúvel em detergente neutro; [4]FDA – fibra insolúvel em detergente ácido.

O ensaio de respirometria foi realizado em duas fases. Na primeira foram mensuradas as trocas gasosas e calculou-se a produção de calor (PC) dos animais alimentados. Nesta etapa os animais receberam a dieta uma vez ao dia, no período da manhã, antes do fechamento da câmara. O fornecimento foi ajustado para proporcionar consumo ao nível de mantença (de 50 a 80 g de matéria seca por quilograma de unidade de tamanho metabólico), esse ajuste foi feito através de pesagem periódica dos animais. As sobras foram coletadas e pesadas no dia seguinte, no momento de abertura da câmara, e o consumo calculado por diferença. Além da dieta os animais receberam água e mistura mineral *ad libitum*.

Na segunda fase foi calculada a produção de calor de sete carneiros em jejum. A média de PC desses sete animais foi utilizada para calcular o incremento

calórico dos demais. Antes de entrar na câmara, os animais ficaram 48 horas em jejum para que todo o trato gastrointestinal fosse esvaziado. Após este período de jejum, os animais permaneceram dentro da câmara respirométrica por 24 horas, recebendo apenas água. Após a abertura da câmara, o volume de urina excretada foi mensurado e retirada alíquota de 100 mL para análise de nitrogênio (N).

Tabela 9 - Composição das dietas experimentais

Composição percentual (% da matéria seca total)					
	Dietas (níveis de inclusão de torta de babaçu)				
Ingrediente	7	14	21	28	35
Torta de babaçu	7	14	21	28	35
Milho moído	3	6	9	12	15
Feno de tifton-85	90	80	70	60	50
Composição química					
Nutriente					
Matéria seca[1]	86,12	86,35	86,58	86,81	87,05
Matéria orgânica[2]	93,74	93,91	94,08	94,25	94,41
Proteína bruta[2]	9,49	10,51	11,52	12,53	13,55
Fibra em detergente neutro[2]	75,04	72,21	69,39	66,56	63,74
Fibra em detergente ácido[2]	37,58	36,02	34,46	32,90	31,34
Hemicelulose[2]	37,46	36,19	34,93	33,66	32,40
Carboidratos totais[2]	82,48	80,96	79,44	77,93	76,41
Carboidratos não fibrosos[2]	7,44	8,75	10,06	11,37	12,67
Extrato etéreo[2]	1,77	2,44	3,12	3,79	4,46
Cinza[2]	6,26	6,09	5,92	5,75	5,59
EB (Kcal/gMS)	4.395,6	4.440,6	4.485,6	4.530,5	4.575,5

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS)

Para o procedimento de calorimetria indireta foi utilizada a metodologia descrita por Rodriguez *et al*. (2006).

As alíquotas de ar, tanto o externo como do interior da câmara, foram coletadas alternadamente a cada cinco minutos para a determinação dos teores de oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4).

No interior da câmara, a temperatura e a umidade do ar foram controladas com o uso de ar-condicionado e registradas durante a primeira e a última leitura.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária – UFMG, em Belo Horizonte (MG). As amostras de alimentos, sobras, fezes e urina, coletadas durante o ensaio de consumo e digestibilidade aparente (Capítulo 2) foram descongeladas para a realização das análises.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55ºC por 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1mm e armazenadas em frascos de polietileno com tampa

Os teores de matéria seca foram determinados em estufa a 105ºC, conforme AOAC (1995). Foram determinados os teores de energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC International, 1995). As amostras de urina dos animais alimentados foram analisadas para energia bruta e nitrogênio total. Já as amostras de urina dos animais em jejum foram analisadas apenas para nitrogênio total.

O coeficiente respiratório (CR) foi calculado pela razão entre o CO_2 produzido (L) e o O_2 consumido (L). A produção de calor foi calculada de acordo com a equação de Brouwer (1965):

$$PC\ (kJ) = 16{,}18 \times O_2(L) + 5{,}02 \times CO_2(L) - 2{,}17 \times CH_4(L) - 5{,}99 \times N_U(g)$$

Onde, PC = produção de calor e N_U = nitrogênio urinário.

Para a transformação dos dados em calorias, utilizou-se como referência o valor de 1 joule correspondente a 0,239 calorias. Os valores de energia digestível (ED) foram obtidos pela diferença entre a EB ingerida (fornecida menos a das sobras) e a EB excretada nas fezes.

A energia metabolizável (EM) foi calculada a partir da diferença entre a ED e as perdas de energia sob a forma de metano e urina. Foi adotado o valor de energia do CH_4 igual a 9,44 kcal/L, de acordo com Blaxter e Clapperton (1965).

Os valores de energia líquida (EL) foram calculados pela diferença entre a EM e perdas de energia como incremento calórico.

Dos valores de produção de calor para o animal alimentado foi descontado o valor médio obtido para os animais em jejum, para o cálculo do incremento calórico:

IC = PCal – PCjj

Onde, IC = incremento calórico; PCal = produção de calor pelo animal alimentado; e PCjj = produção de calor pelo animal em jejum.

Para os cálculos da energia perdida na forma de metano em gramas por dia (g/d), gramas por quilograma de matéria seca ingerida (g/kg MS) e quilocalorias por quilograma de matéria seca ingerida (kcal/kg MS), considerou-se o valor de 13,334 kcal/g e densidade de 0,7143 g/L (Machado, 2010).

Para a determinação da ED foram utilizados os dados de consumo e de produção fecal de energia bruta, onde ED = EB consumida – EB fecal.

Os valores de metabolizabilidade da energia bruta (q_m) foram obtidos de acordo com AFRC (1993), a partir da seguinte fórmula:

$q_m = (CEM \times 100) / CEB$

Onde, CEM = consumo de energia metabolizável (kcal/dia); CEB = consumo de energia bruta (kcal/dia).

Os valores de eficiência de utilização de energia metabolizável (k_m), obtidos de acordo com AFRC (1993), foram calculados por meio da fórmula:

$k_m = (EL \times 100) / EM$

Onde, EL = teor de energia líquida (kcal/kg MS); EM = teor de energia metabolizável (kcal/kg MS).

Os dados obtidos no ensaio de respirometria foram ajustados para o consumo observado no ensaio de digestibilidade aparente (Capítulo anterior – 2). Esse ajuste foi necessário, visto que o consumo observado no ensaio de respirometria foi diferente daquele observado no ensaio de digestibilidade. Além disso, nos cálculos de partição de energia, os teores de energia bruta foram determinados nas amostras de sobras, fezes e urinas coletadas no primeiro experimento (Capítulo 2).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de inclusão da torta de babaçu) e cinco repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, onde a escolha do modelo mais adequado para cada variável baseou-se na significância dos coeficientes linear, quadrático, e cúbico, utilizando-se o nível de 0,05. Antes dessas análises, verificaram-se as pressuposições de distribuição normal e homocedasticidade dos dados. O pacote estatístico utilizado foi o SAS.

3.4. Resultados e discussão

Na Tabela 10 encontram-se os valores de consumo de energia (CEB), de energia digestível (CED), de energia metabolizável (CEM) e de energia líquida (CEL), em kcal por unidade de tamanho metabólico por dia (kcal/UTM), por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85.

Tabela 10. Valores médios de consumo de energia bruta (CEB), de energia digestível (CED), de energia metabolizável (CEM) e de energia líquida (CEL), em kcal por kg de unidade de tamanho metabólico por dia (kcal/UTM) de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 por ovinos

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
CEB	243,10	241,08	266,26	287,65	268,21	$\hat{Y}=261,26^{ns}$	-	14,89
CED	145,56	145,44	166,81	178,39	171,63	$\hat{Y}=136,04+1,22x^{*}$	0,78	16,30
CEM	121,85	123,30	143,21	158,08	152,57	$\hat{Y}=110,94+1,37x^{*}$	0,84	19,42
CEL	86,71	101,81	110,73	128,73	109,05	$\hat{Y} = 107,40^{ns}$	-	23,75

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

Os consumos de EB e EL não sofreram influência das dietas (P>0,05). Segundo Machado (2010), o CEB apresenta elevada correlação com o CMS em kg/UTM ($r_{CMS \times CEB}$ = 0,997; P<0,0001). Já foi discutido no capítulo 2, que as dietas não afetaram o CMS pelos animais, o que, parcialmente, explica o CEB não ter sido afetado, visto que os teores de EB das dietas não variaram muito (Tabela 10). Para o CEB os valores variaram de 241,08 a 287,65 kcal/UTM por dia, com média de 261,26 kcal/UTM por dia.

Gomes (2008) avaliando o efeito da frequência de alimentação e do tamanho de partícula de dietas à base de feno de tifton-85 e concentrado comercial (relação volumoso:concentrado de 25:75) sobre o metabolismo energético em ovinos observou CEB médio de 285,1 kcal/UTM por dia, valor próximo ao encontrado no presente trabalho.

Os valores observados de CEB também foram próximos aos relatados por Guimarães Júnior (2006) e Ribas (2006), com silagens de milheto e milho, respectivamente. O primeiro autor relatou média de CEB de 246,16 kcal/UTM por dia. Já o segundo observou CEB médio de 280,36 kcal/UTM por dia. Os valores de CEB estão sujeitos a diversas fontes de variação, entre elas o animal, o alimento e fatores dietéticos (Resende *et al*., 2006).

O CEL apresentou média de 107,4 kcal/UTM por dia e, apesar de ter variado entre 86,71 e 128,73 kcal/UTM por dia, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (P>0,05). Os valores de CEL foram superiores aos relatados por Machado (2010) que, ao estudar silagens de três híbridos de sorgo, observou valores para CEL variando de 47,68 a 96,17 kcal/UTM por dia e, superiores também, aos relatados por Castro (2008) para silagem de capim Tanzânia cortado aos 63 dias, que foi de 77,92 kcal/UTM por dia.

O consumo de ED (CED) apresentou comportamento linear crescente (P<0,05) em resposta à inclusão da torta de babaçu nas dietas. Para cada unidade percentual de torta incluída na dieta houve aumento no CED de 1,22 kcal/UTM por dia. Os valores variaram de 145,44 a 178,39 kcal/UTM por dia. Ribas (2006) relatou CED para silagens de milho variando de 173,83 a 195,76 kcal/UTM por dia, sendo superiores ao do presente estudo. No entanto, os valores de CED observados por Guimarães Júnior (2006) e Castro (2008) para silagens de milheto e de capim Tanzânia, respectivamente, foram inferiores ao deste trabalho, com médias de 109,6 kcal/UTM por dia e 147,5 kcal/UTM por dia.

Para os valores de consumo de EM (CEM) também foi observado comportamento linear crescente (P<0,05), com aumento de 1,37 kcal/ UTM por dia para cada ponto percentual de aumento de torta de babaçu. Os valores obtidos variaram de 121,85 a 158,08 kcal/UTM por dia. Estes valores foram

superiores aos relatados por Machado (2010) e por Castro (2008) para silagem de capim Tanzânia cortado aos 107 dias e silagens de híbridos de sorgo, respectivamente, com valor médio de CEM de 106 kcal/UTM por dia e variações entre 89,38 e 125,46 kcal/UTM por dia nas silagens de sorgo.

Os aumentos no CED e CEM permitem concluir que a inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 aumentou o aproveitamento da energia dietética no trato gastrointestinal.

Por meio da equação de regressão do consumo de EM, observou-se valor de EM da torta de babaçu igual a 3,26 Mcal/ kg MS.

