

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E HUMANAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

JOILMA TONIOLO HONÓRIO DE CARVALHO

**DIGESTÃO *IN VITRO* E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO
COM DOIS TIPOS DE INÓCULOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE
RESÍDUO DE TAMARINDO**

PONTES E LACERDA-MT
FEVEREIRO/2017

JOILMA TONIOLO HONÓRIO DE CARVALHO

**DIGESTÃO *IN VITRO* E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO
COM DOIS TIPOS DE INÓCULOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE
RESÍDUO DE TAMARINDO**

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

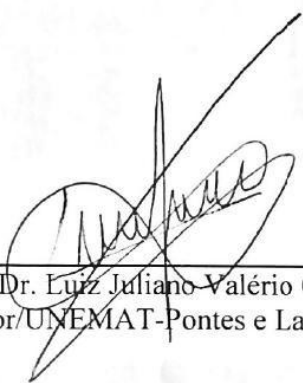
Orientador: Prof. Pós Dr. Luiz Juliano Valério Geron

JOILMA TONIOLO HONÓRIO DE CARVALHO

**DIGESTÃO *IN VITRO* E PARÂMETROS DA FERMENTAÇÃO
COM DOIS TIPOS DE INÓCULOS DE RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE
RESÍDUO DE TAMARINDO**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Coordenação do Curso de
Graduação em Zootecnia da Universidade
do Estado de Mato Grosso, como parte das
exigências para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 10/02/2017



Prof. Pós Dr. Luiz Juliano Valério Geron
Orientador/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Prof. Me. Jocilaine Garcia
Membro /UNEMAT – Pontes e Lacerda



Zootecnista. Me. Fabiana Gomes da Costa
Membro/- Pontes e Lacerda

Primeiramente a Deus, por todas as bênçãos recebidas;

Ao meu pai, Sival Honório de Carvalho;

Á minha mãe, Delcina Toniolo;

Ás minhas irmãs Bruna, Máisa e Lorena;

Á minha sobrinha Sofia;

Aos meus cunhados Weder e Renan;

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu o dom da vida, sabedoria e entendimento, para chegar até o final do curso.

Aos meus pais os quais amo incondicionalmente e estimo, por todo amor, proteção e confiança a mim depositada.

As minhas irmãs, cunhados e familiares, principalmente minhas tias Denair Andrade e Idê Angelina que mesmo de longe sempre me apoiaram.

A minha mãe preta que me educou e cuidou de mim com tanto amor, e me fez ser o que sou hoje, sou grata a Deus por sua vida.

A Universidade do Estado de Mato Grosso por ter possibilitado a realização deste trabalho. Ao Departamento de Zootecnia, aos professores por estarem fazendo parte da minha formação acadêmica.

Ao Prof. Pós-Dr. Luiz Juliano Valério Geron por ter participado da minha formação acadêmica, orientação e auxílio no desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso, e por me transmitir gentilmente seu conhecimento científico e profissional e também pela confiança em mim depositada durante todo o período de convivência, e principalmente por acreditar em minha capacidade quando eu mesma não acreditava.

Aos meus amigos Rayana, Wquislane, André Luiz, Guilherme, Ricardo, Jheyson (Chulé), Carol, Kênia, Rayane, Camila, Eduardo, Wemili, Dani, Jayne, Dani Mattos, Leomar (Pink), Nilton (Juninho), Ilda, Vinicius (CPA), Thaís, Geovane (Goiano), Fabiana, Paulinha, Edimar, que sempre me apoiaram e me ajudaram a não desistir nos momentos difíceis.

Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal – LAANA.

Aos meus amigos da moradia estudantil “CAMPEX”.

A todas as pessoas que o Mestre Jesus Colocou em minha vida durante este período.

Obrigada a todos que fazem parte dessa conquista.

“Não ganhe o mundo e perca sua alma, sabedoria é melhor que prata e ouro.”

(Bob Marley)

“Nós somos os campeões, meus amigos. E nós continuaremos lutando. Não tem vez pra perdedores, pois nós somos os campeões do mundo”.

(Freddie Mercury)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a digestibilidade de nutrientes *in vitro* e parâmetros da fermentação de rações sem resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT) (0%, controle) e contendo 15% de REPT, em dois tipos de inóculos, sendo o líquido ruminal e fezes de ovinos. Os níveis de REPT foram adicionados ao concentrado, que representou 50% da dieta dos animais.. Para a determinação da digestão *in vitro* dos nutrientes foram utilizados quatro ovinos com peso corporal médio de 40 kg $\pm$ 2,07 kg, como doadores de inóculos. O delineamento experimental utilizado foi fatorial 2X2, utilizando dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos) para a determinação da digestão *in vitro* dos nutrientes e duas rações experimentais com 0% e 15% de REPT. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e para as variáveis que apresentaram diferença de 5% de probabilidade foi submetido a teste de Tukey a 5% de significância. A determinação da digestibilidade *in vitro* com diferentes inóculos ovinos não apresentaram diferença ($P>0,05$) entre si para a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Entretanto para os valores de pH do líquido ruminal e das fezes na digestibilidade *in vitro* diferiram entre si ($P>0,05$) com valor médio de 6,95 e 7,30 respectivamente para ambas as rações contendo REPT. A concentração do $N-NH_3$ do conteúdo da fermentação *in vitro* para ambos os inóculos apresentaram diferenças entre si ($P<0,05$) para a média das rações de 24,85 e 24,33 mg 100 mL⁻¹ de conteúdo fermentado, respectivamente. Deste modo, conclui-se que para a digestibilidade *in vitro*, pH e nitrogênio amoniacal, não houve diferenças entre ausência 0,0% e presença 15,0 % de inclusão de resíduo da extração da polpa de tamarindo, com dois tipos de inóculos líquido ruminal e fezes de ovinos. Porém para avaliar o pH do conteúdo fermentado não se recomenda utilizar o inóculo fezes.

Palavras-chave: Matéria seca. Nitrogênio amoniacal. Proteína bruta. pH do conteúdo fermentado

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the in vitro digestibility of nutrients with different inocula (ruminal liquid and sheep feces) by means of the analysis of the rations with 50% concentrate containing 0% (absence) or with 15% Tamarind (REPT). In order to determine the in vitro digestion of nutrients, four sheep with an average body weight of 40 kg $\pm$ 2.07 kg were used as inoculum donors. The experimental design was a 2X2 factorial, using two types of inocula (ruminal fluid and sheep feces) for determination of in vitro digestion of nutrients and two experimental rations with 0 and 15% REPT. The studied variables were submitted to analysis of variance and for the variables that presented difference of 5% of probability was submitted to Tukey test at 5% of significance. The dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and dry matter (DM) did not show differences ($P > 0.05$) in vitro. Fiber in acid detergent (FDA). However, pH values of rumen fluid and faeces in in vitro digestibility differed between yes ($P > 0.05$) and mean value of 6.95 and 7.30 respectively for both diets containing REPT. The N-NH₃ content of the in vitro fermentation content for both inocula presented differences ($P < 0.05$) for the average of the rations of 24.85 and 24.33 mg 100 mL⁻¹ of fermented content, respectively . Thus, it was concluded that there were no significant differences ($P > 0.05$) in the pH and ammoniacal nitrogen content of the ruminal liquid and for in vitro digestibility with absence 0.0% and presence 15.0% inclusion of extraction residue Of the tamarind pulp, with two types of liquid ruminal inoculum and sheep feces.

Key words: Dry matter. Ammoniacal nitrogen. Crude protein. pH of the fermented content

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 RESÍDUOS DE INDÚSTRIAS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	11
2.2 RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DA POLPA DE TAMARINDO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	13
2.3 FISIOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DO TRATO DIGESTIVO DOS RUMINANTES	13
2.4 FATORES QUE INTERFEREM NA FERMENTAÇÃO RUMINAL <i>IN VIVO</i>	15
2.4.1 pH do rúmen	15
2.4.2 Temperatura e osmolaridade do rúmen	16
2.5 DIGESTÃO <i>IN VIVO</i> E VALOR NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS	16
2.6 DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i>	18
2.6.1 Diferentes técnicas de digestibilidade <i>in vitro</i>	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Geron et al. (2011), a utilização de resíduos agroindustriais tende a viabilizar o sistema de produção para pequenos e médios produtores de ruminantes. Há vários resíduos das agroindústrias que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes (GERON et al., 2013a) e o valor nutricional destes é determinado pela interação com os microrganismos do trato digestivo, no processo de digestão (LOUSADA JUNIOR et al., 2005).

