



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV
CURSO DE AGRONOMIA

**A EMISSÃO DE GASES POR RUMINANTES E O
AQUECIMENTO GLOBAL: REVISÃO**

RAQUEL LIMA DE AZEVEDO

BRASÍLIA, DF

2018

RAQUEL LIMA DE AZEVEDO

**A EMISSÃO DE GASES POR RUMINANTES E O AQUECIMENTO
GLOBAL: REVISÃO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Cássio José da Silva

BRASÍLIA, DF

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Azevedo, Raquel lima de

AZ994e A EMISSÃO DE GASES POR RUMINANTES E O AQUECIMENTO GLOBAL:
REVISÃO.

/ Raquel lima de Azevedo; orientador Cássio José da Silva.

-- Brasília, 2018.

32 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Efeito Estufa. 2. Meio ambiente. 3. Ruminantes. 4. Gerenciamento Sustentável. I.
Silva, Cássio José da , orient. II. Título.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor: Raquel Lima De Azevedo

Ano: 2018.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

RAQUEL LIMA DE AZEVEDO

A EMISSÃO DE GASES POR RUMINANTES E O AQUECIMENTO
GLOBAL: REVISÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em: ____ de _____ de ____.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Cássio José da Silva
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Vidal Oliveira
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinador

Prof.^a Dr.^a. Fernanda Cipriano Rocha
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Mauro Mendonça e Rosileide Lima, que foram os maiores incentivadores, oferecendo sempre apoio e me mostrando que o caminho está nos estudos e em adquirir conhecimento, tornando esse diploma possível, vocês são o que possuo de melhor.

A minha avó Deolinda Lopes, e minha madrinha, Otília Lopes, por todo carinho concedido ao longo desses anos, e aos demais familiares, ressaltando Deus por mais uma conquista.

Ao meu Orientador, Dr. Cássio José da Silva, que logo se mostrou um professor incrível, muito obrigada pela ajuda e paciência oferecida!

Aos examinadores, Dr. Rodrigo Vidal Oliveira, com quem tive o prazer de aprender mais sobre nossa vasta área profissional, e à Dra. Fernanda Cipriano Rocha, por agregar valor nessa banca examinadora.

Ressaltando todos os professores, colaboradores da Universidade de Brasília que, de alguma forma, me engrandeceram nessa jornada de Engenheira Agrônoma.

Aos amigos que fiz durante o percurso e me serviram de aprendizado e apoio, tornando esta caminhada mais tranquila.

É complicado lembrar todos que, de alguma maneira, me fizeram vencer essa jornada, porém, deixo, aqui, os meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Emissões globais de gado cadeias de suprimento por categoria de emissões.	12
Figura 2 – Representação do SGA segundo a ISO 14001	14
Figura 3 Esquema do efeito estufa na superfície terrestre.....	15
Figura 4 - Estimativas globais de emissões por espécie de ruminante *.....	18
Figura 5 - Canga para estimativa de produção de CH ₄ . Fonte: Circular Técnica da Embrapa.	19
Figura 6 - Variação regional na produção de carne bovina e intensidades de emissão de GEE.	20
Figura 7 - - Possíveis locais de manipulação microbiana para redução da emissão de metano por ruminantes	23
Figura 8- Relação entre emissões de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono e produção por vaca.....	25

RESUMO

Azevedo, Raquel Lima de, **A emissão de gases por ruminantes e o aquecimento global: revisão** 2018. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília-UnB.

O trabalho de pesquisa aborda, como tema, sobre os ruminantes, com foco principal da bovinocultura, de serem responsáveis, no Brasil, e no mundo, por grande parte da emissão de gases de efeito estufa (GEEs), dentre esses, o gás metano (CH_4), formado, em quase toda sua totalidade, por meio da fermentação entérica dos animais, e óxido nitroso, pela excreção de dejetos. O objetivo geral visa identificar qual a contribuição dos ruminantes para o aquecimento global e as formas de mitigação dos gases denominados de efeito estufa, produzidos durante o processo de fermentação ruminal. Especificamente, analisar quais são os efeitos reais dos gases produzidos por ruminantes nas mudanças climáticas; avaliar se há possibilidade de as técnicas de manejo de pastagens e de alimentação contribuírem para a redução da produção dos gases de efeito estufa (GEEs), provenientes da fermentação ruminal; apresentar, de acordo com o impacto mensurado, as tecnologias disponíveis no setor agropecuário para solucionar a problemática. A metodologia adotada foi a revisão bibliográfica, consultando-se documentos secundários dispostos em livros, artigos e materiais disponíveis na internet. Concluiu-se que a produção desses gases representa perdas energéticas as quais resultam em menor eficiência e produtividade para os ruminantes, deve-se adequá-las para as mudanças no manejo e alimentação, para que se possa resultar em redução das emissões por unidade de produto produzido, salientando sobre a associação entre intensificação e recuperação das pastagens e seu potencial de mitigação. É consenso na literatura o questionamento sobre a divergência do tema ao se retratar o aquecimento global e suas argumentações quanto à capacidade de mudar o padrão climático da Terra associado à emissão dos gases de efeito estufa pela produção de dejetos dos ruminantes.

Palavras-chave: Efeito Estufa. Meio ambiente. Ruminantes. Gerenciamento Sustentável.

ABSTRACT

Azevedo, Raquel Lima de, **The emission of gases by ruminant animals and global warming: review**. 2018. Monograph (Agronomy bachelor degree). Universidade de Brasilia-UnB.

As a theme, the research focuses on ruminants, as the main focus of cattle breeding, of being responsible, in Brazil, and in the world, for a large part of the emission of greenhouse gases (GEEs), among them methane gas (CH₄), formed almost entirely by the enteric fermentation of the animals and nitrous oxide by the excretion of manure. The general objective is to identify the contribution of ruminants to global warming and the mitigation of greenhouse gases produced during the ruminal fermentation process. Specifically, to analyze the real effects of gases produced by ruminants on climate change; to evaluate if there is a possibility of pasture and feeding management techniques to contribute to the reduction of the production of greenhouse gases (GEEs) from ruminal fermentation; present, according to the measured impact, the technologies available in the agricultural sector to solve the problem. The methodology adopted was the bibliographical review, referring to secondary documents arranged in books, articles and materials available on the internet. It was concluded that the production of these gases represents energy losses that result in less efficiency and productivity for ruminants, they must be adapted to the changes in handling and feeding, so that it can result in reduction of emissions per unit of product produced, emphasizing the association between pasture intensification and recovery and its mitigation potential. It is a consensus in the literature to question the divergence of the theme in portraying global warming and its arguments about the ability to change the Earth's climate pattern associated with the emission of greenhouse gases by the production of ruminant waste.

