



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**FRANCISCO VINICIUS DA SILVA BEZERRA**

**INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA BOVINA NA EMISSÃO DOS PRINCIPAIS GASES**  
**DO EFEITO ESTUFA**

**FORTALEZA**

**2019**

FRANCISCO VINICIUS DA SILVA BEZERRA

INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA BOVINA NA EMISSÃO DOS PRINCIPAIS GASES DO  
EFEITO ESTUFA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Zootecnia do Departamento de  
Zootecnia da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréa Pereira Pinto.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B469i Bezerra, Francisco Vinicius da Silva.  
Influência da pecuária bovina na emissão dos principais gases do efeito estufa / Francisco Vinicius da Silva Bezerra. – 2019.  
45 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Profa. Dra. Andréa Pereira Pinto.

1. Dióxido de carbono. 2. Mitigação. 3. Metano. 4. Óxido nitroso. I. Título.

CDD 636.08

---

FRANCISCO VINICIUS DA SILVA BEZERRA

INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA BOVINA NA EMISSÃO DOS PRINCIPAIS GASES DO  
EFEITO ESTUFA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Zootecnia do Departamento de  
Zootecnia da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Pereira Pinto.

Aprovada em: 03/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Pereira Pinto (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Patrícia Guimarães Pimentel  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Doutoranda Mayara Silva de Araújo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo em minha vida, por me proporcionar condições e encorajamento para prosseguir mesmo quando parecia não ser possível.

A todos os meus familiares, em especial, meus pais Edilson Pereira Bezerra e Raimunda Nonata Bandeira da Silva, por todo o apoio e as palavras de incentivo e força no decorrer da minha jornada acadêmica e por todo amor dedicado a mim durante toda a vida.

Aos meus irmãos Raimundo Weneilson Bezerra da Silva e Antônia Gleciana Bezerra da Silva pelo companheirismo e amizade. Sempre pude contar com eles quando precisei, mesmo morando distante.

Aos meus avós paternos Raimundo Soares Ramos e Maria Andrade Bezerra, de quem herdei o amor pelo campo e a pecuária. Agradeço também aos meus avós maternos Ciriaco Bandeira da Silva e Antônia Bandeira da Silva pelo carinho e respeito para comigo.

A minha namorada e amiga Natália Alves da Silva, por todo o tempo ao meu lado, por permitir sonhar e buscar realizar meus sonhos juntos aos dela, pela compreensão por entender minha ausência e me fazer persistir, além de sempre me alegrar com suas palavras de carinho e apoio.

Aos meus tios Melquíades Pereira Bezerra e Maria de Fatima Negreiros Bezerra, por toda ajuda durante o começo do curso, pelo incentivo e por me fazerem acreditar que eu conseguiria vencer essa batalha.

Ao meu grande amigo Márcio Gabriel Campos de Sousa, por sempre ter colaborado comigo durante a graduação e por sempre saber que poderia contar com ele. A todos meus amigos e colegas de turma que convivi durante a graduação, especialmente Joice Helene, Olavo Silva, Thaysnara Rafael e Martina dos Santos.

A Universidade Federal do Ceará por toda a infraestrutura e espaço cedido, aos programas de assistência estudantil que me possibilitaram a conclusão do curso e todo o corpo docente do Departamento de Zootecnia.

Ao José Clécio Bezerra da Silva, por sempre colaborar de forma amigável e por sua disponibilidade de ajudar no que fosse preciso

Aos grupos de estudo GEPEQ e GPEBOV, os quais fui membro durante boa parte da graduação, agradeço imensamente por todas as oportunidades, vivências e aprendizados que foram de grande valia para minha formação pessoal e profissional.

A professora Andréa Pereira Pinto por aceitar me orientar, por toda a paciência e ensinamentos compartilhados durante toda a fase de pesquisa e também durante o tempo que participei do GPEBOV.

A professora Patrícia Guimarães Pimentel e Mayara Silva de Araújo por aceitarem participar da minha banca e por todo o auxílio durante essa fase importante de minha vida.

A professora Lays Debora Mariz e ao Dr. Hélio Costa por terem me ajudado de forma cordial e solidária para que fosse possível minha pesquisa, muito obrigado pela a contribuição.

“Minha escolha decorre da ligação com a terra e a crença de que é preciso respeitar a harmonia entre os animais e as latitudes.”

Manoel Dantas Vilar Filho.

## RESUMO

A demanda por alimentos de origem animal vem aumentando de acordo com o crescimento populacional mundial, sendo o Brasil um país que ocupa uma posição de destaque na produção e no fornecimento de proteína animal em âmbito global, abrigando um grande rebanho comercial bovino. Sabe-se, porém, que a formação de pastagens cultivadas para a produção animal, dentre outras ações antrópicas intensificaram, nos últimos anos, a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que causam, por consequência, um aumento da temperatura atmosférica global. Diante deste problema, diversos pesquisadores vêm elaborando estudos com enfoque em traçar métodos para mensurar a quantidade de gás emitida nas mais diversas atividades relacionadas, por exemplo, à agropecuária. Além disso, formas de mitigação da emissão destes gases, como mudanças no manejo nutricional, das pastagens e no melhoramento genético, bem como no destino dos dejetos produzidos pelos animais podem ser implementadas nos sistemas de produção, visando melhorar a produtividade, reduzindo a emissão de gases. O objetivo neste trabalho foi explanar sobre os impactos da pecuária bovina nas modificações climáticas do planeta.

**Palavras-chave:** Dióxido de carbono. Mitigação. Metano. Óxido nitroso.



## ABSTRACT

The demand for food of animal origin has been increasing according to the world population growth, being Brazil a country that occupies a prominent position in the production and the supply of animal protein in a global scope, harboring a great bovine commercial livestock. However, the formation of pastures cultivated for animal production, among other anthropogenic actions have recently intensified the emission of greenhouse gases, like carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) , which consequently cause an increase in global atmospheric temperature. Faced with this problem, several researchers have been elaborating studies focusing on methods to measure the amount of gas emitted in the most diverse activities related to, for example, agriculture and livestock. In addition, mitigation of the emission of these gases, such as changes in nutrient management, pasture and genetic improvement, as well as the destination of animal waste can be implemented in production systems, to improve productivity, reducing the emission of gases. The objective of this study was to explain the impacts of bovine livestock on the climatic changes of the planet.

**Keywords:** Carbon dioxide. Mitigation. Methane. Nitrous oxide

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

@	Arrobas
%	Porcentagem
AGVs	Ácidos Graxos Voláteis
ASPNP	Associação Sul-Mato-Grossense de Criadores de Novilho Precoce
°C	Grau Célsius
C	Carbono
CFC	Clorofluorcarbono
CH <sub>4</sub>	Metano
cm	Centímetro
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Eq	Equivalente
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
GEE	Gases de Efeito Estufa
Gg	Gigagrama
Gt	Gigatonelada
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GNV	Gás Natural Veicular
ha	Hectare
H <sub>2</sub>	Hidrogênio Molecular
H <sub>2</sub> O	Água
H <sub>2</sub> S	Gás Sulfídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
kg	Quilograma
m <sup>2</sup>	Metro Quadrado
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
Mg	Megagrama
MOS	Matéria Orgânica do Solo
NASA	Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço
N	Nitrogênio
NO	Óxido Nítrico
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrogênio
NO <sub>3</sub>	Nitrato
O <sub>2</sub>	Oxigênio Molecular
O <sub>3</sub>	Ozônio
ppm	Partes por Milhão
PVC	Policloreto de Vinila
R\$	Reais
SEEG	Sistema de Estimativa de Emissão de Gases
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de Enxofre
Tg	Teragrama
U\$	Dólares
UA	Unidade Animal
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>EFEITO ESTUFA .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>GASES DE EFEITO ESTUFA NA PECUÁRIA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Metano (CH<sub>4</sub>).....</b>	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O).....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODOS DE MENSURAÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Mensuração de metano por fermentação ruminal em bovinos .....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>FORMAS DE MITIGAÇÃO DOS GASES DO EFEITO ESTUFA.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Nutrição .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Manejo de pastagem.....</b>	<b>29</b>
<b>5.3</b>	<b>Destino de dejetos produzidos .....</b>	<b>31</b>
<b>5.4</b>	<b>Melhoramento genético.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial e do seu poder aquisitivo tem promovido aumento acentuado da demanda por alimentos de origem animal. Estima-se que em 2050 a população mundial será de 9 bilhões, sendo necessário um aumento na produção mundial de carne de 229 milhões de toneladas (1999-2001) para 465 milhões de toneladas em 2050, e na produção de leite de 580 para 1.043 milhões de toneladas nesse mesmo período (FAO, 2006). O Brasil ocupa posição de destaque como fornecedor de proteína animal para a população mundial. Em 2017 o país possuía o maior rebanho comercial bovino, com 171.858.168 milhões de cabeças (IBGE, 2018) e detinha, aproximadamente, 15,4% do mercado da carne (USDA, 2016), sendo o 4º maior produtor de leite (EMBRAPA, 2018).

No Brasil, mais de 70% da emissão dos gases causadores do efeito estufa (GEE) estão relacionados com a mudança de uso da terra e a atividade agropecuária (BRASIL, 2009). A conversão de áreas com o corte e queima de vegetação natural, seguida pelo cultivo do solo, resulta em mudanças na dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) (SIX *et al.*, 2002), com aumento das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) da biosfera para a atmosfera (BERNOUX *et al.*, 2001), que causam a elevação da temperatura média e, conseqüentemente, as mudanças climáticas globais.

Segundo Berchielli, Messana e Canesin (2012) grande parte dessa remessa é creditada à pecuária, por expelir CH<sub>4</sub>, oriundo da fermentação ruminal, e por emitir N<sub>2</sub>O, decorrente da deposição de dejetos dos animais, que compreendem 68% e 43% das emissões totais desses gases no país, respectivamente. Além disso, o lançamento do CO<sub>2</sub> para atmosfera está relacionado à conversão de florestas para aqueles fins. Em áreas de pastagens, portanto, ocorrem trocas de gases com força radioativa, intimamente ligada às práticas de manejo.

De acordo com ZEN *et al* (2008) o passo inicial, na tentativa de reduzir a participação da bovinocultura na mudança climática global, será o aumento da produtividade, através do fornecimento de alimentos de melhor qualidade, o que, segundo pesquisadores, poderia diminuir 10% da emissão de metano por quilo de carne produzida.

Segundo dados do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Entrópicas de Gases de Efeito Estufa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2015), o total das emissões nacionais de metano pela pecuária em 2010 foi estimado em 11.873 Gg de CH<sub>4</sub>, sendo que as emissões de 11.265 Gg de CH<sub>4</sub> foram atribuídas à fermentação ruminal e 608 Gg de CH<sub>4</sub> a sistemas de manejo de dejetos animais.

