

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE ZOOTECNIA

JUNIOR BEZERRA DE CARVALHO

**FERMENTAÇÃO RUMINAL *IN SITU* DE DIETAS CONTENDO FARELO DO
MESOCARPO DO BABAÇU E PROPILENOGLICOL NA ÁGUA**

Araguaína
2017

JUNIOR BEZERRA DE CARVALHO

**FERMENTAÇÃO RUMINAL *IN SITU* DE DIETAS CONTENDO FARELO DO
MESOCARPO DO BABAÇU E PROPILENOGLICOL NA ÁGUA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa

Araguaína
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C331f Carvalho, Junior Bezerra de .
Fermentação ruminal in situ de dietas contendo farelo do mesocarpo do babaçu e propilenoglicol na água. / Junior Bezerra de Carvalho. – Araguaína, TO, 2017.
38 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa
1. Subprodutos. 2. Rúmen. 3. Efeito estufa. 4. Dióxido de carbono.
I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JUNIOR BEZERRA DE CARVALHO

FERMENTAÇÃO RUMINAL *IN SITU* DE DIETAS CONTENDO FARELO DO
MESOCARPO DO BABAÇU E PROPILENOGLICOL NA ÁGUA

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa

Aprovado em 09 / 02 / 2017

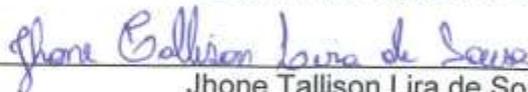
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa



Prof.ª Dr.ª Ana Cristina Holanda Ferreira
Doutora em Ciência Animal



Jhone Tallison Lira de Sousa
Mestre em Ciência Animal Tropical

Aos meus pais Jason Alves de Carvalho e Deusedi Bezerra de Sousa, aos meus irmãos Jackson Bezerra de Carvalho (e sua esposa Jenária Barbosa) e Maria Janaina Bezerra de Carvalho (e ao seu esposo Joathan Araújo) e aos meus sobrinhos Ítalo Joathan, Pedro Lucas e Benjamim Araújo que foram minha motivação dia a dia.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, pela saúde, coragem, sabedoria e paciência durante todos esses anos de graduação que foi o que me fez forte em meio as adversidades que encontrei e por me capacitar para que pudesse concluir essa etapa da minha vida.

À meus pais e meus irmãos pelo amor, apoio e compreensão nos momentos em que fui ausente, por não medirem esforços em contribuir para a conquista dos meus objetivos e por acreditarem sempre, sendo meu exemplo de família que irei construir.

Ao meu orientador Professor Dr. Luciano Fernandes Sousa pela oportunidade que me deu desde o início do curso, pelo apoio e incentivo, pelos conhecimentos repassados e pelas experiências acadêmicas e profissionais que vivenciei todos os dias no desenvolvimento das atividades.

Aos alunos pós-graduandos e/ou membros do grupo de pesquisa em fermentação ruminal Jhone Talisson Lira de Sousa, Thais Valéria, Rebeca Cardoso, Simone Santos, Wanderson Jardim, Herico Verissimo e Neilimar Rabêlo Rangel pelo apoio acadêmico e momentos de descontração.

Aos meus colegas de turma que “sobreviveram” a essa longa jornada e aos que ainda seguem firme, Ana Lúcia dos Santos (Miau), Luís Felipe Felix (vulgo cachorrão), Jaqueline dos Santos, Neilimar Rabêlo (Neililitro), Renato da Silva Carneiro (O Chefe), Ana Carolina Rodrigues (Carolzinha), Cassio Rogério.

À todos os demais professores que são exemplos de profissionais dentro e fora da sala de aula e que contribuíram com os muitos ensinamentos em especial Ana Cristina Holanda Ferreira, Gerson Fausto, Fabrícia Rocha Chaves Miotto, João Vidal, Elcivan, Marcio Gianordoli.

Ao CNPQ pela bolsa de iniciação científica concedida.

À Universidade Federal do Tocantins (UFT) e a Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ).

“Não importa onde você parou... Em que momento da vida você cansou... O que importa é que sempre é possível recomeçar. Recomeçar é dar uma nova chance a si mesmo... É renovar as esperanças na vida e, o mais importante... Acreditar em você de novo. Sofreu muito neste período? Foi aprendizado... Chorou muito? Foi limpeza da alma... Ficou com raiva das pessoas? Foi para perdoá-las um dia... Sentiu-se só diversas vezes? É porque fechaste a porta até para os anjos... Acreditou que tudo estava perdido? Era o início da tua melhora... Onde você quer chegar? Ir alto? Sonhe alto... Queira o melhor do melhor... Se pensarmos pequeno... Coisas pequenas teremos... Mas se desejarmos fortemente o melhor e, principalmente, lutarmos pelo melhor... O melhor vai se instalar em nossa vida. Porque sou do tamanho daquilo que vejo, e não do tamanho da minha altura.”

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fermentação ruminal *in situ* de dietas volumosas e concentradas com a inclusão de propilenoglicol (PEG) na água. As dietas foram compostas de Farelo do Mesocarpo do Babaçu (FMB) e capim Mombaça como fonte de volumoso e milho grão e farelo de soja como fonte de concentrado nas proporções volumoso:concentrado de 100:0; 50:50 e 0:100 respectivamente. Os níveis de PEG (0,0 e 3,0%) foram fornecidos em bebedouro de água via oral. Dois bovinos machos inteiros holandês-zebu canulados no rúmen com peso médio de 500 ± 21 kg foram confinados em baias individuais por períodos compostos de 5 dias de adaptação e 4 de ensaio em delineamento de crossing-over. As amostras das dietas foram moídas em partículas de 1 mm, distribuídas em pequenos sacos de TNT e incubadas diretamente no rúmen por 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Os dados gerados foram submetidos a análise de variância e as equações e médias comparadas por meio do teste de paralelismo e identidade de curvas. Os valores médios da degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) a 2%/h para as amostras de concentrado (C); volumoso: concentrado (V_C) e volumoso (V) foram de 79,22%; 76,76% e 72,78% respectivamente. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na DEMS para volumoso:concentrado (V_C) e volumoso (V) com a inclusão do PEG, as curvas de degradação foram idênticas e paralelas entre si, portanto, nessas condições não é não vantajoso o seu uso. A inclusão do PEG melhorou o aproveitamento da dieta com predominância de concentrado com valores superiores de degradação às 96 horas de incubação. Diante do exposto é possível a utilização de PEG em dietas com predominância de substratos mais digestíveis como o concentrado, pois melhora o aproveitamento dos nutrientes, no entanto, mais estudos devem ser conduzidos com intuito de indicar a viabilidade econômica da inclusão do PEG e esclarecer o seu papel no metabolismo de ruminantes.

Palavras-chave: subprodutos, rúmen, efeito estufa, dióxido de carbono

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the in situ ruminal fermentation of bulky and concentrated diets with the inclusion of propylene glycol (PEG) in water. The diets were composed of Babaçu Mesocarp Bran (FMB) and Mombaça grass as source of bulky and corn grain and soybean meal as concentrate source in the voluminous proportions: concentrate of 100: 0; 50:50 and 0: 100 respectively. The PEG levels (0.0 and 3.0%) were provided in oral water trough. Two rumen cannulated Dutch-zebu male bovine animals with mean weight of 500 ± 21 kg were confined in individual bays for compound 5 days of adaptation and 4 days of crossing-over design. The samples of diets were ground into 1 mm particles, distributed in small bags of TNT and incubated directly in the rumen for 0, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The data were submitted to analysis of variance and the equations and means were compared by means of the parallelism test and the curve identity. The mean values of effective dry matter degradability (DEMS) at 2% / h for the concentrate samples (C); Voluminous: concentrate (V_C) and bulky (V) were 79.22%; 76.76% and 72.78% respectively. There was no significant difference ($p > 0.05$) in the DEMS for bulk: concentrate (V_C) and bulk (V) with the inclusion of PEG, the degradation curves were identical and parallel to each other, therefore under these conditions it is not advantageous its use. The inclusion of the PEG improved the use of the diet with predominance of concentrate with higher values of degradation at 96 hours of incubation. In view of the above, it is possible to use PEG in diets with more digestible substrates such as concentrate, since it improves nutrient utilization, however, further studies should be conducted to indicate the economic viability of PEG inclusion and clarify the its role in the metabolism of ruminants.