Keywords: Greenhouse Effect. Environment. Ruminants. Sustainable Management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 ASPECTOS GERAIS.....	12
2.2 GASES PRODUZIDOS POR RUMINANTES NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ...	14
2.3 A FORMAÇÃO DOS GEES ORIUNDOS DA FERMENTAÇÃO ENTÉRICA DOS RUMINANTES	17
2.5 MÉTODOS DE MANIPULAÇÃO RUMINAL	22
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de uma sociedade, atrelado às tecnologias presentes em um mundo globalizado, pelas quais promovem, de um lado, as mudanças necessárias para adequação às necessidades humanas, por outro lado, requerem cada vez mais a utilização dos recursos naturais. Essa utilização pode comprometer o meio ambiente quando há uma devastação predadora e progressiva, por meio de vários agentes tais como poluição, gases de efeito estufa, extinção da fauna e flora, dentre outros.

O efeito estufa é conhecido, na evolução terrestre, desde a era glacial até chegar aos dias atuais, e a percepção de temperaturas mais altas é referida, pois mexe com o ciclo global da água, fauna e flora. Por conta da crescente interceptação e irresponsabilidade do homem em gerir os bens naturais, precisa-se trabalhar, de forma eficaz, na produção de alimentos, aliada à sustentabilidade, em todos os aspectos.

Sobre o efeito estufa natural, a atividade antrópica modificou os processos ambientais naturais provocando a absorção dos raios ultravioletas (UV) pela camada de ozônio (O₃) incrementando continuamente concentrações atmosféricas de gases como: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluorcarbonos (CFCs) e os demais gases de efeito estufa (GEEs), podendo provocar o superaquecimento da Terra (SILVA; PAULA, 2009).

Dessa feita, a relação dos impactos ambientais e a produção animal vêm gerando mais pesquisas com relação às mudanças climáticas mundiais, e os animais ruminantes participam diretamente desse processo. Os ruminantes passam por um processo digestivo de fermentação entérica, que são fonte de emissão de gás metano (CH₄), ao qual é gerado durante o processo digestivo do alimento, refletindo em baixa eficiência na produção animal.

De uma forma econômica, o país possui um dos maiores rebanhos comerciais do mundo e utiliza muito o gênero de pastagem de *Brachiaria* em sua dieta que, quando mal manejada, leva a maior produção de CH₄. Hoje, tem-se uma maior mobilização para as questões ambientais, tendo mitigações na pecuária como um grande foco de pesquisas (MACHMÜLLER; SOLIVA; KREUZER, 2003).

Há uma preocupação, em âmbito mundial, e como o maior desafio deste século, de se preservar a natureza e buscar soluções para o gerenciamento que a escassez de recursos naturais possa comprometer a sobrevivência da raça humana por sua interferência sem prevenção ou falta de cuidado em não se causar mais danos. É consenso à necessidade do

homem, frente às demandas sociais, e no desenvolvimento sustentável, preocupar-se com a sustentabilidade do planeta onde vive.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo identificar qual a contribuição dos ruminantes para o aquecimento global e as formas de mitigação dos gases denominados de efeito estufa, produzidos durante o processo de fermentação ruminal.

Especificamente, analisar quais são os efeitos reais dos gases produzidos por ruminantes nas mudanças climáticas; avaliar se há possibilidade de que as técnicas de manejo de pastagens e de alimentação contribuam para a redução da produção dos gases de efeito estufa (GEEs), provenientes da fermentação ruminal; apresentar, de acordo com o impacto mensurado, as tecnologias disponíveis no setor agropecuário para solucionar a problemática.

A metodologia utilizada fundamentou-se em Gil (2010) e trata-se de uma pesquisa bibliográfica baseando-se em vários autores por meio de estudos de livros, artigos e materiais dispostos na internet para a construção do referencial teórico como fonte secundária.

Utilizou-se a abordagem da pesquisa exploratória, pois está interessada em descobrir e observar fenômenos de determinado grupo, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los tendo em vista que a pesquisa visa explorar o impacto da produção de gases do efeito estufa (GEEs) por ruminantes (GIL, 2010).

2. REVISÃO DE LITERATURA

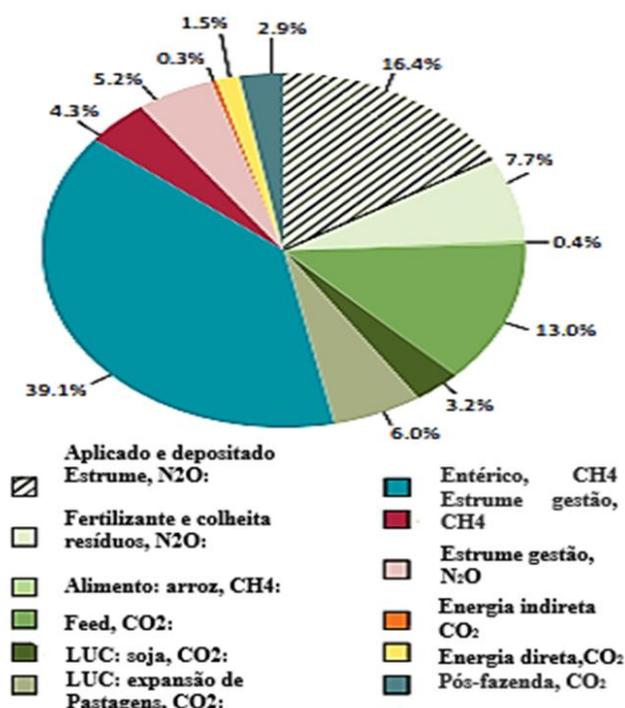
2.1 ASPECTOS GERAIS

Atualmente, a produção agrícola mundial vem encarando novos obstáculos relacionados às mudanças climáticas, crescimento populacional, crises hídricas e perdas de áreas agricultáveis que estão intimamente ligados às atividades agropecuárias. Com isso, há uma grande preocupação para que os atuais modelos de produção sofram mudanças de manejo e nos sistemas utilizados.

Nesse cenário, surgem apelos para que seja difundida mundialmente a concepção de Agricultura Sustentável. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2013), a agricultura sustentável pode ser definida como o manejo e a conservação dos recursos naturais, com utilização de tecnologia adequada, que seja socialmente justa e economicamente viável, de forma que as necessidades humanas sejam atendidas sem afetar gerações presentes e futuras.

Na Figura 1, pode-se obter embasamento percentual das categorias que emitem gases de efeito estufa e analisar os setores que contribuem para esse efeito.

Figura 1 - Emissões globais de gado cadeias de suprimento por categoria de emissões



Fonte: FAO (2013, p. 17).

No setor agrícola, o aumento da criação de animais, conseqüentemente, eleva-se a produção de dejetos. Esses dejetos, quando tratados de maneira inadequada, podem levar à contaminação e danos ao meio ambiente e trazer prejuízos à saúde humana por meio da transmissão de doenças (SOUZA et al. 2004).

As espécies de ruminantes produzem entre 80 e 103 milhões de toneladas de gás metano por ano, o que representa 25% do gás produzido globalmente. Surgem, então, avaliações de monitoramento, organizações que discutem tomadas de decisões e métodos para a utilização do solo e o manejo correto de animais e culturas; além de várias instituições de pesquisa envolvendo a mensuração de gases em ecossistema ruminal no mundo (HOWDEN; REYENGA, 1999).