Entre 2010 a 2014, mais de 350 cientistas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e de instituições parceiras, nacionais e internacionais, que integram a rede de pesquisa Pecus, um programa da EMBRAPA em que estudaram a dinâmica de gases de efeito estufa na pecuária, em cada um dos biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal), mostraram que os resultados dos estudos, ao contrário do que era propagado, indicavam que a atividade emitia menos Gases de Efeito Estufa (GEEs) do que o estimado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). E que sistemas com animais tinham se tornado cada vez mais sustentáveis e eram capazes, até mesmo, de retirar carbono da atmosfera se manejados com técnicas adequadas (EMBRAPA, 2016).

Apesar de sua contribuição na emissão de gases, a pecuária mostra ter um grande potencial de sequestro de carbono, por meio de pastagens bem manejadas. A emissão nacional é um pouco maior que 1 Mg CO<sub>2</sub> eq/ha, enquanto o sequestro pode atingir 0,78 Mg CO<sub>2</sub> eq/ha (ZEN *et al.*, 2008). Assim, o investimento em pastagem poderia aumentar a eficiência produtiva animal e, assim, reduzir a quantidade de GEE emitidos por quilo de carne produzida.

Com essa revisão, teve-se como objetivo explicar sobre os impactos da pecuária bovina nas modificações climáticas do planeta.

## **2 EFEITO ESTUFA**

O efeito estufa é um mecanismo atmosférico natural, que ocorre em função da concentração de alguns gases na atmosfera, responsáveis em manter o planeta aquecido dentro de limites fundamentais à manutenção da vida, com temperatura média entre 14 a 16°C (HANSEN; RUEDY; SATO, 2010), portanto, tal efeito ocorre desde o início da existência de vida no planeta, a milhões de anos (YOUNG, 2002).

A atmosfera da Terra tem como peculiaridade o aprisionamento de calor oriundo do sol através do processo de radiação, o que é conhecido por efeito estufa, e que tem sua origem na própria dinâmica natural do planeta. Contudo, a intensificação do aquecimento da atmosfera com o qual convivemos hoje pode estar intimamente ligada às ações humanas (MENDONÇA, 2003). McGregor e Nieuwolt (1998) afirmam que as mudanças climáticas têm suas origens relacionadas a fatores externos, fatores internos e a atividades humanas (QUADRO 1).

Quadro 1 – Causas das mudanças climáticas na Terra

<b>Fatores Externos</b>	<b>Fatores Internos</b>	<b>Atividades Antrópicas</b>
Mudanças na órbita do planeta – Variação na radiação.	Mudanças na circulação oceânica. Mudanças na composição de gases na atmosfera (principalmente CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e O <sub>3</sub> ). Mudanças nas condições da camada geográfica.	Queima de combustíveis fósseis. Lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera. Desmatamento. Modificação climática em escala regional e local.

Fonte: McGregor e Nieuwolt (1998), adaptado por Mendonça (2003).

Mendonça (2003) explica que os fatores externos relacionados às mudanças climáticas na Terra estão associados às mudanças na órbita do planeta em torno do sol, que faz com que haja variações na radiação solar incidente sobre a Terra. Enquanto os fatores internos são oriundos de mudanças observadas nos oceanos, no relevo terrestre, na atmosfera, bem como nas suas interações, ou seja, qualquer mudança em um destes fatores irá repercutir sobre outros componentes. Por exemplo, modificações no âmbito oceânico relacionam-se a alterações na salinidade, temperatura e movimento das correntes marinhas; mudanças no teor dos gases da atmosfera indicam aumento ou diminuição dos gases relacionados ao aquecimento global, sendo as fontes e absorção amplamente conhecidos (QUADRO 2); e as mudanças na camada geográfica referem-se ao movimento de placas tectônicas e erupções vulcânicas.

Os gases responsáveis pelo efeito estufa, como vapor de água, clorofluorcarbono (CFC), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), absorvem uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e refletem, por sua vez, uma parte desta energia de volta para a superfície terrestre (FIGURA 1) que acaba recebendo quase o dobro de energia da atmosfera em comparação com a energia recebida pelo sol, resultando em um aquecimento da superfície terrestre em torno de 30°C. Sabe-se, contudo, que esse aquecimento é essencial para a manutenção da vida na Terra (SILVA; PAULA, 2009).

Quadro 2 – Fonte e absorção de gases de efeito estufa

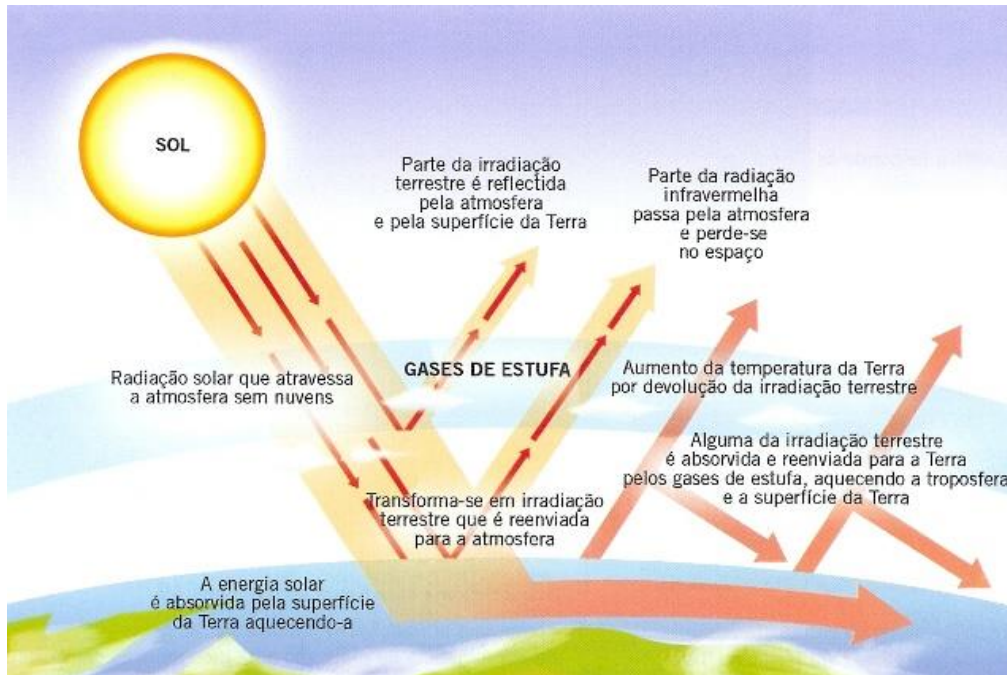
<b>Gás</b>	<b>Fonte</b>	<b>Absorção</b>
CO <sub>2</sub>	Combustíveis fósseis, desmatamento, queima de biomassa, produção de cimento.	Oceano e biosfera terrestre.
CH <sub>4</sub>	Plantações de arroz, pântanos naturais, animais domésticos ruminantes, queima de biomassa, combustíveis fósseis, cupins, lixo doméstico e animal.	Reação com radicais hidróxidos na atmosfera.
N <sub>2</sub> O	Fontes biológicas no solo e água, adubação, queima de biomassa e indústria.	Destruição fotolítica na estratosfera.
Halocarbonos (CFCs)	Fontes industriais: propelentes, refrigeradores, solventes, extintores de fogo, agentes produtores de espuma	Destruição fotolítica na estratosfera
H <sub>2</sub> O	Evaporação (oceano), circulação de veículos automotores, combustão	Gotas de nuvens, precipitação
Aerosóis	Combustíveis fósseis e queima de biomassa, fuligem, atividade vulcânica, poeira do solo, sal marinho, plantas	Redução pela precipitação

Fonte: McGregor e Nieuwolt (1998), adaptado por Mendonça (2003).

Dados do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (METZ *et al.*, 2007) mostram que, em um período de 100 anos, a temperatura dos continentes e dos oceanos aumentou em média 0,85°C e 0,55°C, respectivamente. Estima-se que até o ano de 2100 aumentarão até 6,4°C e o nível dos oceanos subirão até 88 cm. A influência deste exacerbado aumento da temperatura da superfície terrestre, atualmente, está relacionada a ações antropológicas e não mais apenas a fatores naturais (externos e internos).



Figura 1 – Esquemática do efeito estufa



Fonte: Madeira (2019).

### 3. GASES DE EFEITO ESTUFA NA PECUÁRIA

Os principais gases que estão relacionados ao efeito estufa e, conseqüentemente, que geram o aquecimento global são: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

#### 3.1 Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )

O acúmulo da concentração de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera vem manifestando, ao longo de décadas, um aumento ininterrupto, fomentado desde o século XVIII, com a Revolução Industrial. A utilização de combustíveis fósseis para geração de energia e, mais recentemente, o desmatamento e a queima de extensas áreas de floresta tropical para a formação de pastagens e outros cultivos agrícolas são os principais fatores antrópicos que contribuem para o aumento do efeito estufa (QUADRO 3), provocando sérias mudanças no clima da Terra (PAULINO; TEIXEIRA, 2010).

Quadro 3 – Gases atmosféricos, fontes e contribuição para o aumento do efeito estufa.

	<b>Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b>	<b>Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)</b>
Principal fonte antrópica	Combustíveis fósseis, desmatamento.	Arroz cultivado inundado, pecuária, combustíveis fósseis, queimadas.	Fertilizantes, conversão do uso da terra.
Tempo de vida na atmosfera	50-200 anos	10 anos	150 anos
Taxa anual de aumento	0,5%	0,9%	0,3%
Contribuição relativa ao efeito estufa	60%	15%	5%

Fonte: Adaptado de MCT (1999)

No balanço global de carbono na atmosfera de nosso planeta, de cerca de 8 bilhões de toneladas de carbono emitidas anualmente na forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pela queima de combustíveis fósseis e outras ações antrópicas, 3,2 bilhões permanecem na atmosfera, provocando o aumento do efeito estufa, sendo o restante reabsorvido pelos oceanos e pela biota do nosso planeta (NOBRE; NOBRE, 2002).

De acordo com dados divulgados pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA, 2019), foi registrado um aumento significativo na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, sendo que no ano de 2018, o valor constatado foi de 239 ppm deste composto, um aumento significativo, em comparação ao ano de 2017, em que foi constatado uma concentração de 189 ppm.

Alves (2019) afirmou que o nível minimamente seguro da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> e outros GEE é de 350 ppm. Assim, futuramente, a população mundial precisará não apenas cessar a emissão de gases de efeito estufa como terá de fazer as chamadas “emissões negativas”, sequestrando carbono, a fim de fazer uma limpeza dos potenciais gases de efeito estufa da atmosfera. Contudo, o custo deste processo é mais oneroso do que apenas reduzir as emissões.

