



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - PRODUÇÃO ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAL PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES NO BAIXO AMAZONAS**

**SULLYVAN SILVA OLIVEIRA**

**SANTARÉM, PARÁ**  
**SETEMBRO-2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - PRODUÇÃO ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE COPRODUTOS REGIONAIS PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO NA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências Agrárias com ênfase em Produção Animal.

Orientado: Sullyvan Silva Oliveira

Orientador: Ícaro dos Santos Cabral

**SANTARÉM, PARÁ**

**SETEMBRO-2018**

## **DEDICATÓRIA**

A Deus por ser tão bondoso e me deixar chegar até aqui.

A minha família que é meu suporte e não mediram esforços para me incentivar.

A meus amigos, incluindo todos os que passaram pela minha vida, cada um contribuiu da sua forma para minha conquista.

A todos os meus professores pela dedicação e pelas aulas de excelências e por serem grandes amigos.

Ao Dr. Ícaro dos Santos Cabral por ter sido tão generoso e por colaborar com minha formação profissional e pessoal.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me fazer persistir em meus sonhos, me dando saúde e estando à minha frente em todos os momentos de minha vida.

A minha madrinha/mãe Waldinez Oliveira dos Santos Acácio e o meu tio/pai, que sempre me deram suporte tanto emocional quanto financeiro em toda a minha caminhada e por serem meus maiores incentivadores.

As minhas tias Joana Oliveira, Waldiléia S. Santos de Moura, Marinez Oliveira e Maria Pena, que mesmo de longe sempre estiveram torcendo por mim.

A meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr. Ícaro dos Santos Cabral, que me proporcionou oportunidades durante o curso, por ter me orientado pacientemente nesta e em outras pesquisas e pelo grande amigo que ele sempre foi.

As professoras Adriana Morini, Alanna S. Silva de Lima, Fabrizia Sayuri Otani e Graciene C. dos Santos, pelo amor, paciência, carinho, dedicação, por terem sempre acreditado em meus amigos e em mim e sempre nos incentivar.

A meus professores Gustavo Claudiano, Humberto Minervino, Raul Cunha e Ronaldo, por terem sido grandes professores e inestimados amigos durante a minha graduação.

A meus amigos, Ana Luiza Marinho, Andressa Aguiar, Douglas Valente Iasmin Paranatinga, Juliana Sadala e Glenda Martins, por terem me acolhido assim que cheguei na cidade e por estarem comigo nos patifões da vida e nos momentos de sufoco.

A meus amigos do curso, em especial Andresson Carvalho, Carla Passos, Cassio Andrey, Felipe Takis, Hugo Amorim, João Vitor Sousa, Luiz Felipe Costa, Mateus Levi de Moura, Savio Bentes, Samuel Reis e Thaiza Farias, que apesar dos estresses sempre tiveram comigo durante essa jornada árdua e por sempre embarcarem nas minhas loucuras.

A meus amigos Laenna Cunha, Luiz Felipe Santana, Milla Correa, Junior Guimarães e José Lucas por terem animado os nossos rolês de cada dia e por estarem disponível toda vez que precisei.

A todos que contribuíram para o meu crescimento tanto acadêmico quanto pessoal e cooperaram para que hoje eu chegasse até aqui.

## AVALIAÇÃO DE COPRODUTOS REGIONAIS PASSÍVEIS DE UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

### **Resumo**

Objetivou-se com este experimento avaliar a cinética de fermentação ruminal de alimentos comumente utilizado na alimentação de ruminantes e diferentes coprodutos gerados no Baixo Amazonas, mediante o uso da técnica semi-automática de produção de gases in vitro. Para a utilização dessa técnica foi necessário determinar uma equação ( $Y=0,3757x^2+1,5972x+0,2189$ ) específica para o Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Instituto de Biodiversidade e Florestas- IBEF da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, foram testados sete tratamentos com cinco repetições. Os tratamentos foram: milho moído, farelo de soja, farelo de arroz, capim Mombaça, torta de cupuaçu, resíduo de fecularia de mandioca e folhas de bananeira. O resíduo de fecularia (0,163) e o milho moído (0,120) apresentaram maiores taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (KdCNF), e maior volume final de gases, 273,17 e 228,3 respectivamente. O farelo de arroz (0,075) e a torta de cupuaçu (0,070) apresentam taxa de degradação de carboidrato fibroso similares, contudo apresentam valores de volume final de gases produzidos (VF) distintos sendo de 112,23 do farelo de arroz e 63,8 da torta de cupuaçu, sendo que o farelo de arroz apresenta maior volume final. O maior tempo de colonização foi requerido para o capim mombaça e o menor para a torta de cupuaçu. As maiores taxas de degradação de carboidratos fibrosos (KdCF) foram observadas no milho moído(0,023), farelo de arroz (0,023) e do resíduo da fecularia (0,021), e menor taxa na folha de bananeira (0,010). O resíduo de fecularia apresentou taxa de cinética de degradação semelhante ao milho e pode ser utilizado para substituição do mesmo como forma de redução dos custos de alimentação na nutrição de animais ruminantes.