No Brasil, dado às suas dimensões territoriais e abundância de recursos naturais, fauna e flora, cresceu a preocupação em proteger o seu ecossistema de forma eficiente e segura. Tal preocupação refletiu diretamente na construção de normativos legais (ISO 14001) na perspectiva em manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado e evitar que interesses econômicos e a ocupação desordenada do solo destruam-no por meio de atividades antrópicas (NASCIMENTO, 2011).

Ainda, nessa escalada de preocupação e proteção, surgiu a administração ou gestão ambiental, com diretrizes e atividades de operacionalização por meio de planejamento, direção, controle, alocação de recursos, dentre outros, desenvolvendo-se ferramentas gerenciais e de controle (NASCIMENTO, 2011).

Sendo assim, criou-se um Sistema de Gestão Ambiental – SGA, conforme demonstra-se na figura 2, a fim de minimizar e controlar ações provocadas pelo homem, visando saná-las ou prevê-las em ações futuras no controle dos seus efeitos sobre o meio ambiente e devem estar em conformidade com o que determina a Organização Internacional de Normatização – ISO cujas características tratam-se de práticas gerenciais para implantação de princípios e procedimentos para alcançarem a certificação ambiental.

Figura 2 – Representação do SGA segundo a ISO 14001



Fonte: MENEGUETTI (2012, p. 44).

Na Constituição Federal, de 1988, tem-se um capítulo próprio, o Art. 225, reservado à proteção ambiental, dentro dos direitos sociais, para que as presentes e futuras gerações possam conviver harmonicamente com a natureza. Com essa linha de proteção ambiental, garante-se o direito à vida fazendo com que o Poder Público intervenha para promoção da sustentabilidade do planeta, por força da lei, que tais atividades econômicas e sociais não interfiram neste processo natural (MARQUES, 2011).

2.2 GASES PRODUZIDOS POR RUMINANTES NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O efeito estufa é um processo natural e decorre de um fenômeno climático causador do aumento da temperatura média superficial do planeta Terra em virtude de causas internas, devido às alterações climáticas variáveis sendo que as causas primárias não lineares podem ser, de acordo com Silva e Paula (2009, p. 43) “[...] a atividade solar, a composição físico-química atmosférica, o tectonismo e o vulcanismo”.

Em relação às causas externas, estas envolvem as atividades antropogênicas, segundo Silva e Paula (2009, p. 43), como “[...] emissões de gases-estufa por queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão e derivados de petróleo, indústrias, refinarias, motores, queimadas”, dentre outros.

O efeito dos GEEs se dá com a absorção dos raios ultravioletas (UV) pela camada de ozônio (O₃), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e vapor d’água

(H₂O) irradiando parte da energia de volta à superfície e essa recebe quase o dobro de energia da atmosfera do que a gerada pelo sol (absorção de 30%) chegando a aquecê-la em torno de 30°C. Esse aquecimento global causado pelo aprisionamento na atmosfera de parte do calor gerado pela interação da luz solar com a superfície terrestre é o que provoca o efeito estufa (SILVA; PAULA, 2009).

Sem esse processo, o fenômeno tratado, não agindo de forma natural, não permitiria que a vida na Terra fosse possível, pois se calcula que a temperatura na Terra seria menor do que a temperatura média na qual se vive hoje. O principal gás do efeito estufa é o vapor d'água troposférico advindo de fatores naturais como evapotranspiração e atividade vulcânica relatado como responsável por 80% do efeito estufa natural (DUXBURY, 1995; SMITH et al., 2003). Na figura 3, abaixo, demonstra-se a dinâmica do esquema do efeito estufa.

Figura 3 Esquema do efeito estufa na superfície terrestre



Fonte: SILVA; PAULA (2009, p. 43).

No relatório, de 2007, apresentado pelo Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), também denominado de IPCC-AR4, informou-se o crescimento da temperatura média nos continentes podendo atingir entre 1,8°C e 4°C até o ano de 2100 (projeção de estudo entre os anos de 1990 até 2100). Discorre-se sobre o aumento da concentração atmosférica devido ao acúmulo de CO₂, CH₄ e N₂O, na troposfera, levando-se

em consideração a queima de combustível fóssil e mudanças de uso da terra (LUC – Land-Use Change), sendo o metano e o óxido nitroso advindo principalmente da agricultura (MOLION, 2007).

Nesse ínterim, gera-se uma construção problemática a partir do pressuposto do que se pode surgir com esse fenômeno, tendendo ao aumento do volume de água nos oceanos - devido ao degelo das calotas polares - dizimando boa parte da superfície de solos, salinização, mudanças nas precipitações de chuvas, dentre outros aspectos não menos problemáticos (MOLION, 2007).

Dessa feita, obtém-se a ideia de o aquecimento global ter ocorrências por ações humanas, entretanto, tem os que concordam que esse aquecimento decorre de uma ação natural e faz parte do processo da Terra e, com base nessas pesquisas, aborda-se um contraponto crítico a respeito desse fenômeno.

Essa distorção de temperatura é um processo normal que, a partir de agentes externos como: oscilações da atividade solar, vulcânica, e dos parâmetros orbitais terrestres e internos, assim como também variações que dependem da superfície dos oceanos e cobertura das nuvens, por exemplo, tem-se o sol como o grande influenciador de fonte de energia para a ocorrência de processos físicos e coloca, assim, a ação do homem como um pequeno influenciador dessas alterações climáticas (MOLION, 2014).

Alguns estudos defendem pontos que contrapõem o IPCC - achando-o mais político do que propriamente científico - em relação às mudanças climáticas, segundo destaca Felício (2014, p. XX) e uma delas diz “[...] a composição da atmosfera da Terra é dividida entre 78% Nitrogênio, 21% Oxigênio, 0,7% Argônio e todos os outros gases são chamados traços. O CO₂ possui a participação de 0,033% de todos eles, aqui inclusos os humanos.”, diminuindo totalmente a responsabilidade e impacto dos GEEs no controle do clima terrestre, além de mostrar a importância do carbono para a existência e produção vegetal e conseqüentemente mais alimento.

Ressalta-se que temperaturas maiores já aconteceram, e muito se é dito sem comprovação, para possíveis surgimentos de impostos, coação dos direitos civis e a globalização dos recursos naturais mundiais que, por fazerem parte de painéis legítimos, acarreta em justificativas plausíveis e Schneider (1987) esclarece:

Para capturar a imaginação do público, devemos oferecer cenários amedrontadores, fazer afirmações simplificadas e dramáticas, e fazer pouca menção de quaisquer dúvidas que possamos ter. Cada um de nós deve decidir qual é o balanço correto entre ser eficiente e ser honesto (SCHNEIDER, 1987).

Nenhuma das pesquisas revisadas, no presente trabalho, conseguiu, de forma concreta, justificar o gás metano como responsável pelas mudanças de temperatura, mas o IPCC e o conjunto de 2.500 cientistas atribuem ao metano a responsabilidade pelas emissões, ficando o questionamento sobre o tema e como, então, responsabilizar a agricultura e a emissão de gases pelos ruminantes.