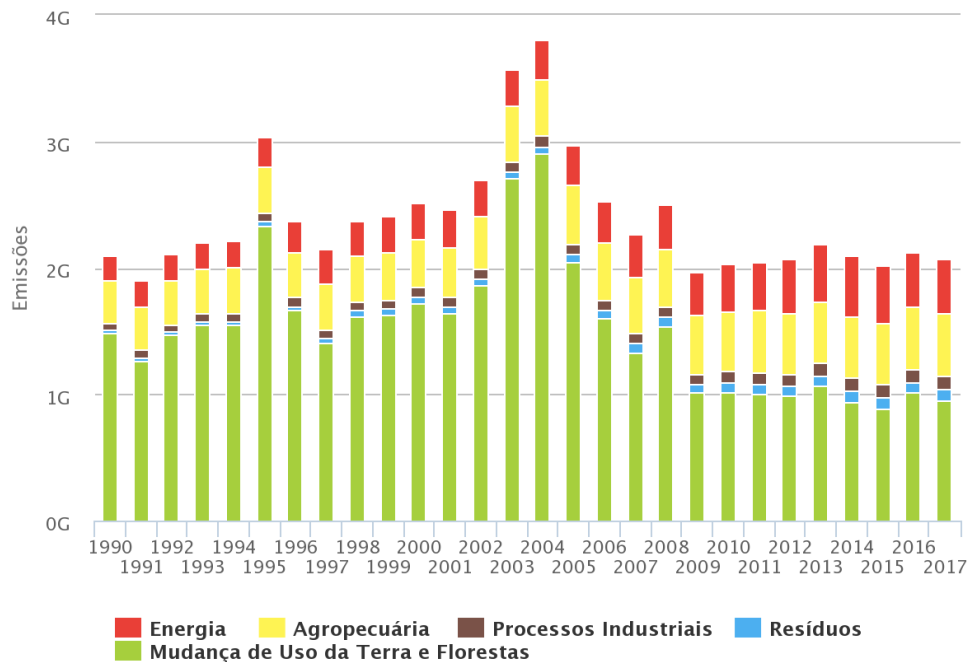
Esta concentração de carbono na atmosfera deveria diminuir, para cumprir as metas do Acordo Climático de Paris, documento aprovado no ano de 2015 por 196 países, que visa, dentre outras metas, limitar o aumento médio da temperatura terrestre a, no máximo, 2°C

(DEUTSCHE WELLE, 2017). Todavia, se as emissões globais de carbono continuarem aumentando de forma gradativa, será impossível alcançar os principais objetivos deste pacto.

As emissões naturais de CO<sub>2</sub> são equilibradas pela absorção a partir da vegetação e pelos oceanos. Porém, as emissões de carbono pelo homem perturbam o balanço natural, elevando o CO<sub>2</sub> a níveis inconstantes (COOK, 2015). Até agora, as plantas terrestres e o oceano absorveram cerca de 55% do carbono extra que o ser humano depositou na atmosfera ao longo dos anos, enquanto cerca de 45% permaneceu na atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura global. O CO<sub>2</sub> é absorvido pelos oceanos e pelas plantas através da troca direta de substâncias químicas e pelas trocas gasosas, respectivamente (NASA, 2011).

Dados do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases (SEEG, 2019) mostram que, no Brasil, a maior quantidade de CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera está relacionada à mudança no uso da terra, ou seja, ao desmatamento, enquanto a agropecuária se encontra em segundo lugar em relação a estas emissões (GRÁFICO 1), contribuindo, junto a outros setores, para o aumento do efeito estufa.

Gráfico 1 – Emissões totais de CO<sub>2</sub> no Brasil de 1990 a 2017



Fonte: SEEG Brasil (2019).

Os desmatamentos para a mudança de uso da terra e a agropecuária estão fortemente relacionados. No Brasil, as emissões de gases de efeito estufa provindas da mudança de uso da terra são bem mais acentuadas, representavam cerca de 75% do total de

emissões de CO<sub>2</sub> no país em 2006 (CERRI; CERRI, 2007). A NASA (2011) afirmou que as maiores contribuições a respeito das emissões de CO<sub>2</sub> nos trópicos estavam relacionadas à remoção da vegetação nativa para a formação de pastagens cultivadas. Muitas vezes esta remoção da vegetação nativa tropical é realizada através de queimadas, liberando dióxido de carbono na atmosfera.

As florestas possuem de 20 a 100 vezes mais carbono por área que as plantações ou pastagens cultivadas. Com o desmatamento, o carbono antes presente na vegetação e nos solos é desprendido para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> (PACHECO; HELENE, 1990). Temos como exemplo a região amazônica, cuja forma mais tradicional de manejo das áreas florestais para a introdução da atividade agropecuária é a realização do corte e da queima da vegetação (PERZ; WALKER, 2002).

Entre 1990 e 2016, houve um aumento de 32% nas emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil, que passaram de 1,72 bilhão de toneladas de gás carbônico equivalente (Gt CO<sub>2</sub> eq) para 2,27 Gt CO<sub>2</sub> eq. O Brasil teve um período de recessão entre 2015 e 2016, porém, houve um aumento de 9% das emissões, devido ao aumento das emissões por mudanças de uso da terra, (especialmente pelo aumento do desmatamento na Amazônia) e pelo aumento do rebanho em função da recessão ter causado um menor abate de bovinos. Entretanto, se desconsiderarmos as mudanças de uso da terra e florestas, houve uma redução de 3% das emissões em 2016 em relação a 2015 e de 2% em 2015 em relação a 2014 (AZEVEDO; ANGELO, 2018).

### **3.2 Metano (CH<sub>4</sub>)**

As maiores fontes de emissão de CH<sub>4</sub> considerando as atividades agrícolas são representadas pela fermentação ruminal, produção de arroz em terrenos alagados e fermentação de dejetos da pecuária (OLESEN *et al.*, 2006).

A produção de metano é um processo natural que ocorre no rúmen de animais ruminantes. A fermentação é um processo anaeróbico que converte os carboidratos celulósicos em ácidos graxos voláteis, tais como o acetato, propionato e butirato. Durante esse processo ocorre liberação de calor, que é dissipado como calor metabólico pela superfície corporal, e são produzidos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>), que são eliminados, pelo menos em parte, com os gases respiratórios. A intensidade da emissão de metano depende do tipo de animal, da quantidade e do grau de digestibilidade do alimento e do

esforço a que se submete o animal. A emissão de gases em forma de metano varia entre 4% a 9% da energia bruta do alimento ingerido, em média 6% (DUKES; SWENSON, 1977).

A proporção de metano como produto do metabolismo ruminal é mais baixa logo após a alimentação, e aumenta com o tempo. Ao contrário, as concentrações de  $H_2$  aumentam após a alimentação e, pode-se esperar que a elevada concentração de  $H_2$  resultará em mudança para vias com menor produção desse gás e maior de propionato. À medida que o alimento é digerido, e as concentrações de  $H_2$  reduzem-se, as vias de produção desse gás tornam-se novamente favoráveis, fazendo com que a produção de propionato decresça e a de metano aumente (JANSSEN, 2010).

De acordo com Church e Pond (1977), o metano constitui a maior parte dos gases combustíveis nos ruminantes, correspondendo de 3 a 10% da energia bruta ingerida pelo animal, dependendo da natureza da ração e do nível de consumo de alimentos. De acordo com os autores, as rações de pior qualidade nutricional produzem maiores proporções de metano e, geralmente, a porcentagem de energia bruta perdida na forma de metano diminui com o aumento no consumo de alimentos.

O metano é produzido em condições anaeróbias por bactérias metanogênicas presentes no ambiente ruminal, sendo modulado principalmente pela presença de dióxido de carbono e de hidrogênio livre no ambiente ruminal onde, a partir destes, ocorre a formação de metano por microrganismos metanogênicos (LASSEY *et al.*, 1997). Na fermentação metanogênica, o hidrogênio produzido por espécies não metanogênicas é utilizado para reduzir  $CO_2$  a  $CH_4$ , enquanto na fermentação não metanogênica, o hidrogênio é utilizado para reduzir  $CO_2$  a acetato. Apesar do potencial para produção de acetato através do dióxido de carbono existir no rúmen, a produção de metano sempre predomina. Dessa forma, o conhecimento das bases fisiológicas e bioquímicas da produção preferencial de metano através do dióxido de carbono, ao invés de acetato, é um pré-requisito para a manipulação da fermentação ruminal (MILLER, 1995).

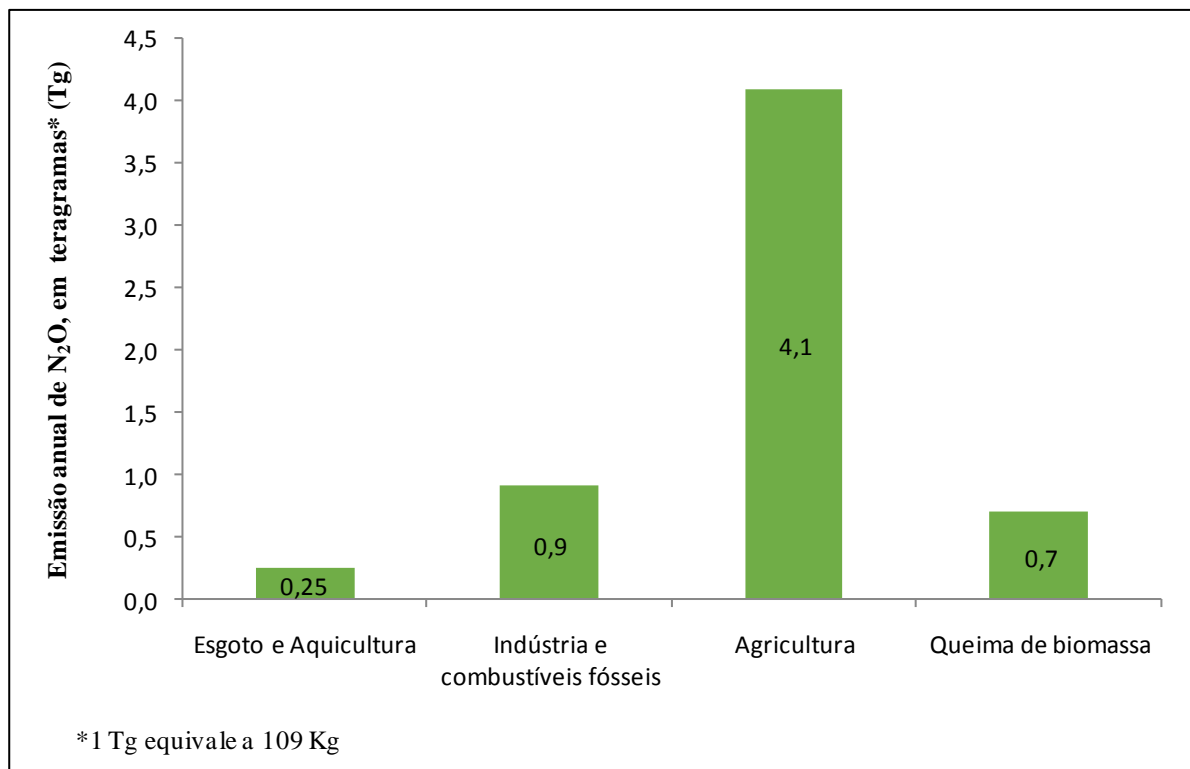
Van Soest (1994) afirma que rações ricas em grãos e/ou a adição de carboidratos solúveis influenciaram os parâmetros fermentativos no rúmen, com aumento da taxa de passagem, redução do pH e eliminação ou inibição de algumas populações de protozoários ciliados e bactérias metanogênicas. Portanto, a relação volumoso:concentrado pode influenciar a fermentação ruminal, sendo esperado menor proporção de metano com o aumento da proporção de concentrado na ração (FAHEY; BERGER, 1993).

