



Vol. 15, Nº 02, Mar./Abr. de 2018
ISSN: 1983-9006
www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Potencial de utilização de subprodutos regionais da microrregião de Chapadinha na alimentação de ruminantes e produção de gases

Produção de ruminantes, resíduos para animais, sustentabilidade.

Samy Emanuelle Almeida Sousa Cavalcante¹

¹ Professora Adjunta (Substituta) do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão. E- mail:samyzootecnia@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho trata de uma revisão de literatura sobre o potencial de utilização de subprodutos regionais da Microrregião de Chapadinha na alimentação de ruminantes. Objetivou-se com este trabalho caracterizar a região e enfatizar a importância da utilização de subprodutos regionais na alimentação de ruminantes, com enfoque na emissão de metano, tornando-o um tópico de debate científico e de grande interesse público.

Palavras-chave: produção de ruminantes, resíduos para animais, sustentabilidade.

POTENTIAL FOR THE USE OF REGIONAL SUBPRODUCTS OF THE CHAPADINHA MICROREGION IN RUMINANTS AND GAS PRODUCTION

ABSTRACT

This paper is a literature review on the potential for using regional byproducts of Microregion Chapadinha in ruminant feed. The objective of this work is to characterize the region and to emphasize the importance of the use of regional by-products in the feeding of ruminants, focusing on the emission of methane, making it a topic of scientific debate and of great public interest.

Keyword: production of ruminants, waste for animal, sustainability.



INTRODUÇÃO

As atividades antropogênicas têm contribuído cada vez mais com as emissões de gases do efeito estufa (GEEs) na atmosfera. Uma das principais consequências destas alterações está diretamente relacionada às alterações climáticas, aumentando assim o potencial de aquecimento global. As temperaturas subiram, e observa-se que os fenômenos extremos estão cada vez mais frequentes, tais como, chuvas fortes, enchentes, as ondas de frio intenso, os picos de calor, tudo isso está intimamente ligado ao efeito estufa.

Os principais gases do efeito estufa são: gás carbônico (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorcarboneto (CFC), ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO), e vapor d'água (H_2O). A queima de combustíveis fósseis é o maior contribuinte, cerca de 60% de todas as emissões mundiais dos GEEs. As indústrias e os carros são os culpados mais conhecidos pela emissão exagerada de gás carbônico, mas a agropecuária, também tem sua contribuição para o efeito estufa. As lavouras e criações de animais emitem gases, muitas vezes de forma natural. As aves e os suínos emitem metano por meio de dejetos da produção; as pastagens contribuem na emissão de óxido nitroso; e um exemplo bastante comum na atividade pecuária é a liberação natural de metano pelos animais ruminantes durante o processo de fermentação ruminal.

O metano e óxido nitroso são os principais gases emitidos pela pecuária no ar, no entanto, o capim e as árvores fazem o procedimento inverso, retiram o gás carbônico da atmosfera, processo denominado de sequestro de carbono. O processo de fotossíntese retira o CO_2 da atmosfera e incorpora na massa de forragem. A massa de forragem, parte dela é consumida pelos animais e a outra parte senesce e vira matéria morta, compondo a matéria orgânica da superfície do solo. Na matéria orgânica do solo, existe o carbono proveniente do CO_2 da atmosfera.

A bovinocultura de corte brasileira pode ser conside-

rada como a principal responsável por grande parte da emissão dos gases de efeito estufa. No entanto, o manejo e a alimentação podem melhorar ou agravar a emissão destes gases. O metano é um dos GEEs e, apresenta um potencial de promoção do efeito estufa 25 vezes maior em relação ao gás carbônico (IPCC, 2006). De acordo com RIVERA et al. (2010), existe a possibilidade da redução na produção desse gás pela modificação da fermentação ruminal, obtida por alteração do volumoso, do tipo e da quantidade de carboidrato suplementado à dieta. O objetivo deste trabalho é caracterizar a região e enfatizar a importância da utilização de subprodutos regionais na alimentação de ruminantes, com enfoque na emissão de metano, tornando-o um tópico de debate científico e de grande interesse público.

