



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



TALMA JORDANA LIMA

**PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO *in vitro* DE DIETAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES
DE FARELO DE COCO E NÍVEIS LIPÍDICOS**

**Rio Largo – AL
2014**

TALMA JORDANA LIMA

**PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO *in vitro* DE DIETAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES
DE FARELO DE COCO E NÍVEIS LIPÍDICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Mendes Guimarães
Beelen

Rio Largo – AL
2014

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Valter dos Santos Andrade

L732p

Lima, Talma Jordana.

Produtos da fermentação *in vitro* de dietas com diferentes proporções de farelo de coco e níveis lipídicos / Talma Jordana Lima. – 2014.
40 f. : il.

Orientador: Patricia Mendes Guimarães Beelen.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas.
Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2014.

Bibliografia: f. 31- 40.

1. Digestibilidade. 2. Lipídios. 3. Metano. 4. Ruminante – Alimentação e rações. I. Título.

CDU: 636.085.2

TERMO DE APROVAÇÃO

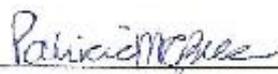
TALMA JORDANA LIMA

PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO "IN VIDRO" DE DIETAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARELO DE COCO E NÍVEIS LIPÍDICOS.

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovada em 05/03/2014



Prof.^a Dr.^a Patricia Mendes Guimarães Beelen
Orientadora (CECA-UFAL)



Prof. Dr. Fernando Antônio de Souza
Membro (CECA/UFAL)



Prof.^a Dr.^a Aline Zampar
Membro (CECA-UFAL)

Rio Largo - AL

2014

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter permitido chegar até aqui.

A todos que fazem o Centro de Ciências Agrárias- Ceca.

A toda equipe de professores pelo conhecimento transmitido. Em especial as professoras Patrícia Mendes Guimarães, Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira e Aline Zampar.

A Talita Almeida de Paula e Pablo Castagnino que foram fundamentais para o desenvolvimento desde trabalho.

A todos que fazem parte do Laboratório de Nutrição Animal da UNESP-campus Jaboticabal que estavam sempre dispostos a ajudar e tirar dúvidas.

À minha família, que nem sempre entendia minha ausência, mas sempre estava ao meu lado.

As minhas queridas avós que sempre compreendiam minha ausência.

A minha mãe Maria do Socorro, as minhas irmãs e os meus sobrinhos que sempre estiveram do meu lado incentivando, agüentando meu nervosismo e a minha enorme saudade quando estava em Jaboticabal.

Aos meus queridos amigos pela amizade e compreensão.

Ao meu namorado Mário Alberto, que esteve ao meu lado incentivando.

A todos que de forma direta ou indireta me ajudaram a chegar até aqui.

Muito Obrigada!

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição química, digestibilidade, cinética de fermentação e produção de CH_4 *in vitro* de dietas para ruminantes contendo diferentes proporções de farelo de coco, em substituição ao farelo de soja. Foram utilizados três níveis de inclusão (10, 20 e 30%) de farelo de coco com dois diferentes teores em lipídeos: farelo de coco com alto teor lipídico (FCAL) e farelo de coco com baixo teor lipídico (FCBL). Foram analisados os percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e estimados a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, valor energético, os carboidratos totais (CHTO) e não fibrosos (CNF). A cinética ruminal foi estimada pela técnica de produção de gases *in vitro*. O pH, NH_3 , CH_4 e CO_2 foram analisados com 24h de incubação. Foi utilizado um arranjo fatorial $3 \times 2 + 1$ (3 proporções, 2 níveis lipídicos e um controle) com 7 repetições. O modelo de France foi utilizado para estimar a cinética de fermentação e os teste de Tukey e F para comparação das médias dos parâmetros da produção de gás. A adição de farelo de coco aumentou o EE e reduziu a PB e os CNF das dietas, principalmente quando se utilizou o FCAL. Houve redução da produção de gás com a inclusão de farelo de coco. Os tratamentos com 30% de farelo de coco tiveram maior tempo de colonização (L), independente do teor lipídico. O potencial máximo de produção de gás foi reduzido com a inclusão de 20 e 30% de FCAL. Adição de farelo de coco reduziu a digestibilidade, sendo as maiores reduções com a adição de 30% de FCAL. A inclusão de farelo de coco não afetou significativamente a produção de Metano e CO_2 . Amônia e pH tiveram diferença significativa, mas os valores ficaram dentro dos limites preconizados pela literatura. Conclui-se que os farelos de coco modificam a fermentação ruminal, porém o FCBL não altera a produção de gás, metano e CO_2 , reduz a concentração de amônia com a inclusão de 20 e 30% de FCBL, além da redução do pH com a inclusão de 30% de FCBL.

Palavras- chave: digestibilidade, lipídios, metano

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the chemical composition, *in vitro* digestibility, fermentation kinetics and CH₄ production of ruminant diets containing different proportions of coconut meal in replacement of soybean meal. Three inclusion levels (10, 20 and 30%) of coconut meal were used with two different lipid levels: coconut meal with high fat (CMHF) and coconut meal with low fat (CMLF). We analyzed the percentages of dry matter (DM), mineral matter (MM), ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and estimated the *in vitro* digestibility of organic matter, energy value, the total carbohydrates (TCH) and non-fiber carbohydrates (NFC). The ruminal kinetics was estimated by the *in vitro* gas production technique. The pH, NH₃, CH₄ and CO₂ were analyzed with 24 hours of incubation. A factorial arrangement 3x2+1 (3 proportions of coconut meal, 2 lipid levels and a control diet) with 7 replications was utilized. The model FRANCE was used to estimate the kinetics of the fermentation and Tukey's test and F-Snedecor means for comparing the parameters of the gas production. The addition of coconut meal increased the EE and reduced the CP and NFC of the diets, especially when CMHF were used. There was a reduction in gas production with the inclusion of coconut meal to the diet. The maximum gas production potential was reduced with the inclusion of 20 and 30% of CMHF. The maximum gas production potential was reduced with the inclusion of 20 and 30% of CMHF. The addition of coconut meal reduced the digestibility, with the largest decreases with the addition of 30% CMHF. The inclusion of coconut meal did not affect significantly the production of methane and CO₂. Ammonia and pH had significant difference with the inclusion of coconut meal, but the values fell within the range recommended by the literature. It is concluded that coconut meal modifies rumen fermentation, but CMLF does not change gas production, methane and CO₂. The inclusion of 20% of CMLF reduces the concentration of ammonia, while 30% reduces the pH.

Keywords : digestibility, lipid, methane

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Produção de gás <i>in vitro</i>	11
2.2 Produtos finais da fermentação ruminal	13
2.3 Produção de metano via fermentação entérica	14
2.4 Óleos e Lipídeos como alternativas para redução da produção de metano.....	16
2.5 Farelo de coco.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.2 Análise bromatológica das dietas.....	20
3.3 Cinética ruminal e produtos finais de fermentação.....	21
3.4 Análise estatística	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A produção de metano (CH_4) pela fermentação entérica vem se tornando uma preocupação mundial, pois além de contribuir com o efeito estufa, reduz a eficiência na utilização de alimentos (MAO *et al.*, 2010). Os ruminantes são conhecidos como importante fonte de emissão de metano para a atmosfera, pois em seu processo digestivo entérico convertem os carboidratos em ácidos graxos voláteis, resultando em dióxido de carbono e metano (PEDREIRA *et al.*, 2005). O metano produzido pelo ruminantes afeta o meio ambiente e diminui a eficiência na utilização da energia, pois de 2 – 12% de energia bruta ingerida é convertida em metano (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

Mundialmente cerca de 50 a 60% do metano emitido é proveniente do setor agropecuário, sendo a pecuária a principal fonte de produção. Segundo Oliveira *et al.* (2011) a agricultura contribuiu com 71% da emissão de metano nacional, sendo 63,3% emissão de metano entérico. Segundo IBGE (2010), a produção de metano entérico é responsável por 7,1% do total das emissões de gases do efeito estufa, contribuindo com 7,2 milhões de toneladas de metano por ano no Brasil, havendo assim uma pressão sobre o setor pecuário brasileiro, para que se busquem alternativas na mitigação da produção de metano entérico.

Várias são as alternativas disponíveis para reduzir as emissões de CH_4 entéricas que vão desde a manipulação de composição da dieta, adição de aditivos e seleção de plantas forrageiras de alta qualidade que contenham metabólitos secundários (taninos e saponinas) (LASCANO & CARDENAS, 2010).

Os lipídios podem ser uma alternativa promissora para redução de metano entérico sem afetar outros parâmetros ruminais (MARTIN *et al.*, 2009). Seu efeito foi relatado por Giger-Reverdin *et al.* (2003) e Eugene *et al.* (2008) em que obtiveram redução média de produção de metano de 2,2% por unidade de lípido adicionado a dieta de vacas leiteiras, independente da natureza do ácido graxo fornecido. Já Beauchemin *et al.* (2008) relataram em sua revisão uma redução de 5,6% de CH_4 entérico por adição de 1% de lipídios para

bovinos e ovinos. Segundo Grainger (2008) estudos na Austrália e Canadá relatam que para cada 1% de acréscimo de gordura na dieta de ruminantes, pode se reduzir em até 6% a quantidade de metano produzido por Kg de matéria seca consumida.