Os valores de perdas diárias de energia, em kcal por kg de unidade de tamanho metabólico (kcal/UTM) e como porcentagem da EB ingerida (%EB), na forma de fezes, urina, metano e incremento calórico estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Valores médios de perdas diárias de energia nas fezes, na urina, de metano (CH4) e como incremento calórico (IC) de ovinos, em kcal por unidade de tamanho metabólico por dia (kcal/UTM) e como porcentagem da energia bruta ingerida (% EB), de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
Fezes(kcal/UTM)	97,55	95,63	99,45	109,26	96,58	$\hat{Y}= 99,69^{ns}$	-	16,00
Fezes (%EB)	40,06	40,31	37,19	38,03	36,01	$\hat{Y}=41,43 – 0,15x^{*}$	0,79	8,17
Urina (kcal/UTM)	3,46	5,66	4,82	6,19	4,55	$\hat{Y}= 4,94^{ns}$	-	35,20
Urina (%EB)	1,41	2,72	1,83	2,17	1,71	$\hat{Y}= 1,97^{ns}$	-	54,69
CH_4 (kcal/UTM)	20,25	16,51	18,69	14,29	14,57	$\hat{Y}= 16,86^{ns}$	-	31,83
CH_4 (%EB)	8,29	7,16	7,33	5,03	5,49	$\hat{Y}=8,98 – 0,11x^{*}$	0,81	35,66
IC (kcal/UTM)	35,14	21,49	32,48	29,35	43,52	$\hat{Y}= 32,39^{ns}$	-	37,12
IC (%EB)	14,76	9,27	11,64	10,43	16,10	$\hat{Y} = 20,66 – 1,09x +0,03x^{2}$ *	0,79	36,22

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

Com relação às perdas de energia nas fezes (kcal/UTM), não houve diferença estatística (P>0,05), com valor médio de 99,69 kcal/UTM por dia. Já a perda de energia nas fezes, expressa como porcentagem da EB ingerida, apresentou comportamento linear decrescente (P<0,05) em relação ao nível de torta. Para cada 1% de aumento no nível de torta de babaçu na dieta a perda fecal de energia em relação à EB ingerida diminuía 0,15% (P<0,05).

Segundo Blaxter (1965), as fezes representam desde 10% até 70% da EB ingerida em dietas comuns para ruminantes e essa ampla variação indica que a perda de energia via fezes é o fator mais importante que determina o valor nutritivo relativo dos diferentes alimentos como fontes de energia. De acordo com Van Soest (1994), pequenas perdas fecais de energia estão associadas a altas concentrações de carboidratos não fibrosos (CNF), enquanto que maiores perdas à presença de grandes quantidades de carboidratos fibrosos. Sendo assim, a diminuição no conteúdo de carboidratos fibrosos (FDN e FDA) e o conseqüente aumento no teor de CNF com o incremento da inclusão de torta de babaçu às dietas (Tabela 9) podem explicar a redução na perda fecal de energia quando expressa em porcentagem da EB ingerida.

Para as perdas de energia na urina, as dietas não afetaram (P>0,05) nem quando expressa em kcal/UTM nem em porcentagem da EB ingerida. O valor médio de perda de energia na urina foi de 4,94 kcal/UTM por dia, o que correspondeu à 1,71% da EB ingerida. Segundo o NRC (2007), a energia perdida na urina corresponde de 4 a 5% da EB ingerida, valor quase três vezes superior ao observado. No entanto, vale ressaltar que os coeficientes de variação para as variáveis de perda de energia podem ser considerados altos para experimentação animal.

Nos ruminantes além das perdas energéticas nas fezes e urina, há também a perda energética decorrente da produção de metano e de calor.

Conforme o NRC (2007), as perdas de energia na forma de metano situam-se de 5 a 8% da EB ingerida. No presente trabalho, a perda de metano expressa como kcal/UTM não sofreu influência das dietas (P>0,05). Contudo, quando expressa em porcentagem da EB ingerida, a perda de metano apresentou resposta linear decrescente (P<0,05), com valores variando de 5,03 a 8,29%.

A produção de metano está relacionada com os produtos finais obtidos da fermentação de carboidratos. Assim, uma dieta rica em concentrado com menor proporção molar acetato:propionato produzirá menos metano do que aquela rica em forragem, com maior proporção molar acetato:propionato. Isso mostra haver relação inversa entre produção de propionato e de metano (Nussio *et al*., 2006). Dessa forma, a resposta observada no presente trabalho

para a perda de energia pela produção de metano (em %EB) era esperada, visto que quanto menor a inclusão de torta de babaçu, maior era o teor de volumoso na dieta.

O incremento calórico (IC) equivale ao aumento da produção de calor decorrente do consumo de alimento. Logo, o IC depende da quantidade de alimento ingerido e da sua composição. No presente trabalho o IC, quando mensurado em kcal/UTM por dia, não sofreu influência da inclusão de torta de babaçu (P>0,05). No entanto, quando mensurado em percentual da EB ingerida apresentou comportamento quadrático, variando de 9,27 a 16,10%, com 14 e 35% de inclusão de torta de babaçu, respectivamente. Como o consumo de MS não foi afetado pelas dietas, possivelmente outros fatores na composição do alimento tenham causado diferenças no IC.

As respostas observadas para as perdas de energia são coerentes com as observadas para consumo de energia (Tabela 10) e, por meio desses dados, é possível concluir que as dietas com maior teor de babaçu foram energeticamente mais eficientes.

Os valores de energia digestível (ED), metabolizabilidade (q_m), eficiência parcial de uso da energia metabolizável para mantença (k_m) e a relação entre a energia líquida e a energia bruta ingerida estão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios de energia digestível (ED), em porcentagem da energia bruta, metabolizabilidade (q_m), eficiência de uso da energia metabolizável para mantença (k_m) e razão entre energia líquida e energia bruta, em porcentagem, de dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
ED	59,94	59,69	62,81	61,97	63,99	$\hat{Y}$= 58,57+0,15x*	0,79	5,08
q_m	0,50	0,50	0,54	0,55	0,57	$\hat{Y}$=0,48+0,003x*	0,92	8,62
k_m	0,71	0,81	0,79	0,81	0,72	$\hat{Y}$= 0,57 + 0,02x – 0,0005x² *	0,87	12,33
EL (%EB)	35,48	40,54	42,00	44,35	40,69	$\hat{Y}$= 40,61^{ns}	-	16,17

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

Para os dados de metabolizabilidade, a resposta também foi linear crescente (P<0,05), com valores variando de 0,50 a 0,57, sendo maiores do que aquele relatado por Castro (2008) para capim Tanzânia, de 0,45.

A metabolizabilidade é a relação entre a energia metabolizável e a energia bruta da dieta e seu conhecimento é necessário por existir relação entre esse parâmetro e a concentração dos nutrientes da dieta (Resende *et al.*, 2006). O aumento da concentração de fibra na dieta normalmente ocasiona diminuição na metabolizabilidade do alimento. Os resultados obtidos estão de acordo com isto, onde dietas com maiores níveis do co-produto e, consequentemente, menores teores de volumoso, apresentaram q_m maior.

Os valores de k_m apresentaram resposta quadrática (P<0,05), variando entre 0,71 e 0,81. O k_m, que expressa a relação entre energia líquida e metabolizável para mantença, ou seja, a eficiência do uso da EM para mantença, sendo assim, influenciado apenas pela perda de energia como IC. Dessa forma, os valores de k_m acompanharam as respostas para IC das dietas.

Os valores de EL como porcentagem da EB ingerida não foram afetados pelas dietas (P>0,05), variando de 35,48 a 44,35%, com média de 40,61%, estes valores foram superiores aos observados por Machado (2010) em silagens de híbridos de sorgo, cujos resultados variaram de 22,58 a 40,12%.

Os valores de EL em relação à EB (em %) sofrem influência das perdas de energia nas fezes, urina, nos gases de fermentação (metano) e pelo IC. Esta relação permite observar a eficiência energética no animal, desde a ingestão do alimento, com determinada quantidade de energia, até a real quantidade de energia que estará disponível, após a digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, para o animal manter-se vivo e realizar suas atividades físicas e produtivas.

Na Tabela 13 estão apresentadas as trocas gasosas mensuradas em câmara respirométrica, a produção de calor e o coeficiente respiratório em ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85.

As trocas gasosas diárias (consumo de O_2, produção CO_2 e de CH_4), em litros por unidade de tamanho metabólico (L/UTM), não sofreram influência das dietas (P>0,05).

Tabela 13 – Consumo diário de oxigênio (O_2), produção diária de dióxido de carbono (CO_2) e de metano (CH_4), em litros por unidade de tamanho metabólico (L/UTM), produção diária de calor (PC) em kcal por unidade de tamanho metabólico (kcal/UTM) e coeficiente respiratório (CR) de ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
O_2 (L/UTM)	26,01	22,63	26,07	24,29	27,22	$\hat{Y}= 25,24^{ns}$	-	25,31
CO_2 (L/UTM)	24,90	22,62	25,69	23,36	24,91	$\hat{Y}= 24,29^{ns}$	-	24,13
CH_4 (L/UTM)	2,14	1,75	1,98	1,51	1,54	$\hat{Y}= 1,79^{ns}$	-	31,83
PC (kcal/UTM)	122,44	108,80	119,78	116,65	130,82	$\hat{Y}= 119,70^{ns}$	-	10,04
CR	0,96	1,00	1,00	0,97	0,92	$\hat{Y}= 0,97^{ns}$	-	6,77

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

O consumo de oxigênio variou entre 22,63 e 27,22 L/UTM por dia, com média de 25,24 L/UTM por dia. Para a produção de dióxido de carbono os valores observados variaram de 22,62 a 25,69 L/UTM por dia. Os valores obtidos são próximos aos observados por Machado (2010), para silagens de híbridos de sorgo.

Para a produção de metano as variações foram de 1,51 a 2,14 L/UTM por dia, com média de 1,79 L/UTM por dia. Esses valores são superiores aos relatados por Machado (2010) e Castro (2008), que observaram variação entre 0,99 e 1,36 L/UTM por dia para silagens de sorgo e 0,72 a 0,79 L/UTM por dia para silagens de capim Tanzânia, respectivamente.

A produção de calor (PC) inclui o calor produzido como resultado dos processos fermentativos do trato gastrintestinal e o liberado no metabolismo intermediário, representando, em média, 25 a 40% da EB consumida (NRC, 2007), e pode ser calculado a partir das medições de consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono e de metano, associados com os valores de excreção de nitrogênio pela urina (Chwalibog, 2004).

Os valores de PC não apresentaram diferença (P>0,05) entre as dietas, com valor médio de 119,70 kcal/UTM por dia, sendo este semelhante ao relatado por Gomes (2008), que observou PC de 115 kcal/UTM por dia em ovinos alimentados com dietas à base de feno de tifton-85 e concentrado, com proporção volumoso:concentrado de 25:75 (base da MS).

O coeficiente respiratório (CR) expressa a relação entre o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono, que ocorrem durante os processos metabólicos para obtenção de energia (Chwalibog, 2004). O CR faz referência ao substrato metabólico utilizado, ou seja, valores de CR próximos a 1,0 seriam para carboidratos, 0,8 para proteínas e 0,7 para gorduras (Kleiber, 1972).

Neste trabalho as dietas não afetaram os CR (P>0,05), cujos valores variaram de 0,92 a 1,00, o que demonstra que as dietas apresentavam carboidratos como principal substrato energético.