Dentre as fontes alternativas de indústrias, destacam-se os resíduos das indústrias frutíferas que não são utilizados na alimentação humana como a casca, sementes, bagaço, farelos e resíduos da extração da polpa de frutas. Entre estas fontes alternativas, o Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) pode ser utilizado, pois é encontrado em várias regiões do Brasil, apresentando excelente qualidade nutricional, além de diminuir os custos de produção de rações minimizando os mesmos (ARAGÃO, 2010; GERON et al., 2015a; PEREIRA et al., 2016).

A utilização de fontes alternativas de alimentos oriundo da agroindústria de suco como o resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT) na alimentação de ruminantes pode influenciar a dinâmica de fermentação ruminal, uma vez que a proteína da dieta pode ser convertida a amônia através da ação de vários microrganismos proteolíticos presentes no rúmen (GERON et al., 2015b; GERON et al., 2015c; HRISTOV; BRODERICK, 1994), embora algumas espécies de bactérias tenham a capacidade de incorporar aminoácidos e peptídeos diretamente na proteína microbiana, cerca de 40 a 70% do nitrogênio (N) bacteriano passam pelo pool de amônia ruminal.

A literatura demonstra que o método padrão (*in vivo*) para medir a digestibilidade envolve um ensaio com animais recebendo a ração experimental a ser avaliada por um determinado tempo, período no qual é monitorado o consumo de alimento e a produção fecal (GERON et al., 2013b; KITESSA et al., 1999). Nesta técnica não há exigência de animais fistulados no rúmen e o resultado é a expressão mais real dos processos digestivos dos animais (CASTRO et al., 2016).

No entanto, a acurácia dos resultados obtidos no ensaio de digestão *in vivo* é restrito ao nível de consumo, tipo de animal e do alimento utilizado no ensaio (SILVEIRA, 2006). Por exemplo, o aumento do nível de consumo pelos animais provocaria aumento na taxa de

passagem do alimento pelo trato digestivo, com isso, o tempo que o alimento estaria sujeito à degradação reduziria, afetando a digestibilidade.

Outro fator que pode afetar o ensaio de digestão *in vivo* é o tipo de animal, de acordo com revisão realizada por Kitessa et al. (1999) os ovinos digerem mais eficientemente os grãos de cereais do que bovinos e estes por sua vez, digerem melhor volumosos de baixa qualidade comparados aos ovinos. Além disso, a digestibilidade medida *in vivo* requer um tempo relativamente grande para se obter resultados, além dos custos relativamente altos com animais, alimentação, estrutura física, análises laboratoriais e permite avaliar um número limitado de alimentos em cada ensaio (GERON et al., 2015a).

Entretanto os sistemas *in vitro* de avaliação de alimentos são utilizados para determinar a digestibilidade principalmente de alimentos volumosos e nas fases iniciais das pesquisas para visualizar seus efeitos sobre o ambiente de fermentação (GERON et al., 2014). O aperfeiçoamento e a validação destes métodos permitem a avaliação de diversos alimentos, bem como investigar os mecanismos de fermentação microbiana, modo de ação de fatores antinutricionais e aditivos alimentares (LEMOS, 2013).

Pesquisa desenvolvida por Tilley e Terry (1963), para avaliar a técnica de digestão *in vitro* (que simula os processos de digestão dos animais), tem sido a mais utilizada para prever a digestibilidade *in vivo*. Porém, esta técnica depende de animais fistulados para coleta de líquido ruminal, ou utilização de sonda esofágica (GERON et al., 2015d), mas que permite avaliar vários alimentos ao mesmo tempo.

Desta maneira, objetivou-se avaliar a digestibilidade *in vitro* dos nutrientes e parâmetros de fermentação de rações sem e com adição de 15% de inclusão de resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT) utilizando dois tipos de inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o elevado crescimento das indústrias, os resíduos também têm aumentado na mesma proporção gerando uma grande preocupação com a questão ambiental sobre os resíduos das indústrias, pois esses muitas vezes são armazenados nos pátios podendo contaminar o ambiente. Uma das maneiras de diminuir essa incidência é utilizar esses resíduos na alimentação animal para gerar produtos nobres como leite e carne, evitando assim o acúmulo desses no ambiente, que como consequência poderá causar contaminação do solo e lençol freático, deste modo colabora-se com a preservação ambiental e a produção animal sustentável (GOES et al. 2011; GERON et al. 2011; GERON et al. 2013).

2.1 RESÍDUOS DE INDÚSTRIAS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Pesquisadores em nutrição de ruminantes estão sempre à procura de novos alimentos que sejam economicamente viáveis na alimentação animal, no Brasil há uma grande diversidade de resíduos de agroindústrias e sua utilização é crescente, uma vez que técnicos e produtores procuram diminuir os custos com alimentação desses animais (GERON et al., 2007).

Porem para que essa atividade seja mais lucrativa é necessário proporcionar aos animais em produção condições ideais para que eles desenvolvam o máximo de desempenho por meio de dietas balanceadas. Entretanto, a utilização de resíduos é muitas vezes limitada, pois ainda não há muitos estudos de suas características nutricionais, desempenho econômico como ingrediente para ração, e o desempenho de animais que recebem esse tipo de alimento (GERON et al., 2013; MANEGUETTI; DOMINGUES, 2008).

Para Van Soest (1994), os constituintes químicos e as taxas de degradação dos resíduos se diferem, com isso é de suma importância avaliar os resíduos com potencial para alimentação dos animais com o intuito de obter dados em relação às frações proteicas e energéticas de cada resíduo para a formulação de rações.

O milho, soja, cana-de-açúcar entre outros, geram em vários resíduos, que podem se utilizados na alimentação animal (GERON et al., 2013). Estudo conduzido por Aragão (2010), para avaliar as características bromatológicas de coprodutos da produção frutícola,

demonstrou que há variação na composição destes alimentos, que podem ser utilizados como substitutos parciais de volumosos (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica de alguns coprodutos de indústrias frutícolas, matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA).

Item	MS%	MM%	PB%	FDN%	FDA%
Acerola fina	12,2	3,9	5,3	39,4	30,3
Acerola grosso	15,2	3,8	7,8	52,2	45,0
Acerola integral	14,9	3,8	8,2	23,4	43,5
Coco casca	11,8	4,1	5,3	76,6	57,9
Coco copa	12,6	7,9	15,1	44,5	25,4
Coco integral	13,1	3,5	4,1	53,2	41,9
Goiaba fino	20,7	2,1	4,0	71,6	57,7
Goiaba grosso	62,2	1,7	13,0	30,4	66,0
Goiaba integral	31,8	2,3	6,1	66,3	55,6
Manga caroço	28,9	1,2	3,9	67,5	52,7
Manga casca	25,2	2,1	3,9	39,1	37,4
Manga farelo	89,5	3,6	4,4	23,9	15,3
Manga polpa	21,0	11,7	3,4	22,9	19,3
Uva caule	31,3	6,4	4,81	70,1	66,2
Uva caule e folha	21,6	8,5	15,7	43,3	28,0
Uva folha	16,8	9,0	17,2	44,1	25,2

Fonte: Aragão (2010).

As variações na composição químico-bromatológica encontrada nos diferentes coprodutos de indústrias frutícolas são provenientes dos processos industriais, realizados para se obter o produto desejado, além disso, a qualidade dos frutos, e as proporções da fruta que geram os resíduos, como a casca e sementes definem a composição dos mesmos (PEREIRA et al., 2016).

Segundo Silva Filho, Armelin e Silva (1999), esses subprodutos têm grande potencial na alimentação animal, especialmente nos ruminantes, pois possuem capacidade de transformar resíduos vegetais em nutrientes para sua própria utilização, essa transformação ocorre no rúmen, pela ação dos microrganismos ali presentes.

2.2 RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DA POLPA DE TAMARINDO

Para se obter uma produtividade maior na ovinocultura, deve-se fazer um planejamento, para saber os custos de produção e poder minimizar os mesmos, com isso pode-se utilizar alimentos disponíveis na região, pois dessa forma os custos serão menores (ARAGÃO, 2010).

A utilização de coprodutos da fruticultura é uma alternativa propícia para esta finalidade, entre eles podemos citar o tamarindo (*Tamarindus indica* L.), que é uma árvore nativa da África, tem grande capacidade de se adaptar a regiões de clima tropical e subtropical, encontrado em várias regiões do Brasil. A planta pode tolerar 5 a 6 meses em condições de seca, podendo render de 150 a 500 kg de vagem por árvore saudável ano⁻¹. Destaca-se por apresentar excelentes qualidades nutricionais, aroma e sabor ácido-doce, sendo muito utilizada nas fabricações de refrescos, doces, licores, geleias e molhos (PEREIRA et al., 2016).