Key words: by-products, rumen, greenhouse effect, carbon dioxide

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição percentual em matéria seca dos ingredientes usados nas dietas experimentais.	21
Tabela 2- Equações da degradabilidade potencial de acordo com os tratamentos .	26
Tabela 3- Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta volumosa com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de Orskov.	28
Tabela 4- Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta concentrada com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de Orskov.	29
Tabela 5- Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta volumoso:concentrado com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de Orskov.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Aproveitamento de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes.	13
2.2	Babaçu (<i>Orbygnia speciosa</i>).....	14
2.3	Farelo do mesocarpo do babaçu.....	16
2.4	Propilenoglicol.....	17
2.5	Degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da pecuária brasileira está atrelado a melhorias nos índices de produtividade dos rebanhos e os desafios são constantes, pois requerem eficiência na utilização dos recursos produtivos. O custo dos insumos é um dos fatores limitantes da atividade, sobretudo nos períodos de baixa disponibilidade de alimentos quando os preços aumentam, isto faz com que muitos produtores busquem fontes alternativas de alimentos que resulte em redução nos custos do sistema de produção.

Nesse contexto, com a expansão da produção de biocombustíveis, vários subprodutos têm sido gerados que necessitam de destino ambientalmente corretos e viáveis. Para alguns destes é possível o aproveitamento como alimentos alternativos na nutrição de ruminantes. Dentre os vários subprodutos e coprodutos gerados na agroindústria destacam-se os de características sólidas, sendo os mais comuns as tortas, os farelos e as farinhas que são produtos secundários, nos quais podem-se agregar valor.

O babaçu (*Orbynia speciosa*) é uma palmeira nativa importante para a economia das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste sendo fonte de vários produtos comerciais e com potencial de ser explorada para produção do biodiesel. A partir do processamento do coco do babaçu é gerado o farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), um subproduto que apresenta características viáveis para uso na alimentação animal (SILVA, 2008)

Deste modo, durante a produção industrial do biodiesel, resíduos líquidos também são gerados, entre eles, o propilenoglicol (PEG) preconizado na literatura como um composto gliconeogênico em ruminantes (SÁ FORTES et al., 2008). A utilização do FMB em dietas de ruminantes com a inclusão do PEG na água necessita de previa avaliação para descrever as possíveis alterações e influencia nos parâmetros de fermentação ruminal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fermentação ruminal *in situ* de dietas volumosas e concentradas contendo farelo do mesocarpo do babaçu com a inclusão de propilenoglicol na água, com vistas a sua utilização em ruminantes domésticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aproveitamento de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes.

O Brasil possui uma vasta extensão territorial e uma diversidade de clima e solo que propicia o estabelecimento de uma variedade de espécies vegetais com possibilidades de utilização para a produção do biodiesel. Entre as principais oleaginosas que são alvos central dessa cadeia estão a soja (*Glycine max*), algodão (*Gossypium spp. L.*), a mamona (*Ricinus communis*) o dendê (*Elaeis guineensis*) e o babaçu (*Orbignya speciosa*) (Storck Biodiesel, 2017). Abdalla et al. (2008) em extensa revisão destaca as características de uma variedade dessas oleaginosas com potencial para a produção do biodiesel e a geração coprodutos e subprodutos incluindo tortas e os farelos para a alimentação animal.

Os subprodutos oriundos da produção industrial dos biocombustíveis têm sido amplamente avaliados em função do seu potencial de gerar economicidade aos sistemas de produção (ABRAHÃO et al., 2005). Dessa forma, a inclusão de subprodutos como alimentos alternativos em dietas de ruminantes tem se tornado uma realidade em varias regiões do Brasil em função dos incrementos obtidos no desempenho animal nos períodos de escassez de alimentos.

Pires et al. (2004) afirmam ainda que o uso de diversos coprodutos ou subprodutos, quando utilizados de forma racional, visam amplamente a substituição aos ingredientes mais caros das dietas minimizando os custos com alimentação. Devido a existência de diversas fontes e modos de obtenção, aspectos relacionados a estrutura física e a composição química devem ser levados em consideração, pois influenciam diretamente na ingestão de alimentos (CARVALHO et al., 2004).

O valor nutricional, dado pelo teor de nutrientes, dos subprodutos usados na alimentação de ruminantes são muito variáveis, podendo até mesmo conter fatores antinutricionais e princípios tóxicos, o que pode restringir o seu uso. Com isso, a observação do nível de inclusão e o processamento no qual o alimento foi submetido são importantes, visto que influenciam nos resultados das características produtivas a serem estudadas. Diante disso, ressalta-se a importância da avaliação de alimentos alternativos para ruminantes que servem como base para formulação de dietas, principalmente aqueles obtidos de diversas fontes e modos.

2.2 Babaçu (*Orbygnia speciosa*)

O Babaçu (*Orbygnia speciosa*) é uma palmeira nativa brasileira que pode alcançar 20 metros de altura, de tronco cilíndrico e copa em formato de taça. Possui elevado número de frutos por cacho, quando em habitat natural. E em alguns casos, pode produzir até mesmo de 15 a 25 cachos por ano. Os frutos têm formato elipsoidal, pesando entre 90 a 280 gramas (TEIXEIRA, 2000).

A maior ocorrência de babaçuais encontra-se na região Nordeste com uma área com cerca de 12 milhões de hectares exploradas (SANTOS, 2008), sendo que a maior parte está concentrada no estado do Maranhão, e é fator importante para a região em termos socioeconômicos. A cultura do babaçu é considerada parte integrante de sistemas tradicionais, sobretudo para as muitas famílias carentes do interior, no qual muitas vezes encontram nos produtos do fruto do babaçu um modo de complementação de renda (CARVALHO, 2007).

A produção do babaçu tem safra no início do período chuvoso e varia conforme as condições de clima e solo das regiões (DESER, 2007). Os frutos amadurecem entre julho e dezembro com pico de florescimento entre janeiro e abril (MAPA, 2010).



Figura 1. Palmeira do Babaçu e cacho contendo frutos. Fonte: <http://artedapalmeira.blogspot>.

A produção do babaçu é útil para diversas finalidades, tem as palhas usadas para telhado e lenha, o palmito na alimentação, parte é empregada também na produção de extrativos vegetais representando cerca de 30% da produção brasileira

e com bom aproveitamento econômico ligado a extração do óleo da castanha (TEIXEIRA 2000).

O óleo do babaçu é extraído a partir da prensagem das amêndoas e possui características físico-químicas favoráveis para a produção de biodiesel devido a composição predominante de triacilglicerídios de ácidos láuricos (LIMA et al., 2007) é nesse processo de prensagem que também são produzidas as tortas do babaçu.

O coco do babaçu (Figura 2) apresenta composição variada de 11% de epicarpo, 23% de mesocarpo, 59% de endocarpo e 7% de amêndoas (SILVA, 2012) sendo que todos estes constituintes tem valor econômico (PAVLAK et al., 2007).