Os dados de emissão de metano por ovinos alimentados com dietas contendo torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. – Valores médios de produção de metano (CH_4) por ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85, em litros por dia (L/d), em gramas por dia (g/d), em gramas por kg de matéria seca ingerida (g/kg MS) e perda de energia na forma de metano (ECH_4) em kcal por kg de matéria seca ingerida (kcal/kg MS)

Variáveis	Níveis de substituição (%)					Equações	r^2	CV (%)
	7	14	21	28	35			
CH_4 (L/dia)	40,87	33,39	33,73	26,14	30,24	$\hat{Y}= 32,80^{ns}$	-	29,16
CH_4(g/dia)	28,92	23,85	24,09	18,67	21,60	$\hat{Y}= 23,43^{ns}$	-	29,16
CH_4(g/kg MS)	25,00	21,78	22,57	15,61	17,15	$\hat{Y} = 26,98 – 0,31x^{*}$	0,78	35,61
CH_4(kcal/kg MS)	333,37	290,43	301,00	208,14	228,73	$\hat{Y} = 359,80 – 4,17x^{*}$	0,78	35,61

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05

As produções de metano em litros por dia (L/dia) e em gramas por dia (g/dia) não apresentaram diferença (P>0,05) entre tratamentos, com média de 32,80 L/ dia ou 23,43 g/dia. Considerando essa produção média ao longo do ano, a produção anual média seria de 8,43 kg de metano, valor superior ao relatado

por Machado (2010) que seria de 3,6 a 5,8 kg de metano/ ano por animais alimentados com silagens de sorgo.

Segundo Beauchemin *et al*. (2008), a produção de metano é influenciada pelo método de conservação e processamento, tendendo a ser menor em forragens ensiladas, quando comparadas à de forragens desidratadas.

Os dados de produção de metano em gramas por kg de MS ingerida (g/kgMS) e em kcal por kg de MS ingerida (kcal/kgMS) apresentaram comportamento semelhante, com resposta linear decrescente ($P<0,05$). Para cada 1% de inclusão de torta de babaçu na dieta houve redução de 0,31 g de metano por kg de MS ingerida ($P<0,05$). Estes resultados eram esperados visto que alimentos volumosos apresentam maior teor de carboidratos fibrosos, cuja digestão resulta em maior proporção de acetato, relacionado à maior produção de metano.

A redução na produção de metano por animais recebendo maiores níveis de torta de babaçu também pode ser explicada pelos maiores teores de extrato etéreo dessas dietas. Um dos principais efeitos dos lipídios na fermentação ruminal é a redução da digestão dos carboidratos estruturais, que pode chegar a 50% ou mais, pela adição de menos de 10% de lipídios (Jenkins e Palmquist, 1984). Tal fato pode ser explicado por possível efeito tóxico dos lipídeos sobre os microrganismos ruminais, particularmente os fibrolíticos. Além disso, também há relatos de efeitos negativos sobre a metanogênese e tal efeito tem sido atribuído à redução de populações microbianas metanogênicas. A metanogênese também pode ser afetada pelo desvio de íons H^+ para a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados, ou pelo aumento da proporção de propionato, verificado pela suplementação com lipídios (Jenkins, 1993).

3.5. Conclusões

A energia metabolizável da torta de babaçu foi de 3,26 Mcal/kg de matéria seca, o que possibilita a inclusão de torta de babaçu, em substituição ao feno de tifton-85, na dieta de ovinos, em até 35% da matéria seca da dieta, possibilitando aumento da eficiência energética da dieta.

Além do bom valor energético, a torta de babaçu reduziu a emissão de metano pelos animais, com impacto importante na emissão de gases de efeito estufa.

3.6. Referências bibliográficas

AGRICULTUAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and requirements of ruminants. Wallingford, CAB INTERNATIONAL. 1993. 195p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 13 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1980. 1015p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O`MARA, F. and MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, v.48, p.21-27, 2008.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. Br. J. Nutr. v.19, p.511-522, 1965.

BLAXTER, K.L. The nutritive value of feeds as sources of energy: a review. J. Dairy Sci. v.39, p.1396-1424, 1956.

BROUWER, E. Report of sub-committee on constants and factors. In: Proceedings of 3rd Symposium on Energy Metabolism. EEAP Publication 11. Academic Press, London, 1965.

CASTRO, G.H.F. Silagem de capim Tanzânia)Panicum maximum cv Tanzânia) em diferentes idades. 2008. Tese (doutorado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

CHWALIBOG, A. Physiological basis of heat production – The fire of life. Research School of Nutrition and Physiology, 2004.

GOMES, S.P. Tamanho de partícula do volumo e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos. 2008. Tese (doutorado) – UFMG, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. Avaliação nutricional de silagens de milheto [Pennisetum glaucum (l.). R. Br.]. 2006. 90p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. . Journal Dairy Science , v.76, p.3851-3863. 1993.

JENKINS, T.C., PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acid or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. Journal Dairy Science, v.67, p.978. 1984.

KLEIBER, M. Bioenergia animal: El fuego de la vida. Zaragoza: Editoral Acribia, 1972, 428p.

MACHADO, F.S. Digestibilidade, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. 2010. Tese (doutorado) – UFMG, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

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

NÚSSIO, L.G.; CAMPOS, F.T.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. (eds.). Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183 – 228.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. (eds.) Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.311-332.

RIBAS, M.N. Avaliação nutricional de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado. 2006, 61f. Dissertação (mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E; LACHICA, M.L. *et al*. Construção de um sistema de respirometria calorimétrica para determinação dos requisitos de energia líquida dos animais e de energia dos alimentos. Anais da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *CD Rom*. Julho de 2006.

RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E; LACHICA, M.L. *et al*. A calorimetry system for metabolism trials. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.2, p.495-500, 2007.

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

***CAPÍTULO 4* – Consumo, digestibilidade e desempenho produtivo de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada**

4.1. Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição de cana-de-açúcar hidrolisada por torta de babaçu (0, 10, 20 e 30%) em dietas de novilhas leiteiras em confinamento. Foram avaliados os consumos de nutrientes, as digestibilidades da matéria seca e da matéria orgânica, os ganhos de peso diário e as eficiências alimentares. Utilizaram-se 24 novilhas leiteiras distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os animais apresentaram peso médio inicial de 190,8 kg, e o período experimental teve 91 dias de duração, sendo 21 de adaptação. Os consumos de matéria seca (MS) em % PV e em g/kg UTM aumentaram em, 0,016% e 0,65 g/kgUTM para cada 1% de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar ($P<0,05$). Os consumos de fibra insolúvel em detergente neutro e fibra insolúvel em detergente ácido, quando mensurados em % PV e em g/kg UTM aumentaram linearmente ($P<0,05$). As digestibilidades aparentes da MS e matéria orgânica apresentaram resposta quadrática ($P<0,05$) com mínima digestibilidade com 15,0 e 32% de substituição, respectivamente. O peso final (299,7 kg) e a conversão alimentar da matéria seca (4,6 kgMS/kgGP) não foram afetados ($P>0,05$) pelas dietas. O ganho médio diário (GMD) apresentou resposta quadrática, com ganho máximo com 19% de substituição de volumoso por torta de babaçu. A torta de babaçu pode substituir a cana-de-açúcar hidrolisada na dieta de novilhas, em até 30%. No entanto, maiores ganhos de peso ocorreram com até 19% de substituição, sem afetar a conversão alimentar.

Palavras-chave: digestibilidade, ganho de peso, *Orbygnia*, óxido de cálcio, *Saccharum officinarum,* subproduto

4.2. Introdução

O sucesso na atividade leiteira é totalmente dependente do bom desempenho de todas as fases da produção, como a criação de novilhas. Segundo Fernandes *et al*. (2010), para que taxas de crescimento apropriadas sejam alcançadas em sistemas intensivos de produção de novilhas leiteiras estes animais devem ser submetidos a rigoroso plano nutricional, o que garantirá menor idade na primeira parição. Parto antes dos 30 meses de idade representa maior produção de leite por dia de vida no rebanho, além de reduzir a vida não produtiva do animal, o que diminui os custos de criação.

A má nutrição do rebanho, dentre outros fatores limitantes para a eficiência produtiva, agravada por disponibilidade estacional das forragens, é considerada um dos principais entraves à produção pecuária nos trópicos (Silveira e Domingues, 1995).

A oscilação de preços dos concentrados energéticos e proteicos indicam que é necessário avaliar as possibilidades de substituí-los por outros de menor custo, de bom valor nutritivo e que mantenham a produção dos rebanhos. Reconhecidamente, a alimentação do rebanho representa o componente mais importante no custo operacional e, dependendo de como é ajustado de acordo com as sinalizações do mercado, este custo irá influenciar a rentabilidade da produção de leite e/ou de carne (Lima, 2005).

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil o babaçu (*Orbygnia* sp.) é uma das principais plantas utilizadas como fonte de matéria-prima na fabricação de óleo e grande é a quantidade de subprodutos gerada a partir desse processo, entre eles a torta de babaçu.

O uso da torta de babaçu na alimentação de ruminantes é bastante comum, principalmente entre produtores do Norte e Nordeste do Brasil. No entanto, pouco se conhece do valor nutritivo deste alimento e da real influência de seu uso no desempenho animal. A utilização deste alimento na alimentação de ruminantes poderá propiciar redução nos custos de produção, bem como evitar poluição ambiental gerada por descarte incorreto desse produto.

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando avaliar o desempenho produtivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar.

4.3. Material e Métodos

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), em Araguaína – TO, localizada à 07°11'28" de latitude sul e 48°12'26" de longitude oeste, no período de agosto a outubro de 2009.

Foi avaliada a substituição da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) pela torta de babaçu (0; 10; 20 e 30% com base na MS) na alimentação de novilhas leiteiras.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Foram utilizadas 24 novilhas mestiças (Holandês x Zebu), com peso vivo médio inicial de 190,8 kg. No início do experimento todos os animais foram identificados, everminados e suplementados com complexo vitamínico injetável (ADE).

O período total do ensaio foi de 91 dias, com 21 dias de adaptação e 70 dias para avaliações experimentais. Cada animal ocupou uma baia individual (com área de 12 m^2) parcialmente coberta, com cocho individual e bebedouro para duas baias.

As dietas foram formuladas com auxílio do programa RLM 3.2 ®, para serem isoenergéticas (com 65% de NDT) e isoproteicas (com 13% de PB), com previsão de consumo diário de matéria seca de 2,17% do peso vivo e ganho diário médio de 750 g. No entanto, apesar de terem sido formuladas para serem isoenergéticas e isoprotéicas, devido à variação química dos ingredientes utlizados, as dietas tiveram composições diferentes das formuladas. No ato da formulação foram utilizados valores tabelados.

A composição química dos ingredientes utilizados para a formulação das dietas encontra-se na Tabela 15. À medida que a torta de babaçu foi sendo incluída na dieta, o nível de volumoso foi diminuído (Tabela 16). Para facilitar o manejo

e armazenamento do volumoso, a cana foi hidrolisada com 1% de cal pecuária (CaO) (base na matéria natural). O corte da cana era calculado para suprir a quantidade de até três dias de fornecimento. Após o corte a cana-de-açúcar era picada e, então, realizava-se o processo de hidrolise, dissolvendo a cal em água. Isto foi feito para evitar a presença de abelhas e possibilitar que a cana fosse armazenada por até 60 horas após o corte, dispensando o corte diário. A torta de babaçu foi obtida pela extração mecânica do óleo da amêndoa do babaçu, sendo posteriormente moída em moinho com peneiras de abertura de malhas de 5mm.