**Palavras- chaves:** Bioquímica Ruminal, Cinética de Fermentação, Nutrição.

**Abstract**

The objective of this experiment was to evaluate the kinetics of ruminal fermentation of foods commonly used in ruminant feed and different coproducts generated in the Lower Amazon, through the use of semi-automatic in vitro gas production technique. For the use of this technique it was necessary to determine an equation ( $Y = 0.3757x^2 + 1.5972x + 0.2189$ ) for the Laboratory of Bromatology and Animal Nutrition of the Institute of Biodiversity and Forests - IBEF of the Federal University of West of Pará- UFOPA, seven treatments with five replicates were tested. The treatments were: milled corn, soybean meal, rice bran, Mombaça grass, cupuaçu cake, cassava starch residue and banana leaves. Firm residue (0.163) and milled corn (0.120) presented higher non-fibrous carbohydrate degradation (HNCD), and higher final volume of gases, 273.17 and 228.3, respectively. The rice bran (0.075) and the cupuaçu cake (0.070) show similar fibrous carbohydrate degradation rates, however, they have different final volume values of produced gases (FV), being 112.23 rice bran and 63.8 of the cupuaçu pie, with rice bran having the highest final volume. The highest colonization time was required for the mombaça grass and the lowest for the cupuaçu pie. The highest rates of fibrous carbohydrate degradation (HRFCD) were observed in milled maize (0.023), rice bran (0.023) and starch residue (0.021), and lower rate in banana leaf (0.010). The starch residue had a kinetic rate of degradation similar to maize and can be used to substitute it as a way to reduce feed costs in ruminant animal nutrition.

**Keywords:** Ruminal Biochemistry, Fermentation Kinetics, Nutrition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- GRÁFICO1: Dados de pressão e volume por meio da técnica *in- vitro* de produção de gás durante a fermentação dos alimentos **6**
- GRÁFICO 2. Curva de produção de gases em relação ao tempo de incubação **9**

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1. Composição químico-bromatológica dos alimentos testados	<b>3</b>
TABELA 2. Estatística descritiva dos dados utilizados para determinação da equação	<b>5</b>
TABELA 3. Parâmetros da cinética de degradação <i>in vitro</i> dos alimentos testados.	<b>7</b>

**LISTA DE ABREVIACÕES**

VF – Volume final de gases produzidos em 120 horas;  
Lag Time – Tempo de colonização microbiana;  
KdCNF – Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos;  
KdCF – Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos;  
IBEF- Instituto de Biodiversidade e Florestas  
UFOPA- Universidade Federal do Oeste do Pará  
PB- Proteína Bruna;  
MO- Matéria Orgânica;  
EE- Extrato Etéreo;  
FDA- Fibra em Detergente Acido;  
FDN- Fibra em Detergente Neutro;  
CNF- Carboidrato não Fibroso;  
pis- Pressão;  
mL- Mililitro;  
V- Voluma;  
h- Horas;  
g- Gramas;  
MS- Matéria Seca  
m- metros.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE ABREVIACÕES .....	xiii
INTRODUÇÃO .....	1
METODOLOGIA.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	5
CONCLUSÃO .....	10
REFERÊNCIAS .....	11
ANEXOS .....	14

## **Introdução**

A agroindústria é o conjunto de atividades que transforma matérias-primas provenientes da agricultura, pecuária, aquicultura, silvicultura e outras culturas em produtos beneficiados. Ela pode ser compreendida também como todo segmento industrial de produtos alimentícios, e as indústrias que transformam matéria-prima agropecuária em produtos intermediários para fins alimentares e não alimentares como as indústrias de óleos vegetais não comestíveis (ARAÚJO, 2005).

Uma das problemáticas relacionada à agroindústria brasileira é a grande quantidade de resíduos gerados durante o processamento/beneficiamento de suas matérias primas. De acordo com Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura – FAO, estima-se que a produção mundial de resíduos gerados pelas agroindústrias atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano (FAO, 2013).

Alguns destes resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e outros nutrientes, que podem ser reaproveitados em outras atividades, no entanto eles são desperdiçados na grande maioria das indústrias (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Essas particularidades presentes em alguns resíduos podem ser de grande interesse para a produção animal, pois dependendo de suas características nutricionais podem compor as dietas de animais, agregando valor e conseqüentemente diminuindo o descarte incorreto dos mesmos no meio ambiente.