2.3 A FORMAÇÃO DOS GEES ORIUNDOS DA FERMENTAÇÃO ENTÉRICA DOS RUMINANTES

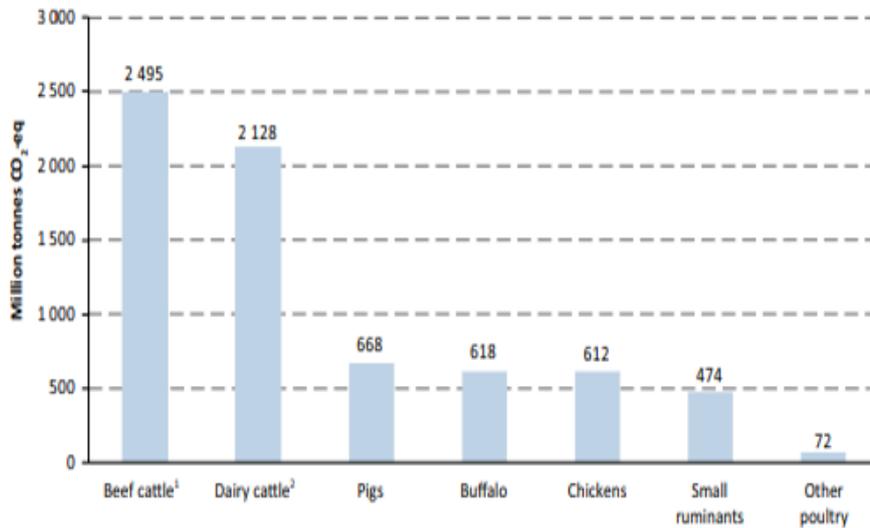
É consenso nos meios científicos que os efeitos naturais dos GEEs nos ecossistemas naturais e em agro-ecossistemas mundiais sofrem influência antrópica, porém, é contraditório afirmar se as temperaturas que vêm alterando-se são em decorrência exclusivas dessas atividades. O efeito antropogênico no solo deriva-se de vários processos degradativos sendo o biológico o de maior influência quanto à emissão de CO₂, N₂O, NO_x e clorofluorcarbonetos (CFCs). Dessa forma, tem-se o fator de redução de GEEs, para o influxo de CH₄, quando se usa o adequado manejo, uso e sistemas do solo diminuindo e/ou aumentando-se, assim, os drenos de carbono (CARVALHO, 2009).

A bovinocultura detém cerca de 218,23 milhões de cabeças de gado, (IBGE, 2016) e é responsabilizada pela emissão de CH₄, CO₂, CO, N₂O. O primeiro é liberado em condições anaeróbica (dejetos), na ordem, os dois primeiros gases são gerados a partir da queima de biomassa como florestas, cerrados e pastagens, os que se igualam aos efeitos indiretos do fogo são os óxidos (nitroso ou de nitrogênio). Enquanto por ruminantes herbívoros, a emissão tem a maior ocorrência no rúmen (LIMA, 2002).

Dados do Segundo Inventário Nacional de Emissões de GEE (BRASIL, 2009), no ano de 2005, a agropecuária foi citada por 22% do total das emissões de metano no Brasil. E as emissões agrícolas foram responsabilizadas por 14% das emissões de GEEs (FAO, 2006) diante uma produção média de 150 a 420 litros de CH₄/dia para os bovinos e nos ovinos por volta de 25 a 55 L/dia.

Segundo Czerkawski (1969) e Holter e Young (1992) sobre essa diferença, deve-se levar em conta as espécies, suas formas sistematizadas de criação e suas raças. Na figura 4, pode-se aferir as estimativas por espécies inclusas, tanto para comercialização de alimento, quanto para bens de serviço. Na categoria de ruminantes, os maiores poluentes são os de gado de corte e de leite.

Figura 4 - Estimativas globais de emissões por espécie de ruminante *



*Inclui as emissões atribuídas a produtos comestíveis e a outros bens de serviço, como força de tração e lã

1 Produção de carne e produção não comestíveis

2 Produzir leite e carne, bem como saídas não comestíveis

Fonte: GLEAM, 2013, p. 16.

O processo do sistema digestório do ruminante é complexo e, após ingestão, o alimento segue para o rúmen, ou pré-estômago, o qual contém microrganismos como bactérias (cerca de 70-80% da biomassa bacteriana ruminal aderida no rúmen), protozoários (maior parte ciliados) e fungos. Após o processo de ingestão do alimento, dispõe-se de um meio constante de substratos que são retidos para que os componentes da dieta sejam degradados e fermentados pelos microrganismos ruminais (OLIVEIRA, ZANINE; SANTOS, 2007). A adaptação e especificação são dependentes da dieta e da taxa de passagem do que propriamente da espécie de animal hospedeiro, sendo ou não ruminantes.

Há pesquisas realizadas para aferir a quantidade de CH₄ expelida, podendo ser em câmaras fechadas nas quais transpassa uma quantidade calculada de ar, pelo animal e, no final, coleta-se as diferenças entre os gases iniciais e finais para um balanço gerado nas condições impostas. Importante salientar que necessita de animais mais bem preparados para o processo.

Enquanto há tratamentos sucedidos (modificado para ser introduzido, no Brasil, por Primavesi et al. 2004), chamado de gás traçador (SF₆) e que gera menos desconforto aos ruminantes, sendo este mostrado na figura 5. O focinho, pelo o qual ocorre a eructação e expiração, por meio de regulação no cabresto (equipado por um tubo capilar) conectado em cangas (câmaras de pressão negativa que absorve e armazena), que passam brevemente no

vácuo e, após, é aferido por cromatografia gasosa, quantifica-se o CH₄ gerado, compreendendo melhor sobre a eficiência de energia (JOHNSON, JOHNSON, 1995; PRIMAVESI et al., 2004)

Figura 5 - Canga para estimativa de produção de CH₄.