REVISÃO DE LITERATURA

Agropecuária No Maranhão

O Brasil apresenta grande variabilidade em recursos genéticos e ambientais para a exploração da pecuária, sendo a bovinocultura um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. Na região do nordeste, o destaque da bovinocultura segue de acordo com o cenário nacional, apresentando um aumento de quase 2,5 milhões de cabeças, equivalente a 11% entre os censos agropecuários de 1995 e de 2006 promovido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). De acordo com os dados do IBGE (2011), a Região Nordeste apresenta rebanho de 29.583.041 em cabeças, exibindo assim seu crescimento de 2,9% no efetivo de bovinos em 2011 comparativamente a 2010. Na Região Nordeste, ressaltam os Estados do Maranhão, da Bahia, da Paraíba e do Pernambuco, sendo que a Bahia apresenta o maior rebanho da região com 10.667.903 cabeças, seguido do Maranhão com 7.264.106 e Ceará com 2.611.712 cabeças (IBGE, 2011).

A pecuária bovina do Maranhão é a principal atividade econômica do estado, sendo que seu rebanho destina-se em sua quase totalidade, ao corte. O efetivo de bovinos no Maranhão representa 3,4% do efetivo nacional, e classifica-se em 12º



posição no ranking nacional, dentre os estados com maiores efetivos de bovinos. O Maranhão apresenta um rebanho de caprinos de 405.672 e de ovinos correspondente a 230.695 cabeças (IBGE, 2011). Mas assim como nas outras regiões do Brasil, essas atividades são predominantemente a pasto, sendo também afetado pela estacionalidade, o que resulta em queda na produção dos ruminantes dependente da alimentação a pasto.

Os dados sobre a utilização das terras para pastagens no Maranhão reportam valores referentes às: pastagens naturais (1.713.367 ha), pastagens plantadas degradadas por manejo inadequado ou por falta de conservação (pouco produtivas) (487.724 ha) e pastagens plantadas em boas condições (incluindo aquelas em processo de recuperação) (3.553.579 ha) (IBGE, 2006). As principais culturas agrícolas no Maranhão, distribuídas entre lavouras temporárias e permanentes, seguindo a distribuição espacial das culturas tem-se: soja (50,16%), milho (15,22%), mandioca (11,96%), arroz (5,78%), cana-de-açúcar (5,77%), algodão (4,50%), feijão (2,27%), banana (1,90%), abacaxi (1,20%) e melancia (0,28%) (IBGE, 2015).

O estado do Maranhão é o segundo maior produtor de soja da região Nordeste, ficando atrás da Bahia. O Sul do estado é um dos maiores polos de produção de grãos do país, com destaque ao município de Balsas, que em 2015 produziu 501.668 toneladas com 181.764 de área plantada e 181.764 de área colhida, rendimento médio 2.760 kg/ha (IBGE, 2015). No Maranhão, o milho é cultivado em consórcio principalmente com o arroz, o feijão e a mandioca, encontrando-se disseminado por todo Estado. A cultura da cana-de-açúcar é o produto que apresentou melhor safra de 2015 no estado, com rendimento médio de 65.516 kg/ha (IBGE, 2015). Todas essas culturas geram resíduos, uma vez não apresentando descarte ou utilização adequada, podem contribuir com a poluição do meio ambiente e/ou emissão de gases do efeito estufa.

Microrregião De Chapadinha

A Microrregião de Chapadinha pertence à Mesorregião do Leste Maranhense, e está dividida em nove municípios: Anapurus, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Mata Roma, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos; e possui uma área total de 10.030,543 km². Essa microrregião é comumente identificada como Baixo Parnaíba Maranhense, porém sua classificação política e administrativa a denomina como microrregião de Chapadinha, sendo Chapadinha, o município sede e/ou o mais populoso, com uma população de 73.350 habitantes (IBGE, 2010).