Ressalta-se que grande parte dos trabalhos de pesquisa na área de nutrição de ruminantes é voltada para a busca de alternativas para avaliar o valor nutricional de alimentos e/ou dietas, visando à obtenção de estimativas exatas e precisas da disponibilidade de nutrientes, associando redução de mão-de-obra e de custos aos procedimentos experimentais.

O consumo de alimento e o seu aproveitamento por parte do animal é o que determina a eficiência dos sistema de produção animal (PESSOA, 2016). Por isso, o conhecimento da composição químico-bromatologia e digestibilidade dos alimentos é de suma importância para formular uma dieta balanceada e que atenda todas as exigências do animal (CAMPOS et al., 2010), visto que estes fatores influenciam diretamente na resposta de desempenho do animal (OLIVEIRA et al., 2014).

Na avaliação de alimentos e dietas, o método *in vivo* é o mais consistente para determinar a capacidade de um alimento ou dieta em suprir as demandas nutricionais dos animais (COLEMAN & MOORE, 2003; MOULD, 2003). Porém, este método apresenta algumas inconveniências como o alto custo, e grande necessidade de mão-de-obra e tempo

para a obtenção dos resultados (DETMANN et al., 2006; SENGER et al., 2007). Diante dessas problemáticas, são sugeridos métodos alternativos para avaliação de alimentos (SILVEIRA et al., 2009).

O método *in vitro* é um método biológico capaz de simular o processo digestivo, através da fermentação por microrganismos ruminais (TILLEY & TERRY, 1963), e tem sido utilizado como alternativa ao método *in vivo* para a avaliação de alimentos.

Por meio da simulação do ambiente ruminal e da digestão microbiana, a técnica semiautomática de produção de gases *in vitro* permite a descrição da cinética de fermentação ruminal, fornecendo informações sobre a taxa e a extensão da degradação dos alimentos testados (MAURÍCIO et al., 2003).

A fermentação proveniente da ação dos microrganismos sobre o alimento produz gases, principalmente metano e gás carbônico, que são diretamente proporcionais ao ataque microbiano. A partir da medição do volume de gás produzido é possível estimar a quantidade de substrato que foi degradado pelos microrganismos ruminais (BUENO et al., 2005).

A implantação de um sistema de avaliação *in vitro* torna-se viável para a avaliação de alimentos de ruminantes, pela praticidade, baixo custo e similaridade com ensaio *in vivo*, entretanto a metodologia da produção de gases *in vitro* contempla a quantificação da pressão produzida pelos gases no interior de compartimentos de volume conhecido. Por conseguinte, de acordo com a lei de Boyle e Gay-Lussac ( $PV=nRT$ ) a relação entre os resultados de pressão e volume de gases obtidos, varia na dependência da altitude do laboratório onde foi desenvolvido o ensaio (WILLIAMS, 2000), o que torna necessária a determinação de uma equação específica para o laboratório que utiliza esta metodologia.

O objetivo deste trabalho foi encontrar uma equação de regressão para o Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do IBEF/UFOPA e foi avaliar alguns coprodutos da cadeia produtiva do Baixo Amazonas com potencial de utilização na alimentação animal por meio dos parâmetros da cinética de fermentação ruminal utilizando a técnica de produção de gás *in vitro*.

## Metodologia

### Determinação da equação específica

A determinação da equação de regressão específica ocorreu a partir de um ensaio realizado no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, do Instituto de Biodiversidade e Florestas- IBEF da Universidade de Federal do Oeste do Pará- UFOPA, em Santarém- Pará, localizada a 51m de altitude, 02º 26' 35" S de latitude e 54º 42' 30" W de longitude.

Os alimentos avaliados foram alimentos comumente utilizados na alimentação animal (milho moído, farelo de soja, farelo de arroz e capim Mombaça) e alimentos alternativos passíveis de serem utilizados na nutrição de ruminantes (torta de cupuaçu, resíduo de fecularia e folhas de bananeira), todas as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55°C por 72 horas, moídas em moinho do tipo Willey com peneiras de porosidade de 2 mm e armazenada em frascos plásticos identificados para posterior análise.

As amostras dos alimentos utilizados foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) (ID 934.01), proteína bruta (PB) (ID 984.13), matéria orgânica (MO) (ID 942.05), extrato etéreo (EE) (ID 920.39) e fibra em detergente ácido (FDA) (ID 973.18), conforme os métodos do AOAC (1990). Nas análises de fibra em detergente neutro (FDN) as amostras foram tratadas com alfa-amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio (MERTENS, 1992). Os conteúdos de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados em adaptação ao proposto por HALL (2000), sendo:  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)$ .