Entretanto, o tamarindo tem um período curto de colheita e é perecível, e por isso há uma dificuldade no processamento industrial e consumo *in natura*, desta maneira é necessário estudar uma maneira para aumentar a vida útil deste (GURJÃO, 2006).

A polpa de tamarindo apresenta aspectos terapêuticos, atividade laxativa, teor de proteína bruta (PB) superior a 8,5%. Entretanto para que os resíduos agroindustriais sejam absorvido no rúmen pelos microorganismos, fatores como composição química e física da PB, atividade proteolítica microbiana, acesso microbiano a proteína, tempo de retenção do alimento no rúmen, pH ruminal processamento do alimento e temperatura podem influenciar na degradação da proteína no rúmen (GURJÃO 2006; GERON et al.; 2015).

2.3 CARACTERÍSTICAS DO TRATO DIGESTIVO DOS RUMINANTES

O trato digestivo dos ruminantes é composto pela boca, esôfago, intestino delgado, intestino grosso, glândulas acessórias e reto, assim como nos monogástricos. Entretanto apresentam características próprias, como a presença de pré estômagos e estes têm função de reter os alimentos para ação fermentativa dos microrganismos do rúmen (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2011). De acordo com os mesmos autores, o estômago possui vários compartimentos sendo constituídos por rúmen, retículo, omaso e abomaso, sendo esse

último considerado o estômago verdadeiro, pois apresenta semelhança ao estômago químicos dos monogástricos, com um epitélio contendo a mucosa com glândulas secretoras.

Existem variações entre as espécies animais quanto tamanho e capacidades dos vários componentes do trato gastrointestinal, conforme descrito na Tabela 2 (ARGENZIO, 1996).

Tabela 2. Volume e comprimentos aos diversos segmentos do canal gastrointestinal nos animais domésticos.

Espécie animal	Parte do canal	Capacidade relativa (%)	Volume absoluto em litros (média)
Cavalo	Estômago	8,5	17,96
	Intestino delgado	30,2	63,82
	Ceco	15,9	33,54
	Cólon menor e reto	38,4	81,25
		7,0	14,77
	Total	100,0	211,34
Bovino	Estômago	70,8	252,5
	Intestino	18,5	66,0
	Ceco	2,8	9,0
	Cólon e reto	7,9	28,0
	Total	100,0	356,4
Ovino e caprino	Rúmen	52,9	23,4
	Retículo	4,5	2,0
	Omaso	2,0	0,9
	Abomaso	7,5	3,3
	Intestino delgado	20,4	9,0
	Ceco	2,3	1,0
	Cólon e reto	10,4	4,6
	Total	100,0	44,2

Fonte: Adaptado de Argenzio (1996).

Segundo Mertens (1997), os ruminantes requerem teor mínimo de fibra em sua dieta, para que possa oferecer estímulo para a ruminação, onde o bolo alimentar sofre a ruminação e estimula a liberação de saliva, que apresenta ação tamponante no rúmen, necessária para manutenção do pH ruminal próximo de 7,0.

Segundo Geron et al. (2014) torna-se necessário a utilização de saliva artificial para o desenvolvimento da técnica *in vitro* de digestibilidade dos alimentos, bem como nível adequado de nitrogênio para não alterar a fermentação microbiana (MAEDA et al., 2011; ZEOULA et al., 2011), e simular de maneira adequada o ambiente ruminal.

De acordo com Nielsen (2002), o rúmen é o primeiro e maior compartimento do pré-estômago dos ruminantes, este funciona como uma câmara de fermentação, onde o alimento é misturado a saliva e sofre uma fermentação intensa. No rúmen, há a presença de bactérias e protozoários que são responsáveis pela degradação da celulose tornando-a disponível a

digestão complementar. Os produtos resultantes da fermentação, na maior parte são os ácidos graxos voláteis (ácido acético, propiônico e butírico), os quais são absorvidos e utilizados pelos ruminantes, entretanto, os gases como o dióxido de carbono e metano são liberados pela eructação.

2.4 FATORES QUE INTERFEREM NA FERMENTAÇÃO RUMINAL *IN VIVO*

Os microrganismos ruminais realizam o processo de digestão nos ruminantes, e estes têm importância na fermentação e digestão dos alimentos fibrosos e não fibrosos que estão presentes na dieta dos mesmos (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2011).

De acordo com Nielsen (2002), os produtos resultantes da fermentação no rúmen são a principal fonte de energia disponível para o animal. Para que aconteça a ação dos microorganismos que realizam a fermentação do alimento é necessário que o oxigênio esteja ausente no ambiente ruminal, pois o meio é anaeróbico. A passagem de oxigênio para o rúmen ocorre pela ingestão dos alimentos, água e através da difusão do sangue, entretanto este é consumido rapidamente pelas bactérias anaeróbicas facultativas, ou eliminado pelo processo de eructação.

2.4.1 pH do rúmen

O líquido do ruminal apresenta um valor de pH entre 6,0 e 7,0 que é influenciado diretamente pela proporção de volumoso/concentrado fornecido na dieta animal. O pH é um fator que influencia diretamente o desempenho metabólico dos ruminantes, uma vez que a redução deste pode ocasionar distúrbios metabólicos nos animais, interferindo na taxa de produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), o ideal é que se forneça dietas que não cause essa oscilação no pH ruminal permanecendo sempre próximo da neutralidade (FENSTERSEIFER et al., 2012; VIEIRA et al., 2010).

Para evitar que ocorra distúrbios ruminais é recomendado que se faça uma adaptação quando houver alguma alteração na dietas de ruminantes, aumentando gradativamente a quantidade de alimentos concentrado a ser fornecido para os mesmos, o ideal é fazer esta

adaptação no período de três semanas, uma vez que esse é o tempo necessário para a microflora intestinal se adaptar á mudança na dieta, neste período o concentrado deve ser fornecido junto com a fibra em várias porções ao dia (VIEIRA et al., 2010).

De acordo com pesquisas realizadas por Andrigetto et al. (2002), a saliva é utilizada para manter pH do rúmen estável, desta maneira os produtos de fermentação dos alimentos pelos microrganismos presente no rumem são absorvidos rapidamente.

2.4.2 Temperatura e osmolaridade do rúmen

A temperatura do rúmen é mantida constante á 39°C pelo mecanismo homeostático, deste modo facilitando os processos fermentativos, auxiliando na manutenção da população microbiana ativa. A temperatura da água que os animais ingerem pode modificar a temperatura do rúmen e consequentemente a digestão e a fermentação ruminal (ANDRIGUETTO et al., 2002; RAPOSO, 2014).

Entretanto a fermentação ruminal natural ocorre em uma osmolaridade entre 260 e 340 mOsm, sendo constante próximo á 280 mOsm, entretanto este valor pode aumentar até 350 ou 400 mOsm de acordo com a alimento ingerido pelo animal (VALADARES FILHO, PINA 2011).

De acordo com Santana Neto et al. (2012), as características como osmolaridade, temperatura e pH presente no ambiente ruminal, são de suma importância para manter a flora microbiana em atividade, sendo este o principal responsável pela fermentação ruminal. Porém, quando o ambiente ruminal não está em equilíbrio, os microrganismos morrem, causando redução na fermentação e perda de energia para o animal.

2.5 DIGESTÃO *IN VIVO* E VALOR NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS

Após toda a fermentação ruminal os nutrientes que não foram degradados, como carboidratos, lipídios e proteína microbiana, seguem para o abomaso e intestino delgado onde a digestão e absorção ocorrem com maior eficiência (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2011).

De acordo com estudos realizados por Nielsen (2002), a digestão tem como principal função decompor as moléculas grandes e complexas presentes no alimento com a finalidade de torná-las absorvíveis e disponíveis para utilização no organismo, como fonte de energia, e esta é realizada no trato digestivo através de processos químicos e físicos.

Compreende-se por processo físico a atividade motora do tubo digestivo que envolve o alimento, bem como o umedecimento e a mistura do conteúdo. Já o processo químico do alimento é realizado pela atuação da secreção das glândulas digestivas, isso ocorre pela atividade enzimática de origem bacteriana e protozoária (GURTLER, 1987).

Entretanto os ruminantes possuem grande eficiência digestiva, devido a sua flora microbiana, onde estão presentes os microrganismos simbióticos e estes fazem com que tenha um maior aproveitamento dos alimentos com baixo valor nutritivo convertendo em energia necessária para desenvolver seus processos fisiológicos e consequentemente, produzir produtos como carne, leite, couro e lã (SALMAN et al., 2010; VALADARES FILHO; PINA, 2011).