Geralmente os subprodutos (torta ou farelo) da extração do óleo não passam por processo de agregação de valor, sendo assim desconhecidas suas potencialidades nutricionais e econômicas, exceto para a soja, o algodão e o girassol (ABDALLA *et al.*, 2008). Segundo Abdala *et al.*, (2008) a substituição total do farelo de soja por tortas de algodão, dendê, mamona e pinhão manso proporcionaram menor produção total de gases, sendo a produção de metano afetada significativamente pela inclusão das tortas.

Vários trabalhos mostram que tortas e farelos apresentam características nutricionais (proteína e extrato etéreo) adequadas para inclusão na dieta de ruminantes necessitando de estudos criteriosos desses materiais enquanto matérias-primas para ração animal (IRINO *et al.*, 2011; SANTOS, 2011; ABDALLA *et al.* 2008; EVANGELISTA *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2004).

Merlo *et al.* (2007) quando estudaram a inclusão de farelo de coco na dieta de borregos deslanados, constataram que não houve efeito do nível de inclusão do farelo de coco sobre o consumo da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta, nem do consumo das suas frações digestíveis, no entanto houve efeito sobre o consumo do extrato etéreo e do extrato etéreo digestível com a inclusão do farelo de coco.

Irino *et al.*, (2011) estudaram digestibilidade aparente em ovinos, de dietas compostas de 40% de silagem de capim Napier e 60% de concentrado, composto de 0, 25, 50 ou 75% de farelo de coco em substituição ao concentrado, onde observaram resposta linear decrescente na digestibilidade aparente da MS, FDN e CNF com o aumento dos níveis de farelo coco e resposta linear crescente para a digestibilidade do EE, em que a maior digestibilidade ocorreu na dieta com nível de inclusão de 75% de farelo de coco.

As possibilidades de obtenção de dietas contendo farelo ou torta que reduzam a emissão de gás metano são desconhecidas, porém passíveis de ocorrer, pois rações contendo oleaginosas reduzem a produção de metano (ABDALLA *et al.*, 2008).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de gás *in vitro*

O conhecimento apenas da quantidade de nutrientes fornecidos na alimentação de ruminantes tem sido reconhecido como insuficiente, buscando novas metodologias para avaliações específicas da utilização dos nutrientes da dieta pelos animais. Deste modo, avaliar a proporção com que os nutrientes tornam-se disponíveis aos microorganismos ruminais e a quantidade que se perde da fermentação ruminal tem explicado o efeito do desempenho animal. As quantidades e relações de nutrientes necessários para um ótimo desenvolvimento microbiano e desempenho animal, depende da correta estimativa dos nutrientes dos alimentos disponíveis no rúmen (NOCEK, 1988).

O desempenho animal pode ser influenciado pelos fatores nutricionais mensurados com base em algumas variáveis como: composição química-bromatológica dos alimentos, a digestibilidade, a cinética da digestão, degradação e o consumo voluntário dos alimentos. A avaliação de degradabilidade e da digestibilidade são necessárias para aumentar o banco de dados nos sistemas de formulações de rações. São várias as técnicas utilizadas para avaliação de alimentos em ruminantes, os principais nutrientes podem ser estimados por degradabilidade e por digestibilidade em diferentes métodos, sendo os mais utilizados as determinações *in situ* e *in vitro*, respectivamente (SANTOS, 2006).

O método *in situ* é amplamente usado nos estudos de nutrição, é uma técnica relativamente rápida que visa observar o desaparecimento das frações de nutrientes dos alimentos no decorrer do tempo, apresentando a vantagem que o processo de degradação ocorre em condições reais presentes no rúmen (SANTOS 2006). O método *in vivo* é considerado o mais confiável, porém a necessidade de um número maior de animais, um controle rigoroso da

quantidade ingerida, excretada e instalações adequadas, aumentam seu custo de implantação inviabilizando o uso da metodologia (BERCHIELLI *et al.*, 2006).

Por outro lado a metodologia *in vitro* simula a digestão que ocorre no rúmen, abomaso e intestino estimando quantitativamente a taxa e a extensão da digestão, semelhante aos obtidos na metodologia *in vivo*. A produção de gás é determinada através de um transdutor, que mede a pressão gerada na degradação e fermentação do substrato incubado em garrafas contendo líquido ruminal tamponado (THEODOROU *et al.*, 1994). Esta técnica tornou-se conhecida por determinar a digestão e a cinética de fermentação dos alimentos (THEODOROU *et al.*, 1998). A análise dos dados, a comparação dos substratos e a evolução de diferentes ambientes de fermentação podem ser descritos matematicamente através das curvas de produção de gás, proporcionando informações importantes sobre a composição do substrato avaliado e a taxa de fermentação dos constituintes solúveis e estruturais dos substratos (FARIAS *et al.*, 2011).

Vários são os modelos matemáticos usados para estimar a cinética, porém os mais utilizados são os de Ørskov & McDonald (1979), Mertens & Loften (1980), Beuving & Kogut (1993), France *et al.* (1993), logístico uni ou bicompartimental, proposto por Schofield *et al.* (1994), Groot *et al.* (1996) e de Gompertz, proposto por Lavrencic *et al.* (1997).

O modelo logístico bicompartimental assume que no início do processo fermentativo a população microbiana é fator limitante e no final o substrato assume esse papel, uma vez que a taxa de produção de gases é proporcional a população microbiana e o substrato. O modelo Gompertz, assume que a uma perda de eficiência na taxa de fermentação com o tempo, pois a taxa de produção de gases é proporcional à atividade microbiana diminuindo com o tempo de incubação. O modelo exponencial admite que atingido o tempo de colonização (*Lag time*) a taxa de produção de gases depende apenas do substrato disponível para fermentação. O modelo France adota que a taxa de produção de gases é diretamente proporcional à taxa de degradação do alimento, a qual varia em função do tempo de incubação e de colonização do alimento pelos microrganismos. Os modelos matemáticos apresentam

vantagens e desvantagens existindo variações de estimativa entre eles dependendo do alimento e das condições experimentais, sendo importante uma avaliação do modelo a ser utilizado (NOGUERA *et al.*, 2004).

2.2 Produtos finais da fermentação ruminal

A alimentação oferecida aos ruminantes determina os produtos finais da fermentação, devido à especificidade dos microrganismos em digerir os nutrientes das dietas. Deste modo dietas rica em forragens tem maior produção de ácido acético e maior atividade das bactérias celulolíticas e sacarolíticas, já dietas ricas em amido ou proteína produzem mais ácido propiônico com mais atividade das amilolíticas e ou proteolíticas (CHURCH, 1988).

A adição de fontes lipídicas a dieta pode modificar os parâmetros fermentativos, entretanto a intervenção depende da fonte e da porcentagem da adição (HOMEM JUNIOR *et al.*, 2010). Dietas composta basicamente de forragens tem baixo teor de lipídios de 1 a 4% da matéria seca, dietas contendo oleaginosas tendem a ultrapassar os níveis de lipídios, porém a fermentação ruminal é inibida com teores acima de 6 - 7% da matéria seca (KOZLOSKI, 2009). Rações com lipídios insaturados podem estimular as bactérias ruminais a produzir propionato reduzindo a produção de acetato e butirato (VAN NEVEL & DEMEYER, 1988).

A concentração mínima de N-NH₃ no rúmen é 2 mg/ 100ml, porém a concentração suficiente para crescimento máximo das bactérias ruminais é 5 mg/100ml (SATTE & SLYTER, 1974). Krebs e Leng (1983) obtiveram melhor digestão da celulose com concentração de amônia de 21 - 31,7mg/100 mL.

A quantidade de amônia no rúmen é influenciada pela fonte de proteína e pela relação produção e utilização pelos microrganismos. Para uma maior produção de proteína bacteriana é indispensável energia e os compostos nitrogenados do rúmen (FIRKINS, 1996). A síntese de proteína microbiana e a digestibilidade da fibra é otimizada com aumento de N-NH₃ (SATTE & ROFFLER, 1979).

Pimentel *et al.* (2012) avaliaram a inclusão de castanha de caju moída nos níveis de 0; 8; 16 e 24% na porção concentrada da dieta de vacas em lactação e observou redução na concentração de amônia com o aumento dos níveis de lipídios de 10,89mg/ 100ml para 8,66 mg/ 100ml após 24horas alimentadas.

Os parâmetros de fermentação ruminal foram avaliados com a inclusão de óleo de soja, sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa e grão de soja em dietas para cabras e observaram redução na concentração de amônia (SILVA *et al.*, 2007). Segundo Rabello *et al.* (1996) a adição de lipídios reduz a concentração de amônia. A redução na concentração de amônia no rúmen é uma das principais características da defaunação ruminal (DOREAU & FERLAY, 1995).

O pH ruminal é influenciado pelo nível de consumo, dieta e tempo após a alimentação, a manutenção do pH ruminal entre 6 e 7 ocorre devido a produção de agentes tamponantes e remoção dos ácidos graxos voláteis (VAN SOEST,1982). Esta manutenção parece ser importante para atividade proteolítica do rúmen, sendo maximizada quando o pH encontra-se em 6,5 para grande número de microrganismos (COELHO da SILVA & LEÃO, 1979).