A região de Chapadinha tem mostrado um grande crescimento do agronegócio monocultor, principalmente a soja, em decorrência da redução de áreas disponíveis no Sul do estado. De acordo com NOGUEIRA et al. (2014), a microrregião de Chapadinha corresponde a 78% da produção do Leste maranhense e, dentre os nove municípios que formam a microrregião, quatro municípios destacam-se, no tocante à produção de soja: Anapurus, Brejo, Buriti e Mata Roma; estes são responsáveis por 91% da área plantada na microrregião e correspondem a 74% do Leste Maranhense. A linha de produção da agroindústria da microrregião baseia-se fundamentalmente em casas de farinha e usinas de arroz, cuja transformação é voltada para a produção básica da microrregião como abastecimento do arroz e produção de farinha (GUIMARÃES, 2012).

O município de Chapadinha apresenta um rebanho de bovinos de 13.539, caprinos de 11.465 e ovinos de 2.182 cabeças, e o número de estabelecimentos agropecuários correspondem a 646, 684 e 100 unidades, respectivamente (IBGE, 2006). O sistema de produção segue o panorama brasileiro, atividades predominantemente a pasto, caracterizado pelo sistema extensivo, utilizando pastagens nativas e cultivadas. Os dados sobre a utilização das terras para pastagens no município de Chapadinha reportam valores referentes às: pastagens naturais (11.837 ha), pastagens plantadas degradadas por manejo inadequado ou por falta de conservação (1.008 ha) e pastagens plantadas em boas condições (incluindo aquelas em processo de recuperação)



(2.666 ha) (IBGE, 2006). Esses dados mostram que as pastagens não são bem manejadas, e que são oriundas da ausência de um planejamento adequado, acarretando em aumento nos custos de produção, diminuindo assim, o lucro obtido no produto final.

Subprodutos Regionais Com Potencial De Utilização Na Alimentação De Ruminantes

As forragens são, frequentemente, o principal ingrediente na dieta de ruminantes nos trópicos (ARCHIMÈDE et al., 2011) e sua utilização também reduz muito os custos de produção. Grande parte das pastagens que se encontram no Brasil é constituída por pastagens tropicais, que apresentam certa adaptação às condições climáticas adversas do nosso país. No entanto, a estacionalidade da produção, limita a disponibilidade de alimentos para animais ruminantes no período mais crítico, tornando necessário adotar procedimentos que possam contornar os problemas de escassez de alimentos no período de déficit hídrico.

Uma das formas de contornar esse problema é a utilização de subprodutos regionais, que seriam descartados no meio ambiente, como alimentos alternativos e de baixo custo, quando incluídos na alimentação dos ruminantes. Na Tabela 1 pode-se observar a composição da matéria seca (MS), os teores de proteína bruta (PB), e frações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de alguns dos subprodutos encontrados na microrregião de Chapadinha. Estes subprodutos apresentam grande potencial de inclusão na alimentação dos ruminantes, porém deverão ser realizadas análises e/ou estudos sobre seu potencial de produção de gases, principalmente o gás metano.

Os ruminantes têm papel relevante no aproveitamento de resíduos da agroindústria na sua alimentação. Abaixo estão descritas as principais culturas encontradas no Maranhão, com ênfase à microrregião de Chapadinha, bem como seus principais subprodutos com potencial para alimentação de ruminantes.

TABELA 1. Subprodutos regionais com potencial de

inclusão na alimentação de ruminantes

Subproduto	MS	PB	FDN	FDA	Autores
	(g/kg)		(g/kg)		
Casca da soja	926,0	154,5	607,4	468,1	Alcalde et al. (2009)
Palha da soja	960,0	35,0	791,0	594,0	Restle et al. (2000)
Palha do milho verde	230,7	75,0	726,7	347,5	Castro Filho et al. (2007)
Feno da parte aérea da mandioca*	872,3	190,7	658,8	505,7	Nunes Irmão et al. (2008)
Raspa integral da mandioca	904,0	36,0	135,0	68,0	Conceição et al. (2009)
Farelo do arroz	903,8	142,4	600,3	404,3	Kazama et al. (2008)
Bagaço de cana-de-açúcar	927,0	12,0	638,0	494,0	Murta et al. (2011)

*18 meses após Plantio.