A composição químico- bromatológico dos alimentos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Composição químico- bromatológica dos alimentos testados

Alimentos	Nutriente					
	MS (%)	MO (%)	FDN (%)	PB (%)	EE (%)	CNF (%)
Farelo de soja	88,61	92,95	11,21	45,74	1,90	34,1
Milho moído	87,94	97,60	13,97	9,04	4,04	70,55
Resíduo de fecularia	19,24	98,55	22,27	2,05	0,65	73,58
Capim mombaça	26,60	93,60	68,86	3,50	2,76	18,48
Folha de bananeira	12,63	90,06	55,36	6,24	3,56	24,90
Farelo de arroz	88,95	89,40	23,15	13,42	16,38	36,45
Torta de cupuaçu	90,41	94,88	52,22	20,30	2,44	19,93

### Incubação e coleta de dados

As amostras foram incubadas em frascos de vidro (50 mL) previamente injetados com

CO<sub>2</sub>. Em cada frasco, foram pesadas 300 mg de amostra dos alimentos. Foram utilizados cinco frascos por alimento além de dois frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura foram usados como controle, totalizando 47 frascos. Para cada frasco, foram adicionados com auxílio de uma pipeta, 27 mL de meio de cultura conforme THEODOROU et al. (1994) e 3 mL de líquido ruminal (inóculo). O líquido ruminal utilizado para a inoculação foi obtido em abatedouro, armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas e imediatamente, levado ao laboratório. No laboratório, o líquido ruminal foi filtrado através de camada dupla de gazes de algodão sob injeção contínua de CO<sub>2</sub>. Os frascos foram vedados com tampa de borracha (14 mm) e conduzidos para a estufa de ventilação forçada à temperatura de 39°C.

A pressão, na unidade de psi (pressão por polegada quadrada), originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos, foi medida através de um transdutor de pressão (PressDATA 800) conectado a uma válvula de três saídas. A primeira saída foi conectada a uma agulha (0,6 mm), a segunda saída ao transdutor de pressão e a terceira a uma seringa plástica que servirá para a medição do volume. As leituras de pressão e volume foram aferidas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas) conforme metodologia de MAURÍCIO et al. (1999), adaptada para frascos de 50 ml. Os gases acumulados foram retirados através do uso da seringa até o momento que a pressão registrada no transdutor fosse zerado, confirmando a retirada total dos gases. Para a análise dos dados de pressão e volume, foi utilizado o pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2001), através do Procedimento Regressão (PROC REG) resultando na equação de regressão esperada.

O modelo utilizado para estimar os parâmetros da cinética de fermentação ruminal in vitro foi o logístico bicompartimental proposto por SCHOFIELD et al. (1994) e ajustados por regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton.

## Resultados e Discussão

Na tabela 2 estão os dados da estatística descritiva do conjunto total de dados utilizado para predição do volume (mL) a partir da pressão (psi). Os valores de pressão variaram de 0,06 a 4,9 psi e os de volume entre 0,1 e 16ml. A faixa de pressão está dentro das recomendadas, pois somente valores de pressão acima de 7,0 psi causam instabilidade na correlação entre as variáveis (THEODOROU et al., 1994). A obtenção de leituras abaixo de 7 psi foi possível, porque a mensuração de dados de pressão e volume ocorreram em intervalos menores no início do processo fermentativo, já que os frascos utilizados tinham capacidade volumétrica de apenas 50 mL.

Tabela 2. Estatística descritiva dos dados utilizados para determinação da equação

Item	Mínima	Máxima	Média	Moda	Desvio Padrão
Pressão (psi)	0,06	4,92	0,95	0,64	0,91
Volume (ml)	0,10	16,00	2,40	1,40	2,74

Houve a mensuração de 893 dados oriundos do processo de fermentação ruminal *in vitro* e foi observado que a relação entre pressão (P) e volume (V), apresentou pouca dispersão dos valores em torno da reta de igualdade (Gráfico1). O coeficiente de determinação ( $P < 0,001$ ;  $R^2 = 0,98$ ) registrado denota sua alta capacidade de predição. A equação ajustada foi:  $V = 0,3757P^2 + 1,5972P + 0,2189$  ( $R^2 = 0,98$ ).

Para implantação da técnica semi-automática de produção de gases em diferentes laboratórios, faz-se necessário à obtenção de uma equação para predição do volume através da pressão, de acordo com a altitude de cada laboratório. A relação entre pressão e volume obtidos a partir de 893 dados oriundos da fermentação dos seis alimentos avaliados encontra-se no Gráfico 1.