O pH decresce devido à fermentação de amido e açúcares, pois há maior produção de propionato pela via do ácido láctico acumulando-se no rúmen, levando a redução dos microrganismos celulolíticos havendo assim redução na digestão da fibra (VAN SOEST, 1994). Porém os microrganismos fibrolíticos não são influenciados, ocorre uma redução no número e nas taxas de crescimento dos microrganismos quando o pH atinge uma faixa de 5,5- 5,0 inibindo a digestão da fibra (HOOVER, 1986).

2.3 Produção de metano via fermentação entérica

O processo digestivo de fermentação entérica dos ruminantes é uma importante fonte de emissão de metano (CH₄) para a atmosfera. A produção deste gás varia em função do sistema de alimentação (PEDREIRA *et al.*2005).

O CH₄ contribui com cerca de 15% para o aquecimento global além de ser um importante gás do efeito estufa, tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal em virtude da perda de carbono e, conseqüentemente, perda de energia, determinando maior ou menor desempenho animal (COTTON & PIELKE, 1995).

A fermentação ruminal decorre do metabolismo dos carboidratos vegetais. É um processo anaeróbico efetuado pela microbiota ruminal convertendo carboidratos estruturais e não estruturais em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácido acético, propiônico e butirico, neste processo são produzidos calor, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) (VAN SOEST, 1994; LUCCI, 1997). A dieta fornecida ao animal determina o processo de fermentação no rúmen. Maior proporção de fibra favorece a relação acetato/propionato, enquanto que dietas ricas em grãos favorecem a maior formação do ácido propiônico. A síntese do acetato disponibiliza um maior número de moléculas de hidrogênio (H₂) que podem ser usada na produção de metano (OWENS & GOETSCH, 1993).

A produção de metano é diretamente proporcional à concentração de H₂ dissolvida (OLIVEIRA PEREIRA *et al.*, 2006). Em geral, o hidrogênio é removido através da atividade das bactérias metanogênicas, que reduzem o dióxido de carbono e hidrogênio a metano e água (BEAUCHEMIN *et al.*, 2008). Deste modo, deve-se buscar impedir o acesso aos prótons pelos organismos metanogênicos através da otimização de sua utilização (OLIVEIRA PERREIRA *et al.*, 2006).

O metano é um subproduto da digestão de carboidratos pelos microrganismos presentes no trato digestório de herbívoros, como o metano não é metabolizado pelos animais e nem pelos microrganismos, este é removido do rúmen por expiração ou eructação refletindo na perda de energia bruta da dieta (MOSS, 1993). O CH₄ é apontado como um dos grandes vilões do aquecimento global, sendo este um dos problemas mais discutidos atualmente (LINO, 2010).

O Brasil por possuir o maior rebanho comercial de bovinos do mundo e utilizar forrageiras tropicais como base da alimentação tem sido apontado como importante produtor de CH₄ (PEDREIRA *et al.*, 2005). Sabendo que o metano entérico é um processo natural e intrínseco dos ruminantes, este acompanha o tamanho do rebanho (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Provavelmente os países produtores de carne e leite poderão ser sujeito a proibições devido à produção de metano, com isto a comunidade científica vem estudando alternativas para a redução de metano, que vão desde a manipulação da composição da dieta, suplementação com aditivos (probióticos, ionóforos, leveduras, lipídeos), seleção de plantas forrageiras de alta qualidade contendo metabólitos secundários, melhoramento animal, imunização e transformação genética dos microrganismos ruminais (LASCANO & CARDENAS, 2010).

2.4 Óleos e Lipídeos como alternativas para redução da produção de metano

A suplementação de ácidos graxos e óleos na alimentação são opções para avaliar seus efeitos sobre a metanogênese tanto *in vitro* como *in vivo*. O aumento no teor de lipídeos na alimentação pode reduzir a metanogênese através da inibição de protozoários, aumento da produção de ácido propiônico, e por biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados que podem ser utilizados como receptores de hidrogênio como uma alternativa para redução do dióxido de carbono (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

Os lipídios insaturados apresentam efeito tóxico sobre as bactérias celulolíticas do rúmen e reduzem a relação acetato: propionato (PALMQUIST, 1989). O efeito negativo de lipídios sobre os protozoários parece depender da composição de gordura e da forma como a gordura é liberada no rúmen. Os lipídios reduzem o número de protozoários e atuam em ação direta sobre as arqueias metanogênicas inibindo a produção de metano (DOHME *et al.*, 2001).

O óleo de coco possui ácidos graxos saturados e insaturados, sendo constituído principalmente de ácidos graxos saturados que são capríco, caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico e esteárico com maior

concentração de láurico seguido de mirístico. Os insaturados são oléico e linoléico, em baixas concentrações (DAUQAN *et al.*, 2011). A adição de óleo de coco na alimentação induz a atividade antiprotozoaria e reduz a produção de metano (HRISTOV *et al.*, 2009).

A adição 3,5 e 7,0% de óleo de coco na dieta reduziu a emissão de metano em 28 e 73% respectivamente, sugerindo que o óleo de coco pode ser utilizado como aditivo natural altamente eficiente na redução de metano entérico (MACHMÜLLER & KREUZER, 1999).

A utilização de óleo de coco na alimentação de bovino reduziu a produção de metano de 334,4 L/d, em dieta com cevada e farelo de soja para 271,6 L/d, em dieta com óleo de coco refinado (JORDAN *et al.*, 2006).

2.5 Farelo de coco

O coco da Bahia é uma cultura importante na região nordeste do Brasil. Seus principais produtos são o leite de coco, a gordura de coco e o coco ralado. Gerando no Brasil anualmente de 4 milhões de toneladas de subprodutos e resíduos originários da exploração do coqueiro (EMBRAPA, 2004). O farelo de coco vem sendo utilizado na alimentação tanto de ruminantes como de não ruminantes (SILVA *et al.*, 2007).

O farelo de coco é produto obtido da polpa seca do coco, após a extração do óleo e moagem fina, tem uma coloração esbranquiçada a marrom clara, com odor característico, podendo conter partículas macias que sob pressão podem desprender óleo ou partículas duras e escuras provenientes da casca (BUTOLO, 2002).

Durante o armazenamento do farelo devem-se evitar altas temperaturas e umidade, pois altas temperaturas podem acelerar a rancificação e a umidade pode favorecer a contaminação microbiana (PASCOAL *et al.*, 2006).

O farelo de coco é um subproduto que pode ser utilizado como fonte energética e protéica na alimentação animal, como fonte de nutrientes barata

comparada aos utilizados normalmente, podendo assim suprir parte das exigências (SANTOS *et al.*, 2008).

A quantidade de óleo presente no farelo pode variar de acordo com o método de extração já o teor de proteína bruta situa-se entre 20 e 25% o que torna o farelo de coco possível substituto do farelo de soja na alimentação de ruminantes (IRINO *et al.*, 2011). A extração do óleo de coco pode ser feita por dois métodos: método de prensagem ou com a utilização de solvente (BASTOS, 2004; GONÇALVES & BORGES, 2003).

O método de prensagem utiliza prensas contínuas para remoção parcial do óleo em seguida ocorre um processo de extração com solvente, chamado de processo misto, porém se utilizar alta pressão dispensa o uso de solvente, deixando apenas 5% de óleo no subproduto. O método por solventes tritura e lamina a copra do coco para facilitar a penetração do solvente (MORETTO, 1998). O produto resultante da extração mecânica é chamado de torta de coco, o resultante da extração por solvente é chamado de farelo de coco (BASTOS, 2004; GONÇALVES & BORGES, 2003).

A composição bromatológica é variável dependendo do processo de extração e da região (Tabela 1). As variações na composição bromatológicas podem estar relacionadas à época do ano e a espécie de coqueiros e com o padrão de qualidade das indústrias, onde cocos inteiros podem ser descartados e comporem o farelo, por não se enquadrar no padrão de qualidade da indústria.

Tabela 1- Composição bromatológica do farelo de coco

	Irino <i>et al.</i> , 2011	Santos, 2011	Souza Junior, 2008
Matéria seca	90,57	93,63	89,19
Matéria mineral	2,59	4,69	4,56
Proteína bruta	20,86	18,95	22,40
Extrato etéreo	14,44	29,00	8,8
Fibra em detergente neutro	59,51	49,26	46,71
Fibra em detergente ácido	46,88	30,64	18,59

Braga *et al.* (2009) avaliaram a inclusão de farelo de coco no consumo e na digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco

(0, 6,0, 12 e 18%) em ovinos e observaram efeito negativo em relação ao consumo à medida que se incluiu o subproduto, o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo aumentou a digestibilidade à medida que se incluiu o subproduto, para os coeficientes de digestibilidade da FDA e FDN decresceram com a inclusão do subproduto.

Merlo *et al.* (2007) avaliaram de farelo de coco 0,8, 17, 25% sobre o consumo da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em borregos deslanados, porém não observaram efeito da inclusão no consumo da matéria seca, matéria orgânica, proteína, no entanto houve efeito sobre o consumo do extrato etéreo e do extrato etéreo digestível com a inclusão do farelo de coco.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a inclusão de proporções diferentes de farelo de coco e níveis lipídicos sobre a digestibilidade, cinética de fermentação e produção de metano *in vitro* de dietas para ruminantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - Campus de Jaboticabal.

3.1 Fontes de farelo de coco e composição das dietas

O farelo de coco foi proveniente de duas agroindústrias de processamento de coco sediadas em Alagoas, e foi incluído nas dietas em substituição ao farelo de soja. Os farelos de coco continham níveis diferentes de lipídios e foram classificados quanto ao nível, farelo de coco com alto teor lipídico (FCAL) e farelo de coco com baixo teor lipídico (FCBL) (Tabela 2).