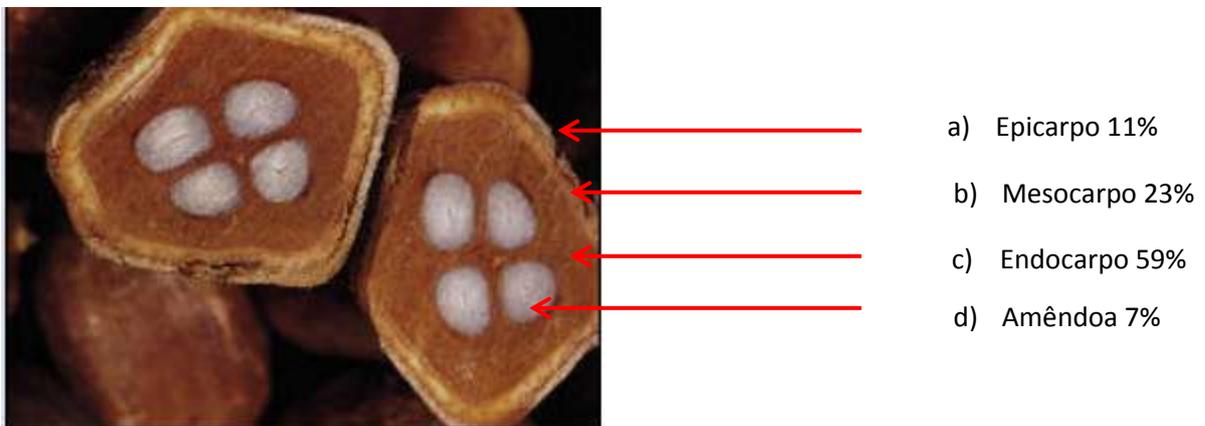


Figura 2. Corte transversal do Babaçu e composição média dos constituintes

Fonte: http://fazendoartedmc.blogspot.com.br/2015_04_01_archive.html

O epicarpo é a camada mais externa e fibrosa separado das outras partes do fruto por pelagem manual, o mesocarpo constitui a parte rica em amido com 0,5 a 1 cm de espessura, o endocarpo é a parte mais interna, as amêndoas apresentam 1 a 2 cm de largura com 2 a 6 cm de comprimento e peso entre 3 e 4 g (TEIXEIRA e MORON, 2000). Quando o fruto é submetido ao processo de quebra manual com o uso de machado para a retirada das amêndoas, a casca (conjunto formado pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo) não é aproveitada, no entanto, na indústria o seu aproveitamento é integral (ALBIERO et al., 2007; PORTO, 2004).

Com o uso de tecnologias disponíveis no mercado todo seu potencial pode ser explorado como fonte energética ou como matéria prima para indústrias alimentícias e nutrição animal (TEIXEIRA, 2000).

2.3 Farelo do mesocarpo do babaçu

O processo de separação dos constituintes do coco do babaçu para extração do óleo resulta em alguns subprodutos, um deles é o farelo do mesocarpo do babaçu (FMB). De acordo com Silva (2008), o FMB é obtido por extração mecanizada da amêndoa no qual o mesocarpo é separado do epicarpo e em seguida moído e peneirado apresentando granulometria bem fina o qual é ofertado no mercado.

Este subproduto possui características bromatológicas variáveis quanto a porções fibrosas e amiláceas que favorecem a sua utilização como alimento alternativo substituindo parte dos componentes volumoso de dietas de ruminantes em função também de suas características fermentativas (SILVA, 2008; MIOTTO et al., 2012 ; SOUSA et al., 2014).

Cruz et al. (2015) avaliaram níveis de concentrado associado ou não a inclusão de FMB sobre características produtivas de tourinhos em confinamento e encontraram teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de 85,5; 3,2; 31,6 e 61,5% respectivamente, no FMB obtido comercialmente. Enquanto que Pedrico (2013) em estudos sobre a inclusão de diferentes proporções de FMB como ingrediente em dietas de bovinos leiteiros verificou teores de FND, FDA e PB de 35,7; 28,5 e 3,5, em porcentagem da MS, respectivamente. Pavlak et al. (2007) observaram teor de amido de 52% no FMB ao analisa-lo para a produção de etanol.

Sousa (2015) utilizando rações com diferentes níveis de inclusão de FMB (0; 7,5; 15 e 22,5% da MS) na alimentação de borregas verificou teores de MS, FDN, FDA, PB e Lignina de 87,83; 60,2; 44,02; 6,09; 21,16 respectivamente após análise bromatológica do FMB.

Em estudos sobre a cinética de fermentação ruminal *in vitro* Sousa et al. (2014) verificaram que o farelo do mesocarpo do babaçu quando adicionado ao concentrado em níveis iguais ou acima de 7,5%, resulta em redução da fermentação ruminal de rações, porem apresentam potencial de utilização em ruminantes de menor exigência. Miotto et al. (2012) testaram o uso do FMB em substituição à silagem de capim elefante em dietas para ovinos, e concluíram que, embora reduza a digestibilidade das frações fibrosas da dieta, pode ser aproveitado como fonte energética para ruminantes.

2.4 Propilenoglicol

O propilenoglicol (PEG) é um composto orgânico derivado da glicerina bruta a partir da produção industrial do biodiesel. A busca por fontes energéticas renováveis coloca o biodiesel no centro de interesses, destacando-se questões relacionadas às matérias-primas, ao processo de produção e a necessidade de adicionar valor aos subprodutos (ABDALLA et al., 2008). No contexto socioeconômico atual essas questões são cruciais na busca do desenvolvimento sustentável.

O biodiesel produzido através da reação de transesterificação de gordura animal ou óleos vegetais gera a glicerina bruta, além de coprodutos (torta, farelo etc.) que podem constituir outras fontes de renda para os produtores (ABDALLA et al., 2008). Estima-se que para cada 90 m³ de biodiesel produzidos, são gerados 10 m³ de glicerina bruta (GONÇALVES et al., 2007), apresentando impurezas em sua composição como água, catalisador alcalino e ácidos graxos.

Em escala industrial, existem alguns tratamentos utilizando ácidos que promovem a purificação da glicerina em até 80% (MARÇON, 2010). Como o processo de purificação da glicerina bruta é complexo e oneroso, é interessante que seja utilizada em processos que não dependam de alto grau de pureza (MOTA & PESTANA, 2011).

Dentre as reações de aplicação industrial na qual a glicerina bruta pode ser submetida, a hidrogenólise do glicerol é uma rota potencial tendo como principais produtos o 1,2 propanodiol (propilenoglicol), 1,3 propanodiol e o etilenoglicol. Na Figura 3 está uma representação simplificada da reação de hidrogenólise do glicerol para a obtenção do propilenoglicol, na qual ocorre uma quebra na estrutura molecular do glicerol nas ligações carbono-carbono sendo efetuada com o auxílio do hidrogênio (CIOLA, 1970).

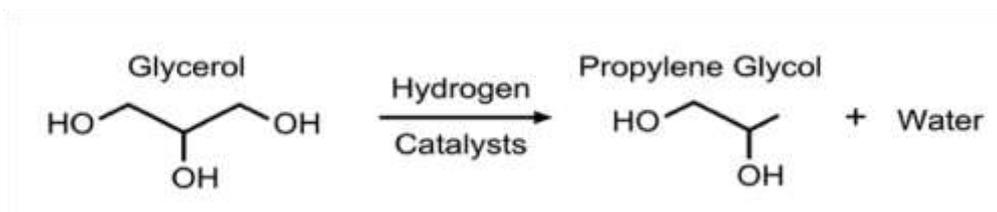


Figura 3. Representação simplificada da reação de hidrogenólise do glicerol.
Fonte: <https://www.flickr.com/photos/pnnl/5370837864>

O PEG é um líquido transparente, sem odor, viscoso e de sabor adocicado utilizado em vários alimentos processados como umectante e agente plastificante. Alguns estudos demonstraram efeitos da administração de PEG via oral ou misturado a ração na redução do balanço energético negativo em vacas no período periparto (STUDER et al., 1993) e melhorias no desempenho reprodutivo (FORMIGONI et al., 1996).

Sá Fortes et al. (2008) observaram queda na produção de leite, gordura e proteína com a inclusão do PEG em dietas pré e pós-parto, aos 20 dias de lactação. Esses resultados não eram esperados pelos autores uma vez que a utilização do PEG disponibilizaria mais substrato gliconeogênico, com maior aporte de glicose para a glândula mamária, aumentando assim a produção de leite.

Fonseca et al. (2003) não observaram diferença significativa na prevalência de acetonemia em vacas leiteiras suplementadas com PEG no período periparto, não houve influência também na produção de leite e no primeiro estro pós-parto.