### 3.3 Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

Estima-se que, a cada ano, as emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) na atmosfera relacionadas com o gado, somem cerca de 1 a 2 milhões de toneladas mesmo que, de forma direta, a produção deste composto pelos animais seja mínima (GHG, 2006).

Dentre os setores que mais contribuem para a emissão de N<sub>2</sub>O se destacavam, segundo Kanter *et al.* (2013) a agricultura, com 66% da emissão total anual, seguido pela indústria e combustíveis fósseis, queima de biomassa para produção de energia e do esgoto e aquicultura (GRÁFICO 2).

Gráfico 2 – Fontes de emissões antropogênicas de N<sub>2</sub>O e suas contribuições



Fonte: Adaptado de Kanter *et al.* (2013)

As maiores contribuições pela agropecuária, de emissão de N<sub>2</sub>O na natureza, são advindas da urina e do tratamento dos dejetos de animais de interesse zootécnico, em especial dos animais ruminantes, em função da fermentação das fontes de nitrogênio (N) presentes na urina e no esterco, em condições de baixa oxigenação (PARK *et al.*, 2011).

Neste contexto, sabendo que o Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, existe uma preocupação com a influência dos dejetos destes animais na natureza, haja vista a grande quantidade de urina e esterco produzida diariamente, principalmente em relação à produção a pasto, predominante no nosso país, o que confirma um experimento realizado por Sordi *et al.* (2011), onde os autores concluíram que a urina e esterco eliminados por 30 vacas leiteiras criadas a pasto, com aproximadamente 450 kg de peso vivo, foram fontes de emissão de  $N_2O$  para a atmosfera, principalmente no mês subsequente a eliminação das mesmas, e que a emissão de  $N-N_2O$  a partir de esterco (0,46%) foi menor comparado ao da urina (1,54%), provavelmente pela forma em que o N se encontra nesses excrementos (N-protéico no esterco e N-uréia na urina).

Além disso, em solos destinados a produção de forragem, Firestone e Davidson (1989) afirmaram que a nitrificação e a desnitrificação são os principais processos microbianos responsáveis pela produção de  $N_2O$  e estes processos são potencializados com a eliminação das fezes e urinas nas pastagens. Segundo Soussana, Tallec e Blanfort (2010) o  $N_2O$  é um subproduto da nitrificação e um intermediário durante a desnitrificação. A nitrificação é a oxidação microbiana aeróbica de amônio para nitrato e desnitrificação é o processo anaeróbico de redução microbiana de nitrato através de nitrito, óxido nítrico (NO) e  $N_2O$  para  $N_2$ . O óxido nitroso é um produto gasoso que pode ser liberado de ambos os processos para a atmosfera do solo.

Dentre as principais formas de detrimento de N na agricultura, destacam-se os processos de lixiviação do solo, que desencadeiam processos de erosão e perdas de N na forma de óxidos, como dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) óxido nítrico (NO) e o próprio  $N_2O$  (KOOL *et al.*, 2011). De forma geral, entre 70 a 90% do N ingerido pelos animais é excretado (SCHILS *et al.*, 2013). No entanto, é difícil estimar a quantidade de N que efetivamente retorna ao solo e ainda mais, quanto  $N_2O$  é realmente emitido, uma vez que diversos fatores como a quantidade de N nas excretas, o solo, as condições climáticas, o número de animais por área, a heterogeneidade de distribuição das excretas, entre outros, se combinam para determinar tal valor.

Portanto, como a adubação nitrogenada nas pastagens e na maioria das culturas agrícolas é indispensável e também tem influência sobre a emissão de  $N_2O$  na atmosfera, além de ser um dos insumos mais onerosos na agricultura, deve-se buscar melhorar a eficiência da adubação, para que se reduza a quantidade de nitrogênio aplicado, pois, além de causar prejuízos, traz impactos negativos para o meio ambiente (MILAGRES, 2014).

Sabe-se que, dentre os gases de efeito estufa, o CO<sub>2</sub> está presente em maiores proporções na atmosfera, contudo o impacto causado pelo N<sub>2</sub>O é muito maior. O óxido nitroso possui a propriedade de retenção de calor na atmosfera cerca de 300 vezes maior do que o CO<sub>2</sub>, ou seja, uma molécula de óxido nitroso equivale a 300 moléculas de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Esta afirmativa se torna ainda mais alarmante quando se verifica que este gás permanece mais de 100 anos na atmosfera até ser degradado naturalmente (ECYCLE, 2010).

Assim, quando presente na troposfera, a influência do N<sub>2</sub>O é nula quanto ao efeito estufa, apenas absorvendo energia térmica. Todavia, quando presente na camada estratosférica da atmosfera, degrada a camada de ozônio (O<sub>3</sub>) (KANTER *et al.*, 2013). Esta degradação acontece quando, na estratosfera, o óxido nitroso lá presente reage com o O<sub>3</sub>, formando O<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub>. Este último sofre uma reação de fotolização devido à radiação energética do meio e é convertido a NO (TANIMOTO; SOARES, 2000).

#### **4 MÉTODOS DE MENSURAÇÃO**

As emissões de metano podem ser mensuradas, utilizando-se metodologias *in vivo* e *in vitro* (MCALLISTER *et al.*, 2011). O uso e a manutenção de animais experimentais representam custos elevados, conseqüentemente, os métodos *in vitro* geralmente são a opção inicial para a avaliação de estratégias de redução ou de inibição da produção de metano. As técnicas *in vitro* são as menos onerosas e rápidas para análise de rações, além de permitirem a avaliação dos efeitos de grande diversidade de aditivos e ingredientes alimentares sobre a metanogênese (MAKKAR; VERCOE, 2007). As rações, aditivos e inibidores capazes de reduzir a produção de metano *in vitro*, podem então, serem avaliadas em ensaios *in vivo* mais detalhados e onerosos, contemplando situações práticas de alimentação.

Nas técnicas *in vitro*, uma amostra de líquido ruminal é utilizada para ajudar a simular as condições normais de fermentação ruminal, em cultura contínua ou em frascos de fermentação. De acordo com metodologia descrita por Chaves, Thompson e Iwaasa (2006), através da mensuração da produção total de gases, amostragem dos gases produzidos e análise de sua composição, utilizando, por exemplo, cromatografia gasosa, calcula-se a produção de metano. A medição do volume de gases pode ser realizada com o auxílio de um transdutor de pressão ou voltímetro (MACHMULLER; SOLIVA; KREUZER, 2003 e SCHOFIELD; PELL, 1995), ou por deslocamento de água em sistema vaso comunicante (FEDORAH; HRUDEY, 1983).



#### 4.1. Mensuração de metano por fermentação ruminal em bovinos

Há vários métodos desenvolvidos para a mensuração de gás metano proveniente de ruminantes (QUADRO 4).

Quadro 4 – Métodos desenvolvidos para a mensuração de metano em ruminantes, vantagens e desvantagens

<b>Método e aplicabilidade</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Método de enclausuramento, aplicável em animais que não pastejam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acurado</li> <li>• Bem estabelecido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requer câmaras respirométricas construídas com equipamentos avançados</li> <li>• Oneroso</li> <li>• Confinamento pode causar estresse</li> <li>• Requer muito treinamento do animal</li> </ul>
Método de traçador interno, aplicável em animais em pastejo ou não	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há necessidade de enclausurar o animal</li> <li>• Acurado</li> <li>• Não requer alto nível tecnológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requer introdução de um gás traçador no animal</li> <li>• Nível moderado de treinamento do animal para o uso do cabresto, cangas</li> <li>• Manuseio adicional requerido durante a medição</li> </ul>
Método de traçador externo, aplicável em pequenos grupos de animais em pastejo ou não	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo animal não é modificado para a condução das mensurações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito difícil de medir emissões de metano em períodos extensos (por exemplo, 24 horas) devido às condições meteorológicas variáveis</li> <li>• Requer alto nível de tecnologia e expertise</li> <li>• Não está bem estabelecido</li> </ul>
Método micrometeorológico, aplicável a pequenos grupos de animais em pastagem ou não	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo animal não é modificado para a condução das mensurações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito difícil de medir emissões de metano em períodos extensos (por exemplo, 24 horas) devido às condições meteorológicas variáveis</li> <li>• Requer alto nível de tecnologia e expertise</li> <li>• Equipamento é oneroso</li> <li>• Não está bem estabelecido</li> </ul>

Fonte: Adaptado de EPA (2000)

O método *in vivo* referência (Gold Standard) para quantificar a produção de metano entérico, adotado pelos principais grupos de pesquisa sobre o assunto, envolve o uso de câmaras respirométricas, onde os animais são alocados e os gases emitidos são coletados para análise (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

A técnica de respirometria em câmaras de fluxo aberto (FIGURA 2) envolve a entrada de ar externo na câmara, com fluxo constante e conhecido. Amostras do ar externo e do ar interno da câmara são coletadas a intervalos de tempo determinados, e avaliadas quanto às concentrações de CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> para determinar o consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. Nos estudos de partição de energia, a produção de calor pelo animal pode então ser calculada pela equação de Brouwer (1965), permitindo a determinação dos teores de energia líquida dos alimentos e das exigências energéticas dos animais. Essa técnica apresenta como vantagens a precisão na quantificação dos gases produzidos e consumidos pelo animal, e a possibilidade de avaliar, em conjunto, os dados de emissão de metano e os parâmetros de metabolismo energético do animal. Por ser o método mais preciso e por mensurar a emissão total de metano entérico (respiração, eructação e ejeção retal), a técnica de respirometria é utilizada como padrão para validar e desenvolver fatores de correção para as demais técnicas *in vivo* (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Figura 2 – Câmara respirométrica para mensuração de CH<sub>4</sub>



Fonte: Costa *et al.* (2012).

A emissão de metano também pode ser mensurada com auxílio da inserção de indicadores no rúmen (JOHNSON *et al.*, 1994), metodologia que vem sendo adotada como

método padrão para mensurações com animais a pasto, situação tipicamente encontrada nas regiões tropicais. O método mais indicado e normalmente utilizado é o do traçador interno  $SF_6$  (hexafluoreto de enxofre).

O método do  $SF_6$  foi desenvolvido por Johnson e Johnson (1995) para medir emissões individuais de animais em condições de pastejo e consiste em colocar no rúmen do animal um tubo de permeação que libera o  $SF_6$  a uma taxa previamente determinada por gravimetria, de modo que amostras de metano são coletadas nas proximidades da boca e do nariz do animal.

A amostragem consiste em coletas diárias de metano, pelo menos por cinco dias consecutivos (WESTBERG *et al.*, 2007), em animais equipados com um aparato de coleta de amostras de ar constituído por tubo de permeação com placa porosa, buçal (com tubo capilar de aço inoxidável) e canga oca (recipiente fabricado com cano de PVC de alta resistência, submetido a vácuo interno) acoplado a uma válvula de metal de engate rápido (FIGURA 3).