Porém a composição da dieta interfere nas concentrações e proporções das espécies bacterianas presente no rúmen. (GARRY, 1993). Desta forma ocorrem alterações ruminais afetando diretamente a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e/ou AGCC no rúmen e consequentemente o pH ruminal, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Efeitos das características dos alimentos sobre a digestão ruminal e a saúde do animal.

Alimento	Conteúdo Ruminal	Efeitos sobre a saúde
Forragem de elevada qualidade, longo comprimento de fibra e suplementação moderada (máximo 20%)	pH 6,0 – 7,0, AGV 60-120 mmol/L acético>propiónico>butírico	Normal, sadio, produtivo.
Excessiva forrageira de baixo valor nutritivo (corte tardio), com pouca ou nenhuma suplementação.	pH 6,5 – 7,0 AGV diminuído, queda na atividade microbiana	Baixa produção ou crescimento, inatividade da microflora e compactação ruminal do alimento, desnutrição causada por deficiência de proteína, energia, minerais e vitaminas.
Elevado nível de alimentos concentrados (até 60%)	pH 5,0 – 6,5 aumento na concentração de AGV, aumento da atividade microbiana	Elevada produção, rápido crescimento, possível acidose ruminal subclínica, redução da gordura no leite, laminite crônica, cetose, paraqueratose ruminal, excesso de gordura corporal.
Nível extremamente elevado de alimentos concentrados (acima de 60%), com baixa ingestão de forragens.	pH 4,0 – 5,5 aumento na concentração de AGV, ácido láctico aumentado	Acidose ruminal clínica
Níveis normais de ingestão de forragens, alimentos concentrados ricos em proteína, ou suplementação com nitrogênio não protéico (NNP).	pH 6,5 – 7,5 AGV reduzido, aumento da amônia	Alcalose ruminal, possível toxidez por amônia

Fonte: Adaptado de Garry (1993).

2.6 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*

Segundo Van Soest (1994), a digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas contida nos nutrientes dos alimentos em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal. Assim, a digestibilidade serve para qualificar o quanto dos alimentos pode ser aproveitado pelo animal e quantificar o seu valor nutritivo, o qual é expresso pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de assimilar.

Estudos conduzindo por Tilley e Terry (1963) possibilitaram o desenvolvimento da técnica de digestão *in vitro*, técnica essa que simula os processos de digestão dos animais, e

que tem sido utilizada para predizer a digestibilidade *in vivo*. A utilização da digestibilidade *in vitro* para a predição da digestibilidade *in vivo*, é recomendada devido aos elevados coeficientes de correlação (SILVA; QUEIROZ, 2002).

De acordo com estudo conduzido por Silveira et al. (2009), ao avaliarem os métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade de dietas para ruminantes com base de silagem e concentrado, verificaram que a digestibilidade *in vitro* é precisa quando comparada a técnica *in vivo*.

Entretanto, os métodos *in vitro* dependem de líquido ruminal necessitando de animais fistulados, deste modo, fontes alternativas de inóculo que diminuam o custo da técnica e que dispense a presença de animais fistulados no rebanho, podem se tornar viáveis, com isso estudos com inóculos fezes vem sendo estudado (CARDOSO et al. 2010).

Estudo realizado por Alcalde et al. (2001), para avaliar a digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculos de líquido ruminal ou de fezes de bovinos, indicou que o uso de fezes de bovinos pode ser utilizado como fonte de inóculo na diluição 100/300 para avaliar a digestibilidade *in vitro* do farelo de trigo, milho grão moído, farelo de soja e feno de *Cost-cross*.

De acordo com o estudo conduzido por Geron et al. (2014), a utilização de até 80% de concentrado nas rações balanceadas para ruminantes constituídas de silagem de milho, grão de milho moído e farelo de soja não altera o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e o valor de pH do conteúdo fermentado *in vitro* após 24 horas de incubação. Porém, o nível de 37% de concentrado nas rações de ruminantes propicia maior concentração de nitrogênio amoniacal no conteúdo fermentado após 24 de incubação *in vitro* (Tabela 3). Além disso, os autores sugeriram a necessidade de novos estudos para avaliar os valores de pH e concentração do nitrogênio amoniacal do conteúdo fermentado *in vitro* obtidos após 24 horas de incubação para melhor compreensão destas variáveis em relação aos estudos *in vivo*.

Tabela 3. Valores de coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria seca (MS) e valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) mg/100 mL do conteúdo fermentado após 24 h de incubação *in vitro* de rações contendo níveis crescentes de concentrado.

Variáveis	Níveis de inclusão de concentrado				Regressão	%CV
	20%	40%	60%	80%		
CDIV da MS	59,98	62,77	59,29	58,79	Y=59,74	7,34
pH	7,41	7,41	7,39	7,40	Y= 7,40	4,00
N-NH ₃ mg/100 mL	3,79	3,88	3,74	3,75	¹	5,11

¹ Y=3,755+0,00037X-0,00005X² (r²=40,80%).

Fonte: Adaptado de Geron et al. (2014).

Geron et al. (2015d), ao avaliarem o coeficiente de digestibilidade (CD) *in vitro* de plantas forrageiras observaram que não houve diferença ($P>0,05$) no valor do CDIV da MS das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* ssp (Tabela 4). Os valores do CDIV da MS do capim marandu e humidicola foram de 48,40% e 51,21%, respectivamente.

Desta forma, Geron et al. (2015d) concluíram que o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS para os diferentes capins do mesmo gênero ou das plantas forrageiras ensiladas não apresentaram alterações entre si para o período da seca na região Centro-Oeste do Brasil. Além disso, os autores sugeriram que a metodologia da digestão *in vitro* da matéria seca pode ser utilizada na avaliação do valor nutricional de forrageiras, por apresentar dados que corroboram com os encontrados na literatura em estudo *in vivo* e que novos estudos deveriam ser realizados para validar a metodologia utilizando dietas contendo alimentos concentrados.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade *in vitro* (CDIV) da matéria seca (MS), valor de pH e concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) após 24 horas de incubação *in vitro* das plantas forrageiras.

Alimentos	Variáveis avaliadas		
	DIV da MS (%)	pH	N-NH ₃ (mg 100 mL ⁻¹ de conteúdo fermentado)
<i>Gênero Brachiaria</i>			
Capim-marandu	48,40 ^a	7,35a	3,20 ^a
Capim-humidicola	51,21 ^a	7,39a	3,27 ^a
Media	49,81	7,37	3,24
%CV	16,32	3,48	9,14

%CV: coeficiente de variação. Letras diferentes nas colunas apresentam significância a 5% ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. Adaptado de Geron et al. (2015d).

2.6.1 Diferentes técnicas de digestibilidade *in vitro*

Atualmente, existem várias técnicas laboratoriais para a avaliação da digestibilidade de alimentos destinadas a animais ruminantes, sendo utilizadas principalmente para estimar o seu valor nutritivo (GERON et al., 2015d). Dentre essas pode-se destacar a técnica de digestibilidade *in vitro* método de um estágio segundo Smith et al. (2010), por ser uma técnica simples, de baixo custo e com alta confiabilidade, sendo assim de grande importância para a nutrição animal.

A primeira etapa do processo de digestão *in vitro*, descrita por Silva e Queiroz (2002) e proposta por Baumgardt *et al.* (1962) é a pesagem da amostrada do alimento (em torno de 1

grama) em tubo de ensaio juntamente com 25 mL de saliva artificial e 25 mL de líquido ruminal (inóculo), após este procedimento é adicionado o dióxido de carbono (CO₂) e incubado no banho-maria a 39° C por 24 a 48 horas.

Na sequência do estudo proposto por Baumgardt *et al.* (1962) os pesquisadores Tilley e Terry (1963) adicionaram uma segunda etapa (digestão enzimática) no método de um estágio (fermentação ruminal) para determinação da digestibilidade total *in vitro* (DIV). A DIV da MS proporciona resultados mais acurados do que sistemas químicos, uma vez que simula um meio anaeróbico de degradação dos nutrientes, o que proporciona ação das enzimas microbiana e com isso a geração de dados mais próximos da amostra média relativa de cada gênero e espécie.

De acordo com Salman et al. (2010), a digestibilidade *in vitro* pode ser realizada por métodos diretos e indiretos, sendo eles digestibilidade aparente *in vitro* - técnica de dois estágios, essa metodologia consiste em depositar as amostra de alimentos em contato com o líquido ruminal em um tubo de ensaio, simulando os processos de digestão que ocorrem no rúmen como temperatura de 39°C, poder tampão e pH 6,9, durante 24 à 48 horas para que ocorra o processo de fermentação.