Cherubim et al. (2014) avaliaram medidas biométricas de 16 cordeiros, filhos de 16 ovelhas que receberam suplementação com diferentes níveis de PEG (0%, 1,5%, 3,0% e 4,5%) na água durante a gestação. A inclusão de PEG nos períodos 30 e 45 dias ocasionou comportamento quadrático no peso dos animais de forma que, os níveis 3,0 e 4,5% apresentaram menor peso dos cordeiros. As demais medidas biométricas apresentaram interação do período com os tratamentos. Já Santos et al. (2012) não observaram influência da administração do PEG sobre o perfil metabólico, proteico e energético de ovelhas no periparto assim como não houve comprometimento hepático das ovelhas.

De acordo com Nielsen e Ingvarsen, (2004) o PEG pode ser absorvido através do epitélio ruminal, sofrer fermentação ou passar diretamente ao intestino, sendo os dois primeiros processos os mais importantes. A determinação do potencial de utilização do PEG sob condições ruminais ou metabólicas ainda não estão bem esclarecidos por se tratar de um processo complexo, no entanto, há propostas pertinentes na literatura de acordo com as análises das variáveis estudadas em diversos trabalhos.

Estudos de Christensen et al. (1997) observaram aumento na concentração de glicose quando PEG é fornecido a vacas leiteiras o que resulta na elevação da concentração de insulina sanguínea.

O PEG quando adicionado a dieta serve como substrato para a microflora ruminal promovendo alteração da proporção e aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no rúmen (FARIA et al., 2008; GRUMMER et al., 1994).

Kristensen et al. (2002) em estudo com infusão intraruminal de PEG mostraram que, sob condições ruminais normais, é metabolizado em sua maioria no rúmen e não no fígado. Pode-se perceber que há certas divergências a respeito dos locais onde ocorre predominância do aproveitamento do PEG em ruminantes. Poucos estudos são encontrados na literatura sobre o que determina as vias de utilização do PEG em ruminantes e ainda dados sobre sua influência na degradabilidade ruminal dos alimentos.

2.5 Degradabilidade ruminal *in situ*

A determinação do valor nutricional dos alimentos destinados aos animais visa proporcionar a formulação de dietas adequadas que supram as exigências para otimizar o desempenho produtivo. O sucesso evolutivo dos ruminantes permitiu a capacidade de obter energia de alimentos fibrosos e de baixa qualidade em função da existência de uma relação simbiótica com os microrganismos no rúmen, que fornecem ácidos graxos de cadeia curta e aminoácidos a partir desses substratos que não seriam aproveitados pelo animal hospedeiro (KOZLOSKI et al., 2002).

Várias técnicas tem sido descritas para avaliar o potencial de degradação dos alimentos no rúmen, entre elas a técnica *in situ*.

A técnica de degradação *in situ*, descrita por Mehrez e Orskov (1977), permite uma estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes dos alimentos durante determinado período de tempo.

A técnica se baseia no uso de sacos de náilon contendo amostras dos alimentos, que posteriormente são incubadas no rúmen de animais portadores de cânulas. Os sacos ficam suspensos no interior do rumem sendo possível quantificar o potencial de degradação do material em função de tempos (0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 120 horas) que variam de acordo com as características do alimento (MEHREZ e ORSKOV, 1977). Os poros dos sacos devem ser pequenos o bastante para impedir a perda de partículas e grande o suficiente para permitirem o acesso dos microrganismos ao material (PINA et al., 2010) podendo ser adaptada com o uso de sacos de TNT (tecido não tecido).

Uma das vantagens do uso dessa técnica é permitir que o alimento entre em contato minucioso com os microrganismos (bactérias, protozoários e fungos) e outros fatores do ambiente ruminal como pH, anaerobiose, enzimas, temperatura em torno de 39°C, motilidade, embora que, de acordo com Nocek (1988), o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem.

Sampaio (1994) destaca a vantagem de poder caracterizar vários alimentos ao mesmo tempo de forma prática e econômica. Nocek (1988) recomenda ainda que os alimentos a serem testados *in situ* devam ser os mesmos fornecidos aos animais o que nem sempre é possível utilizar todos os alimentos na dieta basal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Araguaína, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) localizada nas coordenadas 6°34'52", de latitude sul, e 48°38'40" de longitude oeste e 152 metros de altitude na Amazônia Oriental Brasileira, durante o mês de junho de 2015.

O ensaio de degradabilidade ruminal *in situ* foi realizado em dois bovinos machos inteiros mestiços holandês-zebu canulados no rúmen com peso médio de 500 ± 21 kg.

Foram testadas três dietas experimentais com diferentes proporções de volumoso:concentrado (100:0; 50:50 e 0:100) e dois níveis de PEG na água (0,0 e 3,0%), totalizando seis tratamentos. A Tabela 1 apresenta a composição percentual dos ingredientes usados para compor as dietas experimentais.

Tabela 1. Composição percentual em matéria seca (MS) dos ingredientes usados nas dietas experimentais.

Ingredientes	(Composição % da MS Total)		
	Dieta concentrada C	Dieta volumosa V	Dieta 50:50
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	0,00	50,00	25,00
Farinha do mesocarpo do babaçu	0,00	47,00	25,00
Milho grão moído	54,92	0,00	27,63
Farelo de Soja	34,35	0,00	17,33
Fosfato	1,15	0,00	0,58
Sal Mineral	6,42	3,00	3,00
Calcário dolomítico	3,12	0,00	1,46

Os animais foram confinados em baias cobertas com área de aproximadamente 10m² providas de comedouro e bebedouro individuais sendo alimentados no cocho com dieta basal composta por silagem de capim Mombaça como fonte de volumoso e um formulado comercial com 20% de PB a base de milho e farelo de soja como fonte de concentrado. O fornecimento de água com 3,0% de PEG ocorreu via oral em bebedouro individual, diluindo-se 3 litros do mesmo a cada

100 litros de água. O período de adaptação dos animais á dieta basal e as instalações foi de 5 dias, e o ensaio de degradabilidade ruminal *in situ* conduzido em dois ciclos com duração de quatro dias cada, em delineamento de crossing-over.

Foram confeccionados e identificados sacos de TNT (tecido não tecido) de 5 x 5 cm proporcionando aproximadamente 20 miligramas (mg) de amostra por cm² de área superficial dos sacos (NOCEK, 1997). Os sacos de TNT foram secos a 105°C por 1 hora, e após levados ao dessecador por 30 minutos, seus pesos foram registrados e receberam 3 g (dieta concentrada e dieta 50:50) e 2g (dieta volumoso) das amostras de matéria seca ao ar (ASE), moídas em moinho tipo Wiley a partículas de 1 mm, como recomendado por Nocek (1997). Posteriormente, os sacos de TNT com as amostras, foram acondicionados em sacos de náilon (20 x 20 cm).

No primeiro ciclo do ensaio, os sacos de náilon contendo as dietas experimentais foram presos com braçadeira em uma âncora (peça de metal) de aproximadamente 500g. Para um animal foi fornecido a dieta basal no cocho e bebedouro de água com 3,0% de PEG, enquanto que para o outro animal, além da dieta basal, foi fornecido no bebedouro somente água, ou seja, 0,0% de PEG. Com auxílio da âncora, as amostras das dietas foram incubadas no rúmen por 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas em triplicata, perfazendo 9 sacos por tempo com um total de 63 sacos incubados por animal. A incubação ocorreu de forma decrescente com o tempo, tendo início às 96 horas (que coincidiu às 18h da tarde) e sendo incubados os demais sacos sequencialmente até o tempo zero (t₀). Os mesmos procedimentos foram realizados no segundo ciclo do ensaio, houve apenas a troca entre os bebedores dos animais, de modo que o animal em que foi fornecido somente água passou a ingeri-la com 3,0% de PEG.

No tempo zero (t₀), utilizado para determinar a fração solúvel, apenas mergulhou-se os sacos das amostras (dietas experimentais) no líquido ruminal dos animais até umedecê-los, em seguida, todos os sacos foram retirados do rúmen.

Uma vez retiradas do rúmen, as bolsas foram mergulhadas em água gelada para cessar o crescimento e a fermentação microbiana. Em seguida foi efetuada lavagem em água corrente até a retirada de todo líquido ruminal. A secagem dos sacos foi realizada em estufa a 55°C por 72 horas e em seguida por 1 hora em estufa de 105°C.

