

EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE'S) NA AGROPECURIA NO BRASIL

Mariana Barbosa da Silva¹ (mariengflorestal@gmail.com), Divina Cléia Resende dos Santos²
(cleiativina@hotmail.com)

1 Faculdade Metropolitana de Anápolis, Anápolis -GO
2 IFAR-LS, Brasília-DF,

RESUMO

As mudanças climáticas são foco de atenção e preocupação mundial, devido aos iminentes desastres ambientais. O objetivo desse artigo é avaliar as emissões de gases do efeito estufa (GEE's) na agropécua no Brasil, apontando as causas de emissão dos principais gases e os principais andamento para melhorar o balanço nos sistemas de produção, tornando-os mais sustentáveis produção. Os GEE são alterados de acordo com as condições climáticas, manejo do solo, sistemas de cultivo, culturas e até alimentação animal. Novas tecnologias vêm sendo testadas na tentativa de encontrar mecanismos eficientes para minimizar as emissões, mas ainda se faz necessário maior investimento em novas tecnologias para que assim se crie novo incentivo do governo e ate que os incentivos atuais sejam melhores aplicados.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Potencial de aquecimento global, Agricultura.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS ON AGRICULTURE IN BRAZIL

ABSTRACT

Climate change is the focus of world attention and concern due to imminent environmental disasters. The objective of this article is to evaluate the emissions of greenhouse gases (GHG) in agribusiness in Brazil, pointing out the causes of emission of the main gases and the main progress to improve the balance in the production systems, making them more sustainable production. GHG are altered according to climatic conditions, soil management, cropping systems, crops and even animal feed. New technologies have been tested in an attempt to find efficient mechanisms to minimize emissions, but more investment in new technologies is still necessary to create a new government incentive and until the current incentives are better applied.

Keywords: Climate change, Global warming potential, Agriculture

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são foco de atenção e preocupação mundial, devido aos iminentes desastres ambientais, como tempestades, enchentes, secas, elevação do nível do mar e eventos extremos como tornados e furacões (SOUZA, 2013). O aquecimento global pode contribuir e acentuar essas mudanças climáticas (NOBRE et. al, 2005). As mudanças climáticas globais são temas frequentes nos debates mundiais. O quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (MTCI, 2014), afirma com 95% de certeza, que a metade da elevação da temperatura média global observada no período de 1951 a 2010, tem origem antropogênica.

O dióxido de carbono (CO₂) é o gás que mais contribui com o efeito estufa devido à grande quantidade de emissões, entretanto, o gás metano (CH₄), mesmo que em quantidades menores que CO₂, possui um potencial de aquecimento aproximadamente 23 vezes maior (IPCC, 2015). O óxido nitroso (N₂O) é considerado um gás inerte na troposfera, por esse motivo permanece na atmosfera por cerca de 120 anos até que se converta na estratosfera (RODRIGUES; MELLO, 2012). O N₂O tem um potencial de aquecimento global aproximadamente 300 vezes superior ao do dióxido de carbono (RODRIGUES; MELLO, 2012).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar as emissões de gases de efeito estufa (GEE's) na agropecuária no Brasil, apontando as principais causas das emissões e os principais andamentos para melhorar o balanço nos sistemas de produção.

3. METODOLOGIA

Este trabalho utilizou a metodologia de pesquisa exploratória realizada através de pesquisa bibliográfica, onde se busca esclarecer as ideias e obter uma visão panorâmica sobre o assunto. Trata-se de uma revisão bibliográfica de literatura baseadas em trabalhos científicos que tratam do tema em questão. O material pesquisado foi obtido por meio de fontes na *internet*, em sites de pesquisa como: Scielo, Google Acadêmico, Science, Scopus e artigos disponíveis em sites de universidades. Outra parte do material utilizado foi obtida por meio de teses e monografias de mestrado e doutorado disponíveis nas bibliotecas virtuais das universidades. As palavras-chaves utilizadas: Mudanças climáticas, Potencial de aquecimento global, Agropecuária

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade agrícola pode alterar efetivamente a dinâmica da matéria orgânica do solo (LAL, 2003), contribuindo para a elevação nas emissões do solo para a atmosfera. Estudos mostram que 1/8 do dióxido de carbono emitido é proveniente das diversas atividades agrícolas (Figura 1) (JOHNSON et al., 2007).