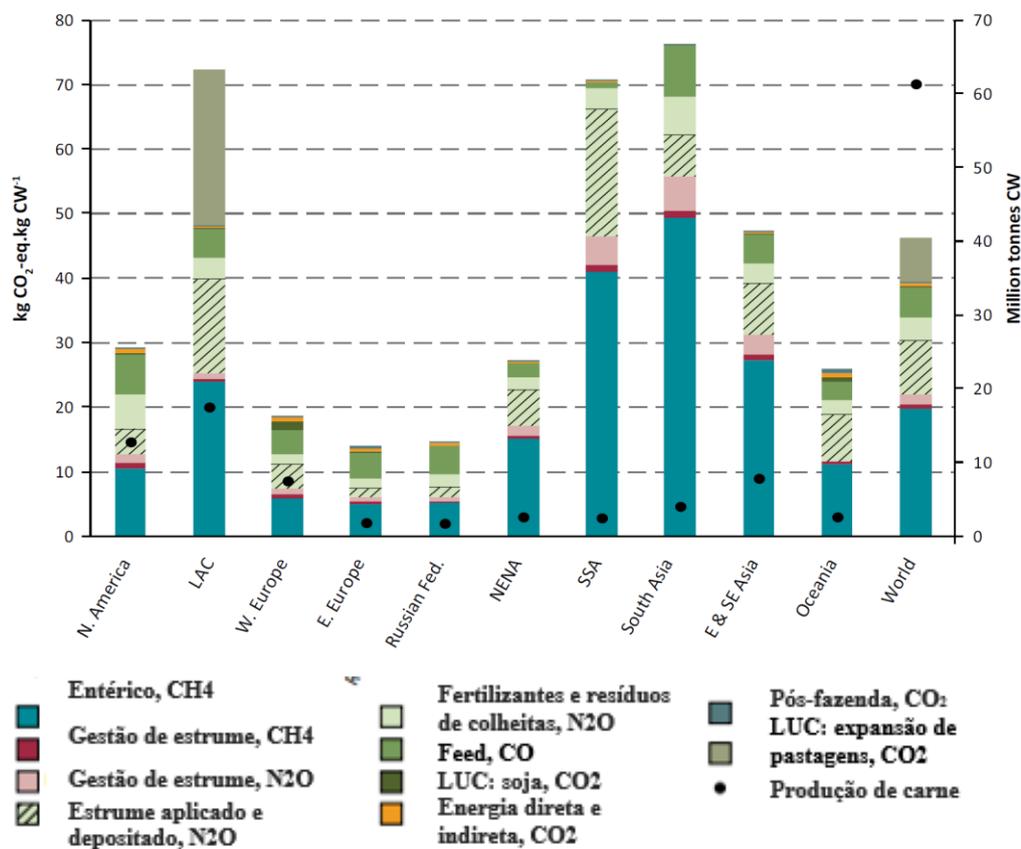


Fonte: Circular Técnica da Embrapa, 2004, p. 1.

O gás ruminal produzido na fermentação entérica é constituído por cerca de $\frac{2}{3}$ de CO₂ e $\frac{1}{3}$ de CH₄, além de uma pequena fração de outros compostos como H₂, H₂S, N₂ e O₂. Uma parte do metano pode ser absorvida pelo epitélio ruminal, tendo sua entrada na circulação e saída pelos pulmões, porém a maior parte sai juntamente com outros gases durante a eructação ou flatos (LIMA, 2002).

A figura 6, a seguir mostra a variação regional na produção e intensidade de gás gerado por diversas localidades e expressividade por diferentes tópicos que leva a essa emissão.

Figura 6 - Variação regional na produção de carne bovina e intensidades de emissão de GEE



Fonte: GLEAM (2011, p.48).

Os microrganismos, com foco para o grupo *archaea*, que também são encontrados nos lagos, mares salinos, campos de arroz inundado, têm, como produto final do metabolismo, o metano que é oriundo da junção de hidrogênio e dióxido de carbono. Trata-se de um componente que representa perda de energia o qual se pode converter em prejuízo financeiro ao produtor.

O Grupo Australiano *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) desenvolveu uma substância contra essas bactérias, testada em carneiros, o que não gerou resultados significativos, pois, após duas aplicações, a redução foi de apenas 8% e o número de bactérias atingidas foi muito baixo; outra possibilidade seria na diminuição da quantidade de volumoso de baixa qualidade na alimentação, pois o gás metano surge principalmente na dieta contendo altos níveis de celulose (LIMA, 2000).

Essas interações podem ser de competição, entre aquelas que utilizam um mesmo substrato, ou de interdependência, em que o produto da degradação de uma espécie bacteriana é utilizado por outra, assim como são relativamente especializadas na utilização de algum tipo de substrato, enquanto outras são relativamente generalistas e metabolizam uma grande

variedade de moléculas diferentes (LIMA, 2000). Dessa feita, percebe-se que é praticamente impossível a manipulação ruminal para completa eliminação da produção de GEE, pois se trata de um processo natural que ocorre tanto em animais de produção como em ruminantes selvagens, sendo, portanto, indispensável para a sobrevivência destes animais.

2.4 POSSIBILIDADES DE TÉCNICAS DE MANEJO DE PASTAGENS E DE ALIMENTAÇÃO CONTRIBUÍREM PARA A REDUÇÃO DOS GEES ORIUNDOS DA FERMENTAÇÃO RUMINAL

Entre os gargalos ambientais, pode-se destacar o aumento gradativo de temperatura que é o resultado de crescentes concentrações de gases na atmosfera, ocasionando o efeito estufa. Estudos relatam que as atividades agrícolas têm participação na emissão de gases, podendo ser por meio de queimadas, consumo de combustíveis fósseis, degradação de pastagens e na produção de insumos (VIEIRA; ZOTTI; PAULINO, 2010).

No cenário mundial, aproximadamente dois terços da área agricultável é coberta por pastagens. No território nacional, cerca de 20% de toda área agrícola possui cobertura vegetal, sendo representada em 85% com a presença de braquiárias. Contudo, estima-se que 30% das pastagens disponíveis se encontram em estado de degradação. Esse fato implica diretamente na redução da produtividade, diminuição percentual de matéria orgânica, contribuindo significativamente para a redução na retenção de carbono na pastagem (PAULINO; TEIXEIRA, 2009).

A mitigação das emissões podem diminuir 3% por conta das dietas concentradas, 2% por conta de aditivos nutricionais e até 3% pela seleção genética, ou seja, pode-se chegar a um total de 8%, porém, a demanda por alimento aumenta principalmente nos países desenvolvidos. Isso fez com que o consumo passasse de 11 kg *per capita* por ano para 24 kg (nos países desenvolvidos), mesmo com ações voltadas à redução de metano, o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) presume que as emissões de metano por meio da pecuária devem crescer 60% até 2030, fato inteiramente relacionado à expansão dos rebanhos (MORILHAS; SCATENA; MACEDO, 2009).

O manejo adequado das pastagens está frequentemente em destaque, devido à possibilidade de contribuírem na diminuição do efeito estufa, quando atuam favoravelmente retendo carbono. As quantidades de resíduos aplicados à superfície do solo junto com as condições de fertilidade disponíveis influenciam gradativamente no sequestro de carbono (ZOTTI; PAULINO, 2009).

Reduzir a quantidade de fertilizantes com a lotação animal modera as emissões de CH₄ e N₂O, considerando a unidade de área, porém, esta metodologia altera o balanço de sequestro de carbono pelo solo. Logo, é aceito que a quantidade de emissões prejudiciais ao ecossistema é constantemente compensada pelo sequestro de carbono (ZOTTI; PAULINO, 2009).

O objetivo de um manejo de pastagens adequado é otimizar a produção animal por área e aperfeiçoar a distribuição e eficiência estacional das forragens. A metodologia pertinente ao manejo inclui: período de descanso, altura do piquete, os resíduos pós-pastejo e tempo destinado à ocupação dos ruminantes. As técnicas devem ser aplicadas conforme as características climatológicas do local, a espécie de forrageira adotada, além do tipo de solo e categoria do animal. A taxa de lotação apropriada está relacionada à máxima perenidade aliada à produção de qualidade, com maiores produtividades animal (PAULINO; TEIXEIRA, 2009).