Após 30 minutos dentro do dessecador os pesos brutos foram registrados e deste peso bruto, foi subtraído o peso da sacola vazia, obtendo-se dessa forma a proporção da MS que desapareceu das bolsas durante a incubação ruminal.

Os parâmetros de degradabilidade *in situ* foram obtidos pelo procedimento de regressão não linear proposto por Gauss-Newton.

Os dados das degradações foram submetidos a uma análise de regressão, na qual foram regredidos ao modelo de Sampaio (1988):

$$Dg = A - B \cdot e^{-ct} \quad (1)$$

em que:

“Dg” é a porcentagem de degradação após o tempo t;

“A” é a porcentagem máxima de degradação do material contido no saco de TNT (fração imediatamente solúvel mais a fração insolúvel potencialmente degradável sob ação da microbiota);

“B” é fração insolúvel potencialmente degradável;

“c” é a taxa constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon; e

“t” é o tempo de incubação no rúmen.

As equações geradas foram comparadas por meio de teste de paralelismo e identidade de curvas de acordo com Regazzie Silva (2004) ($p < 0,05$).

O tempo de colonização (TC) do material contido nos sacos foi calculado conforme a equação proposta por McDonald (1981):

$$TC = [(-1 / c) \times (\ln (A - S) / B)] \quad (2)$$

em que:

“A”, “B” e “c” são os mesmos parâmetros definidos na equação (1);

“S” é a fração solúvel, determinada pela porcentagem de desaparecimento no tempo zero de incubação.

Para calcular a degradabilidade efetiva (DE), foi utilizada a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979), considerando-se uma taxa de passagem (k) a partir de 2%/hora, sugerida para avaliações de alimentos fibrosos como forragem, correspondente a um tempo de permanência no rúmen de 50h:

$$DE = S + (B1 \times c) / (c + k)$$

em que:

“c” e “S” são parâmetros previamente definidos nas equações (1) e (2);

“B1” é a fração degradável, calculada subtraindo-se do potencial de degradação A, e a fração solúvel (S) ($B1 = A - S$)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as curvas da degradabilidade efetiva da MS das dietas com propilenoglicol (Com-PEG) e sem propilenoglicol (Sem-PEG). Houve diferença significativa no desaparecimento médio MS das dietas com a inclusão PEG na água dos animais. No tempo zero (t0), que foi utilizado para quantificar a fração solúvel, os tratamentos Com-PEG apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) em relação aos tratamentos Sem-PEG.

Estes resultados demonstram que o PEG foi aproveitado predominantemente sob condições ruminais interferindo no potencial de degradação das dietas. De acordo com Faria et al. (2008) o PEG tem potencial para aumentar a disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais.

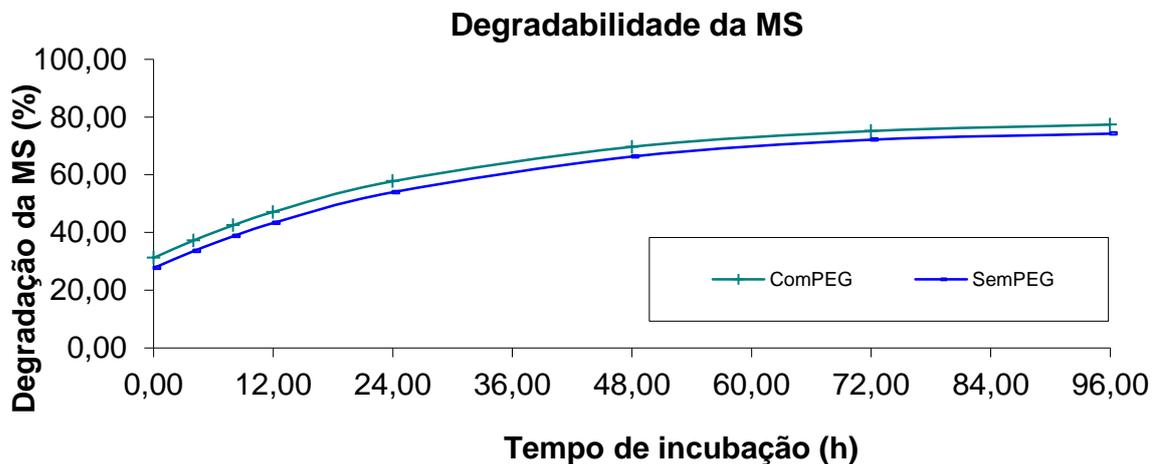


Figura 4: Degradabilidade da MS das dietas Com-PEG e Sem-PEG

A figura 5 apresenta os resultados médios da degradabilidade da MS das três dietas testadas em função dos períodos de incubação. Houve diferença significativa e os valores observados após 96h de degradação para Concentrado (C); 50Vol_50Con e Volumoso (V) foram: 79,22%; 76,76% e 72,78%, respectivamente. Como relatado por Orskov et al.(1980) um animal consumindo ração com elevada proporção de concentrado, com maiores quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis, como por exemplo o amido, terá reduzida atividade celulolítica e consequentemente elevada atividade amilolítica no rúmen, o poderia explicar os efeitos diferentes da taxa de degradação das amostras incubadas.

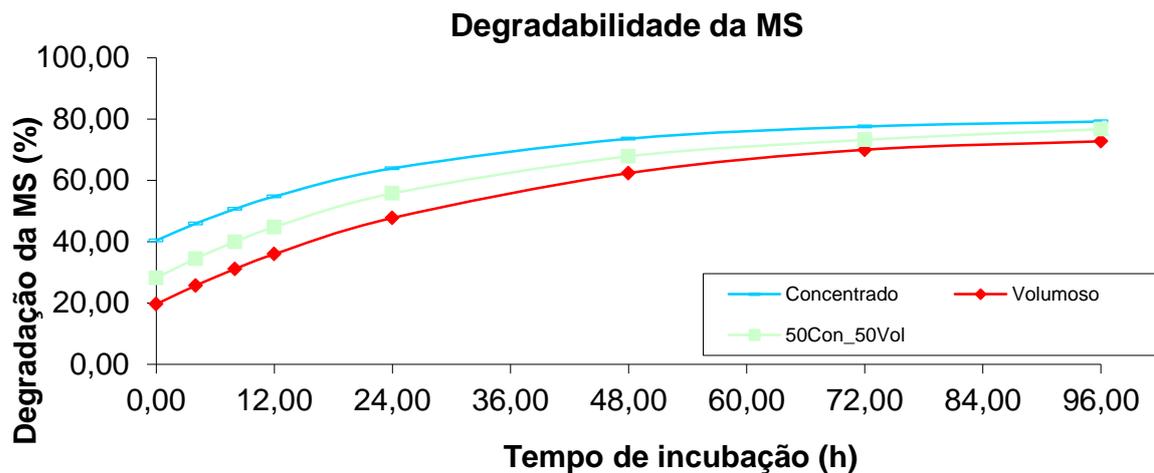


Figura 5: Degradabilidade da MS das três dietas: concentrado; volumoso e 50con_50vol.

Na Tabela 2 estão apresentadas as equações oriundas da análise de regressão não linear que prediz a degradabilidade potencial dos tratamentos com a inclusão ou não de propilenoglicol (Com-PEG e Sem-PEG) em função dos tempos de incubação, modelo proposto por Orskov & McDonald (1979).

Tabela 2 - Equações da degradabilidade potencial de acordo os tratamentos

Tratamentos	Equações (Modelo de Orskov & McDonald)		R ²
C-Com-PEG	$P = 42,79 + 40,28 (1 - \exp^{-0,038t})$	a A	51,58
V-Com-PEG	$P = 20,78 + 58,51 (1 - \exp^{-0,026t})$	a D	89,68
V_C-com-PEG	$P = 30,01 + 47,59 (1 - \exp^{-0,036t})$	a C	86,47
C-H ₂ O pura	$P = 38,05 + 39,60 (1 - \exp^{-0,036t})$	a B	78,83
V-H ₂ O pura	$P = 18,52 + 58,76 (1 - \exp^{-0,027t})$	a D	97,3
V_C-H ₂ O pura	$P = 26,38 + 51,06 (1 - \exp^{-0,031t})$	a C	95,9

P = Quantidade de substrato degradado no tempo t; R² = Coeficiente de determinação; Concentrado com (C-Com-PEG); Volumoso com (V-Com-PEG); Volumoso:Concentrado com (V_C-com-PEG); Concentrado com água pura (C-H₂O pura); Volumoso com água pura (V-H₂O pura); Volumoso:Concentrado com água pura (V_C-H₂O pura). Equações acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna são paralelas pelo teste de paralelismo de curvas a 5% de probabilidade. Equações acompanhadas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna são idênticas pelo teste de identidade de curvas a 5% de probabilidade (REGAZI & SILVA, 2004).