Figura 3 – Equipamento para amostragem pelo método do traçador interno



Fonte: Marcondes (2014).

Assume-se nesse método que o padrão de emissão de  $SF_6$  simule o padrão de emissão de  $CH_4$  e as concentrações do metano e do traçador são então determinadas usando

cromatografia gasosa ou outros métodos de quantificação. As leituras das concentrações de  $\text{CH}_4$  e de  $\text{SF}_6$  são realizadas em cromatógrafo a gás equipado com injetores acoplados a duas válvulas automatizadas, detectores de ionização de chama e de captura de elétrons e com as colunas capilares Plot HP-A1/M e HP-MolSiv. A partir da taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen, das concentrações de metano e do traçador nas amostras de gás medidas, o fluxo de metano liberado pelo animal é calculado em relação ao fluxo de  $\text{SF}_6$  medido (EPA, 2000).

As técnicas que utilizam os modelos animais *in vivo* teoricamente resultam nos dados mais confiáveis, obtendo a maior aproximação possível. Estas técnicas representam a melhor forma de avaliação biológica de um alimento, porém, apresentam alto custo, como, por exemplo, manter um elevado número de animais em instalações específicas, além da lentidão em comparação com os sistemas *in vitro* (SAADOUN; CABRERA, 2000).

## **5 FORMAS DE MITIGAÇÃO DOS GASES DO EFEITO ESTUFA**

A produção de  $\text{CH}_4$  é diretamente proporcional ao número de animais (PATRA, 2012), portanto, visando-se reduzir a emissão de  $\text{CH}_4$ , recomendam-se melhorias nas técnicas de manejo, reprodutivo, nutricional e sanitário, dessa forma é possível aumentar a produção reduzindo o número de animais no rebanho. Deste modo, a produção total de  $\text{CH}_4$ , quando expressa por unidade de produto produzido serão reduzidas.

Apesar da reconhecida importância da agropecuária na produção de alimentos e geração de renda, atualmente muito se debate sobre o impacto ambiental das atividades pecuárias e agrícolas, especialmente relativo às mudanças climáticas. A pecuária brasileira, particularmente, vem sendo advertida por emitir quantidades significativas de gases de efeito estufa (GEE). Tal crítica tem sido fundamentada nos baixos índices zootécnicos verificados em sistemas de exploração animal baseados em pastagens degradadas ou que se encontram abaixo do seu potencial de produção. A ineficiência desse modelo de exploração tem gerado maiores quantidades de GEE por quilo de carne e/ou de leite produzidos (METZ *et al.*, 2007).

A emissão de metano representa perda de carbono e de energia pelo animal (HOLTER; YOUNG, 1992), assim, a redução na emissão desse gás, além de propiciar benefícios ao meio ambiente, proporciona maior produtividade animal.

Segundo Cottle, Nolan e Wiedemann (2011), as indicações para reduzir as emissões de metano pela pecuária estão ligadas à melhoria da ração e das pastagens, à

suplementação alimentar, ao aumento da capacidade produtiva dos animais e à outras medidas que refletem na melhor eficiência produtiva e resultam em ciclos de produção mais curtos.

Os ruminantes representam uma das poucas fontes produtoras de CH<sub>4</sub> que podem ser manipuladas, pois a produção de metano por bovinos é proveniente da fermentação ruminal, que está relacionada ao animal, ao consumo e à digestibilidade do alimento (RIVERA *et al.*, 2010). Com isso, é possível diminuir a produção desse gás pela modificação da fermentação ruminal, obtida por mudança de volumoso, do tipo e da quantidade de carboidrato fornecido na ração, pela inclusão de lipídios e pela manipulação da microbiota ruminal com aditivos alimentares (MOHAMMED *et al.*, 2004; SHIBATA; TERADA, 2010).

Portanto, a busca por sistemas de produção eficazes, que amenizam a emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto, tem sido uma das concepções da pecuária mundial. Essas perspectivas estão relacionadas, cabe destacar, ao melhor aproveitamento do alimento e à redução da idade de abate (BEAUCHEMIN *et al.*, 2008).

## 5.1 Nutrição

De acordo com Paulino *et al.* (2017) a nutrição é o parâmetro de manejo que mais altera a idade do animal ao abate ou à primeira cria, e dessa forma, a precocidade ou taxa com que o animal aproxima-se do seu peso adulto é muito sensível às alterações nutricionais. Neste contexto, a otimização da produtividade animal em pastagens tropicais envolve o uso de alternativas tecnológicas que contornem o problema do crescimento descontínuo do rebanho (ZERVOUDAKIS *et al.*, 2011).

A fermentação dos componentes dietéticos pela microbiota ruminal resulta na formação de ácidos graxos voláteis (AGVs), usados pelo ruminante como fonte de energia e produção de gases (CO<sup>2</sup> e CH<sub>4</sub>), eliminados por meio da eructação (MARTIN; MORGAVI; DOREAU, 2010).

O composto de importância crítica para o ecossistema ruminal é o H<sub>2</sub> produzido principalmente durante a fermentação das forragens. No rúmen, para que a degradação dos nutrientes ocorra normalmente, levando à formação de ácidos graxos voláteis (AGVs), é necessário que a pressão de H<sub>2</sub> mantenha-se reduzida, permitindo a reoxidação do NADH. No rúmen, esse processo ocorre por meio da metanogênese. Desta forma, a manipulação do H<sub>2</sub> no rúmen é a chave para controlar a emissão de metano (JOBLIN, 1999). A produção de metano no rúmen caracteriza uma ineficiência no processo digestivo dos ruminantes, entretanto, se faz necessária, pois o acúmulo de H<sup>+</sup> inibe os sistemas enzimáticos, principalmente os

processos que envolvem a nicotinamida adenosina difosfato ( $\text{NADH} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NAD}^+$ ) (MCALLISTER; NEWBOLD, 2008) e a regulação do pH ruminal. Portanto, é fundamental drenar as moléculas de  $\text{H}_2$  produzidas para um ótimo funcionamento do rúmen, e o principal meio é através da produção de metano.

A utilização de suplementação permite que seja empregada, na nutrição dos animais, uma série de outros aditivos nutricionais, como ionóforos, probióticos, leveduras, glicerol, óleos, fontes de lipídeos e anticorpos monoclonais, que possibilitam a manipulação do ambiente ruminal e, conseqüentemente, a redução da produção ruminal de metano (LASCANO; CÁRDENAS, 2010).

A mais de 20 anos se utiliza o ionóforo monensina na alimentação de bovinos de corte para aumentar a eficiência alimentar (GOODRICH *et al.*, 1984, RUSSELL; STROBEL, 1989), pois a monensina é mais eficiente contra bactérias gram-positivas, que são as maiores produtoras de hidrogênio, precursor de metano (TEDESCHI; FOX; TYLUTKI, 2003; MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2006). Entretanto, a efetividade da monensina para reduzir a produção de metano é altamente variada e dependente de altas doses.

Beauchemin *et al.* (2008) em uma revisão bibliográfica observaram que a adição de altas doses de monensina, 24 a 35 mg/kg de MS, reduziu a produção de metano em g/dia de 4 a 10% em bovinos de corte e leite. Johnson e Johnson (1995) encontraram grande variação, entre 4 e 31 %, na redução de metano, em rações baseadas em grãos e forragem com a adição de ionóforos, e concluíram que o efeito deste aditivo é de curta duração e que as emissões de  $\text{CH}_4$  retornam a níveis normais após duas semanas.

A adição de lipídeos na alimentação de ruminantes tem sido uma estratégia importante para a manipulação da fermentação ruminal, com o objetivo de aumentar a densidade energética da dieta, sem causar riscos de distúrbios nutricionais, decorrentes do aumento da proporção de concentrados. Essa estratégia tem sido bem aceita pelo fato de aumentar a eficiência energética da dieta causando redução da metanogênese e do incremento calórico. Entretanto, por interferir negativamente na digestão da fibra, a adição de lipídeos tem sido limitada a valores  $\leq 5\%$  da matéria seca total da ração (KOZLOSKI, 2009; LOURENÇO; RAMOS-MORALES; WALLACE, 2010).

Segundo Beauchemin (2012), existem diferentes mecanismos pelo qual a alimentação com lipídeos reduzem a produção de  $\text{CH}_4$ . A substituição de carboidratos da ração por lipídeos reduz a quantidade de matéria orgânica fermentável no rúmen. Além disso, os lipídeos não são fonte de energia para as bactérias ruminais, reduzem o número de protozoários associados à metanogênese, e podem ter efeito tóxico sobre microrganismos

metanogênicos exercido por ácidos graxos poli-insaturados e a biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados, que funciona como um dissipador de hidrogênio.

A utilização de silagens de milho ou de outros cereais, em substituição a silagens de capins, pode reduzir a emissão de metano por ruminantes. Isso se deve a três fatores: presença de amido dos grãos, que favorece a produção de propionato; aumento do consumo voluntário e, conseqüente redução do tempo de retenção da digesta no rúmen, que restringe a fermentação ruminal e favorece a digestão pós-ruminal; aumento do desempenho animal devido à associação entre incremento do consumo e digestão pós-ruminal (energeticamente mais favorável do que a fermentação microbiana no rúmen), reduzindo, portanto, a emissão de metano por produto animal (O'MARA, 1998).

O aumento da participação de carboidratos não fibrosos nas rações dos ruminantes em pastejo, tende a reduzir a produção de metano. Como os componentes da parede celular das plantas são mais metanogênicos que os carboidratos do conteúdo celular, a degradação da parede celular de forragens promove maior relação entre acetato:propionato e maior emissão de metano (JONHSON; JONHSON, 1995). Quando se aumenta a quantidade de carboidratos solúveis presentes nos concentrados, se altera o perfil de fermentação ruminal, aumentando não só a quantidade de ácidos graxos voláteis totais, mas, principalmente, as concentrações de propionato e butirato, com diminuição na relação entre acetato propionato (SEAL; PARKER, 1994) ocorrendo, portanto, a redução na produção de metano por unidade de matéria seca ingerida (MOSS, 1993).

## 5.2 Manejo de pastagem

As pastagens, tanto nativas, quanto cultivadas, representam a segunda maior fonte potencial de sequestro de carbono do planeta, com capacidade de mitigar 1,7 bilhões de toneladas/ano, ficando atrás somente das florestas (FAO, 2006). A utilização de práticas de manejo apropriadas em pastagens possibilita o acúmulo de carbono no solo a uma taxa de 0,3 t de C/ha/ano, o que equivale, aproximadamente, à mitigação de 1,1 t de CO<sub>2</sub> equivalente/ha/ano. Esse valor, de acordo com Machado *et al* (2011), seria suficiente para anular cerca de 80% da emissão de metano de um bovino de corte adulto em um ano, o que seria aproximadamente 57 kg deste composto.