Tabela 15. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens	Ingredientes				
	Torta de babaçu	Milho moído	Farelo de trigo	Farelo de soja	Cana
Matéria seca (MS)[1]	91,45	88,58	88,83	89,64	26,87
Proteína bruta[2]	28,86	9,99	17,53	53,54	3,03
Fibra em detergente neutro[2]	59,5	16,48	37,95	16,48	58,85
Fibra em detergente ácido[2]	30,39	2,37	11,53	6,80	33,34
Hemicelulose[2]	29,12	14,11	26,42	9,67	25,51
NIDN[3], % do N total	18,42	12,56	10,28	26,63	3,52
NIDA[4], % do N total	0,71	1,74	0,71	1,04	0,30
Extrato etéreo[2]	8,82	3,13	2,84	1,49	1,10
Cinza[2]	5,13	1,98	4,78	6,60	4,34
Ca	0,17	0,10	0,16	0,32	1,13
P	0,84	0,30	1,00	0,67	0,05

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS); [3]NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; [4]NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Após o período de adaptação, os animais permaneceram confinados por 70 dias para determinação do consumo voluntário e desempenho individual. O período experimental foi dividido em cinco períodos de 14 dias cada.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 8:30 e às 16:30 horas, sob a forma de mistura completa, sendo que cada fornecimento correspondia à metade do total diário oferecido. As sobras de alimentos foram coletadas e pesadas diariamente, a fim de se determinar o consumo alimentar e para garantir a sobra de 10% do total fornecido.

Uma vez por semana foram coletadas amostras das sobras de alimento de cada animal e dos alimentos fornecidos (concentrados e volumoso). As

amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, congeladas e posteriormente, agrupadas de forma proporcional em períodos de 14 dias, constituindo-se uma amostra composta por período. Todas as amostras foram pré-secadas em estufa ventilada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho com peneira de crivos de 1 mm, acondicionadas em frascos de polietileno com tampa e armazenadas para posteriores análises.

Tabela 16. Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (% da matéria seca)	Níveis de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu (% MS)			
	0	10	20	30
Cana de açúcar	60,00	50,00	40,00	30,00
Torta de babaçu	0,00	10,00	20,00	30,00
Farelo de soja	18,34	17,06	13,30	8,87
Farelo de trigo	15,97	2,79	0,00	0,00
Milho grão	3,58	16,90	23,89	29,17
Calcário	0,62	0,25	0,41	0,50
Suplemento mineral[1]	1,50	3,00	2,40	1,45
	Composição química			
Matéria seca[2]	50,18	56,24	62,17	62,03
Matéria orgânica[3]	93,57	93,03	93,59	94,82
Proteína bruta[3]	14,04	14,38	14,73	13,04
Fibra em detergente neutro[3]	45,81	44,00	43,78	45,74
Fibra em detergente ácido[3]	23,33	22,36	22,48	23,62
Hemicelulose[3]	22,48	21,63	21,30	22,13
NIDN[4], % do N total	6,84	10,02	11,09	10,68
NIDA[5], % do N total	0,48	0,47	0,52	0,49
Carboidratos totais[3]	78,01	76,70	76,30	79,37
Carboidratos não fibrosos[3]	32,20	32,71	32,52	33,62
Extrato etéreo[3]	1,52	1,96	2,56	2,42
Cinza[3]	6,43	6,97	6,41	5,18
Ca[3]	1,00	1,04	0,92	0,77
P[3]	0,38	0,46	0,51	0,43

[1]FosQuima Super, composição (em 1000g): Na - 150g, Ca - 118g, P - 90g, Mg - 7g, S - 12g, N - 10g, Zn - 3600mg, Cu - 1730mg, Co - 200mg, Mn - 1000mg, I - 150mg, Se - 20mg;[2]em % da matéria natural (MN); [3] em % da matéria seca (MS); [4]NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; [5]NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

As novilhas foram pesadas no primeiro dia de cada período (14 dias) pela manhã, antes do fornecimento da dieta, para que assim pudessem ser determinados o ganho de peso e a conversão alimentar. Tomando-se o peso no início e final de cada período experimental, dividido pelo tempo transcorrido em dias, obteve-se o ganho de peso diário (GPD) por período. O ganho de

peso total (GPT) foi calculado pela diferença entre a última e a primeira pesagem, nos 70 dias de experimento. Para o cálculo da conversão alimentar foi considerada a relação entre o consumo médio de matéria seca e o ganho de peso diário.

Os consumos de nutrientes foram expressos em quilograma por dia (kg/dia), em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) e em porcentagem do peso vivo (%PV).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária – UFMG, em Belo Horizonte – MG.

As amostras de alimentos oferecidos e de sobras foram analisadas em duplicatas. Os teores de matéria seca (MS) foram determinados em estufa a 105ºC, conforme AOAC (1995), e de proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados por metodologia descrita por AOAC *International* (1995). Os teores de extrato etéreo (EE) e cinzas foram determinados segundo Silva e Queiroz (2002).

As análises de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com o método sequencial de Van Soest *et al*. (1991), com adição de amilase termo-resistente no aparelho *Fiber analyser* ANKOM.

O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre o teor de MS e de cinzas. O teor de hemicelulose foi obtido a partir da diferença entre FDN e FDA. Para estimativa dos carboidratos totais (CT) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram usadas equações propostas por Sniffen *et al*. (1992):

CT = 100 – (%PB + %EE + %cinzas);

CNF = 100 – (%FDN + %PB + %EE + %cinzas)

Para determinar as digestibilidades aparentes da MS e matéria orgânica das dietas, utilizou-se o indicador externo Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®) para a estimativa da excreção fecal (Saliba, 2005).

O LIPE® foi administrado na última semana do ensaio, uma vez por dia (pela manhã) a cada animal durante cinco dias, sendo dois dias de adaptação e três dias de coleta.

A coleta de amostras de fezes iniciava-se a partir das 6:00 horas com a observação dos animais e finalizava com a coleta da amostra do último animal. Foram coletados 300 g de fezes durante a defecação do animal, antes que o bolo fecal atingisse o piso, com auxílio de um coletor de plástico com cabo. Posteriormente, era realizada a identificação e congelamento das amostras. No final do período de coleta foi realizado um *pool* de amostras para cada animal.

As amostras de fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada (55ºC por 72 horas), moídas em moinho dotado de peneira com crivos de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para posteriores análises laboratoriais.

Os teores de matéria seca (MS) e cinzas foram determinados conforme Silva e Queiroz (2002).

As amostras de fezes foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG para estimativas da produção fecal, pelo LIPE®, por meio de espectrômetro de infravermelho. A produção fecal foi calculada pela razão logarítmica das bandas espectrais entre os comprimentos de onda 1.050 ηm e 1650 ηm, segundo Saliba *et al.* (2003). Para cálculos de produção fecal utilizou-se a fórmula segundo Saliba (2005).

Os dados foram testados quanto à normalidade e avaliados por análise de regressão, a 5% de significância, com auxílio do programa SISVAR®.

4.4. Resultados e discussão

Os consumos de MS (CMS), expressos em kg/dia (Tabela 17) não diferenciaram (P>0,05). Quando mensurados em porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por kg de unidade de tamanho metabólico (g/UTM) foi observado aumento do CMS à medida que a torta de babaçu substituiu a cana-de-açúcar na dieta (P<0,05). O aumento no CMS foi de 0,016 pontos percentuais por kg de peso vivo do animal e 0,65 g/kgUTM para cada 1% de

inclusão de torta de babaçu (P<0,05). O maior consumo observado foi pelos animais alimentados com dieta contendo 20% de torta de babaçu (3,11%PV e 121,25g/UTM por dia). Estes valores são, respectivamente, 20,5 e 19,7% maiores que os observados na dieta sem inclusão de babaçu.

Tabela 17. Consumo de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), em kg por dia, porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por kg unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Probabilidades[1]		Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30	L	Q			
Matéria seca									
kg/dia	6,21	7,15	7,32	7,56	0,06	0,49	$\hat{Y}$ = 7,06	16,72	-
%PV	2,58	2,88	3,11	3,04	0,011	0,18	$\hat{Y}$= 2,656 + 0,016X	10,96	0,79
g/UTM	101,33	113,83	121,25	120,65	0,005	0,18	$\hat{Y}$=104,46 + 0,65X	10,05	0,83
Matéria orgânica									
kg/dia	5,81	6,65	6,85	7,18	0,04	0,58	$\hat{Y}$ = 5,98 + 0,04X	16,76	0,91
%PV	2,41	2,67	2,91	2,88	0,007	0,26	$\hat{Y}$ = 2,47 + 0,017X	11,06	0,86
g/UTM	94,75	105,90	113,48	114,30	0,003	0,26	$\hat{Y}$= 97,17 + 0,66X	11,15	0,89

[1] Probabilidades: Q – efeito quadrático; L – efeito linear

Castro (2007) ao avaliar a substituição do farelo de soja por torta de babaçu na dieta de novilhas leiteiras, com inclusão de 15,6% de torta na MS da dieta obteve CMS de 2,7%PV, valor este inferior ao observado no menor nível de inclusão neste trabalho (10%) que foi de 2,88%PV.

A digestibilidade dos alimentos que os ruminantes consomem está relacionada à cinética da digestão e sua passagem pelo rúmen (NRC,1987), havendo estreita associação, principalmente, com a digestão de fibra, uma vez que esta limita a taxa de desaparecimento de material do trato digestório. Dessa forma, quando os animais se alimentam de dietas com baixa concentração energética, o consumo é limitado por alguma restrição na capacidade do trato digestivo (Mertens, 1994).

Apesar de apresentarem teores de fibra semelhantes, as dietas apresentavam relação volumoso:concentrado (V:C) diferente, que variou de 60:40 a 30:70. Como os alimentos volumosos apresentam fibra mais longa, as dietas com maiores V:C provavelmente provocaram menor taxa de passagem e, assim, menor CMS, que foi regulado pelo enchimento físico do animal.

Os consumos de MO (CMO) apresentaram comportamento linear crescente (P<0,05), aumentando em 40g/dia; 0,017%PV e 0,66g/kgUTM para cada aumento de 1% de torta de babaçu na dieta. Isto pode ser explicado pela diminuição no teor de matéria mineral das dietas com a inclusão de torta de babaçu, bem como pelo aumento no CMS por animais alimentados com essas dietas.

Os consumos de FDN e FDA (Tabela 18) acompanharam as respostas observadas para o consumo de MS, ou seja, não foram afetados pelas dietas quando mensurados em g/dia (P>0,05). No entanto, apresentaram comportamento linear crescente (P<0,05) quando expressos em %PV e em g/kgUTM. As dietas possuíam teores de FDN e FDA semelhantes. Logo, não foi o teor desses nutrientes nas dietas que afetou seus consumos, mas sim a variação no CMS. O CFDN aumentou em 0,05%PV e 21g/kgUTM para cada 1% de substituição de cana-de-açúcar por torta de babaçu na dieta de novilhas (P<0,05).