Quanto ao parâmetro quantidade de substrato degradado (P), utilizando o teste de paralelismo e identidade de curvas as equações apresentaram-se distintas apenas para o tratamento C-Com-PEG e C-H₂O pura. De acordo com Nielsen e

Ingvarsten, (2004) dietas ricas em carboidratos não fibrosos (CNF) estimulam o crescimento de determinados microrganismos com habilidade para fermentar rapidamente PEG a propionato.

Neste experimento, a inclusão do PEG não influenciou na média de desaparecimento da MS para os tratamentos com predominância de volumoso (V- (Figura 6), isso pode ser explicado pela baixa qualidade do capim amostrado e a composição química do farelo do mesocarpo do babaçu (FMB), que possui alto teor de fibra que afetam na degradabilidade dos alimentos além da lignina que é indigestível. De acordo com Queiroz et al. (2010) as características físicas dos alimentos influenciam os parâmetros ruminiais de degradação e passagem apresentando efeitos acentuados na fração efetivamente degradável. Embora neste trabalho não tenham sido avaliados o consumo de MS diário, observou-se que os animais que receberam PEG na água reduziram o consumo. Esse comportamento pode diminuir o desempenho com a predominância de volumosos na dieta, pois pode ocorrer uma redução da taxa de passagem da digesta em função do efeito de enchimento ruminal.

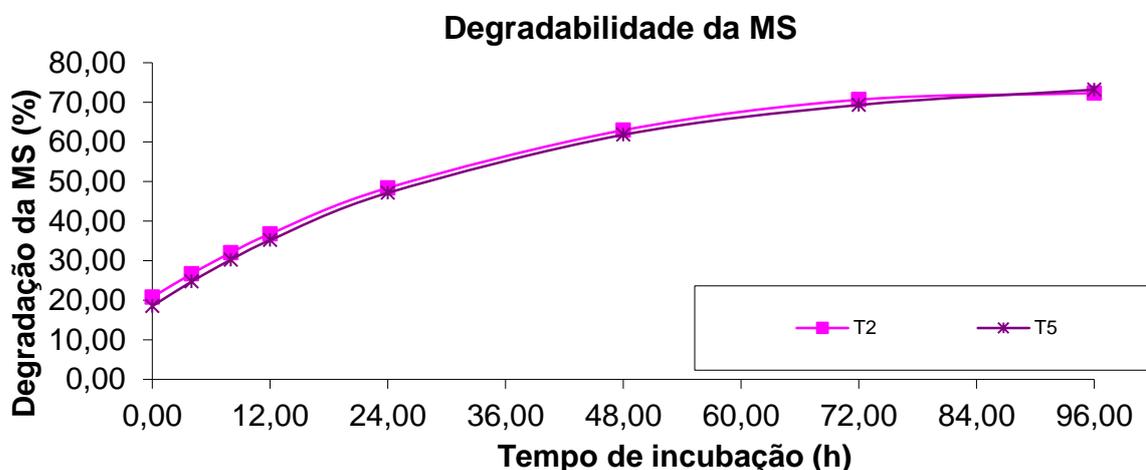


Figura 6: Degradabilidade da MS das dietas V-ComPEG (T2) e V-H₂Opura (T5).

Na tabela 3 estão os parâmetros cinéticos da degradabilidade da MS da dieta com predominância de volumoso. Verifica-se que não houve diferença significativa na fração solúvel para taxas de passagem de 2 a 8%/ hora. De modo geral a inclusão do PEG em dietas para ruminantes com predominância de volumosos não é vantajosa do ponto de vista nutricional, visto que não foi observado nenhum efeito

sobre a fração potencialmente degradável. A fração solúvel e a taxa de degradação foram os menores dentre todos os tratamentos avaliados.

Embora neste trabalho não tenham sido feitas análises da composição bromatológica do FMB, que compõe 47% da dieta volumosa, e com base em dados dos seus constituintes químicos relatados na literatura, pode-se inferir que a baixa degradabilidade está relacionada aos altos teores de FDA e lignina, já que essas frações interferem no tempo de colonização e dificultam o processo fermentativo dos microrganismos ruminantes, podendo a lignina ser tóxica (VAN SOEST, 1994).

Tabela 3 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta volumosa com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de

Parâmetros de Orskov	V-Com-PEG	V-H ₂ O pura
	T2	T5
A	20,78	18,52
B	58,51	58,76
C	0,026	0,027
R ²	89,68	97,3
FS	6,234	5,557
TC	3:37	3:60
E (2%)	54,19	52,70
DE (3%)	48,29	46,79
DE (4%)	44,16	42,62
DE (5%)	41,10	39,52
DE (6%)	38,76	37,13
DE (7%)	36,90	35,23
DE (8%)	35,39	33,68

A = Fração rapidamente fermentável; B = Fração que pode ser degradada se houver tempo; c = Velocidade ou taxa de degradação da fração; R² = Coeficiente de determinação; FS = Fração Solúvel; TC = Tempo de colonização (horas:min); Volumoso com (V-Com-PEG); Volumoso com água pura (V-H₂O pura).

A Figura 7 apresenta as curvas da degradabilidade da MS dos tratamentos com predominância de concentrado. Houve diferença significativa nos valores de degradabilidade da MS quando PEG foi adicionado na água dos animais, isso indica que a inclusão de 3% é capaz de aumentar a taxa da fermentação dos microrganismos na presença de substratos mais digestíveis, o que pode resultar em alterações nos padrões de fermentação ruminal.

As maiores taxas de degradabilidade ruminal no tratamento C-Com-PEG eram esperadas, uma vez que o concentrado possui boa proporção de carboidratos não fibrosos (CNF) e o PEG atua como precursor de propionato que aumenta a

disponibilidade de glicose (STUDER et al., 1993). No entanto, o seu papel no metabolismo do ruminante não está completamente esclarecido.

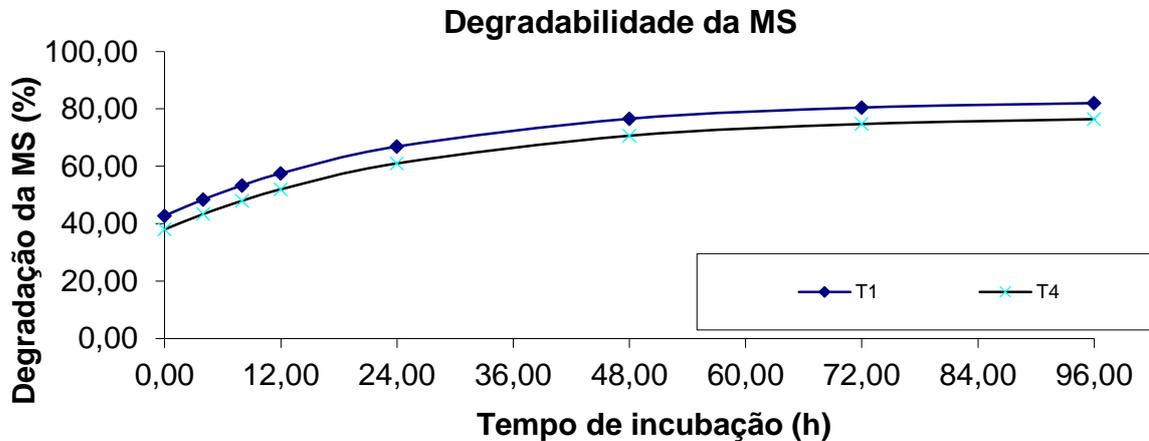


Figura 7: Degradabilidade da MS das dietas C-Com-PEG (T1) e C-H₂Opura

Considerando uma taxa de passagem a partir de 2%, a degradabilidade efetiva da MS e a velocidade de degradação do C-Com-PEG foi superior em relação ao C-H₂Opura (Tabela 4). Owens et al. (1993) relatam que a taxa de passagem para partículas de concentrado excede aquela para forragens em aproximadamente 10% e tende a aumentar com a ingestão de alimento.