Os solos agrícolas podem atuar como dreno ou fonte de GEE, dependendo do sistema de manejo a que forem submetidos (IPCC, 2015). Sistemas de manejo que aumentem a adição de resíduos vegetais e a retenção de C no solo se constituem em alternativas importantes para aumentar a capacidade de dreno de C-CO₂ atmosférico e mitigação do aquecimento global (CERRI et al., 2006). Mas pode ocorrer a perda de carbono do solo via emissão de CO₂ em áreas agrícolas, que frequentemente não é considerado devido à sua grande variação no tempo e no espaço (TEIXEIRA et al., 2012), além de ser um fenômeno resultante de uma interação complexa das propriedades físicas, químicas, biológicas e climáticas (MOITINHO et al., 2013). O manejo inadequado das pastagens contribui para a emissão de GEE, especialmente pela exaustão da matéria orgânica do solo durante o processo de degradação (LAL, 2003).

Na agricultura convencional o preparo do solo tem, por objetivo, a desagregação das camadas compactadas do solo, proporcionando um ambiente adequado ao crescimento e desenvolvimento radicular das plantas diminuindo a resistência mecânica ao crescimento das raízes e melhorando as condições de aeração e infiltração de água no solo (IAMAGUTI et al., 2015).

No Brasil, as emissões de N₂O são resultantes especialmente dos solos, por meio da mudança de uso e manejo, como se pode verificar pelos dados do sistema de estimativa do clima (Figura 2), representando cerca de 94% do total das emissões deste gás (MCTI, 2014). O elevado percentual de crescimento populacional acarretou no acréscimo da produtividade agrícola para fornecer a demanda por alimentos. O nitrogênio (N) é um nutriente limitante ao crescimento dos vegetais, e é adicionado ao solo nas formas de fertilizantes minerais, orgânicos e através da fixação biológica do N (OLIVEIRA, 2015). A aplicação de fontes nitrogenadas minerais aumentou notavelmente (IBGE, 2012), para que a agricultura mantivesse os seus altos níveis de produção.

Figura 1: Base de dados de emissão do CO₂ efeito estufa (FONTE: SEEG, 2016)