Práticas de manejo da fertilidade do solo em pastagens podem aumentar até 150 kg/ha/ano a quantidade de carbono mitigada. Todavia, a baixa aplicação de N e a utilização menos frequente do pasto resultam em perda para a atmosfera de 57 g de C/m<sup>2</sup> por ano. A

conversão de terras agricultáveis em pastagens perenes tem efeito positivo sobre o balanço de carbono. Sendo assim, é necessário considerar que se houver um correto manejo da pastagem, visando à manutenção da matéria orgânica do solo e considerando também os mecanismos fotossintéticos da planta, elas se tornam importantes protagonistas no controle da emissão dos gases de efeito estufa (REIS; VALENTE, 2013). Casagrande (2010) afirmou que pastagens bem manejadas, além de incorporarem carbono no solo, podem suportar taxas de lotação de 3,0 a 6,0 UA/ha/ano.

Reis e Valente (2013) afirmam que a recuperação de pastagens degradadas é uma grande ferramenta para a manutenção da pecuária, permitindo a retomada da produtividade por animal, portanto, aumentando a eficiência do uso do solo é possível mitigar até 6 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> com a agropecuária. A recuperação pode ser realizada de diversas formas: integração lavoura pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), entre outros sistemas, que tem se mostrado altamente eficazes no aumento da produtividade sem necessidade de desmatamento de novas áreas. Os dados do IPCC afirmam que 70% do carbono mitigado equivale a cerca de U\$ 100.000 por cada tonelada no mercado de carbono (METZ *et al.*, 2007).

Desde 2010 a integração lavoura-pecuária (ILP) era reconhecida como alternativa para redução das emissões de GEE pela agropecuária. O governo brasileiro incorporou a ILP na sua proposta apresentada na 15ª Reunião da Conferência das Partes (COP 15), do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, como uma das atividades mitigadoras nacionalmente aplicáveis (NAMAs) para redução de suas emissões de GEE. Na ocasião, o governo se comprometeu a implantar essa tecnologia em 4 milhões de hectares, com impacto esperado de redução da ordem de 18 a 22 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>Eq até o ano de 2020. Além disso, fez parte da proposta, recuperar 15 milhões de ha de áreas de pastagens degradadas, o que reduziria de 83 a 104 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>Eq. Portanto, espera-se que nos próximos anos seja crescente o incentivo à adoção da ILP no país por meio de políticas públicas de crédito e de fomento (GUIMARÃES JÚNIOR. *et al.*, 2010).

A introdução de espécies de gramíneas tropicais de origem africana, como Brachiarias, reduzem a quantidade de gases de efeito estufa por unidade de produto produzido, visto que, além de permitirem aumento no número de animais por hectare, são capazes de sequestrar carbono atmosférico, incorporando-o ao solo, pela abundância do sistema radicular (SILVA *et al.*, 2004; THORNTON; HERRERO; ERICKSEN, 2011).

As pastagens cultivadas não degradadas apresentam um acúmulo de 0,46 t C/ha/ano, enquanto as pastagens em solos de baixa fertilidade natural emitem cerca de 1,53 t



de carbono para a atmosfera. Ainda, é necessário dizer que a conversão de terras agricultáveis em monocultivos promovem a liberação, em média, de 1,44 t de C/ha/ano para a atmosfera (REIS; VALENTE, 2013), entretanto, o sistema de integração lavoura-pecuária promove o sequestro de C atmosférico, com taxa de acúmulo variando de 0,82 a 2,58 t /ha/ano (CAPPER, 2012).

### 5.3 Destino de dejetos produzidos

A correta destinação dos dejetos e efluentes originados a partir da criação de animais estabulados tem se constituído como um importante fator que condiciona a regularidade ambiental das propriedades rurais. O tratamento adequado desses efluentes e dejetos contribui para a redução da emissão de metano, que representa um problema ambiental, além de possibilitar um aumento na renda dos agricultores, seja pelo composto orgânico gerado ou pela geração de energia automotiva, térmica e elétrica por meio do uso do biogás. Os processos de biodigestão e compostagem são conhecidos e proporcionam a redução dos custos de produção por reduzir o consumo de energia, insumos químicos e diminuir os riscos para o meio ambiente, bem como reduzir a emissão de GEE. Portanto, é importante disponibilizar a agricultores, cooperativas e associações, que trabalham nas cadeias da suinocultura, bovinocultura e avicultura, os investimentos e as infraestruturas adequadas e necessárias para a adoção de tecnologias de tratamento de dejetos e efluentes de animais (MAPA, 2017).

As fezes bovinas têm sido identificadas como o principal reservatório da bactéria *Escherichia coli*, sendo um potente veículo de transmissão para o ambiente, para o gado e para os alimentos. Assim, é de fundamental importância dar um destino correto e seguro para os dejetos destes animais (WANG; ZHAOT; DOYLE, 1996), sendo o uso de biodigestores uma excelente alternativa, pois além de dar um destino para os dejetos, permite a produção de biogás, fonte alternativa de energia.

O biodigestor é uma câmara fechada onde o material orgânico é colocado, em solução aquosa, sofrendo decomposição, gerando o biogás que irá se acumular na parte superior da referida câmara. A decomposição que o material sofre no interior do biodigestor, com a conseqüente geração de biogás, é denominada digestão anaeróbica (DEGANUTTI *et al.*, 2002).

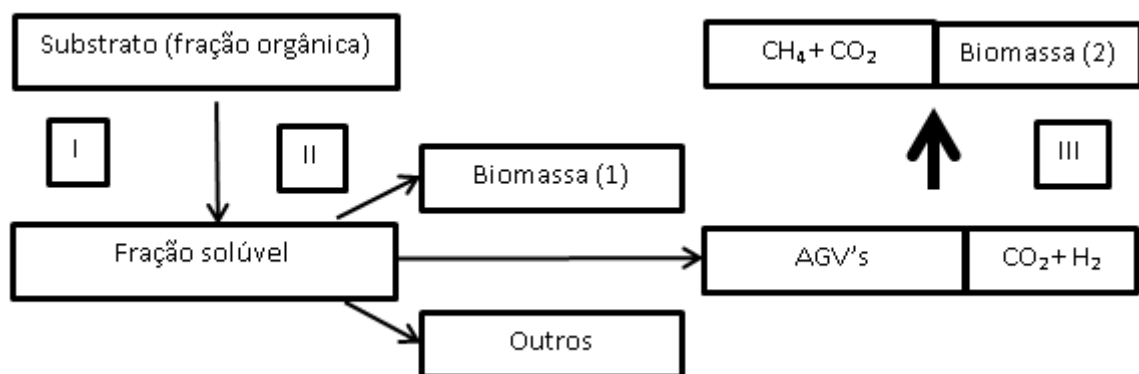
De acordo com Comastri Filho (1981), o esterco de origem bovina representa uma excelente matéria-prima para a síntese de biogás no aparelho biodigestor, uma vez que o mesmo possui, naturalmente, os microrganismos responsáveis pela fermentação anaeróbia.

O biogás é facilmente utilizado como um substituto de gases como o gás liquefeito de petróleo (GLP), gás natural (GN) e o gás natural veicular (GNV), sendo esses causadores de grandes impactos na natureza. O biogás também pode ser empregado na utilização de fogões domésticos, lampiões, motores de combustão interna, geladeiras dentre outras utilidades (ROYA *et al.*, 2011).

Os principais componentes do biogás, de acordo com Barros (2019), são o  $\text{CH}_4$ , representando de 60% a 80% do biogás, e o  $\text{CO}_2$ . A autora afirma que a pureza do biogás é definida de acordo com o teor de metano na composição do mesmo: quanto maior o teor de  $\text{CH}_4$ , mais puro é o biogás. O gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) também pode ser formado no processo de fermentação anaeróbica e é o agente causador do odor pútrido do biogás, bem como da corrosão nos componentes dentro do biodigestor. A proporção dos gases na mistura se modifica de acordo com o manejo aplicado no substrato antes de ser colocado no aparelho biodigestor.

Bueno (2010) afirma que, para que ocorra a formação do biogás a partir da decomposição da matéria orgânica é necessário que se aconteçam três etapas principais: I) hidrólise, II) acidogênese e acetogênese e III) metanogênese (FIGURA 4).

Figura 4 – Resumo esquemático do processo anaeróbio de produção do biogás



Fonte: Adaptado de Bueno (2010).

Na fase de hidrólise os compostos orgânicos mais complexos são degradados em compostos mais simples. Na acidogênese, as bactérias acidogênicas convertem os compostos orgânicos simples em ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato), ácido lático e

compostos minerais. Na acetogênese ocorre a conversão dos produtos da etapa anterior em compostos que formam os substratos para a produção de metano, como o acetato, CO<sub>2</sub> e hidrogênio. Na etapa final, denominada metanogênese, os ácidos graxos voláteis são consumidos como alimento por bactérias metanogênicas produzindo CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (PROSAB, 2003). Substratos diferentes possuem potencial diferente para produção de biogás (TABELA 1).

Tabela 1 – Diferentes substratos para biodigestores e sua conversão em biogás

Substrato	Quantidade (kg)	Biogás (m <sup>3</sup> )
Esterco fresco de bovino	10	0,40
Esterco seco de galinha	01	0,43
Esterco seco de suíno	01	0,35
Resíduo vegetal seco	01	0,40
Resíduo de frigorífico	01	0,07
Lixo orgânico	01	0,05

Fonte: Adaptado de Comastri Filho (1981).

Santos, Guimarães e Gonçalves (2017) apontam diversas vantagens do uso de biodigestores por produtores rurais, bem como o uso do biogás como fonte de energia, dentre elas:

- a) Polui menos a atmosfera, uma vez que pode-se utilizar menos lenha, reduzindo também o desmatamento;
- b) Substitui derivados de petróleo na agricultura como fonte de energia;
- c) Fornece biomassa líquida e sólida como biofertilizante na agricultura;
- d) Melhora a qualidade de vida em propriedades rurais, reduzindo a emissão de fumaça em fogões à lenha e;
- e) Do ponto de vista sanitário, o uso de biodigestores para coleta de dejetos humanos e animais poderiam ajudar a erradicar problemas de saúde pública, provindo desses dejetos carregados de microrganismos patogênicos.

Diante destas afirmações, pode-se concluir que o uso de biodigestores utilizando-se como substrato o esterco bovino, têm inúmeras vantagens, tanto no âmbito econômico, pois os gases produzidos na fermentação do substrato, ao invés de serem emitidos na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa, serão utilizados como uma fonte alternativa de energia, quanto no âmbito social.

#### 5.4 Melhoramento genético

O uso de animais de alto potencial genético visando maximizar o ganho de peso e reduzir a emissão de metano por kg de peso vivo deve ser utilizado concomitante ao melhor manejo nutricional dos animais. Animais abatidos precocemente requerem menos alimento para manutenção e as emissões totais de metano ao longo do ciclo de vida também serão reduzidas, resultando em menos CH<sub>4</sub> por kg de peso vivo, ou por kg de carne bovina produzida. A redução da idade ao abate de 38 para 29 meses proporcionaria uma redução de produção de metano de 1,49 milhões de toneladas, se considerado como base de cálculo os 44 milhões de cabeças abatidas em 2005 e uma produção média ao longo da vida do animal de 45,6 kg/ano (BERCHIELLI *et al.*, 2003).