2.5 MÉTODOS DE MANIPULAÇÃO RUMINAL

O processo de fermentação ruminal é o resultado de complexas interações ecológicas entre diversas espécies de microrganismos e a funcionalidade do conjunto é influenciada pelas peculiaridades de cada hospedeiro aliada à composição alimentar de cada dieta (YOKOYAMA et al., 1993).

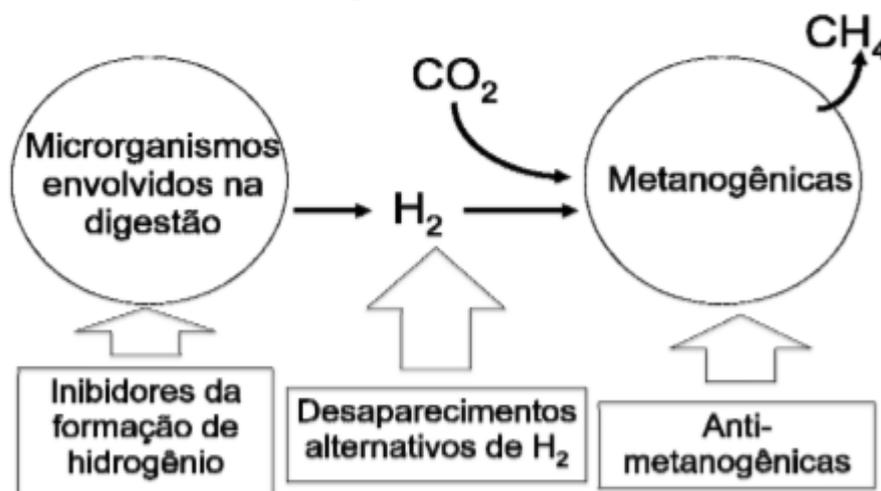
Os produtos prevaletentes no processo ruminal de fermentação englobam proteínas microbianas, amônia, ácidos orgânicos voláteis (AOV) e a formação dos gases H₂, CO₂ e CH₄. Dentre a formação de produtos, alguns colaboram como fonte de energia e nitrogênio para o ruminante e outros estão relacionados com perdas dietéticas, geralmente ocasionando indesejáveis liberações de gases de efeito estufa (VAN SOEST, 1994).

O objetivo de manipular a fermentação ruminal está associado com a necessidade de ampliar a eficiência dos alimentos com aumento de produtividade animal, além de procurar diminuir as perdas no decorrer da fermentação, a manipulação visa também colaborar para que haja menores impactos ambientais exercidos pela atividade agropecuária. Considerando a forma prática da metodologia, o principal objetivo, de fato, é promover estratégias que possam aprimorar a eficiência da fermentação de modo que o pH ruminal seja mantido em condições neutras, com estabilidade (NAGARAJA, 2003).

Os procedimentos estratégicos para alcançar os objetivos mensurados envolvem técnicas de manejo e alimentação adequada dos ruminantes, incluindo também a utilização de

substâncias químicas, que são denominados aditivos, atuando na microbiota do rúmen (MANTOVANI; BENTO, 2013). As possíveis rotas de manipulação do rúmen serão apresentadas na Figura 7.

Figura 7 - Possíveis locais de manipulação microbiana para redução da emissão de metano por ruminantes



Fonte: JOBLIN (1999, p. 31).

Dentre as técnicas abordadas em um manejo eficiente evidencia-se o fornecimento de dietas completas, alterando-se a frequência da alimentação a partir do fornecimento de fibras e lipídeos (MANTOVANI; BENTO, 2013). De acordo com o contexto, pode-se citar a utilização da dieta fundamentada em:

- Alimentos Concentrados: Estudos apontam que o aumento de fornecimento de concentrados reduz a produção de CH_4 de 9,2% para 5,3%, reduzindo a emissão do metano em aproximadamente 3%. Fornecer uma dieta rica em amido proporciona a restauração de enzimas na via do acrilato, favorecendo a produção de propionato, já que ocorre uma concentração maior de carboidratos não fibrosos, modificando a população do rúmen (JOHNSON; JOHNSON, 1995). Dietas que possuem em torno de 90% de alimentos concentrados apontam valores menores de pH ruminal, concentrações maiores de AOV e uma relação diminuta entre acetado: propionato (2,24 vs 4,12), considerando a comparação entre animais expostos à dieta de alimentos volumosos (RUSSELL; STROBEL, 1998).
- Forragens: Quando é considerada na dieta, a utilização de forrageiras com maior maturidade fisiológica, a concentração de CH_4 tende a aumentar. O fornecimento de

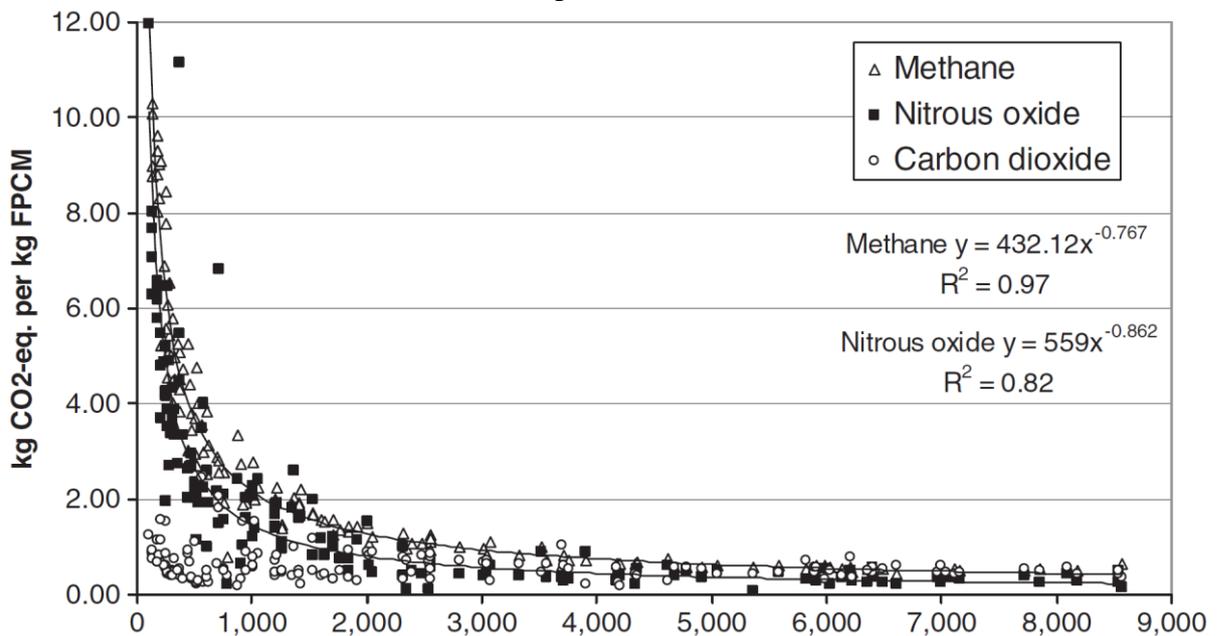
leguminosas resulta geralmente em quantidades menores de CH₄ entérico, pois há uma facilidade digestiva maior, já que reduz o tempo de retenção digestiva, aumenta os teores de propionato e o consumo voluntário (energeticamente favorável) (MANTOVANI; BENTO, 2013). Reduzindo a oferta de forragem com lotação contínua ou diminuindo o período de descanso com lotações intermitentes, será possível manter um balanço eficaz entre o crescimento do pasto, o consumo e o desempenho (COSTA et al., 2004).