Tabela 4 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta concentrada com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de Orskov.

Parâmetros de Orskov	C-Com-PEG		C-H ₂ Opura	
	T1	T4	T1	T4
A	42,79		38,05	
B	40,28		39,60	
C	0,038		0,036	
R ²	51,58		78,83	
FS	29,95		26,63	
TC	3:54		3:12	
DE (2%)	69,18		63,54	
DE (3%)	65,30		59,69	
DE (4%)	62,41		56,85	
DE (5%)	60,18		54,66	
DE (6%)	58,41		52,94	
DE (7%)	56,96		51,53	
DE (8%)	55,76		50,37	

A = Representa a fração rapidamente fermentável; B = Fração que pode ser degradada se houver tempo; c = Velocidade ou taxa de degradação da fração; R² = Coeficiente de determinação; FS =

(Continuação Tabela 4) Fração Solúvel; TC = Tempo de colonização (horas:min); Concentrado com (C-Com-PEG); Concentrado com agua pura (C-H₂Opura)

O tempo colonização (TC) em horas foi menor no C-H₂Opura, fato que seria favorável, pois biologicamente quanto menor o tempo de colonização menos tempo levará para o início da fermentação, porém, neste caso, não houve efeito na extensão da degradação (Tabela 4).

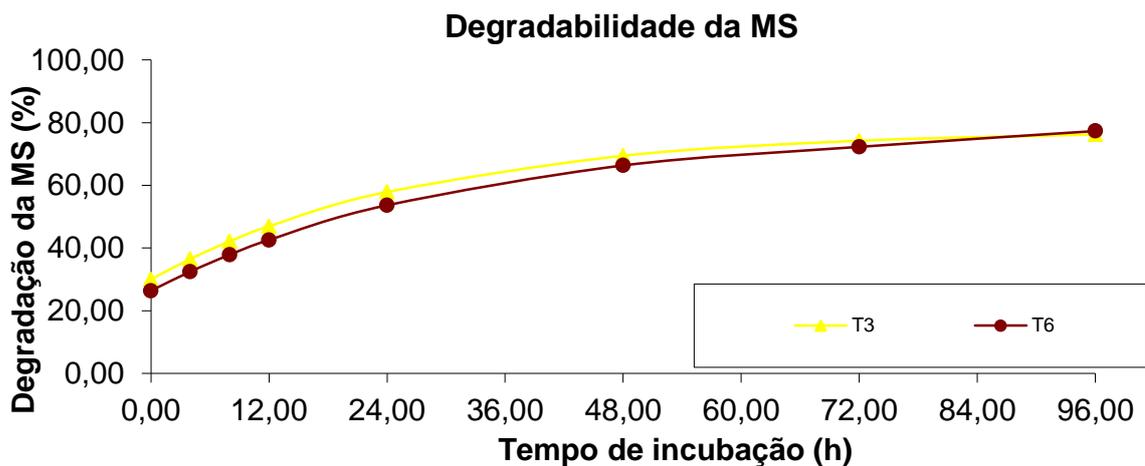


Figura 8: Degradação da MS das dietas V_C-com-PEG (T3) e V_C-H₂Opura (T6).

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos valores de degradabilidade da MS para os tratamentos V_C-com-PEG e V_C-H₂Opura (Figura 8). O resultado obtido foi diferente do esperado, uma vez que as dietas foram formuladas na proporção 1:1. Contudo, os valores se mostraram superiores aos da dieta com predominância de volumoso.

De acordo com Mehrez & Orskov (1977), outros fatores podem afetar a estimativa da degradabilidade, tais como: quantidade de amostra incubada, área de superfície do saco, animal testado, procedimento de lavagem e análise das amostras. Por sua vez, Garcia et al. (2003) estudando degradação *in situ* de alimentos concentrados e do capim *Brachiaria decumbens* Stapf, acrescentam que em alguns trabalhos os animais consomem alimentos em proporção diferentes na composição da ração em relação aqueles que são incubados no rúmen, o que se constitui uma fonte de variação.

Com uma taxa de passagem de 2 a 8%/hora os valores de V_C-com-PEG foram superiores em relação V_C-H₂O pura (Tabela 5). Semelhante resultado foi obtido quanto a fração solúvel (FS) em água no tempo zero.

Tabela 5 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva (DE) da dieta volumoso:concentrado com e sem propilenoglicol (PEG) adicionado a água, modelo de Orskov.

Parâmetros de Orskov	V_C-com-PEG	V_C-H ₂ O pura
	T1	T4
A	30,01	26,38
B	47,59	51,06
C	0,036	0,031
R ²	86,47	95,9
FS	15,00	13,19
TC	3:14	3:80
DE (2%)	60,82	57,73
DE (3%)	56,20	52,66
DE (4%)	52,78	49,00
DE (5%)	50,16	46,24
DE (6%)	48,07	44,08
DE (7%)	46,38	42,34
DE (8%)	44,98	40,91

A = Fração rapidamente fermentável; B = Fração que pode ser degradada se houver tempo; c = Velocidade ou taxa de degradação da fração; R² = Coeficiente de determinação; FS = Fração Solúvel; TC = Tempo de colonização; (horas:min); Volumoso:Concentrado com (V_C-com-PEG); Volumoso:Concentrado com água pura (V_C-H₂O pura)

Na figura 6 são apresentadas a degradabilidade efetiva da MS de todos os tratamentos avaliados em função do tempo de incubação. O tratamento C-Com-PEG mostrou-se superior aos demais, evidenciando efeito da inclusão de 3,0% quando da utilização de concentrados.

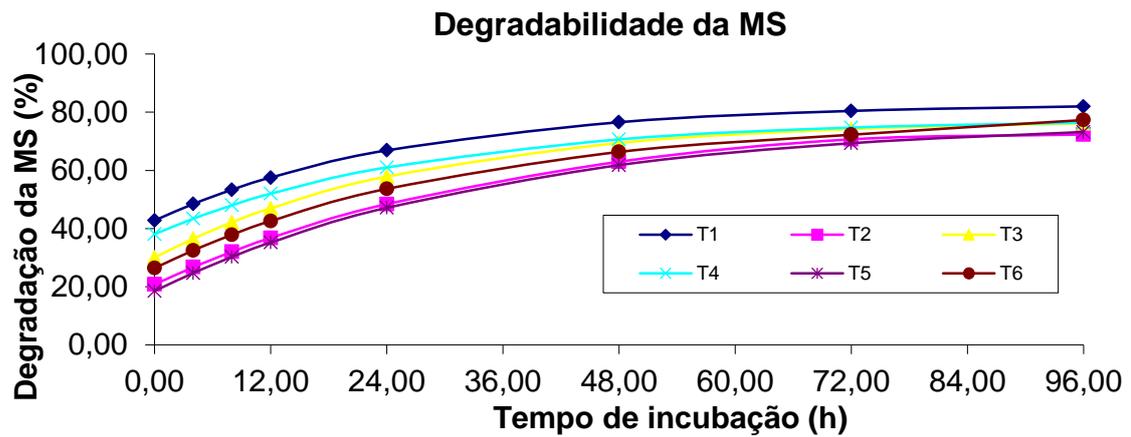


Figura 9: Degradabilidade da MS de todos os tratamentos avaliados.

C-ComPEG (T1)= concentrado com propilenoglicol

V-ComPEG (T2)= volumoso com propilenoglicol

V_C-comPEG (T3)= volumoso:concentrado com propilenoglicol

C-H2Opura (T4)= concentrado com água pura

V-H2Opura (T5)= volumoso com água pura

V_C-H2Opura (T6)= volumoso:concentrado com água pura.