Tabela 18. Consumo de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, em kg por dia, porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM), por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Probabilidades[1]		Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30	L	Q			
Fibra em detergente neutro									
kg/dia	2,67	2,91	3,12	3,06	0,09	0,38	$\hat{Y}$ = 2,94	14,59	-
%PV	1,11	1,17	1,33	1,23	0,04	0,13	$\hat{Y}$= 1,135+0,05X	10,89	0,50
g/UTM	43,64	46,49	51,94	48,71	0,01	0,09	$\hat{Y}$=44,60+0,21X	8,91	0,58
Fibra em detergente ácido									
kg/dia	1,40	1,58	1,64	1,66	0,09	0,48	$\hat{Y}$ = 1,57	16,95	-
%PV	0,58	0,63	0,69	0,68	0,02	0,17	$\hat{Y}$ =0,595+0,003X	10,90	0,71
g/UTM	22,81	25,08	27,13	26,44	0,01	0,17	$\hat{Y}$ =23,43+0,13X	10,13	0,77

[1] Probabilidades: Q – efeito quadrático; L – efeito linear.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (DAMS) e da matéria orgânica (DAMO) encontram-se na Tabela 19.

As digestibilidades aparentes da MS e da MO apresentaram respostas quadráticas (P<0,05), em que a mínima DAMS foi obtida com 15% de substituição do volumoso pela torta de babaçu, apresentando DAMS de 49,3%

e a mínima DAMO foi igual a 52,65%, quando a torta de babaçu foi incluída na dieta no nível de 32% em substituição a cana-de-açúcar.

Tabela 19. Digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS) e matéria orgânica (DAMO) por novilhas recebendo dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Probabilidades[1]		Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30	L	Q			
DAMS	54,05	50,06	48,01	50,98	0,001	<0,001	$\hat{Y} = 54,21 – 0,63X + 0,02X^2$	3,28	0,98
DAMO	62,53	57,81	55,62	56,66	<0,001	<0,001	$\hat{Y}= 62,57 – 0,63X + 0,01X^2$	2,46	0,99

[1] Probabilidades: Q – efeito quadrático; L – efeito linear.

A queda na digestibilidade das dietas com a inclusão da torta de babaçu pode ao maior CMS observado para estas dietas, o que aumenta a taxa de passagem, diminuindo o tempo de fermentação, digestão e absorção dos nutrientes no trato gastrintestinal do animal e, assim, a digestibilidade.

O peso final das novilhas não foi alterado pelas dietas (Tabela 20). No entanto, o ganho médio diário dos animais apresentou comportamento quadrático, com maior GMD em 19% de substituição do volumoso pela torta de babaçu.

Tabela 20. Variáveis de desempenho de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de adição de torta de babaçu em substituição à cana-açúcar

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30			
PI (kg)[1]	194,6	191,4	180,5	196,8	$\hat{Y} = 190,8^{ns}$	22,64	-
PF(kg)[2]	286,8	311,4	293,2	307,3	$\hat{Y} = 299,7^{ns}$	15,85	-
UTM[3]	60,97	62,97	60,15	63,12	$\hat{Y}= 61,80$	13,85	-
GMD (kg/d)[4]	1,32	1,71	1,61	1,58	$\hat{Y} = 1,346 + 0,038x – 0,001x^2$*	15,34	80,52
CA[5]	4,79	4,19	4,57	4,83	$\hat{Y}= 4,6^{ns}$	16,15	-

** =P<0,01; * =P<0,05; ^{ns} =P>0,05; [1]PI = peso inicial; [2]PF = peso final; [3]UTM = unidade de tamanho metabólico ($kgPV^{0,75}$); [4]GMD = ganho médio diário (kg/dia); [5]CAMS = conversão alimentar da matéria seca (kg de MS consumida/kg de ganho de peso)

Xenofonte *et al*. (2008), avaliando o desempenho de borregos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de farelo de babaçu (0, 10, 20 e 30%, com base na MS), observaram resposta linear decrescente em GMD. Já Castro (2007), ao incluir 15% de torta de babaçu em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhas leiteiras, não obteve diferenças no GMD,

com ganho médio de 1,15 kg/dia, valor inferior aos observados neste trabalho, que variaram entre 1,32 e 1,71 kg/dia.

Vale ressaltar que os valores de ganho de peso médio obtidos neste trabalho foram de até 2,28 vezes superior ao esperado no ato de formulação da dieta, que era de 750 g. O excesso de ganho de peso nesta fase pode prejudicar o correto desenvolvimento do tecido mamário e, assim, futuras produções. Pode ter ocorrido ganho compensatório, pois, apesar do período de adaptação de 21 dias, as novilhas antes do início do experimento estavam passando por leve restrição alimentar.

A conversão alimentar da MS (CA) não foi afetada pela inclusão da torta de babaçu, com média de 4,6 kg de MS consumida para cada kg de peso vivo ganho. Apesar de estatisticamente a CA não ter diferido, foi observado aumento do CMS com inclusão de torta de babaçu e resposta quadrática do GMD, que indicou maior ganho em 19% de substituição do volumoso por torta de babaçu.

4.5. Conclusões

Para maiores ganhos de peso, recomenda-se a inclusão de até 19% torta de babaçu, em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada, na dieta de novilhas. No entanto, deve-se ter cuidado com altos ganhos, para que não haja prejuízo da glândula mamária.

Estudos que avaliem a economicidade do uso da torta de babaçu em substituição ao volumoso na dieta de novilhas devem ser realizados para que recomendações mais seguras possam ser feitas.

4.6. Referências bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 13 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1980. 1015p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16 ed. Washington – D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

CASTRO, K.J de. Desempenho bioeconômico e respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com subprodutos agroindustriais. 2007, 75f. Dissertação (mestrado em Ciência animal Tropical). Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO.

DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; NOGUEIRA, E. et al. Consumo e desempenho de novilhas alimentadas com diferentes níveis de extrato etéreo na dieta. Anais da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Salvador, BA. *CD Room*. 2010.

FERNANDES, A.M.; LEONEL, F.P.; COSTA, M.G. Novilhas leiteiras: impacto no sistema de produção. In: Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Queiroz, A.C. *et al*. (eds.) Novilhas leiteiras. Fortaleza: Graphiti gráfica e editora ltda., 2010. p.21-34.

LIMA, M.L.M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: SBZ, 2005. p. 322-329.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake, In: FAHEY, G.C et al. (Eds) Forage Quality: evaluation and utilization. American Society Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Science Society of American, Madeison, Wisnconsin, p.450-493.1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Predicting feed intake of food-producing animals. Washington, D.C.: National Academic of Sciences, 1987.85 p.

SALIBA, E.O.S. Anais da I Teleconferência Sobre o Uso de Indicadores em Nutrição Animal. Belo Horizonte: UFMG, 2005 (Anais de conferência).

SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N.; FERREIRA, W.M.; *et al*. Lignin from *Eugalyptus grandis* as indicator for rabits in digestibility trials. Trop. Subtrop. Agroecos., v. 3., n. 1-3, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2002.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. eds. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. p.57-78.

SILVEIRA, A.C.; DOMINGUES, C.A.C. Sistema de alimentação de novilhas em crescimento. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. eds. Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.95-117.

SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, D.G., 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.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccaridies in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., v.74, n.9, p.3583-3597, 1991.

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

CAPÍTULO 5 – Comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

5.1. Resumo

Essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição de cana-de-açúcar por torta de babaçu (0, 10, 20 e 30%, em base da MS) sobre o comportamento ingestivo de 24 novilhas leiteiras confinadas individualmente. Os animais foram confinados durante 70 dias e utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. As observações foram feitas por 24 horas, em três momentos do período experimental, em que foram avaliadas as atividades de ruminação, alimentação, ócio, dormindo e outras atividades, realizadas a cada cinco minutos, além das frequências de procura por água, micção e defecação. O comportamento mastigatório também foi avaliado. As dietas influenciaram (P<0,05) as atividades de alimentação, ruminação e ócio. Os tempos de alimentação e ruminação diminuíram de 0,11% e 0,31%, respectivamente, para cada 1% de torta de babaçu que substituiu a cana-de-açúcar. Já o tempo em ócio aumentou em 0,34% para cada 1% de substituição da cana-de-açúcar pela torta de babaçu (P<0,05). Os tempos gastos dormindo e em outras atividades não foram afetados (P>0,05). Os períodos do dia influenciaram (P<0,05) todas as atividades. Maior tempo de alimentação foi observado nos períodos em que o alimento foi fornecido e maior atividade de ruminação foi verificada nos períodos noturno (P<0,05). As dietas não afetaram as atividades pontuais (urinar, defecar e beber). As atividades urinando e bebendo foram afetadas pelos períodos, ocorrendo com maior freqüência nos períodos diurnos. A substituição de cana-de-açúcar por torta de babaçu afetou o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras, afetando o processo de ruminação por não estimular a mastigação.

Palavras-chave: mastigação, *Orbygnia,* óxido de cálcio, ruminação, subproduto, eficiência de ruminação

5.2. Introdução

O consumo de matéria seca é de fundamental importância para nutrição, porque estabelece a quantidade de nutrientes disponível ao animal para sua saúde e produção.

As características físicas e químicas da dieta, tais como teor de umidade, conteúdo e digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), tamanho de partícula e fonte da fibra, quantidade e degradação da proteína, quantidade e características da gordura presente na dieta, produtos da fermentação de silagens, entre outras, podem interferir no consumo de matéria seca dos ruminantes, ao determinarem a integração dos sinais envolvidos na regulação do mesmo.

De acordo com Thiago *et al*. (1992), a quantidade de alimento consumido pelo ruminante, em determinado período de tempo, depende do número de refeições nesse período e da duração e taxa de alimentação de cada refeição. Cada um desses processos é o resultado da interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade.

Os padrões de comportamento refletem a adaptação dos animais a diversos fatores, como a dieta, podendo indicar métodos de melhoramento da produtividade animal por meio de diferentes manejos (Carvalho *et al*. 2004).

Segundo Forbes (1988), os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do seu comportamento ingestivo com a finalidade de minimizar os efeitos de condições alimentares desfavoráveis, conseguindo, assim, suprir os seus requisitos nutricionais para mantença e produção.

Práticas de manejo como o horário de fornecimento da dieta influenciam o comportamento alimentar dos animais (Castro *et al*., 2009). Sendo assim, o estudo do comportamento ingestivo de ruminantes, além de fornecer dados que auxiliam no entendimento dos processos de digestão e absorção dos alimentos, pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao manejo alimentar e geral do rebanho dentro da propriedade.

O conhecimento do comportamento ingestivo de animais que recebem subprodutos como parte da dieta contribuirá na elaboração de dietas, além de elucidar problemas relacionados com a diminuição do consumo (Carvalho *et al*. 2004).

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, o babaçu (*Orbygnia* sp.) é uma das principais plantas utilizadas como fonte de matéria-prima na fabricação de biodiesel e grande é a quantidade de subprodutos gerada a partir desse processo, entre eles está a torta de babaçu, com bom potencial para uso na alimentação de ruminantes.

Sendo assim, o presente trabalho foi realizado objetivando avaliar a influência do uso da torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar sobre o comportamento alimentar de novilhas leiteiras em confinamento.

5.3. Material e Métodos

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), em Araguaína – TO, localizada à 07°11’28” de latitude sul e 48°12’26” de longitude oeste e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima é AW – tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno.

Foi avaliado o comportamento ingestivo de 24 novilhas leiteiras mestiças (Holandês x Zebu) em confinamento com dietas contendo níveis de substituição da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) por torta de babaçu na dieta (0, 10, 20, 30% em base de MS). Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os animais apresentavam pesos médios inicial e final de 190,8 kg e 299,7 kg, respectivamente. No início do experimento todos os animais foram identificados, everminados e receberam complexo vitamínico injetável (ADE).