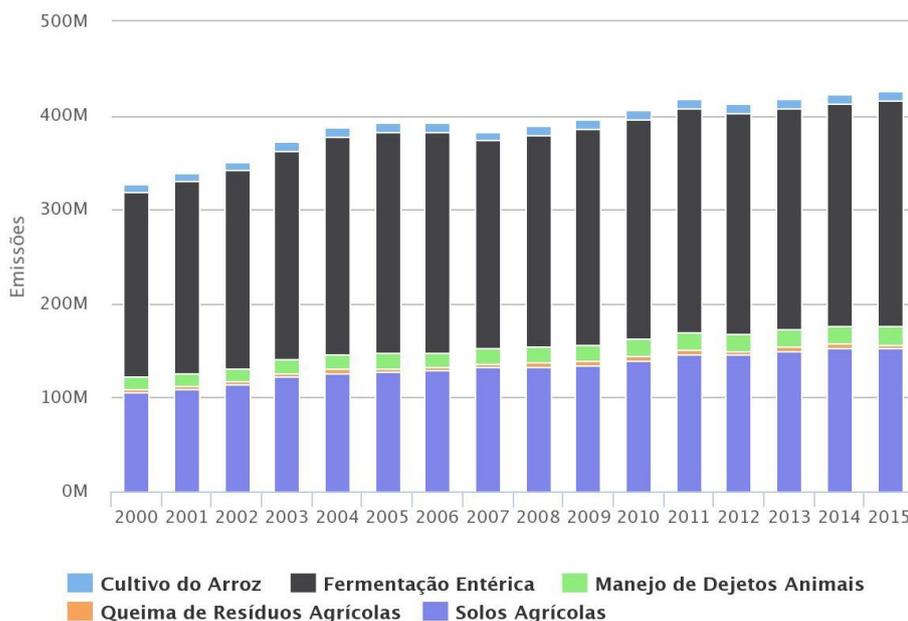
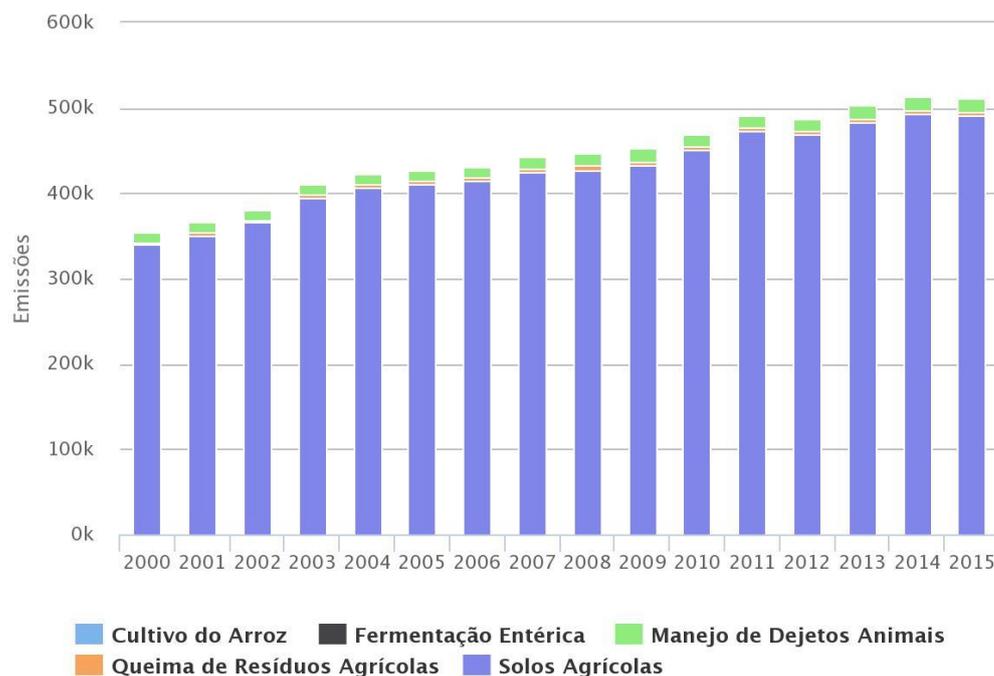


Figura 2: Base de dados de emissão do N₂O efeito estufa (FONTE: SEEG, 2016)



A maior parte do N₂O emitido deriva de dois processos biológicos: a nitrificação e a desnitrificação, que fazem parte do ciclo do nitrogênio (ALMEIDA et al., 2015). Os fertilizantes químicos nitrogenados aplicados no solo são predominantemente compostos por NH₄⁺, NO₃⁻ ou ureia. Os solos agrícolas por serem as principais fontes de emissão de N₂O para a atmosfera podem ser manejados para afetar os processos de nitrificação e desnitrificação e, conseqüentemente, interferirem nos fluxos de N₂O no solo (SIGNOR E CERRI, 2013). Vários fatores influenciam nas emissões de N₂O, e os de grande relevância são a umidade, a temperatura e a concentração de N mineral no solo (CAMERON et al., 2013).

A magnitude das perdas de N_2O está associada ao aumento de umidade no solo, provocando o acréscimo na quantidade de espaço poroso preenchido por água e consequente diminuição no O_2 disponível (ALMEIDA et al., 2015). Outra co-variável importante é o N disponível nas formas de NO_3^- e NH_4^+ , como também, o pH do solo, que influencia a mineralização de nitrogênio. Solos aerados com EPSA (Espaço poroso saturado por água) entre 35 e 60% promovem a formação de N_2O como um subproduto da nitrificação. EPSA acima de 60% favorece as reações de desnitrificação ocorrendo uma maior emissão deste gás, e a anaerobiose favorece perdas na forma de N_2 (OLIVEIRA, 2015). O nitrogênio fixado tem crescido nos ecossistemas, sendo alguns fatores que proporcionam isso, o aumento causado pela mudança da cobertura vegetal, pela queima de biomassa e combustão de combustíveis fósseis (ALMEIDA et al., 2015). Os dejetos de animais normalmente são ricos em nutrientes, podendo ser uma fonte de emissão de N_2O para a atmosfera (SERPA FILHO et al., 2013).