Tabela 2- Composição bromatológica de farelo de coco com alto e baixo teor lipídico

	MM	MS	PB	EE	FDN	FDA
FCAL	6,33	92,57	12,97	49,88	38,33	21,15
FCBL	12,42	92,48	26,32	10,5	62,57	31,04

FCAL- Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico, MM- matéria mineral, MS- matéria seca, EE- extrato etéreo, PB- proteína bruta, FDN- Fibra em detergente neutro, FDA- Fibra em detergente ácido.

As dietas foram compostas de 60% volumoso e 40% concentrado. O volumoso foi constituído de feno deTifton e o concentrado foi composto de milho e farelo de soja ou farelo de coco (FC), nas proporções apresentadas na Tabela 3. A inclusão de farelo de coco das duas indústrias e as concentrações foram classificadas e estão representadas na tabela 4.

Tabela 3. Composição centesimal (g/kg) das dietas experimentais

Dieta	Feno deTifton	Milho + MM	Farelo de soja	Farelo de coco
Controle	600	100	300	0
10% FC	600	100	200	100
20% FC	600	100	100	200
30% FC	600	100	0	300

*MM- material mineral, FC- Farelo de coco.

Tabela 4. Classificação dos tratamentos experimentais

Indústria	% Farelo de coco	Classificação
Controle	0	Controle
1	10	FCAL 10%
1	20	FCAL 20%
1	30	FCAL 30%
2	10	FCBL 10%
2	20	FCBL 20%
2	30	FCBL 30%

Farelo de coco com alto teor lipídico (FCAL) e Farelo de coco com baixo teor lipídico (FCBL)

3.2 Análise bromatológica das dietas

Os percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) foram obtidos segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Proteína bruta (PB) foi determinada pelo método de combustão

DUMAS analisador de nitrogênio. Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para o cálculo de carboidratos totais (CHOT), foi aplicada a equação $CHOT = 100 - (PB\% + EE\% + MM\%)$ descrita por Sniffen *et al.* (1992). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados pela equação $CNF = 100 - (PB\% + FDN\% + EE\% + MM\%)$ (SNIFFEN *et al.*, 1992).

3.3 Cinética ruminal e produtos finais de fermentação

A produção de gases *in vitro* foi feita usando a metodologia descrita por Theodorou *et al.* (1994) e modificada por Mauricio *et al.* (1999), utilizando um medidor de pressão.

Em frascos de vidro de 100 mL, foram incubados 0,2g das diferentes dietas experimentais em sete repetições, contendo 24 mL de solução tampão (McDOUGALL, 1948) e 6 mL de inoculo ruminal, mantidos hermeticamente fechados em banho-maria a $39\pm 1^{\circ}C$ sob agitação. Acessoriamente, foram incubados 7 frascos contendo, apenas o inóculo e solução tampão, para funcionar como 'controle', quantificando-se assim a produção de gases oriunda da fermentação produzida pelo inóculo.

O inóculo foi coletado de um bovino macho, castrado, fistulado no rúmen e submetido a uma dieta a base de feno de Tifton e concentrado. O inoculo foi obtido por filtração, em duas camadas de tecido tipo fralda, de liquido ruminal coletado no saco ventral do rúmen dos animais em jejum. O inoculo foi mantido a uma temperatura de $39^{\circ} C$ e a saturação de CO_2 durante todo o processo.

As leituras de pressão, em milivolts, foram feitas nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 120 e 144 horas após o início da incubação.

Os níveis de PB, MM e EE com os dados de produção durante as 24h de incubação foram utilizados para prever o valor energético segundo as equações preconizadas por Menke & Steingass (1988):

$$\text{DIVMO} = 14,88 + ((0,889 * \text{gás24}) + (0,045 * \text{PB17}) + (0,065 * \text{MM}))$$

$$\text{EM (MJ/KgMS)} = 2,20 + (0,136 * \text{gás24}) + (0,0057 * \text{PB}) + (0,00029 * \text{EE})$$

Onde: EM é a energia metabolizável; gás24 é a produção de gás *in vitro* em 24 h, em ml/0,2 gMS.

$$\text{ED (Mcal/KgMS)} = \text{EM} / 0,82$$

$$\text{NDT} = \text{ED} / 4,409 * 100 \text{ (NRC, 2001)}$$

Para conversão da EM de MJ para Mcal foi utilizado o fator:

$$\text{EM (Mcal/KgMS)} = \text{EM (MJ/KgMS)} / 4,184$$

Os produtos finais de fermentação: pH, NH₃, CO₂ e CH₄ foram analisados com 24 h de incubação. No tempo determinado, foram retiradas amostras de gás, para a análise de CH₄ e CO₂, e coletadas amostras de 3 e 2 mL de líquido, para análise de NH₃. As análises de CH₄ e CO₂ foram realizadas em cromatógrafo gasoso, utilizando-se como padrões, gás metano e gás carbônico.

3.4 Análise estatística

Foi utilizado um arranjo fatorial 3x2+1 (3 níveis de farelo de coco, 2 níveis de farelo de coco e o controle) com 7 repetições. Para estimar os padrões da fermentação microbiana, foi adotado o modelo de France *et al.* (1993), baseado na média da produção acumulada de gases de cada amostra, e dado por:

$$A = Af \times \left\{ 1 - e^{[-b \times (t - t_0) - c \times (\sqrt{t} - \sqrt{t_0})]} \right\}$$

Onde: A é o volume acumulado de gases produzidos até o tempo t , A_f é o volume assintótico dos gases produzidos; b e c são parâmetros do modelo; e t_0 representa um tempo de colonização discreto.

A taxa de produção fracional de gases foi calculada de acordo com o modelo:

$$\mu = \frac{b + c}{2 \times \sqrt{t}}$$

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software de análise estatística R development Core Team (2013). O teste de Tukey e F Snedecor foram utilizados para comparação das médias dos parâmetros da produção de gás e comparações das médias de produção de pH, NH₃, CO₂ e CH₄.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica das dietas utilizadas na produção de gás está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5- Composição bromatológica de dietas contendo diferentes proporções de farelo de coco em substituição ao farelo de soja

DIETAS	MM	MS	EE	PB	FDN	CHOT	CNF
Controle	12,88	86,52	2,01	22,69	44,53	62,42	17,89
FCAL 10%	12,23	87,03	6,81	19,25	46,44	61,71	15,27
FCAL 20%	11,57	87,53	11,61	15,81	48,36	61,01	12,65
FCAL 30%	10,92	88,04	16,41	12,36	50,27	60,31	10,04
FCBL 10%	12,83	87,02	2,87	20,58	48,87	63,72	14,85
FCBL 20%	12,79	87,52	3,73	18,48	53,21	65,00	11,79
FCBL 30%	12,74	88,02	4,59	16,37	57,54	66,29	8,755

FCAL-Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico, MM- matéria mineral, MS- matéria seca, EE- extrato etéreo, PB- proteína bruta, CHOT- carboidratos totais FDN- Fibra em detergente neutro CNF- Carboidratos não fibrosos.

Observa-se que o aumento do nível de farelo de coco na dieta acarretou em aumento do percentual de extrato etéreo e redução da concentração em proteína bruta, principalmente quando utilizou o farelo de coco com alto teor lipídico.

Quando utilizado o farelo de coco com baixo teor lipídico para compor a dieta, o valor de extrato etéreo não ultrapassou os 6-7% de limite máximo preconizados na literatura (KOZLOSKI, 2009), mesmo com 30% de inclusão. Por outro lado, quando utilizado farelo de coco com alto teor lipídico, a inclusão de 10% de inclusão já atingiu este limite.

O valor do extrato etéreo ultrapassando os limites pode inibir a fermentação ruminal (KOZLOSKI, 2009), pois a uma formação de uma barreira física na fibra impedindo o acesso das bactérias ao substrato, alteração na microbiota ruminal devido ao efeito tóxico dos lipídios, além do efeito tenso ativos nas membranas microbianas e a diminuição da disponibilidade de cátions pela formação de sabões que pode afeta o pH e limitar o crescimento microbiano (BYERS & SCHELLING, 1988). O efeito negativo dos lipídios depende da composição da gordura e a forma que é liberada no rúmen, podendo reduzir o número de protozoários e arqueias metanogênicas (DOHME *et al.*, 2001). Altos teores lipídicos podem reduzir a metanogênese através da inibição dos protozoários e por biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados os quais atuam como receptores de hidrogênio, reduzindo o dióxido de carbono (JOHNSON & JOHNSON, 1995).

Os percentuais de proteína nas dietas, apesar de terem reduzido com a inclusão do farelo de coco, foram superiores a 7 %, variando de 12,36 a 20,58% da MS garantindo o crescimento microbiano (VALADARES *et al.*, 1997) e chegando, em alguns casos, próximo ao valor da dieta controle, que foi de 22,69% da MS.

O maior valor observado para os carboidratos totais foi no FCBL 30% e o menor FCAL 30%. As dietas com FCAL obtiveram os menores valores de CHOT, isto se deve aos altos teores de extrato etéreo do farelo, enquanto que as dietas com FCBL obtiveram os maiores valores, o que está relacionado com os altos teores de FDN do farelo com baixos níveis lipídicos, reduzindo assim os CNF contidos neste farelo.