O período total do ensaio foi de 91 dias, com 21 dias de adaptação às dietas, às instalações e ao manejo; e 70 dias para avaliações experimentais. Cada animal ocupou uma baia individual (com área de 12 m^2) parcialmente coberta, com cocho individual e bebedouro servindo duas baias.

As dietas foram formuladas com auxílio do programa RLM 3.2 ®, para serem isoenergéticas (com 65% de NDT) e isoproteicas (com 13% de PB), com previsão de consumo diário de matéria seca de 2,17% do peso vivo e ganho diário médio de 750 g. No entanto, apesar de terem sido formuladas para serem isoenergéticas e isoprotéicas, devido à variação química dos ingredientes utlizados, as dietas tiveram composições diferentes das formuladas. No ato da formulação foram utilizados valores tabelados.

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados e das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 21 e 22. Para facilitar o manejo e armazenamento do volumoso, a cana foi hidrolisada com 1% de cal pecuária (CaO) (base na matéria natural). O corte da cana era calculado para suprir a quantidade de até três dias de fornecimento. Após o corte a cana-de-açúcar era picada e, então, realizava-se o processo de hidrolise, dissolvendo a cal em água. Isto foi feito para evitar a presença de abelhas e possibilitar que a cana fosse armazenada por até 60 horas após o corte, dispensando o corte diário. A torta de babaçu foi obtida pela extração mecânica do óleo da amêndoa do babaçu.

Tabela 21. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Itens	Ingredientes				
	Torta de babaçu	Milho moído	Farelo de Trigo	Farelo de soja	Cana
Matéria seca (MS)[1]	91,45	88,58	88,83	89,64	26,87
Proteína bruta[2]	28,86	9,99	17,53	53,54	3,03
Fibra em detergente neutro[2]	59,5	16,48	37,95	16,48	58,85
Fibra em detergente ácido[2]	30,39	2,37	11,53	6,80	33,34
Hemicelulose[2]	29,12	14,11	26,42	9,67	25,51
NIDN[3], % do N total	18,42	12,56	10,28	26,63	3,52
NIDA[4], % do N total	0,71	1,74	0,71	1,04	0,30
Extrato etéreo[2]	8,82	3,13	2,84	1,49	1,10
Cinza[2]	5,13	1,98	4,78	6,60	4,34
Ca	0,17	0,10	0,16	0,32	1,13
P	0,84	0,30	1,00	0,67	0,05

[1]em % da matéria natural (MN); [2] em % da matéria seca (MS); [3]NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; [4]NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

As observações comportamentais foram realizadas no 13º, 40º e 61º dias (dentro dos 70 dias) de ensaio. As observações foram realizadas durante vinte e quatro horas consecutivas, subdivididas em quatro períodos de seis horas. A

alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 8:30 e às 16:30 horas, sob a forma de mistura completa, com ajustes realizados para permitir sobras de 10% do total diário.

Os períodos de observação comportamental iniciaram-se às 8:00 horas e foram avaliadas as atividades de alimentação, ruminação, ócio, dormindo e outras atividades, registradas durante 24 horas, tomadas de forma intermitente a cada 5 minutos. Outro tipo de mensuração feita foi chamada de conjunto de atividades pontuais (urinando, defecando ou bebendo água), sendo registradas sempre que ocorriam. À noite foi utilizada iluminação artificial, à qual os animais foram previamente adaptados por seis dias.

Tabela 22. Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (% da matéria seca)	Níveis de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu (% MS)			
	0	10	20	30
Cana de açúcar	60,00	50,00	40,00	30,00
Torta de babaçu	0,00	10,00	20,00	30,00
Farelo de soja	18,34	17,06	13,30	8,87
Farelo de trigo	15,97	2,79	0,00	0,00
Milho grão	3,58	16,90	23,89	29,17
Calcário	0,62	0,25	0,41	0,50
Suplemento mineral[1]	1,50	3,00	2,40	1,45
	Composição química			
Matéria seca[2]	50,18	56,24	62,17	62,03
Matéria orgânica[3]	93,57	93,03	93,59	94,82
Proteína bruta[3]	14,04	14,38	14,73	13,04
Fibra em detergente neutro[3]	45,81	44,00	43,78	45,74
Fibra em detergente ácido[3]	23,33	22,36	22,48	23,62
Hemicelulose[3]	22,48	21,63	21,30	22,13
NIDN[4], % do N total	6,84	10,02	11,09	10,68
NIDA[5], % do N total	0,48	0,47	0,52	0,49
Carboidratos totais[3]	78,01	76,70	76,30	79,37
Carboidratos não fibrosos[3]	32,20	32,71	32,52	33,62
Extrato etéreo[3]	1,52	1,96	2,56	2,42
Cinza[3]	6,43	6,97	6,41	5,18
Ca[3]	1,00	1,04	0,92	0,77
P[3]	0,38	0,46	0,51	0,43

[1]FosQuima Super, composição (em 1000g): Na - 150g, Ca - 118g, P - 90g, Mg - 7g, S - 12g, N - 10g, Zn - 3600mg, Cu - 1730mg, Co - 200mg, Mn - 1000mg, I - 150mg, Se - 20mg;[2]em % da matéria natural (MN); [3] em % da matéria seca (MS); [4]NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; [5]NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Considerava-se ócio quando os animais estavam sem realizar nenhuma atividade, em pé ou deitado, e com olhos abertos. Os animais foram considerados em outras atividades quando se lambiam, brincavam, observavam, movimentavam-se pela baia, ou seja, quando estavam acordados, mas não em ócio e nem estavam comendo ou ruminando. A atividade “dormindo” foi considerada quando os animais estavam em descanso, com os olhos cerrados.

As avaliações foram realizadas por observadores treinados, de forma visual e, individualmente, para cada animal. Cada observador ficou responsável por um grupo de quatro animais, com revezamentos em turnos de três horas.

Os dados relativos à alimentação, ruminação, ócio, dormindo e outras atividades em função do nível de substituição da cana-de-açúcar pela torta de babaçu, foram analisados em horas por dia (h/dia) e em percentual da atividade em 24 horas (%/dia), sendo também analisados como percentual do tempo dentro de cada período do dia, ou participação de cada atividade no período de seis horas. As atividades pontuais foram tabuladas na forma de frequência (número de vezes que cada animal efetuou uma dada atividade durante o período de seis horas).

Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Climatológica Principal do Instituto Nacional de Meteorologia, localizado na EMVZ, a 350 m do local do experimento (Tabela 23).

Foram avaliadas as atividades relacionadas à ruminação, contagem do número de mastigações merícicas por bolo ruminal e tempo de mastigações por bolo ruminal. Isto foi realizado sempre no segundo dia após as observações comportamentais (15º, 42º e 63º dias do período experimental). Os animais foram submetidos a observações individuais, distribuídas em três períodos do dia, de 6 às 8 horas, das 13 às 15 horas e das 20 às 22 horas, sendo observados três bolos ruminais por animal em cada intervalo de observação. Para cada bolo foi contado o número de mastigações a partir do momento em que o bolo ruminal chegava à boca até o momento de sua deglutição, sendo

simultaneamente registrado o tempo despendido na ruminação do bolo, realizada com auxílio de cronômetros digitais.

Tabela 23 – Dados meteorológicos obtidos nos dias das observações comportamentais

Dia	Horário	Temperatura. ºC	Umidade relativa%	UMD %	TMAX ºC	TMIN ºC	INS h/dia	PRE mm
Primeira observação (04/09/09)	9 H	27,5	67	60,0	36,0	18,8	10,6	0
	15 H	35,2	37					
	21 H	27,2	68					
Segunda observação (02/10/09)	9 H	27,8	70	71	34,4	19,5	10,3	0
	15 H	33,1	49					
	21 H	25,5	82					
Terceira observação (23/10/09)	9 H	26,6	79	82	31,7	22,3	6,2	0
	15 H	29,4	71					
	21 H	25,1	89					

UMD – umidade relativa média diária; TMAX – temperatura máxima; TMIN – temperatura mínima; INS – insolação direta; PRE – precipitação

O número de mastigações merícicas por dia foi estimado, conforme Bürger et al. (2000), de acordo com as fórmulas:

BRD = TRU/ TBR

NMD = BRD x NMB

Onde,

- BRD = número de bolos ruminais por dia (nº/dia);
- TRU = tempo de ruminação em minutos por dia (min/dia);
- TBR = tempo de mastigação merícica por bolo ruminal em minutos (min/bolo);
- NMD = número de mastigações merícicas por dia (nº/dia);
- NMB = número de mastigações por bolo ruminal (nº./bolo)

As variáveis que indicam a eficiência de alimentação foram obtidas segundo Polli *et al*. (1996):

- EALMS = CMS/TAL
- EALFDN = CFDN/TAL
- ERMS = CMS/TRU
- ERFDN = CFDN/TRU

- TMT = TAL + TRU

Onde,

- EALMS = eficiência de alimentação em consumo de MS, quilogramas de MS consumida por hora (kg/h);
- EALFDN = é a eficiência de alimentação do consumo de FDN, quilogramas de FDN consumida por hora (kg/h);
- CMS = consumo diário de MS (kg/dia);
- CFDN = consumo diário de FDN (kg/dia);
- TAL = tempo gasto diariamente em alimentação (horas);
- ERMS = eficiência de ruminação da MS, quilogramas de MS ruminada por hora (kg/h);
- ERFDN = eficiência de ruminação da FDN, quilogramas de FDN por hora (kg/hora);
- TRU = tempo de ruminação (hora/dia).
- TMT = tempo de mastigação total (horas/dia).

As atividades intermitentes, as pontuais e as variáveis BRD, TBR, NMD, NMB, EALMS, EALFDN, ERMS, ERFDN e TMT foram avaliadas por análise de regressão ao nível de 5% de significância, considerando-se como variáveis independentes os níveis de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu. Para as atividades pontuais, quando os períodos do dia foram considerados variáveis independentes, os dados foram analisados pelo teste t, ao nível de 0,05. A interação entre tratamentos e períodos do dia foi desdobrada somente quando significativa ao nível de 5% de probabilidade. O pacote estatístico utilizado foi o SISVAR®.

5.4. Resultados e discussão

O tempo diário gasto com alimentação apresentou resposta linear decrescente ($P<0,05$), diminuindo 0,11% do tempo despendido em alimentação para cada ponto percentual de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu (Tabela 24). A diminuição do tempo de alimentação possivelmente ocorreu em função da menor relação volumoso:concentrado e, também, maior teor de matéria seca das dietas com inclusão de torta de babaçu. Oliveira *et al*. (2007) justificaram o maior tempo de alimentação de vacas Holandês alimentadas com

dieta composta por 60% de silagem de milho e 40% (base MS) de concentrado em função do maior teor de umidade da dieta. Segundo estes autores, os animais aumentariam o tempo de alimentação para compensar o menor teor de MS por bocado, semelhante ao observado neste estudo.

Foi observado comportamento linear crescente (P<0,05) do consumo de matéria seca (Capítulo 4) e, tendo em vista as respostas observadas para consumo de matéria seca (CMS) e tempo gasto em alimentação, conclui-se que, provavelmente, os animais alimentados sem torta de babaçu ou com menores níveis desse alimento desprenderam mais tempo alimentando-se para atender suas exigências nutricionais. No entanto, o enchimento físico do trato gastrintestinal regulou seu consumo.