Contudo Tilley e Terry (1963) propôs que fosse adicionada uma segunda etapa de 48 horas ao método convencional, sendo indicada principalmente para forrageiras com alto valor de digestibilidade e ricas em proteína acrescentando neste estágio solução ácida de pepsina com vistas a desdobrar as proteínas.

Porém como a técnica de digestibilidade *in vitro* tem como desvantagem o longo período de análise, Van Soest (1994), sugeriu a substituição da segunda etapa do processo (48 horas com pepsina) *in vitro* pelo tratamento do resíduo da fermentação do detergente neutro. Diante disso todo o resíduo metabólico é removido, permitindo a estimativa da digestibilidade verdadeira. Com esta variação, esta metodologia mantém a exatidão, além de utilizar metade do tempo gasto pelo método de Tilley e Terry (1963).

O método indireto, de produção de gás *in vitro* foi descrito por Theodouro et al. (1994), consiste na incubação de amostras de alimentos em garrafas com um medidor de gás acoplado, para determinar o volume de gás gerado pela fermentação do alimentos e a liberação de gás pode-se utilizar uma seringa plástica ajustada.

A quantidade de gás produzida é mensurada em tempos definidos para que obtenha uma curva de degradação. Este método foi desenvolvido por não ser possível avaliar a cinética da digestão pelo método de dois estágios proposto por Tilley e Terry (1963).

Esta técnica tem com vantagem determinar a cinética de fermentação utilizando apenas uma amostra. De acordo com Oliveira et al. (2013) e Silveira (2006) a digestibilidade *in vitro* vem sendo muito utilizada por proporcionar resultados satisfatórios, por ser uma técnica de baixo custo e obter resultados rápidos quando comparados ao método *in vivo*, além de utilizar uma quantidade menor de amostras, repetições, animais e ter um tempo reduzido para avaliação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Metabolismo Animal (SeMA) e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), pertencentes ao *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

Foi utilizado um delineamento fatorial 2x2 com duas formas de determinação da digestibilidade *in vitro* dos nutrientes (inóculo líquido ruminal e fezes de ovinos) e duas rações experimentais sendo sem resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT) (0%, controle) e inclusão de 15% de REPT

De acordo com Gurjão (2006), o tamarindo e seus subprodutos podem apresentar substâncias fenólicas, que causam um efeito laxativo aos animais, desta forma o nível máximo de REPT utilizado foi de 15%.

O resíduo da extração da polpa de tamarindo foi obtido de uma agroindústria existente no município de Pontes e Lacerda – MT. Após o processo industrial da fruta do tamarindo para extração da polpa é gerado o resíduo, este processo é denominado de resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT). Este resíduo é constituído das frações da casca do fruto, semente e polpa que ficou aderida na semente do tamarindo após o processo de extração da polpa da fruta.

Os alimentos utilizados para a confecção das rações experimentais foram silagem de milho, grão de milho moído, farinha de mandioca, farelo de soja, e uréia, além do resíduo da polpa da extração de tamarindo, na ração com 15% de inclusão (Tabela 5).

As rações com 0% e 15% de inclusão de REPT (Tabela 6) foram balanceadas para apresentarem em média 15% de proteína bruta (isoproteica) e 69% de nutrientes digestíveis totais (isoenergéticas), segundo recomendação do NRC (2007).

Foram utilizados no ensaio de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes dois cordeiros sem padrão racial definido, com peso corporal (PC) médio de $40,38 \pm 2,07$ kg, como doadores de líquido ruminal e fezes. As coletas de líquido ruminal foram realizadas por meio de sonda esofágica e bomba de vácuo conforme Geron et al. (2013).

A coleta de fezes (inóculo) ocorreu diretamente do reto e foi utilizada uma diluição de 200/200 (tampão/fezes) segundo recomendação de Alcalde et al. (2001). A coleta de fezes realizou-se 30 minutos antes da coleta de líquido ruminal, devido as fezes se acumularem na ampola retal dos animais.

Tabela 5. Composição bromatológica dos alimentos experimentais, silagem de milho (SMI), grão de milho moído (MGM), farinha de mandioca (FMA), farelo de soja (FSO), resíduo da polpa da extração de tamarindo (REPT) e ureia.

Variáveis	Alimentos experimentais					
	SMI ¹	MGM ²	FMA ³	FSO ⁴	REPT ⁵	Uréia ⁶
Matéria seca %	25,12	91,68	90,74	90,35	83,49	97,68
Matéria orgânica %	92,16	97,22	94,97	93,37	96,28	- ⁶
Proteína bruta %	8,25	9,83	2,95	47,55	8,52	282,6
Extrato etéreo %	1,61	4,34	0,30	1,51	1,09	-
Fibra em detergente neutro %	68,58	13,63	10,30	17,80	50,62	-
Fibra em detergente ácido %	41,03	11,31	4,13	16,66	38,02	-
Carboidratos totais %	82,30	83,05	91,72	44,31	86,67	-
Carboidratos não fibrosos %	13,72	69,42	81,42	26,51	36,04	-
Nutrientes digestíveis totais %	62,30	86,03	74,00	80,73	54,40	-

¹ silagem de milho, ² milho grão moído, ³ farinha de mandioca, ⁴ farelo de soja, ⁵ resíduo da extração da polpa de tamarindo, ⁶ nutriente traço dentro do alimento experimental. Carboidratos totais (CHT) = MO – [EE + PB] e Carboidrato não fibroso (CNF) = 100 – (PB + FDN + EE + MM) segundo Sniffen et al. (1992).

Fonte: Elaborada pela autora.

A coleta de fezes (inóculo) ocorreu diretamente do reto e foi utilizada uma diluição de 200/200 (tampão/fezes) segundo recomendação de Alcalde et al. (2001). A coleta de fezes realizou-se 30 minutos antes da coleta de líquido ruminal, devido as fezes se acumularem na ampola retal dos animais.

A ração fornecida aos cordeiros doadores de inóculos foi denominada de ração basal, a qual foi composta de 50% de volumoso (silagem de milho) e 50% de concentrado com 0% de REPT (Tabela 6).

O fornecimento da ração basal para os ovinos foi à vontade de maneira a permitir 10% de sobras. E esta foi fornecida em duas refeições diárias às 7 horas e às 17 horas, respectivamente.

No dia da coleta dos inóculos (líquido ruminal e fezes) os ovinos foram alimentados às 7 horas, e após duas horas do fornecimento da dieta foi realizada a coleta de líquido ruminal. Foram coletados aproximadamente 0,6 L de líquido ruminal de cada ovino, para formar uma mistura composta. O líquido ruminal após a coleta foi filtrado em quatro camadas de gazes e acondicionado em uma garrafa térmica contendo CO₂. Foram utilizados 0,5 L do líquido ruminal filtrado por animal para formar o inóculo que foi utilizado no processo de incubação *in vitro* das rações experimentais.

Tabela 6. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais contendo diferentes níveis de inclusão do resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT) a ser utilizada no processo de fermentação *in vitro*.

Alimentos	Níveis de inclusão de REPT	
	0%	15%
Silagem de milho	50,00	50,00
Milho grão moído	15,40	23,00
Farinha de mandioca	19,00	0,00
Farelo de soja	15,00	11,40
Resíduo da extração da polpa de tamarindo	0,00	15,00
Uréia	0,60	0,60
Total	100,00	100,00
Composição bromatológica expressa em %		
Matéria seca	58,06	57,06
Matéria orgânica	93,10	93,53
Proteína bruta	15,03	14,80
Extrato etéreo	1,76	2,14
Fibra em detergente neutro	41,02	47,05
Fibra em detergente ácido	25,54	30,72
Carboidrato total	78,01	78,30
Carboidrato não fibroso	37,00	31,25
Nutrientes digestíveis totais	70,57	68,30

Fonte: Elaborado pela autora.

Foram realizadas no ensaio de digestão *in vitro* dos nutrientes com três repetições de campo, ou seja, baterias de fermentação, onde em cada bateria foram depositados três tubos de cada ração experimental com 0% e 15% de REPT e incubado com líquido ruminal e fezes de ovinos para o desenvolvimento do método de digestibilidade *in vitro* de acordo com a técnica de um estágio por um período de 24 horas de fermentação *in vitro*, adaptada de Smith et al. (2010).

A saliva artificial utilizada na determinação do CDIV da rações experimentais foi preparada inicialmente com a solução tampão descrita por McDougall (NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , NaCl , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2) e mais duas soluções, sendo uma de ureia (5,5 g 100 mL^{-1} de H_2O destilada) e outra de glicose (5,5 g 100 mL^{-1} H_2O destilada). No dia anterior a incubação *in vitro*, foram adicionados a cada 300 mL da solução de McDougall, 5 mL da solução tampão de ureia e 5 mL da solução tampão de glicose, permanecendo em uma estufa a 39°C ate a sua utilização.