Nos solos, o CH_4 é formado pela quebra microbiana de compostos orgânicos em condições anaeróbicas, com baixo potencial de redução (PORTELA; LEITE, 2016). Estas bactérias metanogênicas atuam na produção do CH_4 através do processo conhecido como metagênese (PORTELA; LEITE, 2016). Neste processo, a produção desse gás ocorre como resultado da oxidação da matéria orgânica por microrganismos (SINGH et al., 2010).

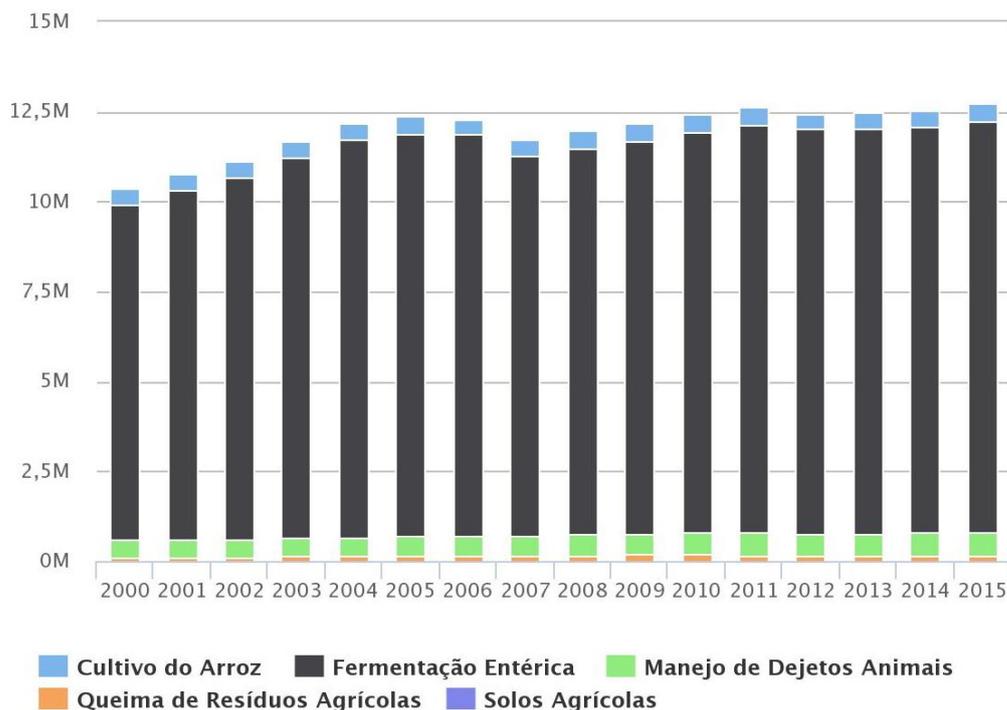
As emissões de CH_4 são resultantes principalmente da queima de biomassa, cultivos em áreas alagadas, aterros, criação de ruminantes e uso de combustíveis fósseis (ZHANG et al., 2014). O solo exerce uma função importante no fluxo de metano, podendo se apresentar como fonte ou dreno desse gás em função da comunidade bacteriana presente, que se comporta de acordo com as condições ambientais (CERRI et al., 2010).

O processo de fermentação ruminal é o processo que mais emite CH_4 (Figura 3). Nesse processo tem-se a produção dos ácidos graxos voláteis, mais especificamente o acético, propiônico e butírico, que são as principais fontes de energia para os ruminantes (BERCHIELLI et al., 2012). Nesse processo, a produção de gás metano pode representar até 14% do total da energia digestível consumida por bovinos Nelore (DEMARCHI et al.; 2003). Segundo Berndt et al. (2014), a produção de CH_4 depende da quantidade e da qualidade do alimento digerido, do tipo de animal, da quantidade e do grau de digestibilidade da massa digerida (MCT, 2014), assim como das várias modalidades e condições de sistemas de criação dos animais. As emissões de metano oriundas da fermentação entérica de ruminantes contribuem com 22% (70 a 100 milhões t/ano) de todo o gás produzido pela humanidade através de outras atividades como o cultivo de arroz inundado, esgoto doméstico, aterros, queima de biomassa entre outros (MCT, 2014).