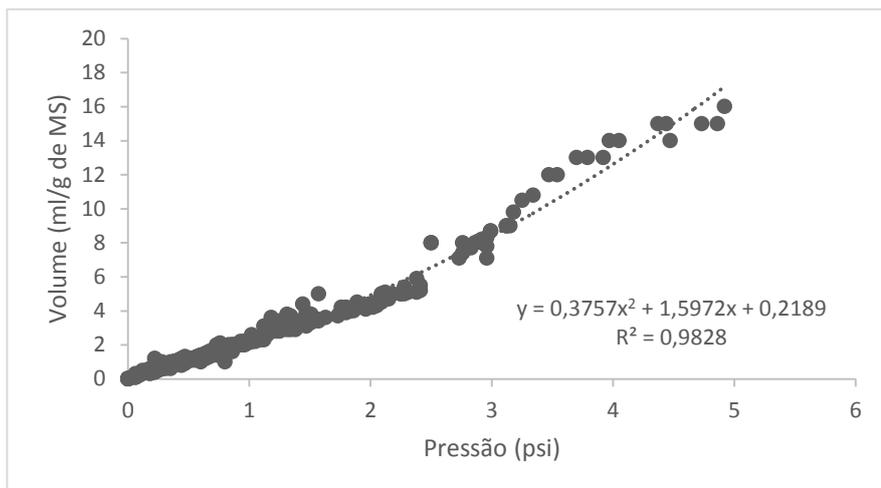


Gráfico1: Dados de pressão e volume por meio da técnica *in-vitro* de produção de gás durante a fermentação dos alimentos

A equação encontrada para o Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal IBEF/UFOPA difere das equações obtidas em outros locais, como a encontrada por MAURICIO et al. (2003) na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) [ $V$  (mL) = - 0,004 (0,06) + 4,43 P (0,043) + 0,051 P<sup>2</sup> (0,007), (R<sup>2</sup>=0,99)]; e das obtidas no Centro de Energia Nuclear e Agricultura (CENA) [ $V$  (ml) = 0,56 (0,05) + 3,61 P (0,035) + 0,18 P<sup>2</sup> (0,004), (R<sup>2</sup>= 0,98)]; Inglaterra [ $V$  (ml) = 0,18 (0,08) + 3,69 P (0,052) + 0,08 P<sup>2</sup> (0,007), (R<sup>2</sup>= 0,99)] (MAURICIO et al., 2003). A equação encontrada por POSADA et al. (2006) para Universidade Nacional da Colômbia com sede em Medellín [ $V$  (mL) = -0.1375 + 5.1385 P + 0.0777 P<sup>2</sup>, (R<sup>2</sup>= 0.99) e SANTOS et al. (2011) na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) em Ilhéus [ $V$  (mL)= 0,04755 + 1,9754 P + 0,01407 P<sup>2</sup>, (R<sup>2</sup>=0,99)] também foram distintas da equação encontrada no presente trabalho.

Uma explicação para as diferenças entre as equações deve estar diretamente relacionada à altitude de cada laboratório: 836m em Belo Horizonte (MAURÍCIO et al.,2003), 780m em Piracicaba, 66m em Reading (Inglaterra), 50m em Ilhéus (UESC) (SANTOS et al. 2011), 1538 m em Medellín (Colômbia) e 51m em Santarém (UFOPA). Outro ponto a ser observado, é a diferente capacidade volumétrica de cada recipiente. MAURÍCIO et al.,2003 utilizou frascos equivalentes a 160 mL, na Inglaterra utilizou frascos com 125 mL, e SANTOS et al.(2011) em Ilhéus usou vidros de 50 mL, iguais os utilizados no laboratório de bromatologia do IBEF. Portanto, os locais que se encontram em altitudes mais elevadas

apresentaram menores pressões atmosféricas, implicando em maiores valores nas leituras de pressão de gás, em virtude da menor quantidade de gases diluídos na fase líquida.

A equação relacionando volume e pressão encontrada neste trabalho, comparada às demais, demonstra que a instalação da técnica semi-automática requer a obtenção de equações específicas para cada local e respectiva altitude. Essa prática permite maior rapidez nas leituras durante a fermentação e menor intervalo entre as leituras, favorecendo assim a maior acurácia na descrição do perfil de fermentação ruminal simulado pela técnica e incrementando o número de amostras por experimento.

Na tabela 3 estão descritos os valores médios de volume final de produção de gás, taxa de degradação de carboidrato fibroso e carboidrato não fibroso e lag time dos alimentos.

Tabela 3. Parâmetros da cinética de degradação *in vitro* dos alimentos testados.