Antes da utilização da saliva artificial procedeu-se a mensuração do valor de pH da mesma e com a adição de CO_2 o pH da saliva artificial foi estabilizado próximo de 6,8 a 7,0. Nos tubos foram adicionados 0,5 g das rações experimentais (0% de REPT e 15% de REPT) para os dois inóculos (líquido ruminal e fezes de ovinos), e no momento da incubação foram

adicionados 37,5 mL de solução de saliva artificial (McDougall, 1948) e 12,5 mL de inóculo (líquido ruminal ou fezes de ovinos) segundo Smith et al. (2010). Em seguida foi acrescentado CO₂ sobre a superfície dos tubos e fechados imediatamente com rolhas de borracha equipadas com válvula de Bunsen. A incubação em banho maria durou 24 horas a temperatura constante de 39° C.

A digestibilidade *in vitro* (DIV) dos nutrientes das rações com 0% e 15% de REPT foi determinada pela seguinte fórmula: DIV do nutriente = peso amostra (g nutriente na MS) – [peso resíduo (g nutriente na MS) – peso branco (g do nutriente na MS)] / peso amostra (g do nutriente na MS) X 100 (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Logo após a filtragem do conteúdo dos tubos, foi mensurado o valor de pH do conteúdo fermentado, após 24 horas de incubação *in vitro*, utilizando-se um peagâmetro digital de bancada.

Uma alíquota (20 mL) do conteúdo fermentado após a filtragem recebeu uma quantidade de 0,2 mL de ácido sulfúrico 1:1 para acidificação do meio e conseqüentemente cessar a fermentação, estas amostras foram utilizadas para determinar a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação *in vitro*. As concentrações de N-NH₃ das amostras do conteúdo fermentado (filtrado) foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2 mol L⁻¹, conforme técnica descrita por Preston (1995).

As amostras do alimento volumoso (silagem de milho) foram secas em estufa a 55 °C por 72 horas, após este período foram processadas em moinho de facas utilizando-se peneira de crivos de 1 mm.

Para as amostras dos alimentos avaliados e as rações experimentais e para o ensaio *in vitro* foram determinados os teores de nitrogênio pelo método semi-micro Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para PB, a matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foram realizadas pelo método por incineração em mufla a 600 °C e o teor de extrato etéreo (EE) foi determinado pela extração por lavagem com éter de petróleo, segundo citações de Silva e Queiroz (2002).

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos foram realizada de acordo com Van Soest et al. (1991), sem a utilização de sulfito e sem corrigir os valores de FDN e FDA com relação ao teor de matéria mineral da fibra.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das rações experimentais foram obtidos pela equação de Sniffen et al. (1992) em que NDT = PBD + 2,25 EED + CHTD (PBD;

proteína digestível; EED: extrato etéreo digestível e CHTD: carboidratos totais digestíveis).

A determinação dos carboidratos totais (CHT) dos alimentos, sobras e fezes foram obtidas pela equação: $CHT = MO - [EE + PB]$ (SNIFFEN et al., 1992). O teor de carboidrato não fibroso (CNF) dos alimentos, sobras e fezes foram determinados pela equação: $CNF = 100 - (PB + FDN + EE + MM)$ segundo Sniffen et al. (1992).

As variáveis estudadas, digestibilidade *in vitro* dos nutrientes, valor de pH e concentração do N-NH₃ do conteúdo fermentado após 24 horas de incubação *in vitro* utilizando rações com 0% e 15% de REPT foram submetidas à análise de variância por intermédio do software SAEG (UFV, 2007), considerando valor de “p” de 0,05. Quando verificada significância as diferentes metodologias de determinação da digestibilidade dos nutrientes para as rações experimentais procedeu-se teste de Tukey a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado interação ($P>0,05$) para os valores de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes entre as rações experimentais e os diferentes inóculos (líquido ruminal e fezes) de ovinos (Tabela 7). Este resultado sugere que a utilização de fezes de ovinos para a determinação da digestibilidade *in vitro* da MS, MO, PB, FDN e FDA podem ser conduzidos com confiança em relação ao estudo *in vitro* utilizando o inóculo líquido ruminal, uma vez que, não houve diferença entre os inóculos. Outro fator importante a ser destacado é que a utilização de fezes de ovinos como inóculo para a digestão *in vitro* dos nutrientes, apresentou um manejo e coleta de fezes mais rápido e simples, o que provavelmente contribuiu para a redução do estresse animal.

Tabela 7. Digestibilidade *in vitro* (DIV) dos nutrientes de rações com 0% e 15% de resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT). obtida com a utilização de líquido ruminal e fezes de ovinos como inóculos.

Rações	Inóculos		Média dos Inóculos	%CV
	Líquido ruminal	Fezes		
Matéria seca (MS)				
0,0% REPT	59,56Aa	51,42Aa	55,49	11,42
15,0%REPT	51,88Aa	49,43Aa	50,65	11,42
Média das Rações	55,72	50,43	-	-
Matéria orgânica (MO)				
0,0% REPT	63,49Aa	55,84Aa	59,66	9,88
15,0%REPT	54,81Aa	54,26Aa	54,53	9,88
Média das Rações	59,15	55,05	-	-
Proteína bruta (PB)				
0,0% REPT	63,36Aa	59,74Aa	61,55	9,72
15,0%REPT	60,28Aa	58,00Aa	59,14	9,72
Média das Rações	61,82	58,87	-	-
Fibra em detergente neutro (FDN)				
0,0% REPT	42,54Aa	32,08Aa	37,31	24,30
15,0%REPT	39,73Aa	29,90Aa	34,81	24,30
Média das Rações	41,14	30,99	-	-
Fibra em detergente ácido (FDA)				
0,0% REPT	30,76Aa	24,48Aa	27,62	14,00
15,0%REPT	27,45Aa	25,09Aa	26,27	14,00
Média das Rações	29,14	24,79	-	-

Letras maiúsculas diferem ($P<0,05$) nas colunas; Letras minúsculas diferem ($P<0,05$) nas linhas.

Fonte: Elaborada pela autora

Estudo realizado por Alcade et al (2001) utilizando diferentes tipos de inóculos (líquido ruminal através de sonda esofágica, fístula de rúmen, e fezes) não influenciaram ($P>0,05$) na digestibilidade *in vitro* da MS do farelo de trigo e do milho moído, os quais apresentaram

médias de 79,09% e 94,24% respectivamente, ou seja o inóculo de fezes apresenta eficiência semelhante aos inóculos de líquido ruminal.

Estudo realizado por Silva et al. (2013), no qual utilizou diferentes níveis de inclusão da REPT demonstrou que o coeficiente de digestibilidade total da MS, MO, PB, EE, FDN e FDA não apresentaram ($P>0,05$) alteração com a inclusão do REPT nos níveis de 0,0 %, 0,5%, 0,10%, 0,15% nas rações. Da mesma maneira, o presente estudo demonstrou que a inclusão de 15% de REPT, não alterou o processo de fermentação ruminal e consequentemente a digestibilidade dos nutrientes das rações contendo este alimento alternativo.

Estudo conduzido por Geron et al. (2014), para avaliar a digestibilidade *in vitro* dos nutrientes de rações com diferentes níveis de concentrado demonstrou que não houve ($P>0,05$) diferença entre os níveis de concentrado com valor médio de 59,74%, valor semelhante ao observado no presente estudo para a ração com 0% de REPT com valor médio 59,56% da DIV da MS com utilização do líquido ruminal de ovinos.

Entretanto, foi observado que a digestibilidade *in vitro* da PB das rações com 0% e 15% de REPT incubadas com ambos os inóculos líquido ruminal e fezes de ovinos apresentaram ($P<0,05$) valores baixos (Tabela7) em relação à literatura. Alguns fatores como a relação volumoso concentrado e substância aditivas (PRADO et al., 2010) ou fatores antinutricionais presentes ou incorporados nas rações podem alterar o processo de fermentação ruminal e a síntese de microrganismos no fluído ruminal.

De acordo com Maeda et al. (2011), a utilização de ureia e ou bactérias (inóculo) na ensilagem de cana-de-açúcar, a qual foi submetida a fermentação *in vitro* indicou que a utilização de ureia na ensilagem da cana-de-açúcar alterou ($P<0,05$) a digestibilidade da MS e consequentemente da proteína bruta. Além disso, a utilização de bactérias na ensilagem da cana-de-açúcar propiciou uma redução no teor de FDN, ou seja no substrato de fermentação. Desta forma, no presente estudo foi utilizada somente uma ração para a digestibilidade *in vitro*. Verificou-se que a utilização das fezes de ovinos pode ser uma alternativa viável como fontes de inóculo (bactérias) a serem utilizadas na determinação da digestibilidade *in vitro* de rações contendo uma relação volumoso:concentrado de 50%:50%.