Soja

A soja é uma cultura de grande importância econômica no Maranhão, e gera uma grande quantidade de resíduos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Após a extração do óleo, dois subprodutos são gerados: a casca da soja e o farelo de soja. A casca da soja ou casquinha da soja é um subproduto que pode substituir o grão de milho em rações para ruminantes. E o farelo de soja, é subproduto de maior utilização, como fonte protéica, na alimentação animal. ALCALDE et al. (2009) avaliaram a casca do grão de soja e concluíram que sua inclusão em níveis de até 75% nas rações de cabritos melhora a digestibilidade e o valor energético das dietas, mantendo-se a viabilidade econômica.

Outro subproduto oriundo da produção do grão de soja é a palha de soja, que fica no campo e quase não tem aproveitamento na alimentação animal. Trabalho conduzido por RESTLE et al. (2000) avaliaram a palha da soja na alimentação de terneiros de corte confinados. Estes autores destacaram a importância deste subproduto no Rio Grande do Sul, onde a relação da palhada com o peso do grão varia de 120 a 150%, mostrando que ficam nas lavouras mais de 6 toneladas de palha de soja, anualmente, só no Rio Grande do Sul. O Maranhão por ser um dos grandes produtores de soja do Nordeste, apresenta grande potencial para



avaliar esse subproduto e, a partir de então, determinar o nível adequado de inclusão na alimentação de ruminantes.

Milho

O milho é um dos principais ingredientes utilizados na alimentação animal, tanto o grão, como a planta inteira, na forma de silagem. A planta inteira é uma das principais espécies forrageiras utilizadas para ensilar, em razão de sua qualidade e facilidade de confecção da silagem de milho. Após a colheita do grão, palhadas são produzidas e podem ser aproveitadas e incorporadas na alimentação de ruminantes.

O produto industrial do beneficiamento do milho verde para conserva dá origem ao subproduto definido como palha do milho verde (PMV). Ele é constituído por palhas, sabugos, espigas inteiras refugadas e extremidades de espigas. CASTRO FILHO et al. (2007) avaliaram o valor nutritivo da palha de milho verde para bovinos e concluíram que esse subproduto apresentou um perfil interessante, para inclusão na alimentação de bovinos, quando comparados a outros alimentos considerados de boa qualidade.

Mandioca

A mandioca pode ser submetida a diferentes processos para obtenção de produtos destinados a alimentação animal, tanto integralmente quanto parcialmente, e se trata da principal fonte de renda dos agricultores familiares. Essa cultura tem grande importância social, principalmente no estado do Maranhão, que apresenta uma produção de 6%, assumindo a 4ª posição no ranking brasileiro (FAO, 2006), e contribui como uma das principais fontes de subsistência para as populações de baixa renda. É uma cultura que apresenta maior resistência à seca, possui um ciclo mais longo, o que lhe permite uma vantagem maior de recuperação diante das demais culturas anuais, como o arroz, o milho e o feijão. Cerca de 80% da produção de mandioca é destinada à indústria de farinha, principalmente na região Nordeste.

A parte aérea da mandioca, caracterizada como res-

to cultural, é desperdiçado durante a colheita ou no processo de apara, sendo deixada para incorporação ao solo resultando em adubo orgânico. Ela é constituída pelas hastes principais, galhos e folhas em proporções variáveis (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005). Dependendo da relação caule/folha ela poderá ser aproveitada, como alimento de significativo teor protéico. A raspa integral de mandioca, que consiste da raiz integral após desintegração e desidratação, pode ser incluída em dietas para terminação de ovinos em confinamento, sem comprometer o consumo de nutrientes, o ganho de peso e a conversão alimentar (CONCEIÇÃO et al., 2009).

Arroz

O arroz é um dos cereais de maior utilização na alimentação humana, e apesar do menor teor protéico, seus grãos possuem uma proteína de boa qualidade. No Estado do Maranhão, o arroz é produzido por pequenos agricultores, cujas propriedades rurais, cerca de 85%, têm menos de 100 ha (ARAÚJO, SOUSA & FERNANDES, 2003).