Na tentativa de minimizar as emissões, vem se avaliando implantar novas tecnologias. Nesse sentido, o biocarvão aparece como alternativa para a mitigação de N_2O . Oriundo da carbonização parcial da madeira ou de compostos vegetais carbonizados em ambiente com temperatura e concentrações de O_2 controladas, esses materiais apresentam alta superfície específica, alta porosidade e uma grande quantidade de sítios ativos, podendo garantir a esse material mitigar as emissões de N_2O , principalmente as emissões oriundas das adubações nitrogenadas (OLIVEIRA, 2015). Alho et al., (2012), verificaram que a aplicação de biocarvão apresentou potencial mitigador na emissão de N_2O , com valores de emissão 29% e 49% menores do que o controle (tratamento sem a aplicação do carvão) .

Outro método que reduz a aplicação de adubo nitrogenado sintético é a fixação biológica do nitrogênio (FBN) (EMBRAPA, 2012). Nesse caso, a associação entre plantas e bactérias permite que o nitrogênio da atmosfera seja disponibilizado para utilização pelas plantas. Através de processos biológicos, a FBN é capaz de disponibilizar o nitrogênio contido no ar em formas assimiláveis às plantas leguminosas (soja e feijão, por exemplo) e gramíneas (como milho, trigo e arroz). Nas leguminosas, a FBN ocorre por meio da formação de nódulos em suas raízes, que, na maioria dos casos, fornecem todo o nitrogênio necessário ao seu desenvolvimento. Já nas gramíneas, esse processo se dá por bactérias que vivem próximas às suas raízes ou no interior dos tecidos do vegetal, fornecendo parte do nitrogênio que a planta precisa (EMBRAPA, 2012).

Figura 3: Base de dados de emissão do CH₄ (FONTE: SEEG, 2016)



O exemplo da adoção de práticas agrícolas mais conservacionistas, como o cultivo mínimo e o plantio direto que em substituição ao plantio convencional aumentam o potencial de sequestro e o estoque de carbono no solo (CERRI et al., 2007). O sistema plantio direto (SPD) apresenta potencial para mitigar a emissão de CO₂, uma vez que a rotação de culturas e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo proporcionam a decomposição gradual do material orgânico, que, associado à fração mineral, favorece o aumento do carbono no solo (MORAES et al., 2015). Assim, a conversão do sistema de preparo convencional para o preparo reduzido ou mínimo do solo pode contribuir para a redução da emissão de CO₂ do solo para a atmosfera (LAL, 2009). Visto que existem estudos voltados aos sistemas plantio diretos ou de cultivo mínimo como exemplo a se considerar no sequestro de GEEs, mais especificamente o N₂O, ainda preponderam questionamentos sobre os efeitos sobre a microbiota do solo (SIQUEIRA NETO et al., 2011). Avaliando ainda a presença de palhada, Zschornack et al., 2011, verificaram que a incorporação das plantas de cobertura proporcionaram maiores emissões de N₂O comparado ao manejo sem incorporação. Ainda de acordo com esses autores, as emissões desse gás, independem da relação C/N no material vegetal caso o mesmo não seja incorporado. Entretanto, as emissões são bem maiores quando há incorporação de leguminosas comparada às gramíneas. O fogo tem sido tradicionalmente utilizado na pré-colheita da cana-de-açúcar para melhorar o rendimento da colheita manual, mas essa queima de resíduos agrícolas emite não somente GEE (CH₄ e N₂O), mas também precursores desses gases na atmosfera, como o monóxido de carbono (CO) e outros óxidos de nitrogênio (NOX) (ZSCHORNACK et al., 2011). Para contribuir com a redução dessas emissões, foi implementada com a proibição da prática de queima definida no Decreto Federal nº 2.661, de 8 de julho de 1998, que determina que a prática da queima da cana-de-açúcar seja eliminada em todo o Brasil até 2021 de forma gradativa em áreas passíveis de mecanização da colheita (cuja declividade seja inferior a 12%) e 2031 para áreas não mecanizáveis.