Braga *et al.* (2009) observaram redução dos CHOT e CNF com a inclusão de farelo de coco na dieta. Os CHOT fornecem energia para

crescimento microbiano e sua multiplicação. Os altos teores de proteína, extrato etéreo e FDN podem ter sido responsáveis pelos valores de CNF.

Os dados de FDN variaram de 44,53 a 57,54% MS. A inclusão de farelo de coco na dieta aumentou os valores de FDN, principalmente quando utilizou o FCBL, cujo valor de FDN é superior ao do FCAL. Braga *et al.* (2009) observaram efeito contrário, com o aumento de inclusão de farelo de coco 6,12 e 18% em uma dieta a base de Feno de Tifton, torta de algodão, milho triturado e farelo de soja, os níveis de FDN reduziram.

As variações na composição bromatológica das dietas incluindo farelo de coco estão relacionadas a variação na composição dos farelos. Isto se dá pelo tipo de extração do óleo, época do ano, espécie do coqueiro e padrão de qualidade da indústria, demonstrando a importância de se pesquisar a fonte de origem dos subprodutos.

4.1 Cinética de fermentação

Os parâmetros de France *et al.* (1993) descrevem a cinética de fermentação ruminal (Tabela 6). Observa-se o potencial máximo de produção de gases (A) foi influenciado pelo tipo de farelo, pois as dietas com farelo de coco com alto teor lipídico apresentaram diferença estatística do controle, esses tratamentos continham maiores percentuais de EE e menores percentuais de FDN e CHOT em relação os tratamentos com baixo teor lipídico. Os altos percentuais de EE podem ter impedido a degradação da fibra devido a barreira física envolvendo-a, além da alteração no pH e na microbiota ruminal devido seu efeito tóxico (BYERS & SCHELLING, 1988), os baixo percentuais de CHOT podem ter fornecido pouca energia aos microrganismos ruminais reduzindo o ponto máximo de produção de gás desses tratamentos. Os tratamentos com baixo teor lipídico não obtiveram diferença significativas.

Observa-se que a adição de 30% de farelo de coco independente do teor lipídico obtiveram maior tempo de tempo de colonização em relação ao controle, uma vez que esses tratamentos continham mais EE que as outras dietas de cada teor lipídico, devendo assim evitar altos teores de lipídios na

dieta de ruminantes, pois estes impendem à aderência dos microrganismos às partículas dos alimentos (VAN SOEST, 1994). O tempo de colonização é favorecido pela presença de ingredientes da dieta prontamente fermentáveis e por suas características físicas e químicas da parede celular, que pode facilitar a colonização microbiana (MAGALHÃES *et al.*, 2006).

Tabela 6- Parâmetros do modelo de France para as características fermentativas de diferentes dietas com farelo de coco em substituição ao farelo de soja

Parâmetros	Controle	FCAL 10%	FCAL 20%	FCAL 30%	FCBL 10%	FCBL 20%	FCBL 30%
A (mL/gMS)	59,06a	55,40b	48,19b	39,21b	59,03a	59,83a	55,17a
L(h)	0,8015a	0,9278a	1,0930a	1,1744b	1,2449a	0,5674a	1,0455b
B	0,0165	0,0119	0,0112	0,0106	0,0033	0,0179	0,0020
C	0,1216	0,1419	0,1698	0,2233	0,1623	0,0732	0,1186
R ²	0,9889	0,9919	0,9893	0,9740	0,9852	0,9806	0,9800
Erro	0,3400	0,3572	0,4598	0,3711	0,2326	0,6534	0,2400
DIVMO	61,18	44,38	41,96	39,33	42,77	43,92	35,91
EM (Mcal/KgMS)	2,18	1,57	1,48	1,39	1,51	1,55	1,26
ED (Mcal/KgMS)	11,13	8,01	7,58	7,10	7,70	7,92	6,43
NDT	60,35	43,44	41,07	38,49	41,75	42,93	28,58

FCAL-Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico, A= Potencial máximo de produção de gás (ml/gMS), L=Tempo de colonização, b e c – parâmetros do modelo DIVMO= digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, EM= energia metabolizada, ED= energia digestível, NDT=Nutriente digestível total. Médias seguidas de letras diferentes nas linhas indicam diferenças do tratamento em relação ao grupo controle teste FSnedecor (P< 0,05)

Tabela 7. Probabilidades

	A	L
Controle - FCAL 10%	0,0287	0,1451
Controle - FCAL 20%	<0,0001	0,0896
Controle - FCAL 30%	<0,0001	0,0187
Controle - FCBL 10%	0,0943	0,0636
Controle - FCBL 20%	0,1450	0,9412
Controle - FCBL 30%	0,8518	0,0075

FCAL- Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico, A= Potencial máximo de produção de gás (ml/gMS), L=Tempo de colonização. P<0,05 médias diferem entre si.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica variou de 35,91 a 61,18%. O controle obteve o maior valor. Observa-se que a adição de farelo de coco

reduz a digestibilidade, sendo as maiores reduções com a adição de 30%. Braga *et al.* (2009) avaliou a digestibilidade aparente de farelo de coco com inclusão de 6, 12 e 18% com controle com Feno de Tifton, torta de algodão, milho triturado e farelo de soja e obteve redução de 73,89 para 70,32 à medida que incluía o farelo de coco, resultado semelhante foi obtido com o farelo de coco com alto teor lipídico. Altos níveis de lipídicos devem ser evitados na dieta de ruminantes, pois podem reduzir até 50% a digestibilidade da fibra, impedindo a aderência dos microrganismos às partículas dos alimentos ou pelo efeito tóxico sobre os microrganismos celulolíticos (VAN SOEST, 1994).

O valor de NDT para farelo de coco com alto teor lipídico reduziu com a inclusão de farelo. Observa-se que a redução foi maior quando comparamos o FCBL30% com o controle, o que pode estar relacionado com o alto teor de FDN deste farelo e conseqüentemente da dieta. Braga *et al.* (2009) também observou redução no NDT quando avaliou níveis de farelo de coco sobre o consumo e digestibilidade aparente.

Os resultados de produção cumulativa de gás (ml/gMS) estão representados na Figura 1. O tratamento FCAL 30% obteve a menor produção cumulativa de gás 38,46 mL/gMS enquanto o controle obteve a maior produção cumulativa de gás com 58,53 mL/g MS. Observa-se que para as dietas contendo farelo de coco com alto teor lipídico houve redução da produção de gás com o aumento da sua concentração na dieta. Os tratamentos com 30%, independente do tipo de farelo de coco, obtiveram as menores produções de gases.

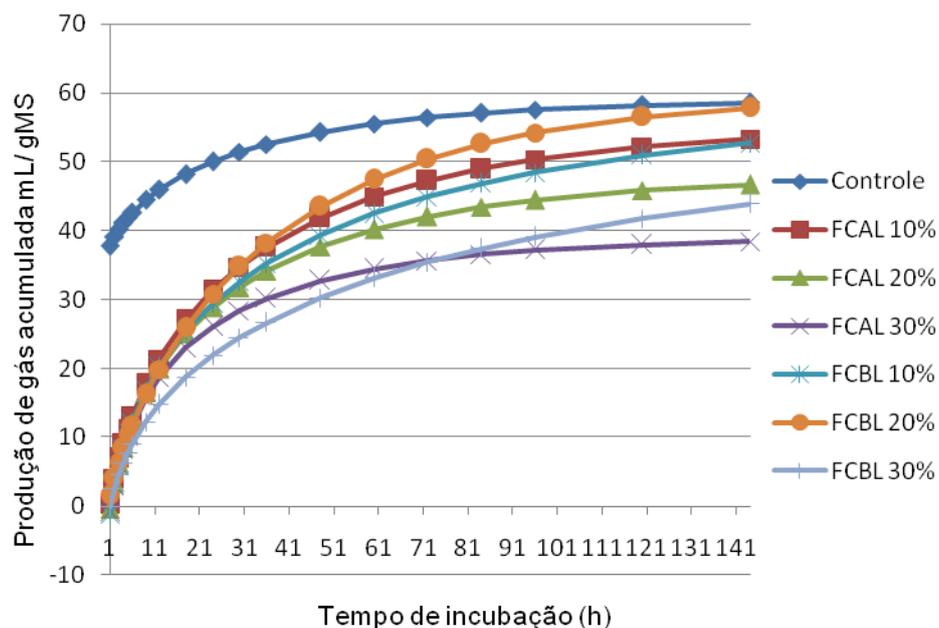


Figura1. Produção acumulada de gás (ml/gMS) de dietas contendo diferentes proporções de farelo de coco em substituição ao farelo de soja.

Os maiores valores de produção cumulativa de gás podem estar relacionados com os CNF, visto que o volume de gases produzidos pode está associado à degradação da fração de rápida degradação (CAMPOS *et al.*, 2000). Com o passar do tempo, os substratos tornam-se escassos e as fontes de energia restantes são fermentadas com menor velocidade (BUENO, 2002). Os menores valores podem estar associados aos altos teores lipídicos que formaram uma barreira física na fibra impedindo sua degradação, reduzindo assim a produção cumulativa de gás (BYERS & SCHELLING, 1988).