Apesar do crescente número de animais confinados (PINTO; MILLEN, 2016), o sistema de produção brasileiro é baseado principalmente em animais criados a pasto, tendo como grupo genético mais utilizado o *Bos indicus*, particularmente animais Nelore ou anelorados. De acordo com Fernandes *et al.* (2015), os índices zootécnicos nacionais (idade a primeira cria, idade de abate e produção de carne por hectare) são inferiores aos obtidos por outros países tradicionalmente produtores de carne, como Estados Unidos e Argentina.

Segundo dados do IBGE (2018), nos três primeiros trimestres de 2017, cerca de 19,7 milhões dos bovinos abatidos em território nacional foram de animais com idade superior a dois anos, enquanto que o abate de novilhos, considerados os animais com idade inferior a dois anos, foi de aproximadamente três milhões de cabeças. Isso mostra que a pecuária brasileira é caracterizada pela produção e terminação de bovinos com idades mais avançadas.

O sistema de produção convencional ou tardio, implica em maior permanência dos animais no rebanho, com idades de abate superiores a 48 meses, resultando em menor lucratividade e maior impacto sobre o meio ambiente, especialmente no que diz respeito à emissão de gases do efeito estufa. Novilhos precoces, que passam pela primeira seca à pasto, são terminados em confinamento e abatidos aos 24 meses; os novilhos super precoces recebem alimentação suplementar no *creep-feeding* durante a cria, são desmamados aos 8-9 meses e confinados, sendo abatidos com 13-14 meses de idade. Segundo dados da Associação Sul-Mato-Grossense de Criadores de Novilho Precoce (ASPNP), animais superprecoces apresentam maior custo de produção, porém o giro de capital é três vezes mais rápido que o do gado criado a pasto. Ainda, é possível abater animais com 13 meses de idade com 20

arobas ou mais, e, considerando-se o preço da arroba superior à R\$80,00, é possível obter lucro (ASPNP, 2016). Portanto, quando se trabalha com animais de alto potencial genético associado a um melhor manejo nutricional e sanitário, é possível reduzir a idade ao abate, aumentar o lucro do produtor e reduzir a emissão de metano.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pecuária bovina mundial por se tratar de um setor importante na produção de alimentos tem sido indicada como um das principais fontes emissoras dos gases de efeito estufa devido sua grande expansão, contudo é importante ter cautela ao se fazer afirmações com relação a esse assunto, pois há necessidade de mais pesquisas que quantifiquem e expressem de forma precisa essas afirmações. Deve-se considerar sua importância para a sobrevivência da população mundial e sua capacidade de gerar empregos, e seu grande potencial em reduzir essas emissões levando-se em consideração manejos que visam à mitigação desses gases.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. E. D. **Aumenta a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera em 2018**. EcoDebate. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2019/02/11/aumenta-a-concentracao-de-co2-na-atmosfera-em-2018-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>> Acesso em: 01 jun 2019.
- ASSOCIAÇÃO SUL-MATO-GROSSENSE DE CRIADORES DE NOVILHO PRECOCE – ASPNP, 2016. Disponível em: <<http://www.novilhoms.com.br/>> Acesso em: 01 jun 2019.
- AZEVEDO, T.R. de; ANGELO, C. **Emissões de GEE no Brasil e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris**. Observatório do Clima, 2018. 50p.
- BARROS, T.D. **Árvore do conhecimento: Agroenergia**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>>. Acesso em: 2 jun 2019.
- BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O’MARAC, 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.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.; FRIGUETO, R. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003.
- BERCHIELLI, T.T; MESSANA, J.D; CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.954-968, 2012.
- BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. CO<sub>2</sub> emission from mineral soils following land-cover change in Brazil. **Global Change Biology**, v.7, p.779-787, 2001.
- BEUCHEMIN, K.A. Dietary mitigation of enteric methane from cattle. In: PEREIRA, O.G., FONSECA, D.M., RIBEIRO, K.G., CHIZZOTTI, F.H.M (Eds.) 6TH SYMPOSIUM ON STRATEGIC MANAGEMENT OF PASTORE. Viçosa, Minas Gerais. p.209-224. 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília. 2009. 16p. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/wp-content/uploads/2009/11/inventario1.pdf>> Acesso em: 2 maio 2019.
- BROUWER, E. Report of subcommittee on constants and factors. In: BLAXTER, K. L. (Ed.). **Proceedings of the 3 Symposium on energy Metabolism**. London: EAAP Academic, 1965. p. 441-443.

BUENO, R.F. Comparação entre biodigestores operados em escala piloto para produção de biogás alimentado com estrume bovino. **HOLOS Environment**, v.10, n.1, p.111-125, 2010.

CAPPER, J.L. Is the Grass Always Greener? Comparing the environmental impact of conventional, natural and grass-fed beef production systems. **Animals**, v.2, p.127-143, 2012.

CASAGRANDE, D.R. Recria e terminação de novilhas em diferentes sistemas de manejo. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, 2010.

CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. **Agricultura e aquecimento global**. Boletim Informativo SBCS, [S. l.], 2007.

CHAVES, A. V.; THOMPSON, L. C.; IWAASA, A. D. Effect of pasture type (Alfafa vs. grass) on methane and carbon dioxide production by yearling beef heifers. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 86, p. 409-418, 2006.

CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1977. 462 p.

COMASTRI FILHO, J. A. **Biogás: independência energética do Pantanal Mato-Grossense**. EMBRAPA-UEPAE. Circular Técnica, 09. Corumbá, 1981, 53p. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15437212.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2019.

COOK, J. **How do human CO2 emissions compare to natural CO2 emissions?**. Skeptical Science. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://skepticalscience.com/human-co2-smaller-than-natural-emissions.htm>> Acesso em 01 jun 2019.

COSTA, A.L.; SILVA, R.R.; LAGE, H.F.; FERREIRA, A. Exigências nutricionais de bovinos leiteiros no Brasil. **Revista Leite Integral**, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/exigencias-nutricionais-de-bovinos-leiteiros-no-brasil>>. Acesso em: 01 jun 2019.

COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514, 2011.

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M.C.J.P.; ROSSI, M.A.; TAVARES, R.; SANTOS, C. **Biodigestores Rurais: Modelo indiano, Chinês e Batelada**. São Paulo, 2002, 5p.

DEUTSCHE WELLE BRASIL. **Principais pontos do acordo de Paris sobre o clima**. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://p.dw.com/p/1HMiZ>> Acesso em: 01 jun 2019.

DUKES. H.H.; SWENSON, M.J. **Fisiologia de los animales domésticos. Funciones vegetativas**. Mexico: Aguilar. v.1. 1054p. 1977.

ECYCLE. **Óxido nitroso: gás emitido pelo setor agropecuário aumenta o efeito estufa**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/4064-oxido-nitroso>>. Acesso em: 14 abr 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Anuário Leite 2018: Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro.** Embrapa Gado de Leite. Coronel Pacheco, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro>> Acesso em: 2 maio 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Revista XXI-Ciência para vida, pecuária sustentável.** ed.14, Brasília- DF, 76p., 2016. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152014/1/Revista-XXI-Ciencia-para-Vida-edicao-14.pdf>>. Acesso em: 21 jun 2019.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Ruminant Livestock Methane Program.** EPA, USDA, 2000. Disponível em: <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/94002S8P.PDF?Dockey=94002S8P.PDF>>. Acesso em: 21 jun 2019.

FAHEY, G. C.; BERGER, L. L. **Los carbohidratos en la nutrición de los rumiantes.** In: CHURCH, C. D. (Ed.). *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición.* Zaragoza: Editorial Acribia, 1993. p. 305-337.

FEDORAH, P. M.; HRUDEY, S. E. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. **Environmental Technology Letters**, v. 4, p. 425-432, 1983.

FERNANDES, G.A.; FERNANDES, F.F.D.; MOUSQUER, C.J.; OLIVEIRA, E.B.; CASTRO, W.J.R.; SILVA FILHO, A.S. Produção de novilhos superprecoce a pasto. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.9, n.3, p. 553-579, 2015.

FIRESTONE, M.K.; DAVIDSON, E.A. **Microbiological basis of NO and N2O production and consumption in soil.** In: ANDREAE, M.O.; SCHIMMEL, D.S. (Ed.). *Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere.* Chichester: Wiley, 1989. p.7-21.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Increasing the Contribution of Small-scale Fisheries to Poverty Alleviation and Food Security.** FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries Rome. Roma, 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a0965e/a0965e00.htm>>. Acesso em: 10 maio 2019.

GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C.. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.

GREEN HOUSE GAS ONLINE – GHG. **Nitrous oxide Sources. Livestock and feed.** S.L, 2006. Disponível em: <<http://www.ghgonline.org/nitrouslivestock.htm>> Acesso em: 21 mai 2019.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R.L.; VILELA, L.; PEREIRA, L.G.R. **Produção animal na integração lavoura-pecuária.** In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2010. p. 111-123.



- HANSEN, J.; RUEDY, R.; SATO, M.; LO, K. Global surface temperature changes. **Reviews of Geophysics**, v.48, p.1-29, 2010.
- HOLTER, J.B.; YOUNG, A.J. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.8, p. 2165-2175, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 53p.
- JANSSEN, P. H. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. **Animal Feed Science and Technology**, v.160, n. 1, p.1-22, 2010.
- JOBLIN KN. Ruminant acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.8, p.1307-1314, 1999.
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2483-2492, 1995.
- JOHNSON, K.; HUYLEYER, M.; WESTBERG, H.; LAMB, B.; ZIMMERMAN, Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. **Environmental Science Technology**, v. 28, p. 359-362, 1994.
- KANTER, D.; SUTTON, M. ALCAMO, J.; DAVIDSON, E.A. **Drawing Down N<sub>2</sub>O to Protect Climate and the Ozone Layer: a UNEP Synthesis Report**. Nairobi, 2013.  
Disponível em  
<[https://www.researchgate.net/publication/268213461\\_Drawing\\_Down\\_N2O\\_to\\_Protect\\_Climate\\_and\\_the\\_Ozone\\_Layer\\_A\\_UNEP\\_Synthesis\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/268213461_Drawing_Down_N2O_to_Protect_Climate_and_the_Ozone_Layer_A_UNEP_Synthesis_Report)>. Acesso em: 4 maio 2019.
- KOOL, D. M.; DOLFING, J.; WRAGE, N.; VAN GROENINGEN, J. W. Nitrifier denitrification as a distinct and significant source of nitrous oxide from soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.43, p. 174-178, 2011.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. – Santa Maria: Ed. da UFSM, 216p., 2009.
- LASCANO, C.E; CÁRDENAS, E. Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p175-182, 2010.
- LASSEY, K. R.; ULYATT, M.J.; MARTIN, R.J.; WALKER, C.F.; SHELTON, I.D. Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. **Atmospheric Environment**, v. 31, p. 2905-2914, 1997.
- LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, v.4, n.7, p.1008-1023, 2010.
- MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; LOPES, F.C.F.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M.M.; MORENZ, M.J.M. **Emissões de metano na pecuária:**

**conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação.** Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, 2011. 92 p. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37077/1/Doc-147-Emissoes-metano.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2019.