- Adição de Lipídeos: por não servir de fonte energética para as bactérias, reduz as atividades metanogênicas pela presença de AGVs (gerando efeito tóxico) (MAIA et al., 2007). Foi visto diminuição de metano (g/kg de matéria seca ingerida), em estudos com óleo de coco (63,8% de redução com adição de 7% de gordura (MACHMULLER; KREUZER, 1999) e com ácido mirístico (58,3% de redução com 5% de adição de lipídeo; (MACHMULLER et al., 2003), mesmo assim, é uma porcentagem baixa na mitigação entérica dos ruminantes e deve-se levar em conta a fonte de óleo/gordura e o quanto disponibilizar de forma apropriada, até porque seus efeitos são de longo prazo.
- Ionóforos: Outra possibilidade de mitigação do CH₄ é utilizar aditivos, como é o caso dos ionóforos, desenvolvidos como coccidiostáticos. Essa substância é resultado da fermentação de diversas espécies de bactérias, pertencentes ao gênero *Streptomyces*. Os ionóforos possuem a capacidade de transportar íons e formar complexos lipossolúveis, como por exemplo, os cátions monovalentes, que realizam seu transporte por meio de membranas lipídicas. A monoensina, que é um antibiótico ionóforo, traz a possibilidade de otimizar a eficiência alimentar, diminuir as produções de CH₄ e diminuir os riscos de distúrbios metabólicos (RUSSELL; STROBEL, 1989).
- Ácidos Orgânicos: Um dos principais produtos da fermentação ruminal, incluem os AOV, sendo um composto formado pelo processo de metabolismo anaeróbico. Sua fitotoxicidade exerce uma relação dependente do pH, que em solos alagados tende à neutralidade. Os ácidos orgânicos possuem concentrações elevadas nos tecidos foliares das plantas. Como a aplicação dos AOV tem custo elevado e sua aplicação na dieta dos ruminantes é praticamente inviável, busca-se produzir forragens que contenham em sua composição altos níveis desse composto. A utilização desse ácido

tende a melhorar a utilização de lactato no rúmen, diminui a perda de equivalentes na produção de metano, pois promovem maiores produções de propionato (MORAIS et al., 2011).

De acordo com as técnicas de manipulação ruminal, é possível inferir a redução significativa da emissão de GEEs para a atmosfera, como pode ser observado, na Figura 8, que apresenta a relação entre a produção de gases e a dieta balanceada para vacas leiteiras.

Figura 8- Relação entre emissões de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono e produção por vaca



Fonte: GERBER (2011, p.8).

CONCLUSÃO

Diante das informações trazidas, nessa revisão bibliográfica, observa-se que os ruminantes contribuem com boa parte dos GEEs produzidos. Entretanto, mesmo na falta de estudos concretos que justifiquem serem esses gases os responsáveis pelas mudanças climáticas, existem pressões pela redução nas emissões oriundas da fermentação entérica.

Recomenda-se, então, o manejo correto das pastagens, como sendo uma das melhores formas de mitigação dos GEEs, objetivando a maior eficiência do sistema de produção e aumento da produtividade, buscando atrelar maiores investimentos tecnológicos. Recomenda-se também o uso de aditivos, que levam a uma maior conversão alimentar e um melhor desempenho dos animais ruminantes, com redução das perdas de energia na forma de GEEs e incremento na produtividade.

É necessário que a produção brasileira se adeque, a fim de atender grande parte das exigências da sociedade mundial, quanto ao que confere à conservação do solo, práticas de melhoramento e bem-estar animal e mitigação do efeito estufa na produção animal, procurando contribuir favoravelmente na sustentabilidade do ecossistema.

Diante do exposto, vários são os benefícios advindos da manipulação da fermentação ruminal, quando se põe em prática a eficiência alimentar e a produtividade agropecuária. A preocupação acerca da produção de alimentos microbiologicamente seguros e livres de aditivos químicos é uma estratégia considerável para melhorar a saúde animal, de forma que seja possível aumentar a produtividade dos rebanhos e assegurar a qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOLION, A. M. H. de. Uma Síntese do Quarto Relatório do IPCC. **Revista Multiciência**, Campinas, n. 8, Mudanças Climáticas, maio, 2007. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_08/r01_8.pdf>. Acesso em: 17 nov 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 13 jul. 2018.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Informações Gerais e Valores Preliminares, 2009. Disponível em: <ecen.com/eee75/eee75p/inventario_brasil.html>. Acesso em: 13 de jul 2018
- CADERNOS NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. – nº 3, (fev. 2005). – Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005.
- CARVALHO, G. D. **Agricultura e aquecimento global: efeitos e mitigação**. 15º Simpósio Ambientalista Brasileiro no Cerrado, Goiânia, 09 a 11 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/SABC/Agricultura%20e%20aquecimento.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- COSTA, N. de. L.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; PAULINO, V. T. **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras**. Porto Velho: Embrapa, 2004. 32p. (Documento 85).
- DURKIN, M., 2005. **The Great Global Warming Swindle**. BBC, Londres. Inglaterra. Documentário de 2h, 2005.
- DUXBURY, J.M. The significance of greenhouse gas from soils of tropical agroecosystems. **In:** LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (Eds.) Soil management and greenhouse effect. *Advances in Soil Science*. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1995. p. 279-291.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EBN. **Balanco Energético Nacional 2013: Ano base 2012**. Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em: 23 nov 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Emissões de Metano da Pecuária: Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Relatórios de Referência.**, Brasília: 2006.

FAO. Review of evidence on dry lands pastoral systems and climate change - Implications and opportunities for mitigation and adaptation. Rome, 2009.

FAOSTAT 2013. **FAO, Rome.** Disponível em:
<<http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e00.htm3ee>> .Acesso em: 01 julho de 2018.

FELÍCIO, R. A. “Mudanças climáticas” e “aquecimento global” – nova formatação e paradigma para o pensamento contemporâneo?. **Ciência e Natura**, [S.l.], p. 257-266, oct. 2014. ISSN 2179-460X.