As relações de produção de gases estão representadas na Tabela 8. Não houve diferença significativa para as REL1 do farelo com alto teor de lipídio, já o controle e FCBL 20% apresentaram melhores relações indicando que o tempo foi suficiente para demonstrar seu potencial máximo de produção. As REL 2 dos tratamentos com 10 e 30% de farelo de coco com alto teor lipídico apresentaram maior relação, o que mostrando qualidade fermentativa da dieta, assim como o controle e FCBL 10%, sendo diferente dos FCBL 20 e 30%.

Tabela 8- Características da cinética fermentativa de diferentes dietas com farelo de coco em substituição ao farelo de soja

Dietas	REL 1	REL 2
Controle	0,93 ^a	0,87a
FCAL 10%	0,90 ^a	0,89ab
FCAL 20%	0,92a	0,88a
FCAL 30%	0,95 ^a	0,91b
Controle	0,93 ^a	0,87a
FCBL 10%	0,84b	0,86a
FCBL 20%	0,88ab	0,84b
FCBL 30%	0,87b	0,83b

REL1= Relação entre as produções de gases após 96 horas e a produção potencial de gases (A), REL2=Relação entre as produções de gás após 48 e 96 horas. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05) quando comparando os níveis lipídicos.

A comparação dos alimentos pode ser feita através do parâmetro REL 1 que representa a proximidade que G96 obteve do A e sugere se o tempo foi suficiente para expressar o potencial máximo de produção de gás REL 2, pois este representa o quanto da produção de gases totais foi produzido até 48h. A proximidade de 1 representa qualidade fermentativa do alimento. (BUENO *et al.*, 2005).

Os dados da taxa fracional dos gases estão representados na figura 2. Os tratamentos se comportaram de forma semelhante, reduzindo a taxa com o decorrer do tempo.

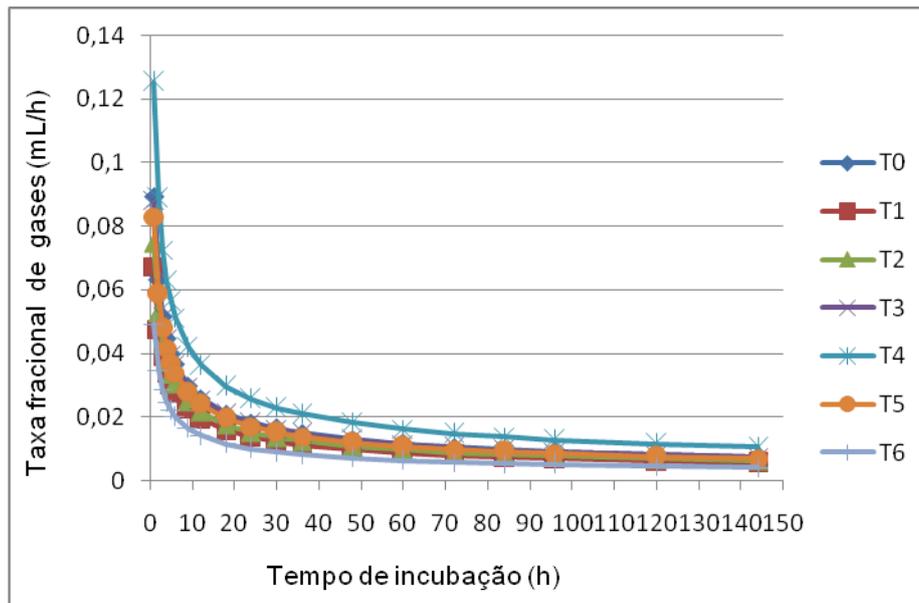


Figura 2. Taxa fracional dos gases de dietas contendo diferentes proporções de farelo de coco.

As maiores taxas, independente da dieta, foram nas primeiras horas, confirmando os relatos de Bueno (2002). No início da fermentação há mais substratos, resultando em taxas maiores, que se reduzem com o passar do tempo, quando os substratos tornam-se escassos.

Avaliando-se os padrões de fermentação das dietas as 24h de incubação *in vitro* observou-se que a amônia apresentou interação significativa na análise de variância ($P < 0,05$) (Tabela 9), na Tabela 10 esta representado os coeficientes de variação da análise da variância, os tratamentos FCAL 30% e FCBL 20 e 30% obtiveram diferença significativa em relação ao controle, porém esta redução é superior a concentração mínima de amônia para o crescimento bacteriano (SATTER & SLYTER, 1974). Os tratamentos FCAL 10 e 20%, FCBL 10% e o controle foram superiores a 21mg/ 100mL podendo ter uma melhor digestão da fibra (KREBS & LENG, 1983). A concentração de amônia pode ser representada por uma regressão linear decrescente (Figura 3). Ao incluir 1% de farelo de coco com alto teor de lipídicos houve redução de 0,195mg/ 100mL, para farelo da farelo de coco com baixo teor lipídico a redução é maior a cada 1% de inclusão houve redução de 0,8885mg/ 100mL.

Tabela 9- Análise de variância de amônia, pH, gás carbônico e metano

Tratamentos	Amônia (mg/100mL)	pH	CO ₂ (mmol/mol)	Metano (mmol/mol)
Controle	29,75 AB	7,12 AB	50709, 50	17,85
FCAL 10%	31,25 A	7,19 A	45132, 02	13,64
FCAL 20%	25,10 ABC	7,18 A	39612, 58	17,90
FCAL 30%	18,80 C	7,09 B	35428, 48	07,79
FCBL 10%	22,00 BC	7,06 BC	52299, 90	13,14
FCBL 20%	18,50 C	7,05 BC	41243, 88	10,18
FCBL 30%	17,05 C	6,98 C	41074, 43	12,30
Contrastes				
Controle x Demais	0,0006*	0,14 ^{NS}	0,16	0,06
Efeito de indústria	0,0005*	<0,0001*	0,25	0,72
Efeito linear nível	<0.001**	<0,0001*	0,05	0,14
Efeito quadrático nível	0,7737 ^{NS}	0,04*	0,78	0,39
Efeito linear de indústria	0,05*	0,47 ^{NS}	0,87	0,18
Efeito quadrático de indústria	0,7392 ^{NS}	0,62 ^{NS}	0,38	0,06

FCAL- Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Tabela 10. Coeficiente de variação da análise de variância de amônia, pH, gás carbônico e metano

Tratamentos	Amônia (mg/100mL)	pH	CO ₂ (mmol/mol)	Metano (mmol/mol)
Controle	38,12	0,27	20,47	39,45
FCAL 10%	8,74	0,55	20,72	30,30
FCAL 20%	5,38	0,98	34,25	48,63
FCAL 30%	11,85	0,7	53,80	65,38
FCBL 10%	11,89	0,97	49,39	42,78
FCBL 20%	5,28	0,96	25,69	52,57
FCBL 30%	29,50	0,41	22,52	35,76

FCAL- Farelo de coco com alto teor lipídico, FCBL- Farelo de coco com baixo teor lipídico.

A tabela 11 mostra a análise de variância da amônia para diferentes níveis de farelo de coco de duas indústrias.

Tabela 11- Análise de variância para amônia, considerando só a inclusão em diferentes níveis de farelo de coco das duas indústrias, em substituição ao farelo de coco

Farelo	Porcentagem de substituição de farelo de coco		
	10	20	30
FCAL	31,25 Aa	25,10 Ab	18,80 Ac
FCBL	22,00 Ba	18,50 Bb	17,05 Ab

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste F-Snedecor (P<0,05).

Observa-se que a inclusão de FCAL reduziu a concentração de amônia (p<0,05), no entanto continuou com concentração que permite o crescimento máximo das bactérias (SATTER & SLYTER, 1974). O mesmo ocorreu com FCBL, porém as concentrações 20 e 30% não foram diferentes estatisticamente. Os farelos obtiveram diferença significativa com 10 e 20%, com a inclusão de 30% não tiveram diferença. Observa-se que a inclusão de farelo de coco aumenta o EE e reduz a PB, reduzindo a concentração de amônia pela defaunação ruminal (DOREAU & FERLAY, 1995), e a redução de proteína influenciando na quantidade de amônia (FIRKINS, 1996).

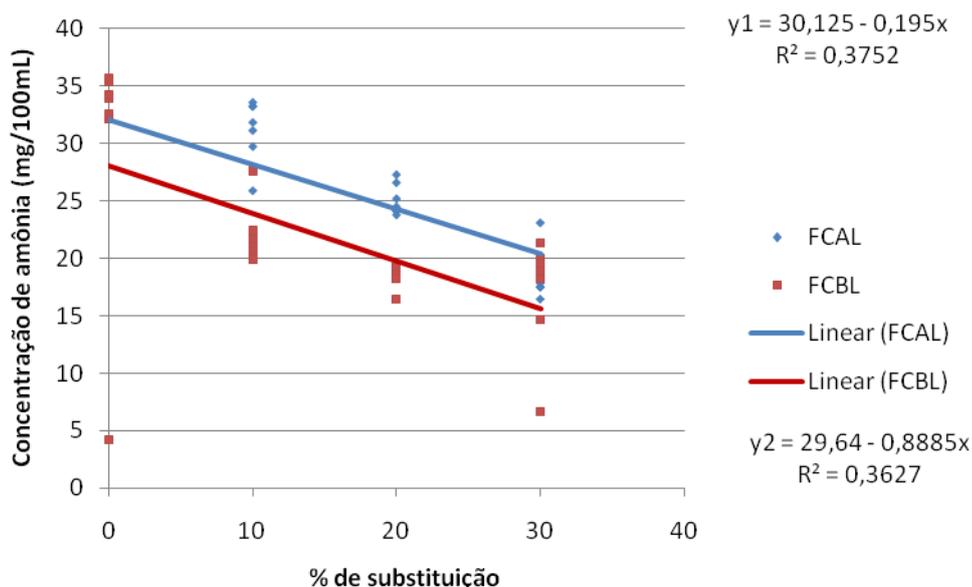


Figura 3. Regressão Linear da concentração da amônia com nível de farelo de coco na dieta.