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.

MADEIRA, R. Efeito de estufa. Disponível em:  
<<http://www.os5elementos.com/glossary/efeito-de-estufa/>>. Acesso em 28 maio 2019.

MAKKAR, H.P.S., VERCOE, P.E. **Measuring Methane Production from Ruminants**, 2007. 138 p.

MARCONDES, C.R. Canchim participante de experimento para medir a emissão de gases de efeito estufa. Embrapa Pecuária Sudeste. 2014. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1555001/canchim-com-canga-para-medida-de-emissao-de-metano>>. Acesso em: 01 jun 2019.

MARTIN, C.; MORGAVI, D.P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, v.4, n.3, p. 351-365, 2010.

MCALLISTER, T.A; MCGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; HAO, X. Greenhouse gases in animal agriculture - Finding a balance between food production and emissions. **Animal Feed Science and Technology**, v.166-167, p. 1-6, 2011.

MCCALLISTER, T.A.; NEWBOLD, C.J. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, p.7-13, 2008.

MCGREGOR, G. R.; NIEUWOLT, S. **Tropical climatology – an introduction to the climates of the low latitudes**. 2. ed. Chichester, 1998.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. **Revista Terra Livre**, v.1, n.20, p.205-221, 2003. Disponível em:  
<<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/184/168>> Acesso em: 5 maio 2019.

METZ, B.; DAVIDSON, O.; BOSCH, P.; DAVE, R.; MEYER, L. **Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 863p. Disponível em:  
<[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4\\_wg3\\_full\\_report-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg3_full_report-1.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2019.

MILAGRES, J. J. de M. **Emissões de N<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O provenientes do fertilizante aplicado a solos cultivados com cana-de-açúcar pelo método do traçador <sup>15</sup>N**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2014, 105p. Disponível em:  
<[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-06112014-161933/publico/JoaoJoseDeMirandaMilagres\\_Revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-06112014-161933/publico/JoaoJoseDeMirandaMilagres_Revisada.pdf)> Acesso em 25 maio 2019.

MILLER, T. L. Ecology of methane production in the rumen. In: Engelhardt, W.V. et al. (Eds.). Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction. International Symposium on Ruminant Physiology. 8., 1995. **Proceedings...**, 1995, p.317-329.

MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Ações do plano ABC**. Brasília, 2017. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/acoes-do-plano>> Acesso em 22 maio 2019.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT. Parcerias estratégicas. Brasília: Centros de Estudos Estratégicos, outubro 1999. n. 7. p. 252-264.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – MCTI. **Terceira comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro da recuperação de pastagens**. 1 Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério e Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 3, 2015.

MOHAMMED, N.; ONODERA, R.; ITABASHI, H.; LILA, Z.A. Effects of ionophores, vitamin B6 and distiller's grains on in vitro tryptophan biosynthesis from indolepyruvic acid, and production of other related compounds by ruminal bacteria and protozoa. **Animal Feed Science and Technology**, v.116, p.301-311, 2004.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.539 570.

MOSS, A.R. Methane: global warning and production by animal. Chalcombe Publications. Kent, U. K. 105 pp. 1993.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Effects of Changing the Carbon Cycle**. NASA Earth Observatory, [S.l.], 2011. Disponível em:  
<<https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle/page5.php>> Acesso em 01 jun 2019.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **Trends in Atmospheric Carbon Dioxide**. [S.l.], 2019. Disponível em:  
<<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>>. Acesso em: 01 jun 2019.

NOBRE, C.A.; NOBRE, A.D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v.16, n.45, p.81-90, 2002. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142002000200006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000200006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jun 2019.

O'MARA, F.P. **A Net Energy System for Cattle and Sheep**. University College Dublin, Dublin, 1998, 97p.

OLESEN, J.E.; SCHELDE, K.; WEISKE, A.; WEISBJERG, M.R.; ASMAN, W.A.H.; DJURHUUS, J. Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.112, p.207-220, 2006.

PACHECO, M. R. P. S.; HELENE, M. E. M. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>. **Estudos Avançados**, v.4, n.9, p. 204-220, 1990. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141990000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141990000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jun 2019.

PARK, K.H; JEON, J.H.; JEON, K.H.; KWAG, J.H.; CHOI, D.Y. Low greenhouse gas emissions during composting of solid swine manure. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166-167, p.550-556, 2011. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201400002730>> Acesso em: 20 maio 2019.

PATRA, A.K. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.184, p.1929–1952, 2012.

PAULINO, M.P., DETMANN, E., RENNÓ, L.N., SILVA, A.E.M.; MORENO, D.S.; CALDERARO, L.V.; MELO, L.P.; MANSO, M.R.; ORTEGA, R.E.M.; CARVALHO, V.V. **Recentes Avanços em Estratégias de Suplementação de Bovinos de Corte em Pasto**. 4<sup>a</sup> ed. Cuiabá, p.109-128, 2017.

PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L. C. Sustentabilidade de pastagens – Manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. **PUBVET**, Londrina, v.4, n.24, Ed. 129, Art. 878, 2010. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/912717e30b72d98e311843811c336ca1.pdf>>. Acesso em 23 mai 2019.

PERZ, S.G.; WALKER, R.T. Household life cycles and secondary forest cover among small farm colonists in the Amazon. **World Development**, v.30, n.6, p.1009-1027, 2002.

PINTO, A.C.J.; MILLEN, D.D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 10, Viçosa. **Anais...**, 2016. p. 103-120. Disponível em: <<https://www.simcorte.com/arquivosAnais/arquivo20>> Acesso em: 03 jun. 2019.

PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Editora ABES. Rio de Janeiro, 210p., 2003.

REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S. **Emissão de gases de efeito estufa e suas consequências na pastagem**. BeefPoint. Jaboticabal, 2013. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/emissao-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-consequencias-na-pastagem/>>. Acesso em: 14 maio 2019.

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, p.617-624, 2010.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL E AMBIENTE, 1,

2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. p. 1-28.

ROYA, B.; FREITAS, E.; BARROS, E.; ANDRADE, F.; PRAGANA, M.; SILVA, D.J.A.; Biogás, uma energia limpa. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v.13, n.13, p.142-149, 2011. Disponível em: <[http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque/files/13/artigos/12\\_BunoRoya\\_Biogas\\_Pr of\\_Djalma\\_VF.pdf](http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque/files/13/artigos/12_BunoRoya_Biogas_Pr of_Djalma_VF.pdf)>. Acesso em: 01 jun 2019.

RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.

SAADOUN, A.; CABRERA, M. C. Los métodos de simulación de la digestión y del metabolismo: el modelo celular. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 15., 2000. **Anais...** 2000. 1 CD-ROM.

SANTOS, D.F.; GUIMARÃES, W.F.F; GONÇALVES, C.U. Biodigestores como alternativa à sustentabilidade ambiental no campo brasileiro: um balanço bibliográfico acerca dos modelos Indiano, Chinês e Batelada. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v.15, número suplementar, p. 35-39, 2017.

SCHILS, R. L. M.; ERIKSEN, J.; LEDGARD, S. F.; VELLINGA, TH. V.; KUIKMAN, P. J.; LUO, J.; PETERSEN, S. O.; VELTHOF, G. L. Strategies to mitigate nitrous oxide emissions from herbivore production systems. **Animal**, v.7, p.29-40, 2013.

SCHOFIELD, P.; PELL, A. N. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3455-3463, 1995.

SEAL, C.D.; PARKER, D.S. Effect of intraruminal propionic acid infusion on metabolism of mesenteric and portal-drained viscera in growing steers fed a forage diet: I. Volatile fatty acids, glucose, and lactate. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1325-1334, 1994.

SHIBATA, M; TERADA, F. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. **Animal Science Journal**, v.81, n. 1, p.2-10, 2010.

SILVA R.W.C., PAULA B.L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didática**, v.5, n.1, p.42-49, 2009. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/8365/7636>> Acesso em: 27 abr 2019.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; CORAZZA, E.J.; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, n.2, p. 357-363, 2004.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES – SEEG BRASIL. **Emissões totais**. [S. l.], 2019. Disponível em: <[http://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission](http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission)> Acesso em 01 jun 2019.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.; SÁ, J.C.M.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils: Effects of no-tillage. **Agronomie**, v.22, p.755-775, 2002.

SORDI, A.; DIECKHOW, J.; MOARAES, A. de; PIVA, J.T.; ALBUQUERQUE, M.A.; BAYER, C.; TOMAZI, M. **Emissão de óxido nitroso a partir de urina e esterco de bovinos em pastagem**. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Uberlândia, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40535/1/Emissao-sordi.PDF>> Acesso em 9 abr de 2019.

SOUSSANA, J.F; TALLEC, T; BLANFORT, V. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. **Animal**, v.4, n.3, p 334–350, 2010.

TANIMOTO, A.H.; SOARES, P de S. **Substâncias destruidoras da camada de ozônio e sua legislação**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2000, 55p. Disponível em: <[https://teclim.ufba.br/site/material\\_online/monografias/mono\\_tanimoto\\_e\\_soares.pdf](https://teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_tanimoto_e_soares.pdf)> Acesso em 5 maio 2019.

TEDESCHI, L.O.; FOX D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal Environmental Quality**, v.32, n.7, p.1591-1602, 2003.

THORNTON, P.; HERRERO, M.; ERICKSEN, P. Livestock and climate change. **Livestock Exchange Issue Brief 3**. Itri, 2011, 4p. Disponível em <<http://go.nature.com/wYaVA6>>. Acesso em: 14 maio 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). **Market and Trade Data: trade reports archives**. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/livestock\\_arc.asp](http://www.fas.usda.gov/livestock_arc.asp)>. Acesso em: 10 maio 2019.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476.

WANG, G.; ZHAO, T.; DOYLE, M.P. Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces. **Applied and Environmental Microbiology**, v.62, n.7, p.2567–2570, 1996. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC168038/pdf/622567.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

WESTBERG, H. H.; JOHNSON, K. A.; COSSALMAN, M. W.; MICHAL, J. J. **The SF<sub>6</sub> tracer technique: methane measurement from ruminants**. Pullman: Washington State University, 2007. 39p.

YOUNG, B. A. **Greenhouse gases and the animal industries**. Proceedings of the 1st International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture. Obihiro, Japan. November, 2001 p 9-14. 2002.

ZEN, S.; BARIONI, L.G.; BONATO, D.B.B.; ALMEIDA, M.H.S.P.; RITLL, T.F. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE)**. CEPEA. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2008, 6p. Disponível em:

<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx>>. Acesso em: 23 maio de 2019.

ZERVOUDAKIS, J. T.; SILVA, L. C. R. P.; SILVA, R. P.; JOSÉ NETO, A.; KOSCHECK, J. F. W.; SILVA, R. G. F. **Otimização do Desempenho de Bovinos por meio da Suplementação à Pasto**. I SIMBOV – O SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE. Cuiabá, 2011.