Durante o processo de beneficiamento do arroz com casca para obtenção do arroz branco, essa operação produz em média 8% de farelo de arroz, variando entre 4 e 12% do peso, apresenta elevado teor de MS, e possui baixo custo de aquisição. A composição química depende de fatores associados à própria constituição do grão ou ao processo de beneficiamento, além da variedade genética e das condições ambientais nas quais a planta foi cultivada (CARVALHO & BASSINELO, 2006).

Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é a principal cultura do Brasil, sendo este responsável por mais de 50% do açúcar comercializado no mundo. No Maranhão, o cultivo da cana-de-açúcar mostrou um aumento de 213% entre os anos de 2000 e 2007 (GONÇALVES, 2009). O bagaço da cana-de-açúcar, principal subproduto do processamento da cana-de-açúcar, pode ser usado como aditivo na confecção de silagens. A produção deste subproduto é elevada e pode acarretar em danos para o meio ambiente, por este resíduo não possuir local adequado de descarte. De acordo com RABELO et al. (2008) o bagaço da cana-de-açúcar



in natura, pode ser utilizado como fonte de fibra íntegra em até 15% da matéria seca da dieta, sem apresentar prejuízos no desempenho animal. O processo de moagem da cana-de-açúcar e consequente produção do bagaço acontecem justamente no período crítico no qual falta alimento para os animais, provocando diminuição no peso (MURTA et al., 2011).

Importância Do Valor Nutritivo Dos Alimentos Para Ruminantes

O estudo do valor nutritivo dos subprodutos oriundos da produção agrícola e da agroindústria na alimentação dos ruminantes é realizado em razão da necessidade de fornecimento de alimentos alternativos e viáveis economicamente, sem concorrência direta com a alimentação humana (ALCALDE et al., 2009). Os custos com alimentação dentro de um sistema de produção animal, geralmente são elevados, assim como a análise química dos alimentos. Porém, essas análises podem fornecer informações importantes sobre os fatores que podem limitar o desempenho animal (SENGER et al., 2005). O conhecimento do valor nutritivo de um determinado alimento utilizado na nutrição animal, além de ser a forma mais eficiente de identificarmos o teor de nutrientes, é também condição básica para a adoção de práticas de manejo que visem aumentar a produção animal.

O rendimento de animais ruminantes, de acordo com PASHAEI, RAZMAZAR e MIRSHEKAR (2010), é amplamente limitado pela qualidade da forragem, que reflete principalmente no menor consumo voluntário e sua digestibilidade. Logo, o conhecimento do comportamento dos alimentos durante sua degradação no rúmen é um fator importante para melhorar a utilização da dieta pelo animal (JOBIM et al., 2011). A qualidade da forragem está associada à fração fibrosa, que é necessária na forma efetiva para maximizar a função ruminal.

No entanto, os principais constituintes da composição química desses alimentos, em comparação às fontes convencionais de origem vegetal, consistem de carboidratos estruturais, principalmente celulose e hemicelulose, assim como do elevado teor de lignina (SILVA et al., 2017).

A avaliação de alimentos para animais ruminantes tem grande importância, principalmente quando se objetiva explorar ao máximo o desempenho animal. Os ruminantes são detentores de um sistema digestivo bastante peculiar, com características bastante definidas, que permite aproveitar os nutrientes contidos nos alimentos volumosos (carboidratos estruturais). Em outras palavras, estes animais têm a capacidade de converter alimentos de baixo valor nutritivo em proteína de alto valor biológico, tais como carne e leite.