Reduções têm sido relatadas por alguns autores (PIMENTEL *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2007).

SILVA *et al.* (2007) observaram redução na concentração de amônia com diferentes fontes lipídicas (óleo de soja, sais de cálcio e grão de soja) comparando com o controle (feno de Tifton 85, fubá de milho e farelo de soja), obteve para o controle 37,79 mg /100mL, óleo de soja 26,66, sais de cálcio 31,06 e grão de soja 29,26.

PIMENTEL *et al.* (2012) avaliaram a inclusão de 0; 8; 16 e 24% (44,09% de EE) de castanha de caju moída na porção concentrada da dieta de vacas Holandesas e observaram uma redução da concentração de amônia com a inclusão de castanha de caju.

O pH foi influenciado quadraticamente pelo nível de farelo de coco na dieta (Figura 4).

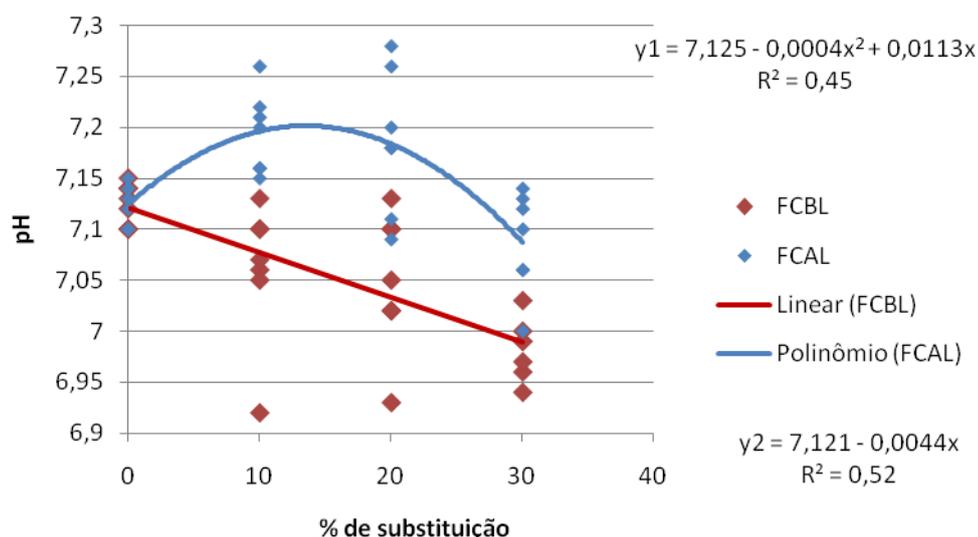


Figura 4. Regressão quadrática do pH com níveis de farelo de coco na dieta.

As médias de pH variaram de 6,98 – 7,19. Houve diferença significativa entre elas, porém não houve interação entre os fatores tipo de farelo e as concentrações. A variação de pH mostra que a inclusão de farelo de coco na dieta pode aumentar ou reduzir o pH, porém todos os resultados encontrados estão na faixa adequada para a atividade microbiana do rúmen (COELHO da SILVA & LEÃO, 1979). Garantido a faixa de pH normal para atividade das bactérias celulolíticas que está situada entre 6,2 e 7,2, sendo ideal para o crescimento desses microrganismos o pH igual a 6,7 (VAN SOEST, 1994). A inclusão de até 30% de farelo de coco parece não intervir negativamente sobre o pH ruminal *in vitro*.

Eifert *et al.* (2005) não encontraram diferença significativa quando avaliaram dietas contendo a combinação de monensina e óleo de soja sobre o pH ruminal. Vargas *et al.* (2002) adicionaram grão de soja moído e óleo de soja na dieta de vacas leiteiras e observaram um aumento no pH quando incluíram grão de soja moído.

Não houve diferença significativa na análise de variância para metano e CO₂ (Tabela 9). Os altos valores dos coeficientes de variação das médias podem ter influenciado os resultados da análise, porém vários trabalhos com lipídios mostram a redução de metano (JORDAN *et al.*, 2006; MACHMÜLLER & KREUZER, 1999)

Jordan *et al.* (2006) observou redução de 334,4 L/d para 271,6 L/d utilizando óleo de coco na alimentação de bovino, com dieta com cevada e farelo de soja e óleo de coco refinado. Machmüller e Kreuzer (1999) observou redução de 73% da produção de metano quando adicionou 7,0% de óleo de coco na dieta.

5 CONCLUSÃO

Por ser um subproduto, a composição bromatológica do farelo de coco pode variar significativamente, principalmente quanto aos teores de lipídeos, proteína e FDN, influenciando a composição e valor nutricional das dietas.

Os farelos de coco com alto e baixo teor lipídico modificaram a fermentação ruminal, porém o farelo de coco com baixo teor lipídico independente da concentração não modificou a produção de gás, já o farelo de coco com alto teor lipídico modificou a produção de gás com todas as inclusões de farelo de coco, a concentração de amônia reduziu com a inclusão de 20 e 30% de farelo de coco com baixo teor lipídico em relação ao controle devido à menor porcentagem de proteína do farelo de coco quando comparado com o farelo de soja, já o pH só reduziu com a inclusão de 30% de FCBL, a produção de metano não foi afetada com a inclusão de farelo de coco, isto pode ter acontecido devido à grande variação dos dados.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L., SILVA FILHO, J. C. da, GODOI A. R. de, CARMO, C. de A., EDUARDO, J. L. de P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008. Suplemento especial.
- BASTOS, S.C. **Efeito da inclusão do farelo de côco em rações para frango de corte**. 2004. 38f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- BRAGA, Z. C. A. C.; BRAGA, A. P.; RANGEL, E. M.; AGUIAR, E. M.; LIMA JÚNIOR, D. M. Avaliação do consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p. 249-256, jan/mar. 2009.
- BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p.21–27, 2008.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.
- BEUVINK, J.M.W.; KOGUT, J. Modeling gas production kinetics of grass silages incubated with buffered ruminal fluid. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1041 – 1046, 1993.
- BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Los lípidos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed). **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, p.339-356, 1988.
- BRAGA, Z. C. A. C.; BRAGA, A. P.; RANGEL, E. M.; AGUIAR, E. M.; LIMA JÚNIOR, D. M. Avaliação do consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p 249-256, jan/mar, 2009.
- BUENO, I.C.S. **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. 97f. Tese (Doutorado em Ciência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2002.
- BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S; GOBBO, S.P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D. M. S. S., ABDALLA, A. L. *et al.* Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, p.95-105, 2005.
- BUTOLO; J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**, Campinas-SP, p.141-142, 2002.

CAMPOS, F.P.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. *et al.* Comparação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro* com os métodos *in vivo* e *in situ*. 2. Uso do resíduo da matéria seca de forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.531-536, 2000.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal**: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. 563p.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.

COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R. M. M.; LUCENA A. M. A. de; GUIMARÃES M. M. B. Avaliação de teores químicos na torta de mamona. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, 2004.

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge: Cambridge University, 1995. 288 p.

DAUQAN, E. M. A.; SANI, H. A.; AMINAH ABDULLAH; KASIM, ZALIFAH.M. Fatty acids composition of four different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) by gas chromatography. **International Conference on Chemistry and Chemical Engineering**. IPCBEE, v.14, IACSIT Press, Singapore, 2011.

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Ruminant methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**, v. 32, n. 1, p. 47–51, 2001.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on the ruminal metabolism in the rumen: a review. **Livestock Production Science**, v.43, p.97-110, 1995.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; ARCURI, P. B.; VALADARES FILHO S. C.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, J. S.; SAMPAIO, C. B. Efeito da Combinação de Óleo de Soja e Monensina na Dieta sobre o Consumo de Matéria Seca e a Digestão em Vacas Lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.297-308, 2005.

EMBRAPA. **Biodegradação da fibra da casca de coco**. Virtual Books, 2004. 45p.

EUGENE, M.; MASSE´ D, CHIQUETTE, J.; BENCHAAAR, C. Meta-analysis on the effects of lipid supplementation on methane production in lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.88, p.331–334, 2008.

EVANGELISTA, A.R.; LOPES, J.; ABREU, J.G. *et al.* Avaliação da composição química de tortas de amendoim e mamona obtidos por extração com etanol. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: ABIPTI, 2007.

FARIAS, L.N.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R.; SARMENTO, J.L.R. Avaliação dos modelos logístico bicompartimental e de Gompertz na estimativa da dinâmica de fermentação ruminal *in vitro* do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.136-142, 2011.

FIRKINS, J.L. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Nutrition**, v.126, p.1347s-1354s, 1996.Supplement

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

GIGER-REVERDIN, S.; MORAND-FEHR, P.; TRAN, G. Literature survey of the influence of dietary fat composition on methane production in dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.82, p. 73–79, 2003.