Os valores de pH e concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do conteúdo fermentado não apresentou ($P<0,05$) interação entre as rações experimentais e os diferentes inóculos utilizados no processo de fermentação *in vitro* (Tabela 8).

Porém entre houve diferenças nos valores de pH do líquido ruminal e das fezes como inóculos apresentaram diferença entre si ($P>0,05$) com valor médio de 6,95 e 7,30 respectivamente para ambas as rações contendo REPT. Este efeito indica que a utilização de

fezes como inóculo para a fermentação *in vitro*, pode propiciar uma menor concentração de bactérias ativas, devido a menor produção de ácidos graxos de cadeia curta.

Tabela 8. Valores de pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do conteúdo fermentado por 24 horas na digestibilidade *in vitro* com ovinos de rações com 0% e 15% do resíduo da extração da polpa de tamarindo (REPT).

Rações	Inóculos		Média do parâmetros da fermentação do conteúdo fermentados	%CV
	Líquido ruminal	Fezes		
<i>pH do conteúdo fermentado</i>				
0,0% REPT	6,85Ab	7,24Aa	7,04 ¹	2,76
15,0% REPT	7,05Ab	7,36Aa	7,19 ¹	2,76
Média dos inóculos	6,95	7,30	-	-
<i>Concentração do N-NH₃ do conteúdo fermentado</i>				
0,0% REPT	23,68Aa	24,62Aa	24,15 ¹	9,82
15,0% REPT	26,02Aa	24,03Aa	25,02 ¹	9,82
Média dos inóculos	24,85	24,33	-	-

¹p <0,05 (significativo). Letras maiúsculas diferem (P<0,05) nas colunas; Letras minúsculas diferem (P<0,05) nas linhas.

Fonte: Elaborada pela autora

Estudo conduzido por Gilaverte et al. (2011), para avaliar os parâmetros ruminais de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria, demonstrou que a ração contendo resíduo úmido de cervejaria apresentou valor de pH do líquido ruminal de 6,58 as 10 horas após a alimentação da manhã. Este valor ficou abaixo do observado no presente estudo provavelmente devido a diferença na relação volumoso:concentrado entre os estudos, uma vez que Gilaverte et al. (2011) utilizaram dietas com 30% de volumoso, o que pode ter favorecido o valor mais baixo de pH do líquido ruminal após o consumo da ração.

A concentração do N-NH₃ do conteúdo da fermentação *in vitro* para ambos os inóculos líquido ruminal e fezes dos ovinos diferiram entre si (P<0,05) para a média das rações de 24,85 e 24,33 mg 100 mL⁻¹ de conteúdo fermentado, respectivamente. Isto sugere que a cinética da degradação de proteína e seus derivados, bem como a síntese de proteína microbiana e a absorção ruminal de nitrogênio são fatores que podem ter contribuído para esta diferença observada na concentração do nitrogênio amoniacal do conteúdo fermentado após 24 de fermentação *in vitro*.

Estudo conduzido por Geron et al. (2013), para avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado, demonstrou que a inclusão de níveis crescentes de concentrado não alterou

($P>0,05$) a concentração do N-NH_3 do líquido ruminal de cordeiros, com um valor médio de $17,61 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de líquido ruminal, o qual manteve-se abaixo da faixa ótima de 19 e 23 $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ para a máxima atividade fermentativa ruminal (ZEOULA et al., 2003) e acima da concentração de $5,0 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ estabelecida pela literatura para não limitar o crescimento microbiano.

5 CONCLUSÃO

Deste modo, conclui-se que para a digestibilidade *in vitro*, pH e nitrogênio amoniacal, não houve diferenças entre ausência 0,0% e presença 15,0 % de inclusão de resíduo da extração da polpa de tamarindo, com dois tipos de inóculos líquido ruminal e fezes de ovinos. Porém para avaliar o pH do conteúdo fermentado não se recomenda utilizar o inóculo fezes.

REFERÊNCIAS

ALCALDE, C. R.; MACHADO, R. M.; SANTOS, G. T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C. C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.24, n.4, p.917-921, 2001.

ANDRIGETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**: As bases e os fundamentos da nutrição animal, os alimentos, v. 1. São Paulo. 2002. 395 p.

ARAGÃO, A.S.L. **Utilização de coprodutos da fruticultura do Vale do São Francisco na alimentação de ruminantes**. 2010. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Vale do São Francisco - UFVFS. PETROLINA, 2010.

ARGENZIO, R. A.; Funções gerais do trato gastrintestinal e seu controle e integração. In:SWENSON, M. J., REECE, W. O. **Dukes / Fisiologia dos animais domésticos**, 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1996. p. 297-306.

BAUMGARDT, B. R., CASON, J. L.; TAYLOR, M. W. Evaluation of forages in the laboratory: I. Comparative accuracy of several methods. **Journal of Dairy Science**, v.45, n.1, p.59-61, 1962.

CARDOSO, T. J. L.; GOES, R. H. T. B.; GRESSLER, M. G. M.; BRABES, A. M. A. G.; SILVA, L. H. X. CAMILO, F. R.; Fezes de diferentes espécies como inoculo para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de alimentos para ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V.4, N. 39, Ed. 144, Art. 968, 2010. Disponível em:<http://www.pubvet.com.br/artigo/2552/p-styletext-align-justify-aligncenterstrongfezes-de-diferentes-espeacutecies-como-inoculo-para-a-determinaccedilatildeo-da-digestibilidadeemin-vitroem-da-mateacuteria-seca-de-alimentos-para-ruminantesstrongp>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017 às 12:53 horas.

CASTRO, W.J.R.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L.; FERREIRA, D.J.; GERON, L.J.V.; LEÃO, A.L.; NEGRÃO, F.M.; FERRO, M.F. Inclusão de diferentes níveis de resíduo de feijão-comum em dietas de ovinos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.1, p.369-380, 2016.

CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; BUENO, M. S.; VERÍSSIMO, C. J. **Produção de ovinos para corte**. Boletim Técnico no. 48. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2004. 176 p.

FENSTERSEIFE, S. R.; SCHWEGLER, E.; SCHIMITT, E. BRAUNER, C. C.; CORREA, M.N. **Acidose ruminal subclínica**. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/>> Acesso em: 19 de abril de 2016.

FERREIRA, A. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; SANTANA, G. Z. M.; BORGES, I.; LÔBO, R. N. B.; Desempenho produtivo de ovinos alimentados com capim elefante contendo subprodutos do processamento de frutas. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 315-322, 2009.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastro intestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**, 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 1-25.

GARRY, F.B. Indigestão em ruminantes. In: SMITH, B.P. **Tratado de Medicina Interna de Grandes Animais**. São Paulo: Editora Manole, 1993. p. 750-783

GERON, L.J.V.; COSTA, F.G.; GARCIA, J., ZANINE, A.M.; OLIVEIRA, E.B.; CABRAL, L.S.; PIERANGELI, M.A.P.; AGUIAR, S.C. Ingestão de nutrientes e a digestibilidade em ovinos alimentados com resíduo da extração de polpa de tamarindo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.6, supl.2, p.4401-4412, 2015a.

GERON, L.J.V.; GARCIA, J. COSTA, F.G.; AGUIAR, S.C.; OLIVEIRA, E.B.; SILVA, M.I.L.; CABRAL, L.S.; PIERANGELI, M.A.P.; ZEOULA, L.M.; MEXIA, A.A. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em dietas de ovinos alimentados com rações contendo resíduo da extração de polpa de tamarindo **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.5, p.3411-3420, 2015b.

GERON, L. J. V.; COSTA, F. G.; SANTOS, R. H. E.; GARCIA, J.; TRAUTMANN-MACHADO, R. J.; SILVA, M. I. L.; ZEOULA, L. M.; SILVA, D. A. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes teores de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.3, p.1609-1622, 2015c.

GERON, L.J.V.; RIBEIRO, M.G.; AGUIAR, S.C; PIERANGELI, M.A.P.; SILVA, A.P.; SILVEIRA, R. Digestibilidade da matéria seca e parâmetros da fermentação *in vitro* de plantas forrageiras. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.20, supl.1, p.38-49, 2015d.

GERON, L.J.V.; TRAUTAMM-MACHADO, R.J.; GARCIA, J.; PACHECO, R.; RIBEIRO, M.G.; TAVARES, S.A.; SILVA, M.I.L.; CRISTO, R.L.; OLIVEIRA, E.B. Coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e parâmetros fermentativos de rações com níveis crescentes de concentrado. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.12, n.1, p7-16, 2014.