Alimentos	Parâmetros da cinética de degradação <i>in vitro</i>			
	VF (ml/g)	Lag Time (h)	KdCnf (%/h)	KdCf (%/h)
Farelo de soja	142.80	10.39	0.063	0.012
Milho moído	228.91	9.88	0.120	0.023
Resíduo de fecularia	273.17	15.24	0.163	0.021
Capim mombaça	221.28	19.09	0.042	0.012
Folha de bananeira	163.57	15.32	0.028	0.010
Farelo de arroz	112.23	7.26	0.075	0.023
Torta de cupuaçu	63.80	3.40	0.070	0.013

VF – Volume final de gases produzidos em 120 horas; Lag Time – Tempo de colonização microbiana; KdCNF – Taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; KdCF – Taxa de degradação dos carboidratos fibrosos

O milho moído e o resíduo da fecularia apresentaram taxa de degradação de CNF e produção de gases similares, o que permite inferir que estes alimentos apresentam o mesmo comportamento quanto à fermentação ruminal de CNF. A maior taxa de degradação pode estar associada à maior quantidade de substratos prontamente fermentáveis, como carboidratos solúveis (SILVA et al. 2014). Os carboidratos não fibrosos são substratos disponível de rápida fermentação, favorecem a aderência e a colonização pelos microrganismos (NOGUEIRA et al. 2006).

TAVARES et al. (2017) ao avaliar a cinética de fermentação do milho moído no trabalho de digestibilidade de alimentos utilizados na deita de ruminantes obtiveram resultados semelhantes, com exceção do VF que foi bem superior. Essa diferença no VF pode estar atrelada aos seguintes fatores: tempo de incubação, o tempo de incubação do trabalho foi de 168h, quanto maior o tempo de incubação mais tempo os microrganismos tem para degradar o substrato e conseqüentemente uma maior produção de gás, o inoculo utilizado

nos trabalhos, animais que tem alimentação mais a base de concentrados terão uma população maior de microrganismos que degrada alimentos específicos, animais alimentados exclusivamente a pasto, tem uma população pequena população microbiana que degrada amido, logo inóculo oriundo de animais criado a pasto precisará de mais tempo degradar de forma eficiente amido.

O farelo de arroz e a torta de cupuaçu apresentam KdCnf similares, contudo apresentaram valores de VF distintos, sendo que o farelo de arroz apresentaram maior VF. Isto pode estar associado ao maior teor de CNF do farelo de arroz e ao maior teor de FDN, e consequentemente de lignina, da torta de cupuaçu. Os carboidratos estruturais possuem capacidade de degradação mais lenta; por esse motivo, a taxa de degradação de carboidratos fibrosos (KdCF) é inferior à taxa de degradação de carboidratos não fibrosos (KdCNF) (SILVA, et al. 2014).

Ao avaliar o farelo de arroz, SANTOS et al. (2017) obtiveram resultados que corroboram, com os obtidos na pesquisa com exceção do VF, que apresentou maior VF, contudo o tempo de incubação da presente pesquisa foi inferior, o que justifica o menor VF em relação ao encontrado por SANTOS et al. (2017).

O maior tempo de colonização foi requerido para o capim mombaça e o menor para a torta de cupuaçu. Essa variável indica o tempo envolvido entre o início da incubação e a ação microbiana sobre a amostra, por conseguinte, quanto maior a presença de substâncias solúveis prontamente fermentáveis e características físicas e químicas da parede celular da amostra, capazes de facilitar a colonização microbiana, menor será o tempo de colonização (MAGALHÃES et al., 2006). TAVARES et al. (2017) ao avaliar a cinética de degradação do capim mombaça, obtiveram valores similares ao encontrado neste trabalho. Ao avaliar torta de cupuaçu, CABRAL et al. (2015) observaram resultados que vão em concordância ao encontrado nesse estudo.

Observou-se que a maior taxa de degradação de CF, foi do milho moído, farelo de arroz e do resíduo da fecularia. Possivelmente esses alimentos apresentem um menor teor de lignina, facilitando o acesso dos microrganismos ao CF. Os carboidratos fibrosos compreendem as fibras disponíveis e indisponíveis, representados pela celulose e hemicelulose, juntamente com a lignina, sendo parcialmente disponíveis no rúmen (MERTENS, 1997). Essa maior taxa de degradação sugere que o milho moído, farelo de arroz e o resíduo da fecularia causam menor efeito de repleção ruminal, quando comparada aos

outros alimentos estudados. Por outro lado à folha de bananeira teve uma menor taxa de degradação de CF, podendo provocar um grande efeito de repleção ruminal, limitando o consumo de matéria seca e prejudicando a produção animal que exigem uma grande demanda nutricional.

A maior degradação de CF do milho moído, farelo de arroz e do resíduo da feccularia, pode sugerir parcialmente que esta fração apresenta boa fermentação ruminal em função do equilíbrio encontrado entre energia e compostos nitrogenados fornecidos aos microrganismos, melhorando-se a degradação da fração fibrosa (MIZUBUTI et al. 2011). A quantidade de gases produzidos de um alimento em incubação reflete a produção de ácidos graxos de cadeia curta, que são a principal fonte de energia dos ruminantes (GETACHEW et al. 2004).

Assumindo-se que o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, quanto maior for à degradação até este tempo, melhor é a qualidade fermentativa do alimento (MIZUBUTI et al. 2011). As diferenças na produção de gás em relação ao tempo podem ser observadas no Gráfico 2.