Há um grande número de técnicas para avaliação de alimentos, seguidas de algumas modificações para melhoria nos resultados quando se objetiva estimar o valor nutritivo dos alimentos para animais ruminantes. Essas técnicas podem servir como base para exploração da pecuária, e assim pode auxiliar na melhoria dos índices zootécnicos com base no valor nutritivo dos alimentos. O valor nutricional de determinado alimento é quantificado a partir do conhecimento dos processos fisiológicos de digestão, absorção e metabolismo de nutrientes que ocorrem no animal. As técnicas *in vitro* de avaliação de alimentos para animais ruminantes permitem determinar a fermentação ruminal de uma ampla variedade de forragens (SILVA et al., 2003; MOREIRA et al., 2009).

Técnicas Para Quantificação De Metano

Existem diferentes técnicas que foram desenvolvidas objetivando avaliar as emissões de metano. A grande parte das estimativas de produção de CH₄ por ruminantes tem como base modelos que foram desenvolvidos a partir de informações e medidas cuidadosamente obtidas em experimentos com animais confinados, realizados em câmaras respirométricas, conduzidas para avaliar o valor energético das dietas (JOHNSON & JOHNSON, 1995). Conhecer os métodos de avaliação da produção de metano entérico é fundamental para obter um melhor entendimento sobre as emissões de metano pelos ruminantes. Essas emissões podem ser mensuradas por procedimentos *in vivo* e *in vitro*.

Métodos *in vivo*

Os métodos *in vivo* aplicados pelos principais grupos



de pesquisa sobre o assunto para quantificação da produção de metano entérico incluem o uso de câmaras respirométricas, onde os animais ficam alojados e os gases emitidos são coletados para análise (OLIVEIRA, 2015). No interior das câmaras possuem alimento e água, e também um local para depósito dos dejetos animais. As amostras do ar externo e interno da câmara são avaliadas quanto às concentrações de CH₄, O₂ e CO₂ para determinar o consumo de O₂ e a produção de CH₄ e CO₂ (OLIVEIRA, 2015). As câmaras de respiração são caras de se construir e operar e, naturalmente, não podem simular o animal que pasteja sob circunstâncias naturais. A vantagem dessa técnica é a precisão na quantificação de produção de gases e consumo de oxigênio pelo animal.

A principal vantagem da avaliação *in vivo* é a condição de ambiente normal onde é possível obter dados mais precisos sobre o valor nutritivo de um determinado alimento ou ração. Porém, o método *in vivo* é trabalhoso e requer um grande número de animais (ZICARELLI et al., 2011), comparadas as técnicas *in vitro*.

Método *in vitro*

A técnica *in vitro* de produção de gases (THEODOROU et al., 1994) é eficiente para se conhecer o valor nutritivo de alimentos por estimar os valores de digestibilidade aparente *in vivo* (MAURICIO et al., 1999). Segundo MOREIRA et al. (2009) essa técnica consiste basicamente em medir a produção total de gases liberada pela fermentação de uma amostra incubada em líquido ruminal tamponado ou a quantidade de AGV's produzidos dessa fermentação. O sistema *in vitro* de produção de gases fornece informações detalhadas sobre a cinética de fermentação ruminal de alimentos para ruminantes (THEODOROU et al., 1994). Esse sistema se fundamenta na manipulação dos microrganismos ruminais simulando seu ambiente natural, favorecendo seu crescimento e também na produção de seus metabólitos. De acordo com ABDALLA et al. (2008) essa técnica é bastante utilizada com a finalidade de avaliar o efeito de alimentos que possuem metabólitos secundários bioativos na fermentação

ruminal e degradabilidade da matéria orgânica, bem como, em estudos de emissão de metano.

O RUSITEC – Rumen Simulation Technique – é uma técnica descrita por CZERKAWSKI & BRECKENRIDGE (1977) que permite controlar as condições do ambiente ruminal por longos períodos de tempo. Consiste de um sistema de cultura de fluxo semicontínuo, de fácil construção e manipulação, e pode realizar até 4 réplicas experimentais ao mesmo tempo (CZERKAWSKI & BRECKENRIDGE, 1977). Com esse equipamento se estima a fermentação *in vitro*, que poderá ser mantida por várias semanas, em uma escala de tempo suficiente para permitir o estudo em longo prazo da possível adaptação da população microbiana.