GERON, L.J.V.; MACHADO, R. J. T.; MOURA, D. C.; MARQUES, F. M.; SOUZA, O. M. PAULA, E. J.H. Caju, canola, cevada, cupuaçu e seus resíduos utilizados na nutrição de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 12, Ed. 235, Art. 1549, Junho, 2013a. Disponível em: <<http://pubvet.com.br/uploads/f11f5fc5797ed86c62c9c199a903b24e.pdf>> Acesso em: 08 de abril de 2016.

GERON, L.J.V.; MEXIA, AA.; CRISTO, R.L.; GARCIA, J.; CABRAL, L.S.; TRAUTMANN, R.J.; MARTINS, O.S.; ZEOULA, L.M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.34, n.5, p.2497-2510, 2013b.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; ERKEL, J. A.; PRADO, O. P. P.; JACOBI, G. Caracterização, fracionamento proteico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.3, p.291-299, 2007.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; PAULA, E. J. H.; RUPPIN, R. F.; RODRIGUES, D. N.; MOURA, D. C. Inclusão do caroço de algodão em rações de alto concentrado constituído de co-produtos agroindustriais sobre o desempenho animal em tourinhos confinados. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.16, n.3, p.14-24, 2011.

GILAVERT, S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; RENATO, S. G.; BIEHL, M. V.; RODRIGUES, G. H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Ines alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.3, p.639-647, 2011.

GOES, R.H.T.B.; PATUSSI, R. A.; SOUZA, K. A.; OLIVEIRA, E. R.; GRESSLER, M. G. M.; LIMA, H. L.; BRABES, K. C. S.; GABREIL, A. M. A. Composição bromatológica e degradabilidade ruminal de resíduos da pré-limpeza de soja utilizados na alimentação de ovinos. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 30, Ed.177, Art. 1196, 2011. Disponível em : <http://www.pubvet.com.br/uploads/abd5a0954203e8ea3d739a86f579f477.pdf> . Acesso em: 20 de março de 2016.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M.; QUEIROZ, A.C.; HENRIQUE, D.S. Padrão Nictemeral do pH Ruminal e Comportamento Alimentar de Cabras Leiteiras Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Relações Volumoso: Concentrado1. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.

GURJÃO, K. C. O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. 2006. 143 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2006.

GURTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E.; SCHRODER, L.; SEIDEL, H.; **Fisiologia Animal**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1987. 612 p.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FÁVARO, V.R.; OLIVEIRA, P.S.N.; D'AUREA, A.P.; SANTOS, V.C.; GONÇALVES, J.S. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153. 2010

HRISTOV, A.; BRODERICK, G.A. *In vitro* determination of ruminal protein degradability using (15N) ammonia to correct for microbial nitrogen uptake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.5, p.1344-1354, 1994.

KITESSA, S.; FLINN, P.C.; IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. **Australia Journal Agricultural Research** , v. 50, n. 5, p.825-841, 1999.

LEMOES, B.J.M. **Fermentação ruminal in vitro com adição de extratos de plantas do cerrado**. 2013, 57p. . Dissertação (Mestrado em Ciência animal) Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Goiás, Escola de veterinária e Zootecnia, 2013.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; PIMENTEL, C. M.; LÔBO, R. N. B.; Consumo e Digestibilidade de subprodutos do processamento de fruta em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. v. 34, n. 2, p. 659-669, fev. 2005.

MADRUGA, M. S.; SOUZA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F.; Qualidade da carne de cordeiros santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 1, p. 309-315. Jan, 2005.

MANEGUETTI, C. C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústrias na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5. n. 2, p. 512-536, 2008.

MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; JOBIM, C. C.; BERTAGLIA, F.; JONKER, R. C.; GERON, L. J. V.; HENRIQUE, D. S. Chemical composition, fermentation, in vitro digestibility and in situ degradability of sugar cane silages with lactobacillus, urea and agricultural byproduct. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.12, p.2866-2877, 2011.

NETO, A.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; DEMINICIS, B.B. et al. Problemas metabólicos provenientes do manejo nutricional incorreto em vacas leiteiras de alta produção recém paridas. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.12, n.11, p.01-25, 2011.

NIELSEN, K. S.; **Fisiologia animal- adaptação e meio ambiente**. 5 ed. São Paulo:Santos, 2002. 611 p.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L.; SANTANA NETO, J. A.; SANTANA, J. C. S.; SANTOS, C. B.; LIMA, I. G. S.; Utilização da Técnica de Produção de gás *In Vitro* para Estimar a Digestibilidade dos Alimentos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Garça, n. 23, julho de 2014. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/0Bx4BPelmrQfoiB_2014-7-27-16-34-53.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2016.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FRAZÃO, A. A.; ALVES, P. R. B. **A cultura do tamarindeiro** (*Tamarindus indica* L.). Disponível em: <www.fruticultura.iciag.ufu.br/tamarindohtm> Acesso em: 07 abril 2016.

PRADO, O. P. P.; ZEOULA, L. M.; PONTARA, L. P. M.; FRANCO, S. L.; NOVELLO, R. C.; GERON, L. J. V. Adição de própolis ou monensina sódica sobre a digestibilidade in vitro da material seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.11, n.4, p.1023-1032, 2010.

RAPOSO, S. **Como funciona o rúmen – funcionamento do rúmen**. Disponível em: <<http://sites.beefpoint.com.br/sergioraposo/2014/01/15/como-o-boi-funciona-funcionamento-do-rumen/>>. Acesso em: 01 de maio de 2016.

RASLAN, L. S. A. **Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovinos SRD sob pastejo com e sem sombreamento**. 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itabetinga, 2008.

RAMOS, P. R.; PRATÊS, E. R.; FONTANELLI, R. S.; BARCELLOS, J. O. J.; LANGWINSKI, D.; BONELLI, I. B. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p. 295-299, 2000.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. C.; SOARES, J. P. G. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho: EMBRAPA, maio, 2010. 21 p.)

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; VALENÇA, R. L.; CAVALCANTE, L. A. D. Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária**, Garça, n. 19. Julho de 2012. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Ij2kLOwaV7Mnbmi_2013-6-24-15-9-27.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

SILVA FILHO, J. C. S.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.235-241, 1999.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, M. I. L.; GERON, L. J. V.; CRISTO, R. L.; OLIVEIRA, E. B.; COSTA, F. G.; RIBEIRO, C. A.; CARVALHO, J. T. H.; SOUZA, W. G. Utilização de níveis crescentes do resíduo da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica*) na alimentação de ovinos sobre o coeficiente de digestibilidade total dos nutrientes. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 23, 2013. Foz do Iguaçu, **Anais...Foz do Iguaçu: ZOOTECH**, 2013. [CD-ROM].

SILVEIRA, M. F. **Comparação de métodos in vivo e laboratoriais para estimar o valor nutritivo de dietas para bovinos de corte**. 2006, 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

SILVEIRA, M. F.; KOZLOSKI, G. V.; MESQUITA, F. R.; FARENZENA, R.; SENGER, C. C. D.; BRONDANI, I. L.; Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Santa Maria, v. 61, n. 2, p. 429-437, 2009.

SMITH, D. R., DILORENZO, N., LEIBOVICH, J.; QUINN, M.J.; HOMM, J.W.; GALYEAN, M.L. Effects of sulfur and monensin concentrations on in vitro dry matter disappearance, hydrogen sulfide production, and volatile fatty acid concentrations in batch culture ruminal fermentations. **Jornal of Animal Science**. Champaign, v. 88, p.1503–1512, 2010.

STEWART, C.S.; BRYANT, M.P. The rumen bacteria. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds). **The Rumen Microbial Ecosystem**. London: Blackie Academic, v.2, 1997. p.10-72.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crop. **Journal British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S. et al. A simple gás production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.3-4, v. 48, p.185-197, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Manual do usuário, 150p, 2007.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**, 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 151-182.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. London: Constock Publishing Associates, 1994.

VIEIRA, B. R.; OBEID, J. A.; PEEIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CARVALHO, I. P. C.; AZEVEDO, J. A. G. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais em bovino alimentados com silagem de capim-mombaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo horizonte, v. 62, n. 5, p. 1148-1157, 2010.

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; MAEDA, E.M.; SIMIONI, F.L.; GERON, L.J.V.; RIGOLON, L.P. Levedura ou monensina na dieta de bovinos e bubalinos sobre a fermentação ruminal e eficiência microbiana. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.33, n.4, p.379-386, 2011.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M. PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.491-502, 2003