O manejo adequado dos solos degradados, especialmente nos processos de reforma ou recuperação de pastagens, por um lado promove, em curto prazo, aumento nas emissões de GEE, tanto em função do revolvimento do solo quanto devido à aplicação de fertilizantes nitrogenados. Por outro lado, em longo prazo, essas práticas aumentam a quantidade de C

armazenada no solo. Segnini et al. (2013), que avaliaram o sequestro de carbono em quatro sistemas de produção de bovinos de corte mantidos a pasto e observou que o manejo adotado nos sistemas de produção afetou o estoque de C no solo nas camadas de 0 a 30 cm e de 0 a 100 cm de profundidade. Nos sistemas de sequeiro de alta e moderada lotação animal foram observadas taxas de acúmulo de C na camada de 0 a 100 cm de 1,93 e 1,80 mg/ha de C por ano, respectivamente, mostrando um favorável acúmulo de carbono nos sistemas mais intensificados quando bem manejados.

O Relatório das Estimativas Anuais de Gases de Efeito no Brasil (MCTI, 2014) apresentou emissões de CH₄ entérico da ordem de 246,569 Gg de CO₂eq./ano em 2010. Para redução da emissão CH₄ entérico Berndt et al. (2014) enfatizam que as principais estratégias envolvem: melhoria dos índices zootécnicos de produção e reprodução (redução da idade de abate, redução do intervalo entre partos, redução da idade a primeira cria); reduzindo a necessidade de matrizes sobressalentes e aumentando a longevidade reprodutiva das vacas; melhoria do mérito genético dos animais e das plantas forrageiras; utilização de aditivos e suplementos alimentares. Animais doentes emitem mais GEE e possuem seu desenvolvimento comprometido; e melhoria do bem-estar animal, livrando os animais de stress. Em termos de manejo nutricional e manipulação do rúmen, estratégias específicas devem ser consideradas como alternativas que sejam drenos para o H₂ produzido pela fermentação entérica e redução da população de microrganismos metanogênicos como as *Archaea* devem ser consideradas (BERNDT et al., 2014).

A maioria dos dejetos animais são manejados em esterqueiras e em currais, sistemas que possuem um dos maiores potenciais em emitir GEE (IPCC, 2015). Sem tratamento adequado, essa concentração de carga orgânica promove um ambiente favorável para que microrganismos decompositores desencadeiem reações que levam à emissão de GEE, principalmente N₂O e CH₄ (LI et al., 2012). Apenas uma pequena parcela dos dejetos de animais são manejados sob sistemas capazes de mitigar essas emissões, como a compostagem, a separação de sólidos e/ou a biodigestão anaeróbia. Estudos mostram que esses sistemas emitem cerca de 40% a menos GEE que sistemas que apenas estocam os dejetos em montes ou esterqueiras antes de serem adicionados ao campo (COSTA JUNIOR et al., 2015). O Plano ABC (2012) possui um subprograma que se refere ao tratamento de dejetos animais, que estimula a adoção dessas tecnologias interligadas à produção animal.

O Observatório do Clima cobra do governo federal a aplicação do que determina a lei 12.187, de 2009, que estabeleceu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), em seu parágrafo 11: que todos os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas governamentais devem compatibilizar-se a PNMC.

Mesmo com a redução de emissões observada nos últimos anos, o Brasil está entre os maiores emissores mundiais. O GEE teve uma elevação de 3,5% em 2015 em comparação com o ano anterior (OBSERVATORIO, 2016) e por isso deve assumir sua responsabilidade para o enfrentamento do problema nas próximas décadas investindo em mais estudos e conscientização nas áreas potenciais emissoras.