Tabela 24 – Tempo diário despendido em atividades, em porcentagem do dia (%) e em horas (h), de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Valor P	Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30				
Alimentação, %	18,81	16,84	16,46	15,14	0,02	$\hat{Y}$ =18,52-0,11x	14,79	0,94
Alimentação (h)	4,52	4,04	3,95	3,64	0,02	$\hat{Y}$ =4,45-0,03x	14,79	0,94
Ruminação, %	38,39	34,34	31,23	29,07	<0,01	$\hat{Y}$ =37,92-0,31x	8,97	0,98
Ruminação (h)	9,21	8,24	7,50	6,98	<0,01	$\hat{Y}$ =9,1-0,07x	8,98	0,98
Ócio, %	27,35	32,53	36,38	37,30	<0,01	$\hat{Y}$ = 28,34 +0,34x	12,20	0,92
Ócio (h)	6,57	7,81	8,73	8,95	<0,01	$\hat{Y}$= 6,8 + 0,08x	12,20	0,92
Outras atividades, %	9,22	9,12	10,80	11,73	0,053	$\hat{Y}$ = 10,22 ^{ns}	23,96	-
Outras atividades (h)	2,21	2,19	2,59	2,82	0,052	$\hat{Y}$ = 2,45 ^{ns}	23,92	-
Dormindo, %	6,23	7,18	5,14	6,76	0,92	$\hat{Y}$ = 6,33 ^{ns}	39,70	-
Dormindo (h)	1,50	1,72	1,23	1,62	0,92	$\hat{Y}$ = 1,52 ^{ns}	39,69	-

^{ns} = não significativo (P>0,05)

O tempo médio gasto com ruminação por dia apresentou comportamento linear decrescente (P<0,05), com redução de 0,31% do tempo ruminando ou 4,2 minutos para cada ponto percentual de substituição do volumoso por torta de babaçu. O tempo em ruminação variou entre 6,98 horas, nos animais alimentados com a dieta com maior nível de inclusão de torta de babaçu, e

9,21 horas na dieta sem torta de babaçu, o que equivale a 29,07 e 38,39% do dia, respectivamente. Miotto (2011), avaliando o comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de farelo do mesocarpo do babaçu e relação V:C de 25:75, verificou tempo médio diário gasto em ruminação de 6,53 horas. Este valor próximo ao encontrado neste trabalho na dieta com maior nível de inclusão de torta de babaçu e relação V:C de 30:70.

De acordo com Dado e Allen (1995), os tempos gastos com alimentação e ruminação apresentam correlação positiva com o teor e consumo de FDN. O teor de FDN das dietas foi semelhante, no entanto, foi observado aumento no consumo de FDN expresso em %PV e em Kg/UTM (Capítulo 4).

Sabe-se que a fonte de fibra, em particular sua efetividade, exerce importante papel sobre a atividade de ruminação. Segundo Mertens (1997), a efetividade da FDN é obtida considerando-se o percentual de FDN do alimento e o tamanho de suas partículas. Em dietas com maior relação V:C espera-se que haja mais tempo desprendido em alimentação e ruminação.

Em contrapartida às respostas observadas para tempo em alimentação e em ruminação, o tempo gasto em estado de ócio aumentou linearmente ($P<0,05$) em 4,8 minutos para cada 1% de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu. O tempo diário em ócio variou entre 27,35 e 37,30% do dia.

Os tempos gastos com outras atividades e dormindo não sofreram influência das dietas ($P>0,05$), variando de 2,19 a 2,82 horas e de 1,23 a 1,72 horas diárias, respectivamente. De acordo com Albright (1987) e Coe *et al*. (1990), citados por Damasceno *et al*., 1999), as vacas gastam bem menos tempo dormindo que outras espécies como o homem, o cão e o eqüídeo. Porém os estímulos da ruminação podem permitir descanso fisiológico e a recuperação física, normalmente providenciados pelo sono profundo em outras espécies.

As médias gerais das variáveis analisadas dentro dos quatro períodos de seis horas são apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25 – Média geral (em porcentagem) de participação das atividades diárias dentro de cada período do dia de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

Variáveis (%/período)	Períodos do dia, horas				Médias	CV (%)
	8 - 14	14 - 20	20-02	02 - 08		
	1	2	3	4		
Alimentação	26,11a	25,51a	9,95b	5,67c	16,81	21,62
Ruminação	23,29c	25,54c	40,48b	43,71a	33,26	14,49
Ócio	36,44a	28,50b	34,72a	33,89a	33,38	17,57
Dormindo	3,25c	4,03c	8,17b	9,85a	6,33	40,96
Outras atividades	10,91b	16,42a	6,67c	6,89c	10,22	36,19

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste t.

Os maiores tempos gastos em alimentação ocorreram nos primeiros períodos, que englobavam os horários de fornecimento das dietas (8:30 e 16:30 hs). O mesmo foi observado por Castro *et al*. (2009) ao avaliar o comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com diferentes co-produtos (gérmen e fubá de milho e torta de babaçu).

Segundo Fischer *et al*. (2000), ruminantes em confinamento arraçoados duas vezes ao dia apresentam duas refeições principais, que ocorrem após o fornecimento da dieta (durante 1 a 3 horas) além de número variável de pequenas refeições entre elas.

Os animais despenderam mais tempo ruminando no período noturno. Isto pode ser explicado pelo aumento da produção de calor devido aos processos digestórios, o que faz com que os animais, a fim de manterem a temperatura corporal, realizem esta atividade em horários de menor temperatura ambiente (Tabela 23).

Durante os períodos de observação foi possível constatar que os animais permaneceram mais tempo em ócio após as refeições e nos horários mais quentes do dia, que foram englobados no período 1 (um), de 8 às 14 hs. O mesmo foi observado por Castro *et al*. (2009) e Miotto (2011) que, trabalhando com novilhas e tourinhos, respectivamente, justificaram tal comportamento pela maior temperatura e insolação nesses horários.

O tempo gasto dormindo foi maior no período noturno, com médias maiores durante a madrugada (de 2:00 às 8:00 h), que correspondeu a 38,9% dessa atividade durante 24 horas.

Já o tempo com outras atividades foi maior no período 2, das 14 às 20 h. Este período iniciava entre as refeições, quando os animais já gastavam menos tempo se alimentando ou ruminando.

Os coeficientes de variação elevados devem-se ao fato das variáveis observadas serem mais instáveis, com mensuração subjetiva e, possivelmente, por também tratarem de respostas individuais.

Para as variáveis alimentando, ruminando, ócio e outras atividades houve interação (P<0,05) entre as dietas e os períodos do dia (Tabela 26).

Tabela 26 – Atividades contínuas de novilhas em confinamento alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

	Atividades contínuas (min/período)						
Período	0	10	20	30	Equação	Valor P	r²
				Alimentando[1]			
8-14 h	105,17a	90,33a	91,17a	89,17a	$\hat{Y}$=93,96[ns]	0,07	-
14-20 h	101,17a	100,50a	88,83a	77,17a	$\hat{Y}$= 104,47 - 0,84x	0,002	0,91
20-02 h	40,50b	33,17b	36,33b	33,17b	$\hat{Y}$=35,79 [ns]	0,48	-
02-08 h	24,00b	18,17b	20,83b	18,50b	$\hat{Y}$=20,37 [ns]	0,60	-
Média	67,71	60,54	59,29	54,50	$\hat{Y}$= 66,64 - 0,41x	0,02	0,93
				Ruminando[2]			
8-14 h	107,50b	87,00b	73,17b	68,00b	$\hat{Y}$= 103,77 - 1,32x	<0,001	0,94
14-20 h	104,83b	98,18b	90,00b	73,33b	$\hat{Y}$=106,58 - 0,97x	0,005	0,96
20-02 h	163,33a	153,00a	134,50a	132,00a	$\hat{Y}$=162,58 - 1,13x	0,001	0,93
02-08 h	177,17a	156,50a	152,17a	143,67a	$\hat{Y}$=173,10 - 1,05x	0,003	0,90
Média	138,21	123,67	112,46	104,75	$\hat{Y}$=136,51 - 1,12x	<0,001	0,98
				Ócio[3]			
8-14 h	105,83ab	125,83a	145,50a	147,50a	$\hat{Y}$=109,47 + 1,47x	0,001	0,92
14-20 h	79,33b	100,33a	107,83b	122,67a	$\hat{Y}$=81,92 + 1,38x	0,002	0,97
20-02 h	108,33a	125,83a	134,50ab	131,67a	$\hat{Y}$=125,08 [ns]	0,07	-
02-08 h	100,67ab	116,50a	135,67a	135,00a	$\hat{Y}$=103,63 + 1,22x	0,006	0,89
Média	95,54	117,13	130,88	134,21	$\hat{Y}$=102,08 + 1,21x	<0,001	0,92
				Outras atividades[4]			
8-14 h	31,33b	41,33a	40,00b	44,83b	$\hat{Y}$=39,37 [ns]	0,14	-
14-20 h	58,50a	44,50a	62,67a	70,50a	$\hat{Y}$=50,92 + 0,54x	0,04	0,41
20-02 h	17,83b	16,17b	36,33b	25,67c	$\hat{Y}$=24,00 [ns]	0,10	-
02-08 h	25,00b	29,33ab	16,33c	28,33bc	$\hat{Y}$=24,74 [ns]	0,91	-
Média	33,17	32,83	38,83	42,33	$\hat{Y}$=36,79 [ns]	0,51	-

[ns] = não significativo (P>0,05); Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas distintas, diferem entre si (P<0,05) pelo teste t; [1]CV = 21,61; [2]CV = 14,46; [3]CV = 17,58; [4]CV = 36,05

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 26, pode-se observar que as atividades alimentando e outras atividades apresentaram interação tratamento x período apenas no 2º período, com resposta linear decrescente (P<0,05) do tempo gasto em alimentação e linear crescente (P<0,05) quando realizando outras atividades. A resposta do aumento de tempo em outras atividades dos animais alimentados com torta de babaçu deveu-se à diminuição de tempo despendido, durante este período, com as atividades de alimentação e ruminação.

A análise da interação dietas x períodos permitiu observar que em todos os períodos o tempo gasto em ruminação decresceu quando a cana-de-açúcar foi substituída pela torta de babaçu, com tempo sendo diminuído de 0,97 a 1,32 minutos/período por ponto percentual de inclusão de torta de babaçu nas dietas.

O tempo gasto em ócio apresentou resposta contrária à observada para tempo gasto em ruminação, com comportamento linear crescente (P<0,05) à inclusão de torta de babaçu. Isto é explicado pela diminuição no tempo gasto ruminando, quando então o animal passava ao estado de ócio.

As atividades pontuais (urinando, defecando e bebendo água) não foram influenciadas pelas dietas (P>0,05) (Tabela 27).

Tabela 27 – Médias diárias gerais observadas (contagem), por nível de substituição, das atividades pontuais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Valor P	Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30				
Urinando	7,33	10,00	7,67	9,33	0,38	$\hat{Y}= 8,58^{ns}$	25,79	-
Defecando	7,00	9,50	9,00	7,83	0,65	$\hat{Y}= 8,33^{ns}$	28,19	-
Bebendo	8,00	8,00	8,83	11,67	0,10	$\hat{Y}= 9,13^{ns}$	41,74	-

^{ns} = não significativo (P>0,05)

No entanto, as atividades de urinar e beber água variaram dentro dos períodos (P<0,05) (Tabela 28).