GONÇALVES, L.C. , BORGES, I. **Os alimentos**. 2.ed. São Paulo. Roca. 2003. 302p.

GRAINGER, C. GIA methane: increasing fat can reduce methane emissions. **GIA Newsletter**. Department of Primary Industries, mar 2008.

GROOT, J.C.J.; CONE, J.W.; WILLIAMS, B.A. *et al.* Multiphasic analysis of gas production kinetics for *in vitro* fermentation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.64, p.77-89, 1996.

HRISTOV AN, VANDER POL M, AGLE M, ZAMAN S, SCHNEIDER C, NDEGWA P, VADDELLA VK, JOHNSON K, SHINGFIELD KJ, KARNATI SK. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.11, nov.2009.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

HOMEM JUNIOR, 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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**, nº 7. Rio de Janeiro. p. 1 – 443, 2010.

IRINO, M. M. X.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; PALHETA, I. A.; SANTOS. Digestibilidade aparente em ovinos alimentados com farelo de coco na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, n.2, p.131-136, mai/ago 2011. [

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73 p.2483-2492, 1995.

JORDAN, E.; LOVETT, D.K.; MONAHAN, F.J.; CALLAN, J.; FLYNN, B.; O'MARA, F.P. Effect of refined coconut oil or copra meal on methane output and on intake and performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 162–170, 2006.

KREBS, G.; LENG, R.A. The effect of supplementation with molasses/urea blocks on ruminal digestion. **Animal Production in Australia**, v.15, 1984.

KOZLOSKI, G. V. **BIOQUÍMICA DOS RUMINANTES**. 3ed, Editora UFSM, 2009, 214p.

LAVRENCIC, A.; STEFANON, B.; SUSMEL, P. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. **Animal Science**, n.13 v.64, p.423-431, 1997.

LUCCI, C.S. **Nutrição e Manejo de Bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole. 1997, p.298.

LINO, J. M. **Acompanhamento do Projeto de Pesquisa: Comparação entre vacas de leite das raças Holandês, Jersey e Holandês x Jersey (F1) sob diferentes densidades de rebanho com interesse particular em eficiência econômica e emissão entérica de metano**. 2010. 28f. Trabalho de conclusão de curso- Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.79, p. 65-72, 1999.

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; MAURICIO, R. M. RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S., ARAÚJO, L. de. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica "in vitro" semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.101-111, 2006.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal Science**, v.4, n.3, p.351-365, 2009.

MARTINELE, I.; EIFERT E. C.; LANA, R. P.; ARCURI, P. B.; D'AGOSTO, M. Efeito da monensina e do óleo de soja sobre os protozoários ciliados do rúmen e correlação dos protozoários com parâmetros da fermentação ruminal e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1129-1136, 2008.

MAO, Hui-Ling; WANG, Jia-Kun; ZHOU, Yi-Yi; LIU, Jian-Xin. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and Microbial population in the rumen of growing lambs. **Livestock Science**, v.129, p.56–62, 2010.

MAURICIO, R.M., MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semiautomated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4, p.321-330, 1999.

MENKE, K.H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. **Animal Research Development**, v.28, p.7-55, 1988.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-1446, 1980.

MERLO F. A.; SILVA, A. G. M. E.; BORGES, I.; NEIVA, J. N.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA E. DE O. S.; MORAIS, S. A. DE; GONÇALVES, N. C.; BESERRA, L. T.; ASSIS, B. S. Valor nutritivo do farelo de coco em ovinos – consumo da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo. In: Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 3., 2007, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa, 2007.

McDOUGALL, E. I. Studies on Ruminant Saliva. **Biochemical Journal**, v. 43, n.1, p. 99-109, 1948.

MORETTO, L. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, p 61-62, 1998.

MOSS, A.R. **Methane: global warming and production by animals**. Chalcombe Publications, Kingston, United kingdom, 1993. 105p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NOGUERA, R. R.; SALIBA, E. O.; MAURICIO, R. M. Comparación de modelos matemáticos para estimar los parámetros de degradación obtenidos a través de La técnica de producción de gas. **Research for Rural Development**, v.16, n 11, 2004.

OLIVEIRA PEREIRA, E.M. de; EZEQUIEL, J.M.; BIAGIOLI B.; FEITOSA, J. Determinação *in vitro* do potencial de produção de metano e dióxido de carbono de líquido ruminal proveniente de bovinos de diferentes categorias. **Archivos Latinoamericanos Produccion Animal**, v. 14, n.4, p. 120-127, 2006.

OLIVEIRA, P. P. A.; PEDROSO, A. de F.; ALMEIDA, R. G. de; FURLAN, S.; BARIONI, L. G.; BERNDT, A.; OLIVEIRA, P. A.; HIGARASHI, M.; MORAES, S.; MARTORANO, L.; PEREIRA, L. G. R.; VISOLI, M.; FASIABEM, M. do C. R. e FASIABEM, FERNANDES, A. H. B. M. Emissão de gases nas atividades pecuárias. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, 2., 2011, Foz do Iguaçu, **Palestra**, Foz do Iguaçu, p.71-76, 2011.

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

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Fermentacion ruminal. In: CHURCH, D. C. (Ed.) **El ruminante fisiologia disgestiva y nutricion**. Zaragoza: Agribia, p. 159-189,1993.

PALMQUIST, D.L. 1989. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1989, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, p.11-25, 1989.

PASCOAL, L. A. F.; MIRANDA, E. C. de; SILVA, L. da P. G. da;DOURADO, L. R. B.; BEZERRA, A. P. A. Valor nutritivo do farelo de coco em dietas para monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n. 1, p.305-312, jan/fev 2006.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos, **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESIS, O.; LIMA, M. A., FRIGHUETTO. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso: concentrado. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**Anais... 41**. Campo Grande, MS. 2004.

PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.

PIMENTEL, P.G.; REIS, R.B.; LEITE, L.A.; CAMPOS, W.E.; NEIVA, J.N.M.; SATURNINO, H.M.; COELHO, S.G. Parâmetros da fermentação ruminal e concentração de derivados de purina de vacas em lactação alimentadas com castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.959-966, 2012.

RABELLO, T.G.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. *et al.* Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. III. Eficiência microbiana, amônia e pH. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.270-280, 1996.
R development Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.URL HTTP: //WWW. R-project.org/.

SANTOS, E. L.; WINTERLE, W. M. C.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): REVISÃO. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.3, n. 2, jul. 2008.

SANTOS, D. F. **Composição química e estimativa da digestibilidade e valor energético de resíduos da industrialização de frutas e mandioca para alimentação de ruminantes**. 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2011.

SANTOS, V. P. **Degradabilidade *in situ* da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e ácido e digestibilidade *in vitro* da cana-de- açúcar fresca ou ensilada**

e silagem de milho em diferentes ambientes ruminais. 2006. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2006.

SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, p.1212-1237, 1979.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, n. 32,p. 194-208, 1974.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos.** 3ª ed. Viçosa: UFV. 2002, 235p.

SILVA, A. G. M., BORGES, I. , NEIVA J. N. , RODRIGUEZ , N. M., SALIBA , E. O. S., MORAIS, S. A., MERLO, F. A., MORAIS, A. J. G., LIMA, D. , T. D´A. S. S. Valor nutritivo do farelo de coco em ovinos – consumo das frações fibrosas. In: Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte. 3. João Pessoa, **Anais...** João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2007.

SILVA, J. F. C. da; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CASTRO, A. C. G.; COSTA, W. P. da. Efeito da monensina sódica e da uréia sobre o consumo, parâmetros ruminais, a digestibilidade aparente e o balanço nutricional em bovinos. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v. 20, n. 5, 1991.

SILVA, M. M. C. da; RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, C. A. F.; BRANCO, R. H.; LEÃO, M. I., MAGALHÃES, A.C. M de; MATOS, R. S. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.

SNIFFEN, C.J.; O’ CONNOR, J.D.; Van SOET, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating Cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA JUNIOR, L. de. **Avaliação do valor nutritivo da torta de coco (*Cocos nucifera* L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental.** 2008. 87f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal, Belém, 2008.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B., FRANCE, J.A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.2, p.185-197, 1994.

THEODOROU, M.K., LOWMAN, R.S., DAVIES, Z.S., CUDDEFORD, D., OWEN, E. Principles of techniques that rely on gas measurement in ruminant nutrition. In: Deaville, E.R., Owen, E., Adesogan, A.T., Rymer, C., 220 Z.S. Davies *et al.* / **Animal Feed Science and Technology** 83 (2000) 205±221 Huntington, J.A., Lawrence, T.L.J. (Eds.), *In vitro* Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants. Occasional publication, **British Society of Animal Science**, n. 22, p. 55-63, 1998.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Níveis de proteína em dietas de bovinos.1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258,1997.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N. **The ruminal microbial ecosystem**.Essex: Elsevier, p.387-443, 1988.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Corvalis: O. & B. Books, 1982.

VARGAS L. H.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; SANTOS; F. L.; QUEIROZ, A. C.; MANCIO, A. B. Adição de Lipídios na Ração de Vacas Leiteiras: Parâmetros Fermentativos Ruminiais, Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.522-529, 2002. Suplemento.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The impact of saponins or saponin containing plant materials on ruminant productions: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 8093-8105, 2005.