5. CONCLUSÃO

Pode-se observar que as emissões de gases dos solos agrícolas, ainda são grandes e por isso necessitam ainda de uma gama maior de estudos que permitam levantar dados para melhor controle e fiscalização na emissão de GEE (ou gases). Fica evidente que GEE variam de acordo com as condições climáticas, manejo do solo, sistemas de cultivo, culturas e até alimentação animal. Novas técnicas de cultivos vêm sendo testadas, como a integração-Lavoura-Pecuária e interseção Lavoura-pecúria-Floresta, na tentativa de encontrar mecanismos eficientes para minimização das emissões, mas ainda torna-se necessário maior investimento e estudos em novas técnicas para que assim se crie novo incentivo do governo e até que os incentivos atuais sejam melhores aplicados.

REFERÊNCIAS

- ALHO, C. F. B. V.; CARDOSO, A. da S.; ALVES, B. J. R.; NOVOTNY, E. H. Biochar and soil nitrous oxide emissions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 5, p. 722-725, mai/2012.
- ALMEIDA, R.F.; NAVES, E.R.; SILVEIRA, C.H. Emissão de óxido nitroso em solos com diferentes usos e manejos: uma revisão da revista em Agronegócio e Meio Ambiente. **Maringa** (PR). Maringa –PR, v.8, 441-461p. 2015.
- BERCHIELLI, T.T., MESSANA, J.D. AND CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, . v.13, n. 4, 2012.
- BERNDT, A., ALVES, B.J.T., BARIONI, L.G., BODDEY, R.M., Mitigação da Emissão de Gases da Produção Animal, in: Palhares, J.C.P., Gebler, L. (Eds.), **Gestão Ambiental na Agropecuária**. Embrapa, Brasília, pg. 285-318.2014.
- CAMERON, K. C.; DI, H. J.; MOIR, J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. **Annals of Applied Biology**, v.162, 145-173p. 2013.
- CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; CERRI, C.E.P. & LAL, R. Challenges and opportunities of soil carbon sequestration in Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York, Haworth, p. 41-47,2006
- CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI., C. E. P.; JUNIOR, C. C.; FEILG, B. J.; FRAZÃO, L. A.; MELLO, F. F. De C.; GALDOS, M. V.; MOREIRA, C. S.; CARVALHO, J. L. N. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Sci. Agric. Piracicaba**, v. 67, n. 1, p. 102-116, 2010.
- CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Agricultura e aquecimento global. **B. Inf. SBCS**, 23:40-44, 2007.
- CERRI, C.E.P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; POWLSON, D.S.; BATJES, N.H.; MILNE, E. & CERRI, C.C. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 122:58-72, 2007.
- COSTA JUNIOR, C., CERRI, C. E. P., PIRES, A. V., CERRI, C. C. Net greenhouse gas emissions from manure management using anaerobic digestion technology in a beef cattle feedlot in Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 505, p. 1018-1025, 2015.
- EMBRAPA. **Práticas de Conservação de Solo e Água**, Circular Técnica 133.2012.
- IAMAGUTI, JL, MOITINHO, MR, TEIXEIRA, DD, BICALHO, EDS, PANOSSO, AR E LA SCALA JUNIOR, N., preparo solo e emissão de CO2, temperatura do solo e umidade do solo em uma área de cana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , 19 (5), pp.497-504,2015.
- IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro - RJ, Censo 2012.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), Institute for Global Environmental Strategies (IGES), **Kanagawa, Japão**. 2015.
- JOHNSON, J.M.F.; FRANZLUEBBERS, A.J.; WEYERS, S.L. & REICOSKY, D.C. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. **Environ. Poll.**, 150:107-124, 2007.
- LAL R. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. **Plant Sci.**, 22:151-184, 2003.

- LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. **Eur. J. Soil Sci.**, 60:158-169, 2009.
- LI, C., SALAS, W., ZHANG, R., KRAUTER, C., ROTZ, A., MITLOEHNER, F. Manure-DNDC: A biogeochemical process model for quantifying greenhouse gas and ammonia emissions from livestock manure systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.93, p.163–200, 2012.
- MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estimativas anuais de Revista emissões de gases de efeito estufa no Brasil. **MCTI**, Brasília.2014.
- MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; PANOSSO, A. R.; LA SCALA, N. Efeito do preparo do solo e resíduo da colheita de cana-de-açúcar sobre a emissão de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1720-1728, 2013.
- MORAES S J.C, SÉGUY, L., TIVET, F., LAL, R., BOUZINAC, S., BORSZOWSKI, PR, BRIEDIS, C., SANTOS, JB, .CRUZ HARTMAN, D., BERTOLONI, CG E ROSA, J., . depleção de carbono por aração e sua restauração de sistemas de plantio direto cultivado em latossolos de agro-eco-regiões subtropicais e tropicais do Brasil. **Degradação da Terra e Desenvolvimento**, 26 (6), pp.531-543;2015.
- NOBRE, C. A., ASSAD, E. D. E OYAMA, M. D. – Mudança Ambiental no Brasil – O impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. In: **Scientific American Brasil**. Nº 12. Set-2005.
- OBSERVATORIO. **Observatorio do clima**. Em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/analise-das-emissoes-brasileiras>>. Acesso em: 23 dezembro 2016.)
- OLIVEIRA, W. R. D. **Carbono e nitrogênio do solo e emissões de N₂O em sistemas integrados, pastagem de baixa produtividade e Cerrado**. Tese de Doutorado em Agronomia. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília UnB, Brasília - DF.102p. 2015.
- PLANO, A. B. C. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.**Brasil**.2012.
- PORTELA, M.G.T.; LEITE, L.F.C. [NOTA DE PESQUISA] Emissões de GEE pela Agricultura: o Caso dos Cultivos de cana-de-açúcar (ghg emissions by agriculture: the case of the sugar cane plantation). **Revista Brasileira de Climatologia**, 18.2016.
- RODRIGUES, R.A.R.; de MELLO, W.Z. Fluxos de óxido nitroso em solos com cobertura de floresta ombrófila densa Montana na serra dos órgãos, Rio de Janeiro. **Química Nova**, Vol. 35, No. 8, 1549-1553, 2012.
- SEEG. **Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Em:<<http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>>. Acesso em: 23 dezembro 2016.)
- SEGNINI, A., OLIVEIRA, P.P.A., OTAVIANI JUNIOR, P.L., XAVIER, A.A.P., FERREIRA, E.J., SPERANÇA, M.A., PEZZOPANE, J.R.M., MILORI, M.B.P., MARTIN NETO, L.. Assessing soil carbon stocks and accumulation rates in Brazilian livestock production systems. **Advances in Animal Biosciences** 4, 339.2013
- SERPA FILHO, R., SEHNEM, S., CERICATO, A., JUNIOR, S.S.FISCHER, A. Compostagem de dejetos de suínos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 6(1), p.47. 2013
- SINGH B.K.; BARDGETT R. D., SMITH P., REAY D.S. Microorganisms and climate change: terrestrial feedbacks and mitigation options. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, 2010. p. 779–790.
- SIGNOR, D.; CERRI, C.E.P.; CONANT, R. N₂O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil. **Environ Res Lett.** 9p. 2013.

SIQUEIRA NETO, M; PICCOLO , M DE C, COSTA JUNIOR, C C, CERRI CC., BERNOUX M. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma cerrado, **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 35, p 63 -76.2011.

SOUZA, M.A., O AQUECIMENTO GLOBAL E SUA REPERCUSSÃO NA MÍDIA: ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES PARA UM DEBATE. **Geografia em Atos (Online)**, 2(12).2013.

TEIXEIRA, L. G.; FUKUDA, A.; PANOSSO, A. R.; LOPES, A.; La Scala, N. Soil CO2 emission as related to incorporation of sugarcane crop residues and aggregate breaking after rotary tiller. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.1075-1084, 2012.

ZHANG, X., YIN, S., LI, Y., ZHUANG, H., LI, C. E LIU, C. Comparação das emissões de gases de efeito estufa de arrozais sob diferentes cargas de adubação nitrogenada em Chongming Island, leste da China. **Ciência do total Ambiente** , 472 , pp.381-388.2014.

ZSCHORNACK, T.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; VIEIRA, F. C. B.; ANGHINONI, I. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from flood-irrigated rice by no incorporation of winter crop residues into the soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 623-634, mar/Apr.2011.