Observou-se que os animais foram mais vezes ao bebedouro no período diurno (2 e 3), de maior temperatura ambiente, e, consequentemente, o ato de urinar também foi maior durante esses períodos. De acordo com Silanikove (1992), aumento na demanda de água para resfriamento do corpo provoca incremento na demanda por ingestão de água. Estresse calórico, portanto, influencia o metabolismo de água. Já o ato de defecar não foi influenciado (P>0,05) pelos períodos do dia.

Tabela 28 – Médias gerais observadas (contagem), por período, das atividades pontuais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de babaçu em substituição à cana-de-açúcar hidrolisada

Variáveis	Períodos do dia, horas				Médias	CV (%)
	8 - 14	14 - 20	20-02	02 - 08		
	1	2	3	4		
Urinando	2,54a	2,67a	1,71b	1,75b	2,17	33,13
Defecando	2,04a	2,91a	2,13a	2,04a	2,28	33,04
Bebendo	3,54a	3,63a	1,17b	0,75b	2,27	41,22

Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05) pelo teste t.

O número de mastigações merícicas por bolo (NMB) e o número de mastigações merícicas por dia (NMD) apresentaram comportamento linear decrescente (P<0,05) (Tabela 29). Isso é explicado pelas relações V:C das dietas. A atividade de ruminação é exercida pelo animal no alimento com a finalidade de reduzir as partículas para facilitar sua degradação, digestão e passagem. A quantidade de mastigações exercidas sobre o bolo ruminal indica o tamanho, além de sua resistência à redução de tamanho (Miotto, 2011). A torta de babaçu é um alimento que para ser utilizado na alimentação passa por processo de moagem. Como à medida que a mesma foi substituindo a cana-de-açúcar, a relação V:C foi decrescendo, as dietas com maiores níveis de torta eram mais densas, com partículas de menor tamanho.

O número de mastigações merícicas por dia (NMD) da dieta sem torta de babaçu foi 18,5%, 36,7% e 46% maior do que nas dietas com 10, 20 e 30% de substituição da cana-de-açúcar por torta de babaçu, respectivamente.

Tabela 29 – Variáveis que expressam o comportamento de ruminação de novilhas alimentadas com dietas contendo níveis de substituição da cana-de-açúcar hidrolisada por torta de babaçu

Variáveis	Níveis de substituição (%)				Valor P	Equação	CV (%)	r^2
	0	10	20	30				
NMB	65,65	64,35	54,31	52,40	<0,01	Ŷ=66,65-0,498x	15,24	0,90
NMD	39.372,52	33.213,26	28.811,87	26.962,56	<0,001	Ŷ =38335,0-416,31x	10,93	0,7
TBR	55,67	57,87	50,75	48,93	0,11	$\hat{Y} = 53,28^{ns}$	16,69	-
BRD	602,30	520,74	534,23	538,96	0,501	$\hat{Y} = 549,06^{ns}$	15,83	-
TMT	13,73	12,28	11,44	10,61	<0,001	Ŷ = 13,54-0,102x	8,27	0,63
EALMS	1,38	1,82	1,89	2,22	<0,01	Ŷ =1,44+0,03x	25,26	0,45
EALFDN	0,59	0,74	0,80	0,89	<0,01	Ŷ=0,61+0,01x	23,66	0,43
ERMS	0,67	0,87	0,98	1,11	<0,001	Ŷ=0,69+0,014x	16,47	0,68
ERFDN	0,29	0,35	0,42	0,45	<0,001	Ŷ=0,29+0,005x	15,09	0,66

NMB - número de mastigações merícicas por bolo; NMD – número de mastigações merícicas por dia; TBR - tempo gasto por bolo ruminal (em s); BRD - número de bolos ruminais por dia; TMT - tempo de mastigação total, hora/dia; EALMS - eficiência alimentar da MS, Kg de MS/h; EALFDN - eficiência alimentar da FDN, Kg de FDN/h; ERMS - eficiência de ruminação da MS, Kg de MS/hora; ERFDN - eficiência de ruminação da FDN, Kg de FDN/hora.

O número de mastigações merícicas por bolo (NMB) variou de 52,40 a 65,65 entre as dietas, com redução de 0,498 mastigações por ponto percentual de substituição de cana-de-açúcar por torta de babaçu. Ferreira (2011), avaliando o comportamento ingestivo de bovinos machos cruzados alimentados com dietas contendo torta de dendê e relação V:C de 65:35, obteve valor médio de 54,9 mastigações por bolo, valor inferior ao observado neste trabalho para a dieta com 60% de volumoso (0% de torta), que foi de 65,65 mastigações/bolo. Missio *et al*. (2010), trabalhando com 59% de concentrado na dieta de tourinhos, observaram 53,2 mastigações/bolo. Este valor é semelhante ao observado neste estudo para a dieta com 60% de concentrado (20% de inclusão de torta de babaçu), que foi de 54,31. Missio *et al.* (2010) relataram que a redução da quantidade de volumoso na dieta reduziu o NBR, e que certamente isso ocorreu em função da redução da participação de fibra longa.

Com os valores observados para NMB e NMD, conclui-se que a diferença das características físicas das dietas influenciou o comportamento de ruminação, em que a torta de babaçu não contribuiu para aumentar a ruminação.

O tempo de ruminação de cada bolo (TBR) e o número de bolos ruminais por dia (NBR) não foi alterado pelas dietas, com médias de 53,28 segundos/bolo e 549,06 bolos/ dia, respectivamente. O TBR observado foi semelhante ao relatado por Miotto (2011), em tourinhos alimentados com dietas contendo farelo do mesocarpo do babaçu em substituição ao milho, com média de 53,57 segundos/bolo.

Pode-se observar que apesar de apresentarem NMB e NMD diferentes, os animais apresentaram TBR e NBR semelhantes, o que indica que quanto menor o nível de substituição do volumoso por torta de babaçu mais rápida foi a mastigação, provavelmente, para garantir consumo adequado que atendesse às exigências diárias dos animais, justificando a não variação do consumo de MS em kg/dia (discutido no Capítulo anterior - 4).

O tempo de mastigação total (TMT) é a soma dos tempos diários despendidos em alimentação e ruminação. Neste trabalho, o TMT acompanhou as respostas dos tempos gastos em alimentação e em ruminação, que foram lineares decrescentes. Para cada ponto percentual de substituição do volumoso pela torta de babaçu o TMT diminui em 6,12 minutos/dia ($P<0,05$).

Segundo Carvalho (2008), as eficiências de ingestão e de ruminação são afetadas, primariamente, pelo consumo animal, que, por sua vez, podem provocar implicações nos tempos despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e ócio. Observaram-se comportamentos lineares crescentes ($P<0,05$) para as eficiências alimentares da MS (EAMS) e da FDN (EAFDN), bem como das eficiências de ruminação da MS (ERMS) e da FDN (ERFDN). Os consumos de MS e FDN, quando mensurados em %PV e em g/UTM, apresentaram comportamentos lineares crescentes ($P<0,05$) e o TMT comportamento linear decrescente ($P<0,05$), o que justifica as respostas da EAMS e da EAFDN, que aumentaram em 30 gramas de MS consumida/hora e em 10 gramas de FDN consumida/hora ($P<0,05$), já que o número de bolos/dia não foi afetado ($P>0,05$).

As eficiências de ruminação da MS e da FDN foram alteradas pela substituição da cana-de-açúcar pela torta de babaçu, em que cada ponto percentual de substituição aumentou ($P<0,05$) em 14 e 5 gramas, respectivamente, a MS e a

FDN ruminadas em uma hora, explicado pelo comportamento linear decrescente no tempo gasto em ruminação e na resposta apresentada para consumo de MS e de FDN (Capítulo 4). Ferreira (2011) também observou comportamento linear crescente da ERMS em dietas com inclusão de torta de dendê. Os resultados obtidos para ERMS e ERFDN permitem concluir que a torta de babaçu, mesmo com teores de fibra elevados, semelhantes aos encontrados em alimentos volumosos, não permitiu manter o estimulo a ruminação, o que, provavelmente, ocorreu por baixa efetividade de sua fibra, quando comparada à da cana-de-açúcar.

5.5. Conclusões

A inclusão de torta de babaçu em dietas com elevado teor de concentrado não estimula a mastigação pelos animais, o que afeta o processo de ruminação.

Estudos que avaliem a efetividade da fibra da torta de babaçu precisam ser realizados para melhor embasamento quanto seu efeito no processo de ruminação.

5.6. Referências bibliográficas

BÜRGUER, P.J. *et al*. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 01, p. 236-242, 2000.

CARVALHO, G. G. P. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos, novilhas e vacas em lactação. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Vicosa. 2008.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. *et al*. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.39, n.9, p.919-925, 2004.

CASTRO, K.J.; NEIVA, J.N.M.; FALCÃO, A.J.S. *et al.* Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de subprodutos agroindustriais. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n.2, p.306-314, 2009.

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, n.1, p.118-133, 1995.

DAMASCENO, J.C., BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, n.4, p.709-715, 1999.

FERREIRA, A.C. Níveis de torta dendê oriunda da produção de biodiesel na alimentação de bovinos holandês x zebu. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária, 2011.

FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G. *et al.* Aplicação de probabilidades de transição de estados dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. Revista Brasileira de Zootecnia**.** v.29, n.6, p.1811-1820, 2000.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestivo behavior in grazing animal. Journal of Animal Science, v.66, p.2369-2379, 1988.

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

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes niveis de concentrado na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010

MIOTTO, F.R.C. Farelo do Mesocarpo de Babaçu na Produção de Bovinos de Corte Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2011.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. *et al*. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogêncio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. Revista Brasileira de Zootecnia. v.36, n.1, p.205-215, 2007.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; *et al*. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.25, p. 987-993, 1996.

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environmet on appetite and digestion in ruminants: a review. Livestock Production Science. v.30, p.175-194, 1992.

THIAGO, L.R.L.; GILL, M.; SISSONS, J.W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. British Journal of Nutrition. v.67, n.3, p.339-336, 1992.

CAPÍTULO 6 – Considerações finais

A torta de babaçu, devido à suas características nutricionais e disponibilidade no mercado, pode ser incluída na dieta de ruminantes como fonte protéica e energética, pois apresentou valores de proteína bruta superiores a 20%, 69% de nutrientes digestíveis totais e energia metabolizável na ordem de 3,26 Mcal/kg de matéria seca.

O uso de torta de babaçu em substituição ao feno de tifton-85 em dietas de ovinos não afetou o consumo de matéria seca e aumentou as digestibilidades da proteína e dos nutrientes digestíveis totais, bem como favoreceu o aproveitamento do nitrogênio dietético. Além disso, aumentou a eficiência energética da dieta e proporcionou redução na emissão de metano pelos animais.

Na dieta de novilhas leiteiras é recomendado substituir a cana-de-açúcar por torta de babaçu até o nível de 20% quando se desejar maiores ganhos de peso. No entanto, deve-se atentar para o teor de concentrado da dieta, pois, quando este for muito elevado, a torta de babaçu, apesar de apresentar altos teores de fibra, não terá capacidade de estimular a mastigação pelos animais, o que poderá afetar o processo de ruminação.

Estudos que avaliem a efetividade da fibra, a cinética e a degradação ruminal da torta de babaçu são necessários para maior caracterização deste alimento. O custo regional também deve ser avaliado antes da tomada de decisão quanto ao seu uso em substituição a alimentos tradicionais, relacionando o preço da torta de babaçu com o do alimento a ser substituído.