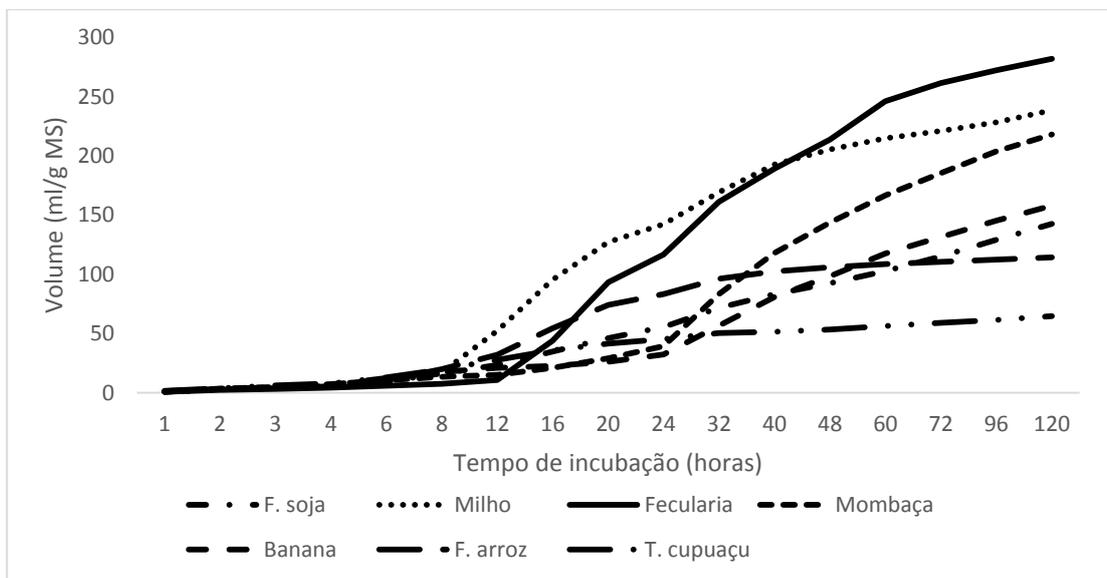


Gráfico 2. Curva de produção de gases em relação ao tempo de incubação

## **Conclusão**

Este trabalho demonstrou o procedimento para obtenção da equação entre volume e pressão, a qual permitiu a instalação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases no laboratório de nutrição animal e bromatologia do Instituto de Biodiversidade e Florestas da UFOPA. A equação é específica para o local de cada experimento.

O resíduo de fecularia foi o coproduto que teve um bom perfil de cinética de fermentação ruminal no que diz respeito à degradação de carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos, sendo potencial fornecedor de energia na dieta de ruminantes.

## Referências

- AOAC. **Official methods of analysis**. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, 1990.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GOBBO, S. P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A.L. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, p. 95-105, Elsevier 2005.
- CABRAL, I. S.; AZEVEDO, J. A. G.; TAVARES, W. L. S.; PIMENTEL, M. J. P.; LEAL, V. G. B.; LIMA, R. F.; FERREIRA, K. C.; CURSINO, W. S. Cinética de degradação ruminal in vitro de níveis de mistura do capim humidicula e torta de cupuaçu. **XXIV Congresso Brasileiro De Zootecnia**. Fortaleza- CE. 2015.
- CAMPOS, P. R. S. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.;CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; LUCCHI, B. B.; SOUZA, S.M.; PEREIRA, O. G. Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. **Revista Ceres**, 57(1):079-086- 2010.
- COLEMAN, S. W.; MOORE, J. E. Feed Quality And Animal Performance. **Field Crops Res**, v.84, p.17-29. 2003.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D.S.; CAMPOS, J. M. De S.; PAULINO, M. F.; De OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35(4):469-1478, 2006.
- FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/daccatb.asp>. Acesso em: 07 de setembro de 2018.
- GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H; DEPETERS, E. J; TAYLOR, S. J. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science Technol**, 111:4156- 2004
- MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “in vitro” semiautomática de produção de gases. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v.5, p.101-111, 2006.
- MAURÍCIO R. M.; PEREIRA L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semiautomática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. **Arq. Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.55, p.216-219, 2003.

MAURÍCIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.79, p.321- 330, 1999.

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

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ, E. B. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, suplemento 1, p. 2021-2028, Londrina- PR, 2011.

MOULD, F. L. Predicting feed quality—chemical analysis and in vitro evaluation. **Field Crops Res**, 84(1-2):31-44, 2003.

NASCIMENTO FILHO, W. B; FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. **Rev. Virtual Quim.** Vol 7 No. 6, 1968-1987, 2015,

NOGUEIRA, Ú. T.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R. Predição da degradação da matéria seca pelo volume de gases utilizando a técnica in vitro semi-automática de produção de gases. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, p.901-909, 2006.