GERBER, P.J., Vellinga, T., Opio, C. & Steinfeld, H. 2011. Productivity gains and greenhouse gas intensity in dairy systems. **Livestock Science**, 139: 100–108.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GÜNTHER, H. **Disciplina Métodos e Técnicas de Pesquisa em EaD**. Material da Unidade V criado do Curso de Pós-Graduação em EaD, ofertado pelo CEAD/UnB no período de 2008.

HOWDEN, S.M.; REYENGA, P.J. **Methane emissions from Australia livestock:** implications of Kyoto Protocol. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.50, p.1285-1291, 1999.

HOLTER, J. B.; YOUNG, A. J. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2165-2175, 1992.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf> . Acesso em: 29 nov 2017.

JOBLIN, K.N. Ruminant acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 50, n. 8, p. 1321-1327, 1999.

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

LIMA, M. A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 451-472. 2002.

MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY L. C.; FIGUERES, L.; WALLACE R. J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 91, p. 303–314, 2007.

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

MACHMULLER, A.; SOLIVA, C. R.; KREUZER, M. Methane-suppressing effect of myristic acid in sheep as affected by dietary calcium and forage proportion. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 529–540, 2003.

MARQUES, José Roberto. **O desenvolvimento sustentável e sua interpretação jurídica**. São Paulo: Verbatim, 2011. 247p.

MANTOVANI, H.C.; BENTO, C. B. P. Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal. In: Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, 2., 2013, Viçosa. **Anais... II SIMBOV 2013**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013. v.2.p. 1-31.

MENEGUETTI, Cláudia Fabiane. **Gestão ambiental empresarial**. Maringá - PR, 2012. disponível em: <<http://www.ead.cesumar.br/moodle2009/lib/ead/arquivosApostilas/1520.pdf>>. Acesso em: 15 nov 2017.

MIRANDA, Luciana de Almeida; ARAÚJO, Ronaldo de Sousa. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ANÁLISE DE DOIS PONTOS DE VISTA. **Humanas Sociais & Aplicadas**, [S.l.], v. 4, n. 9, dez. 2014. ISSN 22368876. Disponível em: <https://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/humanas_sociais_e_aplicadas/article/view/536/451> Acesso em: 30 jun. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.25242/8876492014536>.

MORAIS, J.A.S. Aditivos. **In:** Telma Terezinha Berchielli; Simone Gisele de Oliveira; Alexandre Vaz Pires. (Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 2ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 539-570.

MORILHAS, J. L.; SCATENA, L. S.; MACEDO, L. O. B. A cadeia da carne bovina no Brasil e as mudanças climáticas: Impactos, ações e recomendações. São Paulo: FEA/USP, 2009. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/PDF/09_05_22_a_experiencia_setorial_no_brasil.pdf>. Acesso em: 28. Mai.2018.

NAGARAJA, T. G. **Response of the Gut and Microbial Populations to Feedstuffs: The ruminant story**. Pages 64-77 in Proc. 64th Minnesota Nutrition Conference. St. Paul, MN., 2003.

NASCIMENTO, G. A. Z. **Utilização de resíduos avícolas para a produção de energia e biofertilizante na gestão de propriedades rurais.** Dissertação (Mestrado) do Curso de Pós-graduação *strictu sensu* Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2011, 113 p.

OLIVEIRA, J. S. de.; ZANINE, A. de. M.; SANTOS, E. M. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal. **Revista Eletrônica de Veterinária.** v. 7. n. 01, p. 1-12, 2007).

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. de L. C. **Sustentabilidade de pastagens:** Manejo adequado como medida redutora da emissão de Gases de Efeito Estufa. CPG. Produção Animal Sustentável, Ecologia de Pastagens, IZ, APTA/ SAA. 16p. 2009.

PEDERIVA, A. C.; SPILLARI, T. R.; MOLIN, A. da; POLACINSK, É. **Gestão Ambiental:** Análise de viabilidade e dimensionamento de um biodigestor para geração de energia elétrica e biofertilizante. 2ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR, Horizontina, RS, de 22 a 26 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2012_19.%20%20GEST%C3%83O%20AMBIENTAL%20-%20VIABILIDADE%20DE%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DE%20UM%20A%C3%89ROGERADOR%20EM%20UMA%20IES.pdf>. Acesso em: 21 nov 2017.

PEDREIRA, M.S. **Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos:** utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6). 2004. 136f. Tese (Doutorado, em Zootecnia) – Faculdade de Ciência Agrônômica e Veterinária – UNESP, Jaboticabal.

PERIN, T.; MARIANI, W. R.; P. **Gestão Ambiental:** Viabilidade de implantação de um aérogador em uma IES. 2ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR, Horizontina, RS, de 22 a 26 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2012_19.%20%20GEST%C3%83O%20AMBIENTAL%20-%20VIABILIDADE%20DE%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DE%20UM%20A%C3%89ROGERADOR%20EM%20UMA%20IES.pdf>. Acesso em: 21 nov 2017.

PRIMAVESI, O; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. A.; et al. **Técnica do gás traçador SF6 para medição de campo do metano ruminal em bovinos: adaptações para o 101 Brasil.** São Carlos, SP: EMBRAPA, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste – CPPSE, Documento 39 de 2004.

RUSSELL, J.B., STROBEL, H.J. Effects of additives on in vitro ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another Gram-positive antibiotic. **Journal Animal Science**, v.66, p.552-558, 1988.

SILVA, R. W. da C.; PAULA, B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terra Didática**, v.5, n. 1; p. 42-49, 2009. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a4.pdf>. Acesso: 24 nov 2017.

SILVA, I. M. da.; SILVA, T. B. da. A gestão ambiental como diferencial competitivo: Um estudo de dois casos em Fernando de Noronha. **Revista das Faculdades Adventistas da Bahia** Formadores: vivências e estudos, Cachoeira, v. 2, n. 3, 2009, p. 399-415. Disponível em: <<http://www.seer-adventista.com.br/ojs/index.php/formadores/article/view/63/61>>. Acesso em: 20 nov 2017.

SOUZA, S. N.; MELEGARI, de. PEREIRA, PAVAN, W. C.; APARECIDO, A. **Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 5., 2004, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022004000100042&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 04 nov 2017.

SMITH, K.A.; BALL, T.; CONEN, F.; DOBBIE, K.E.; MASSHEDER, J.; REY, A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. **European Journal of Soil Science**, 54, p. 779–791, 2003.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: **Cornell University Press**, 476p. 1994.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA, S. da. S.; ZOTTI, C.A.; PAULINO, V.T. **Práticas de manejo para minimizar a emissão de gases do efeito estufa associadas ou não ao uso de fertilizantes**. CPG. Produção Animal Sustentável, Ecologia de Pastagens, IZ, APTA/ SAA. 45p. 2010.

ZOTTI, C.A.; PAULINO, V.T. **Metano na produção animal**: Emissão e minimização de seu impacto. CPG. Produção Animal Sustentável, Ecologia de Pastagens, IZ, APTA/ SAA. 24p. 2009.

YOKOHAMA, M. T.; JOHNSON, K. A. The ruminal animal: Digestive physiology and nutrition. In: C. D. Church (Ed.). New Jersey: Waveland Press, 1993.