5 CONCLUSÕES

A inclusão de propilenoglicol na água em dietas para ruminantes é viável nutricionalmente somente quando os animais consomem dietas com predominância de alimentos concentrados, visto que aumenta a degradabilidade nos nutrientes da dieta, além de dar destino ambientalmente correto aos subprodutos gerados pela indústria de biodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A. L.; FILHO, J. C. S; GODOI, A. R.; et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, suplemento especial, p. 260-258, 2008.
- ABRAHÃO, J. J. S.; PRADO, I. N. ; PERROTO, D.; et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.
- ALBIERO, D; MACIEL, S. J.; LOPES, C. A; et al. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata Martiana*) para a agricultura familiar. **Revista Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 337-346, 2007.
- CARVALHO, G. D.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. D.; et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 09, p. 919-925, 2004.
- CARVALHO, J.D.V. Cultivo de babaçu e extração do óleo. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. **Dossiê Técnico**. 22p. 2007.
- CHERUBIM, J. V.; CROZARA, A. S.; BARBOSA, M. E.; et.al. Efeito da suplementação com propilenoglicol em ovelhas gestantes sobre a avaliação morfométrica dos filhotes - **XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia** – Vitória-ES, Zootec- 2014
- CHRISTENSEN, J. O.; GRUMMER, R. R.; RASMUNSEN, F. E.; et al. Effect of method of delivery of propyleneglycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 3, p. 563-568, 1997.
- CIOLA, R. **Fundamentos da Catálise**, 1 edição, Moderna, São Paulo, Ed. da universidade de São Paulo, v. 378, 1981.
- CRUZ, R. S.; ALEXANDRINO, E.; MISSIO, R. L.; et al. Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu sobre as características da carcaça de tourinhos confinados. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 73-86, 2015.
- DESER - DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS RURAIS –, SECRETARIA DE AGRICULTURA FAMILIAR/ MDA (Convênio MDA 112/2006). A cadeia produtiva do babaçu: estudo exploratório. 33p. Curitiba. 2007. Disponível em <http://www.arara.fr/EstudoBabacu2007.pdf>. Acesso em janeiro de 2017.
- FARIA, B. N.; REIS, R. B.; MAURICIO, R. M.; et al. Efeitos da adição de monensina ou propilenoglicol à polpa cítrica sobre a cinética de degradação dos carboidratos totais e da produção cumulativa de gases in vitro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 691-697, 2008.

FONSECA, L. F. L.; RODRIGUES, P. H. M.; LIMA, A. P.; et al. Suplementação de propilenoglicol para vacas no período periparto: efeitos sobre incidência de cetose, produção leiteira, escore corporal e primeiro estro pós-parto. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, p. 1, 177-183, 2003.

FORMIGONI, A.; CORNIL, M. C.; PRANDI, A.; et al. Effect of propylene glycol supplementation around parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristics in dairy cows. **Journal of Dairy Research**, v. 63, n. 1, p. 11-24, 1996.

GARCIA, J.; ALCALDE, C. R.; JOBIM, C. C.; et al. Degradabilidade in situ de alimentos concentrados e do capim *Brachiaria decumbens* Stapf. em diferentes crescimentos vegetativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 387-395, 2003.

GONÇALVES, V. L. C.; PINTO, B. P.; MUSGUEIRA, L. C.; et al. A Biogásolina: Produção de éteres e ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., **Anais...**, Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, p.14-19, 2007.

GRUMMER, R. R.; WINKLER, J. C.; BERTICS, S.J.; et al. Effect of Propylene Glycol Dosage During Feed Restriction on Metabolites in Blood of Prepartum Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, v.77, p. 3618-3623, 1994.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria 1 ed: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. v.1 – 140 p.

KRISTENSEN, N. B.; DANFAER, A.; ROJEN, B. A.; et al. Metabolism of propionate and 1,2-propanediol absorbed from the washed reticulorumen of lactating cows. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 8, p. 2168-2175, 2002.

LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. M.; et al. Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 600-603, 2007.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Diretrizes técnicas para boas práticas de manejo florestal não madeireiro da palmeira babaçu**. Brasília – DF, 2010.

MARÇON, R. O. **Pré-tratamento da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais e gordura animal**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas, 2010.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 96, n. 1, p. 251-252, 1981.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of seeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J. N. M.; et al. Farelo do mesocarpo de babaçu na terminação de tourinhos: características da carcaça e cortes secundários do traseiro especial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 440-449, 2012.

MOTA, C. J. A.; PESTANA, C. F. M. Coprodutos da Produção de Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 416-425, 2011.

NIELSEN, N. I; INGVARTSEN, K. L. Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 115, p. 191-213, 2004.

NOCEK, J. E. In situ and Other Methods to Estimate Ruminal Protein and Energy Digestibility: A Review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2051-2069, 1988.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. FAEPE, p.197-240, 1997.

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D.; MOUD, F. L. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v. 5, n. 3, p. 195-213, 1980.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

ØRSKOV, E. R.; REID, G. W.; KAY, M. Predicting of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. **Animal Science**, v. 46, n. 1, p. 29-34, 1988.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PAVLAK, M. C. M.; ZUNIGA, A. D.; LIMA, T. L. A.; et al. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya Martiana*) para obtenção de etanol. **Evidência**, v.7, n. 1, p .7-24, 2007.

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

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F. et al. Eficiência de consumo e ruminação de cabras Leiterias alimentadas com dietas com diferentes níveis de subprodutos. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 2004, v. 41, 2004.

PORTO, M. J. F. **Estudo preliminar de dispositivo de quebra e caracterização dos parâmetros físicos do coco babaçu**. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, São Luís, MA, 75p. 2004

QUEIROZ, M. A. V.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Características físico-químicas de fontes protéicas e suas interações sobre a degradação ruminal e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1587-1594, 2010.

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

SÁ FORTES, R. V.; ARTUNDUAGA, M. A. T.; CARVALHO, A. U.; et al. Propilenoglicol ou monensina na dieta de vacas leiteiras no período de transição: saúde do úbere, produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 179-184, 2008.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental designs and modelling techniques in the studies of roughage degradation in the rumen and growth of ruminants**. (PhD thesis) – University of Reading, 228 f, 1988.

SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada in situ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...**, Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.81-88.

SANTOS, R. A.; CAMPOS, A. G. S. S.; AFONSO, J. A. B.; et al. Efeito da administração de propilenoglicol e cobalto associado à vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, suplemento especial 1, p. 60-66, 2012.

SANTOS, F. A. P.; CARARETO, R.; PACHECO J.; et al. Conforto de bovinos leiteiros em sistemas intensivos de produção. In: **Requisitos de qualidade na bovinocultura leiteira. Piracicaba** – p. 277-319, 2008.

SOUSA, J. T. L. **Utilização do farelo do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) na alimentação de borregas**. – (Dissertação de mestrado) Araguaína: [s.n.], 76 f. Il. 2015.

SILVA, N. R. **Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu.** Tese de Doutorado Ciência Animal Tropical – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia/UFT, Araguaína. 75 f. 2008

SANTOS, J. R. J. **Biodiesel de babaçu: avaliação térmica, oxidativa e misturas binárias.** Tese (Doutorado) – UFPB/CCEN, Programa de Pós Graduação em Química. João Pessoa: UFPB, 2008.

PINA, D. S.; VALADARES, R. F. D.; FILHO, S. C. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR CORTE).** 2.ed. p. 13-46, 2010.

SOUSA, L. F. Composição bromatológica e cinética da fermentação o ruminal de rações contendo resíduos de babaçu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, 2014

STORCK BIODIESEL. **O que é o biodiesel? Curitiba.** Disponível em: www.storck.com.br. Acessado em janeiro 2017.

STUDER, V.A.; GRUMMER, R. R.; BERTICS, S. J. Effect of Prepartum Propylene Glycol Administration on Periparturient Fatty Liver in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, p. 2931-2939, 1993.

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...** Campinas - SP - NIPE - Núcleo Interdisciplinar.

TEIXEIRA, J. C.; MORON, I. R. Utilização de alimentos alternativos na dieta de ovinos. In: Encontro Mineiro de Ovinocultura. 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras – MG, p. 54-81. 2000.

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