O sistema de produção de gases *in vitro* e o Rusitec podem ser resumidos, basicamente, em três etapas: colheita de líquido ruminal e preparo da solução tampão; produção e armazenamento dos gases oriundos do processo fermentativo; e a análise qualitativa do gás produzido. Em ambos os sistemas *in vitro*, o procedimento de colheita de conteúdo ruminal é basicamente o mesmo. O conteúdo ruminal (frações líquida e sólida) será coletado antes da primeira refeição dos animais, via fístula ruminal e, armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C. A fração sólida será coletada com auxílio de pinça, acondicionada em sacos plásticos e mantidas em caixa térmica. Para obtenção do inóculo ruminal, as frações sólida e líquida serão homogeneizadas, em proporções iguais (50:50), durante 10 s, e filtradas em quatro camadas de tecido de algodão (BUENO et al., 2005). O inóculo será mantido a 39°C, saturado com CO₂ para manutenção da anaerobiose até a utilização (MAURICIO et al., 1999).

A amostragem dos gases oriundos da fermentação pode ser realizada entre o período de 4 e 24 horas após o início da incubação. Dependendo do objetivo experimental, esses períodos poderão ser fracionados ou não, e podem ser extrapolados por períodos acima de 24 horas de incubação. O metano poderá ser determinado por cromatografia,



utilizando-se um cromatógrafo de gases e ser calculado de acordo com o modelo matemático proposto por LONGO et al. (2006): $CH_4 \text{ mL} = (\text{gases total, mL} + \text{head space, 85 mL}) \times CH_4\%$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As palhadas produzidas das culturas após a colheita de grãos ou sementes podem ser aproveitadas e utilizadas na alimentação de ruminantes, assim como a utilização de subprodutos agroindustriais. Esses subprodutos têm grande potencial de utilização pelos ruminantes por sua abundância na região, no entanto, antes de sua inclusão na dieta dos animais, trabalhos de pesquisa científica devem ser realizados visando caracterizar e determinar o valor nutritivo; realizar estudos para quantificar a emissão de metano, objetivando a formulação de dietas com efeito de mitigação de metano; e realizar estudos relacionados à viabilidade econômica.

Estudos e/ou pesquisas relacionadas à nutrição de ruminantes não devem restringir seus resultados da avaliação de palhadas e/ou subprodutos agroindustriais apenas a dados relacionados ao desempenho animal e custo de produção. Esses resultados devem estar associados também, ao impacto destes materiais ao meio ambiente, tais como emissão de metano. O processo de eructação dos ruminantes, que libera metano, além de ser uma das formas de perdas de energia para o animal, é um dos contribuintes da emissão de gases do efeito estufa. Logo, conhecer bem o valor nutritivo, bem como o potencial de produção de gases, é uma das formas de formular dietas bem balanceadas, sem muitos efeitos negativos sobre a produção, e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A.L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-268, 2008.
- ALCALDE, C.R.; ZAMBOM, M.A.; PASSIANOTO, G.O.; LIMA, L.S.; ZEOULA, L.M.; HASHIMOTO, J.H. Valor nutritivo de rações contendo casca do grão de soja em substituição ao milho moído para cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2198-2203, 2009.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, set. 2005.
- ARAÚJO, E.S.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1281-1288, 2003.
- ARCHIMÈDE, H. et al. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. **Animal Feed Science and Technology**, v.166-167, p.59-64, 2011.
- BUENO, I.C.S. et al. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, p.95-105, 2005.
- CARVALHO, J. L. V.; BASSINELLO, P. Z. Aproveitamento industrial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Cap. 24. P. 1007-1042.
- CONCEIÇÃO, W.L.F.; FIGUEIRÊDO, A.V.; NASCIMENTO, H.T.S.; VASCONCELOS, V.R.; ALVES, A.A.; DANTAS FILHO, L.A. Valor nutritivo de dietas contendo raspa integral da mandioca para ovinos confinados. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 397-402, 2009.
- CZERKAWSKI, J.W.; BRECKENRIDGE, G. Design and development of a long-term rumen simulation technique (RUSITEC). **The British Journal of Nutrition**, v.38, p.371–384, 1977.
- FAO. Foundation Agricultural Organization, Roma: FAOSTAT Database Gateway – FAO. Disponível: <http://apps.fao.org> - Acesso: abril de 2006.
- GONÇALVES, D.B. Considerações sobre a expansão recente da lavoura canavieira no Brasil. **Informações Econômicas**, v.39, n.10, 2009.
- GUIMARÃES, A.G. **Dinâmica da soja no Cerrado da microrregião de Chapadinha-MA: sua inserção no município de Anapurus**. 2012. 130f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sócio-Espacial e Regional) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Produção Agrícola Municipal** 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.



- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da Federação**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/chapadinha/pesquisa/23/27652?detalhes=true&localidade1=211130>> Acesso em: 1 out. 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Efetivo dos Rebanhos**, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u2=1>>. Acesso em: 28 ago. 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal, v. 39, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/comentarios.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2014.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissions from livestock and manure management. In: Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tabane, K. (Ed.). **IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Hayama: IGES, p.747-846, 2006.
- JOBIM, C.C. et al. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Ciências Agrárias**, v.32, p.747-758, 2011.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n.8, p.2483-2492, 1995.
- KAZAMA, R.; ZEOULA, L.M.; IVANOR NUNES DO PRADO, I.N.; SILVA, D.C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.350-357, 2008.
- LONGO, C. et al. The influence of head space and inoculum dilution on in vitro ruminal methane measurement. **International Congress Series**, v.1293, p.62-65, 2006.
- MAURICIO, R.M. et al. A semiautomated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.321-330, 1999.
- MOREIRA, P. C. et al. Produção de ácidos graxos voláteis, avaliada pela técnica semiautomática in vitro, na dieta de ruminantes com diferentes fontes de carboidratos na fração volumosa. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.2, p.413-424, 2009.
- MURTA, R.M. et al. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.
- NOGUEIRA, V.F.B., NOGUEIRA, V.S., CORREIA, M.F., BRAGA, C.C. Variabilidade espaço-temporal da razão de mistura para estações do estado do Maranhão através da análise multivariada. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.7, n.5, p.978-989, 2014.
- NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R.; FERREIRA, J.Q.; RECH, J.L.; OLIVEIRA, B.M. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 158-169, jan/mar, 2008.
- OLIVEIRA, B.C. **Métodos de avaliação da emissão de metano na pecuária**. 2015. 40f. Monografia (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Estadual do Goiás, 2015.
- PASHAEI, S.; RAZMAZAR, V.; MIRSHEKAR, R. Gas production: A proposed *in vitro* method to estimate the extent of digestion of a feedstuff in the rumen. **Journal of Biological Sciences**, v.10, p.573-580, 2010.
- RABELO, M.M.A.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA JR., R.C.; GENTIL, R.S.; FERREIRA, E.M. Avaliação do efeito do bagaço de cana-de-açúcar in natura obtido por dois métodos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.698-704, 2008.
- RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; FLORES, J.L.C. Palha de soja (*Glycine max*) como substituto parcial da silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de terneiros de corte confinados. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 319-324, 2000.
- RIVERA, A. R.; BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; VELASQUEZ, P. T.; FRANCO, A. V. M.; FERNANDES, L. B. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com



aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.617-624, 2010.

SENGER, C.C.D. et al. Composição química e digestibilidade "*in vitro*" de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, p.1393-1399, 2005.

SILVA, K. T. et al. Utilização de fezes (eqüina ou bovina) em substituição ao líquido ruminal como fonte de inóculo para determinação da digestibilidade *in vitro* de alimentos para ruminantes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.2, p.355-361, 2003.

SILVA, R.N.P.et al. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n1, p.26-37, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000100004>.

THEOROROU, 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 kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.48, p.185-197, 1994.

ZICARELLI, F. et al. *In vitro* fermentation characteristics of diets with different forage/concentrate rations: comparison of rumen and faecal inocula. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, p.1213–1221, 2011.