OLIVEIRA, V. Da S.; VALENÇA, R. De 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. **Rev Cient Eletrônica Med Vet**, 2014, 23(1):1-11.

PESSOA, M. F. M. *Digestibilidade in vitro vs digestibilidade in vivo – Aplicação a regimes alimentares de monogástricos*. 2016. 48 F. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Zootecnica) - Universidade De Lisboa, Lisboa.

POSADA, S. L. et al. Relación entre presión y volumen para la implementación de la técnica *in vitro* de producción de gases en Medellín, Colombia. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**. Volume . 19:4, 2006

SANTOS, G. N.; CABRAL, Í. AZEVÊDO, S.; J. A. G.; LIMA, R. F.; TAVARES, J. P. F.; FERREIRA NETA, A. P.; PANTOJA, M. J.; VIEIRA, R. B. Caracterização nutricional de alimentos utilizados na nutrição de ruminantes na região do baixo amazonas. **XXVI Congresso Brasileiro De Zootecnia**. Santos- SP. 2017.

SANTOS, M. G. R. et al. Composição químico-bromatológica de resíduos agroindustriais da região de Porto Velho-Rondônia. **XXI Congresso Brasileiro De Zootecnia**. Universidade Federal de Alagoas. Inovações Tecnológicas E Mercado Consumidor. 2011.

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetic of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SANCHEZ, L. M. B.; KOZLOSKI, G. V.; KIST, G. P.; DE LIMA, L. D.; NETTO, D. P. Comparação entre os métodos químico, in situ e in vitro para estimativa do valor nutritivo de silagens de milho. **Ciênc Rural**, 37(3): 835-840, 2007.

SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; MACEDO, C. H. O; LIMA, M. A.; AZEVEDO, J. A. G.; PINHEIRO, R. M. M.; PERAZZO A. F.; OLIVEIRA, J. S. Cinética de fermentação ruminal in vitro de silagens de híbridos de sorgo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.66, n.6, p.1865-1873, 2014.

SILVEIRA, M. F.; KOZLOSKI, G. V.; MESQUITA, F. R.; FARENZENA, R.; SENGGER, C. C. D.; BRONDANI I.L. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arq Bras Med Vet Zootec**, 61(2):429-437, 2009.

TAVARES, J. P. F.; CABRAL, I. S.; AZEVEDO, J. A. G.; LIMA, R. F. NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. B. FERREIRA NETA, A. P.; PRESTES, A. G.; VIEIRA R. B. Nutrição de ruminantes na região do baixo amazonas: degradação in vitro e caracterização nutricional dos alimentos. **XXVI Congresso Brasileiro De Zootecnia**. Santos- SP, 2017.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.48, p.185-197, 1994.

Tilley, J. M. A.; Terry, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **J Br Grassl Soc**, 18(2):104–111, 1963.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E. et al. (Eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. The Netherlands: **CAB International**, p.189-213. 2000.

## ANEXO

### Normas editoriais para publicação na Semina: ciências agrárias

#### Preparação dos manuscritos

**Artigo científico:** Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key-words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

#### Na primeira página do manuscrito devem constar as seguintes informações:

- 1. Título do trabalho:** O título, acompanhado de sua tradução para o inglês, deve ser breve e suficientemente específico e descritivo, contendo palavras que permitam ao leitor ter uma idéia do conteúdo do artigo.
- 2. Nomes dos autores:** Deverão ser escritos por extenso, separados por ponto e vírgula, logo abaixo do título do trabalho. A instituição, os órgãos de fomento e a identificação dos autores deverão ser feitos por inserção numérica de notas de rodapé ao final do título e dos nomes. O autor para correspondência com endereço completo, telefone, fax e E-mail deverá ser destacado com um asterisco sobrescrito junto ao seu número de identificação.

#### A partir da segunda página do manuscrito a apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:

- 1. Título do trabalho:** acompanhado de sua tradução para o inglês.
- 2. Resumo e Palavras-chave:** Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (Abstract e Key words).
- 3. Introdução:** Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.

4. **Material e Métodos:** Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.

5. **Resultados e discussão com conclusões ou Resultados, Discussão e Conclusões:** De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.

6. **Agradecimentos:** As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas. Observações: Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biosegurança e ética. Notas: Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página. Figuras: Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

Tabelas: As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto. Grandezas, unidades e símbolos: Deverá obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. **Citações dos autores no texto:** Deverá seguir o sistema de chamada alfabética escrita com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos: Os resultados de DUBEY (2001) confirmam que o..... De acordo com SANTOS et al. (1999), o efeito do nitrogênio..... Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica..... .....e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et al., 1992). .....comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

8. **Referências Bibliográficas:** As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores