

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
O EFEITO ESTUFA E A PRODUÇÃO AGRÍCOLA****Rafael Eduardo Lourenço Pinê¹****Rafael Silvio Bonilha Pinheiro²****Laetitia Marie Louise Chadouteaud³****Gabriela Helena Pinê Américo⁴**

RESUMO: Há crescente preocupação com o aumento das concentrações de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, principalmente de CO₂, CH₄, e N₂O, e o consequente aquecimento global. É premente a necessidade de várias ações para a redução das emissões dos gases do efeito estufa e sequestro de carbono nos ecossistemas terrestres. A atividade agrícola exige mudanças no uso da terra, nos hábitos como o ritmo de consumo de combustíveis fósseis e também na implantação de manejo correto nas áreas agricultáveis, não sendo a única responsável por esse efeito. A aplicação de técnicas e sistemas mais eficientes na utilização da terra como sequestro de carbono por plantas, a utilização de plantas para fabricação de biocombustíveis que emitem menos gases do efeito estufa. Agricultores devem agir de modo sustentável visando assim minimizar as causas do efeito estufa e preservando o planeta para as futuras gerações.

Palavras-chave: Agricultura. Dióxido de carbono. Metano. Óxido nitroso.

¹ Mestrando em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). E-mail: rafaelpine@zootecnista.com.br

² Professor Doutor, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). E-mail: rsbp@bio.feis.unesp.br

³ Mestre em Ciência e tecnologia animal, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). E-mail: laetitia@zootecnista.com.br

⁴ Mestranda em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). E-mail: americo.gabi@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, desde 8 mil anos atrás produtores da Europa e China começaram a abrir suas fronteiras para cultivo de trigo, cevada e outras plantas de relevância agrícola. A partir deste período tem início a queima de árvores derrubadas que cujo apodrecimento provocou oxidação do carbono armazenado nas plantas e no solo com posterior liberação de gás carbônico (CO₂) na atmosfera. Cerca de 3 milênios depois, agricultores do sul da China começaram a inundar terras baixas nas proximidades de rios para o plantio de arroz em terraços alagados que passaram a gerar metano, de modo similar ao que ocorre nos pântanos pela decomposição da vegetação em água parada (GIRARDI et al., 2008).

Ao longo do tempo, o homem continuou liberando na atmosfera gás carbono, metano e óxido nitroso originário de procedimentos incautos na utilização de fertilizantes. De acordo com Arrouays et al. (2002) nas últimas décadas, a pressão da população, as inovações tecnológicas, as políticas públicas, o crescimento econômico e a relação custo/benefícios da produção são responsáveis pelas propostas de mudanças no setor agrícola (IPCC, 2007). A crescente preocupação com o aumento das concentrações de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, principalmente de CO₂, CH₄, e N₂O, e o consequente aquecimento global, levaram a comunidade científica a questionamentos sobre o papel desempenhado pelos solos como fonte ou sumidouro de carbono (C).

As práticas agrícolas e as mudanças do uso da terra devido ao desmatamento são as principais fontes de emissão dos GEE. Aproximadamente 75% do CO₂ que o Brasil emite para a atmosfera são derivados da atividade agrícola e do desmatamento, sendo apenas 25% são derivados da queima de combustíveis fósseis (CERRI; CERRI, 2007).

Segundo Moutinho (2013) as causas do desmatamento parecem ser aparentemente as mesmas nas diferentes regiões tropicais do planeta. Resumidamente, as causas podem ser diretas e indiretas. As diretas estão ligadas a conversão de áreas

florestais para agricultura ou criação de gado, mineração, exploração madeireira e incêndios florestais. Já as indiretas são os subsídios para o agronegócio, política inadequada de investimentos em infra-estrutura, problemas fundiários, ausência de governança fiscalização adequada por parte do governo, demanda por produtos florestais (madeira e outros produtos florestais) e mercado (preço) favorável a produtos cultivados em áreas antes ocupados por florestas como grãos e carne.

Na agricultura, há necessidade de várias ações para a redução das emissões dos gases do efeito estufa e sequestro de carbono nos ecossistemas terrestres. O desenvolvimento de tecnologias aplicadas na produção de bio-combustíveis, na redução de emissões de metano, principalmente nas culturas de arroz irrigado e pecuária, no reflorestamento e sobretudo na adoção de boas práticas agrícolas como o plantio direto, são ações mitigadoras que a comunidade científica deve se preocupar (CERRI; CERRI, 2007).

Neste sentido algumas ações poderiam se realizadas para reduzir emissões de gases em atividades agropecuárias e/ou possibilitar sequestro de carbono, tais como: emprego de biocombustível (álcool da cana-de-açúcar, por exemplo); ações de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e, aplicação de práticas conservacionistas de manejo, como por exemplo o plantio direto. A estimativa é que através das atividades agrícolas e de mudança do uso da terra poderia eliminar 400-800 Tg/ano de C da atmosfera (1 Tg=10¹² g) de acordo com Milori e Martin Neto (2004).

Os sistemas de produção que preconizam a utilização de culturas voltadas à produção de energia renovável apresentam potencial para sequestrar carbono no solo e mitigar a emissão de gases de efeito estufa. No entanto, dimensionar com relativa precisão este acúmulo é uma ação complexa, devido à expressiva dependência do tipo de solo e das condições ambientais a que as práticas de manejo estão sujeitas (SANTI, 2007).

Na presente revisão de literatura objetivou discutir o que é efeito estufa, a contribuição da agricultura e pecuária, gases liberados, métodos e tecnologias que contribuem para redução da emissão dos gases.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceito de efeito estufa

O efeito estufa há dois tipos o natural e o antrópico. O efeito estufa natural ocorre devido às concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera antes do aparecimento do homem. A energia solar de comprimento de onda muito curto ultrapassa a atmosfera terrestre sem interação com os gases presentes nesta camada. Ao atingir a superfície terrestre a energia é refletida e volta para a atmosfera com um comprimento de onda mais longo (radiação infravermelha) que interage parcialmente com os gases do efeito estufa presentes nesta camada. Parte dessa irradiação é absorvida na atmosfera e conseqüentemente aumentando a temperatura do ar. Essa interação permite que temperatura média da atmosfera terrestre seja de 15° C. Caso não houvesse esses gases na atmosfera, a temperatura média da Terra seria 33° C menor, ou seja -18° C, o que inviabilizaria a vida atualmente existente (CERRI; CERRI, 2007). Já o antrópico é a concentração dos gases do efeito estufa pelas atividades do homem como: queima de combustíveis fósseis, expansão e atividade agropecuária dentre outros fatores.

Os gases de efeito estufa são gás carbônico (CO₂), o metano (CH₄), chamado de gás dos pântanos, e o óxido nitroso cuja sua fórmula química é N₂O. A concentração desses gases tem aumentado desde a década de 70 para os dias atuais, de 280 ppm para 360 ppm (CO₂), de 0,7 ppm para 1,7 ppm (CH₄), e de 280 ppb para 360 ppb (PRIMAVESI, 2007). De acordo com Bruinsma (2003), 15% das emissões antropogênicas de CO₂, 49% de CH₄ e 66% de N₂O é de responsabilidade da agricultura.

2.3 Gases de efeito estufa na agricultura e pecuária, práticas e tecnologias utilizadas para sua redução

As principais fontes antropogênicas de emissão de CO₂ têm origem na queima de combustíveis fósseis e da biomassa vegetal, bem como na mineralização da matéria orgânica do solo (Kram et al., 2000). Segundo Reck e Hoag (1997); Siqueira Neto, et al (2009) as maiores contribuições nas emissões de N₂O são o uso de fertilizantes nitrogenados em solos agrícolas e a indústria química e petroquímica. As leguminosas (adubos verdes), fertilizantes minerais e orgânicos e a urina de animais podem liberar N₂O, se forem enterrados e submetidos a condições de encharcamento (PRIMAVESI, 2007).

Siqueira Neto et al. (2009) em seu estudo com rotação de culturas no sistema plantio direto e a emissão de CO₂ e N₂O, observou que os tratamentos com mais tempo desse sistema apresentaram maiores emissões de CO₂ e em que também a temperatura do solo influenciou esse aumento. Em relação a emissão de N₂O o tempo do sistema não foi influenciado, o uso de leguminosas foram mais eficazes na redução dos gases do efeito estufa.

Segundo Primavesi et al. (2007) o gás metano também do efeito estufa é liberado durante a decomposição de celulose em condições anaeróbicas (áreas inundadas com restos de vegetação ou em que existam vegetação ou resíduos orgânicos), também é liberado quando materiais orgânicos são digeridos por ruminantes estima-se que a produção desse gás é de aproximadamente 8 milhões de toneladas de CH₄/ano pelo rebanho bovino brasileiro, porém de acordo com a literatura esse valor é pequeno 2% do CH₄ antropico global ou 10% do metano ruminal global (LIMA et al., 2001).

Primavesi (2007) relata que um bovino de corte com aproximadamente 350 kg de peso vivo em pastejo gera entre 40 e 70 kg de metano por ano, o que equivale a 25 vezes mais em termos de CO₂, ou seja, entre 1,0 e 1,7 t por animal por ano de CO₂-equivalente. Um bovino de leite em lactação de alta produção gera entre 100 e 150 kg de

CH₄ por ano. Pode-se perder de 2% (dieta à base de grãos) até 18% (forragem de baixa qualidade e com baixo teor de proteína bruta) da energia bruta ingerida na forma de metano; aceita-se como normal o valor em torno de 6%. Assim pastagens bem manejadas, não queimadas, e protegidas por elementos florestais resultam em sistemas produtivos que, em vez de gerar um passivo ambiental (emitem gases e calor), podem criar um ativo ambiental (seqüestram gases, acumulam água para atender às nascentes, aos poços e às plantas em geral e reduzem o calor). Ainda de acordo com o autor os sistemas agroflorestais ou silvipastoris são a grande ferramenta para recuperar áreas degradadas, para conservar áreas produtivas e para fazer frente ao aquecimento global.

Como os bovinos são péssimos conversores de grãos em carne, deve ser evitado o sistema de confinamento no estilo norte-americano. Embora ocorra depressão na produção de metano, redução da ruminação e diminuição do incremento calórico, a eficiência de utilização da energia ingerida tende a ser maior com dietas concentradas, quando comparadas a dietas volumosas, devido ao menor requerimento líquido de manutenção. Também, a utilização de alimentos volumosos de melhor qualidade é mais eficiente do que a dos de pior qualidade (Veras et al., 2001).

O melhoramento da eficiência dos processos microbianos visando a otimização da digestão de fibras no rúmen e síntese microbiana apresenta-se como uma outra estratégia para a redução das emissões de metano. Combinações, tratamentos e bioengenharia de alimentos são oportunidades a serem exploradas (LIMA, 2002).

Além dessas fontes de emissões diretas, o setor agrícola impulsiona emissões nos setores industrial e energético através da produção de fertilizantes e pesticidas, produção e operação de máquinas agrícolas, e o uso de energia (Burneya et al., 2010).

Outro aspecto a ser analisado refere-se ao efeito direto nas plantas, do aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, que tem sido intensamente estudado pelos especialistas em fisiologia vegetal. É bem conhecido o funcionamento, no que diz respeito à atividade fotossintética, da concentração do dióxido de carbono no crescimento das plantas (PINTO et al., 2002). A concentração do CO₂ na atmosfera, sendo próxima

de 300 ppm está bem abaixo da saturação para a maioria das plantas. Níveis excessivos, próximos de 1.000 ppm, passam a causar fitotoxicidade. Nesse intervalo, de modo geral, o aumento do CO₂ promove maior produtividade biológica nas plantas (PINTO et al., 2002).

A aplicação de herbicidas é uma das práticas potenciais que visam recuperar a produtividade de pastagens ou reforma de pastos degradados na Amazônia. O efeito dessa prática sobre os fluxos de N₂O no solo ainda são pouco conhecidos, porém podem-se esperar alterações na disponibilidade de N aos microrganismos do solo por um período variável, conforme a estratégia de manejo adotada. Quando o herbicida é utilizado para dessecação total da biomassa vegetal, com posterior ressemeadura da forrageira, espera-se ter um aumento da disponibilidade de N aos microrganismos do solo, pela cessação temporária da absorção do nutriente pelas plantas em senescência. Nesse caso, também existe um grande aporte de C no sistema, constituído pela biomassa radicular e aérea das plantas mortas. O balanço desses fatores, aliado à umidade do solo, irá determinar os fluxos de N₂O (CARMO et al., 2005).

Para se reduzir as emissões de N₂O, Seneviratne (2001) adotou o uso de inibidores e de cobertura morta com resíduos de gramíneas. Gramíneas tropicais e seu uso são eficientes cicladores de nitrato (PRIMAVESI, 2006).

De acordo com os estudos de Burneya et al. (2010) os resultados obtidos em sua pesquisa mostra a importância de mudança de uso da terra sobre as emissões diretas de metano e óxido nitroso dos sistemas agrícolas, e sugerem que os impactos climáticos da intensificação agrícola histórica eram preferíveis às de um sistema com entradas mais baixas que em vez expandir a lavoura para atender à demanda global para alimentos. Melhorar a produtividade das culturas não é incompatível com a redução de insumos agrícolas em muitas circunstâncias, contudo deve-se atentar as exigências e práticas agrícolas mais precisas.

A utilização de biocombustíveis tem um grande potencial na redução de emissão de gases do efeito estufa (GEE) de forma ecológica, mas pode competir com outras formas de energia renováveis e também com tecnologias de sequestro de carbono, como

a injeção e o armazenamento de dióxido de carbono em poços exauridos de petróleo, porém essa alternativa necessitará de mudanças nos hábitos. Tecnologias como etanol (cana-de-açúcar) tem se mostrado mais eficiente, pois consome uma unidade de energia fóssil para 8 unidades de energia renovável produzida (LEITE; LEAL, 2007). Ainda de acordo com autores supracitados que comparam o etanol de cana-de-açúcar com o biodiesel de mamona observaram que um hectare cultivado com cana produz mais de 6 mil litros por ano de etanol, em contra partida esse mesmo hectare plantado com mamona proporciona apenas 500 litros de biodiesel.

De acordo com Lima (2002) a adoção de medidas para a redução ou sequestro de carbono atmosférico por atividades agrícolas encontra oportunidades notáveis no setor agropecuário. Além disso, os benefícios da implantação de medidas políticas de redução de gases de efeito estufa (GEE) podem também se estender à outras ações destinadas à melhoria da qualidade ambiental (aumento de áreas plantadas, recuperação de áreas degradadas, redução de outros gases poluentes).

De acordo com os estudos realizados por Rezende et al. (1999) citado por Lima et al. (2001) indicaram que o solo sob pastagens bem manejadas estavam acumulando C, e esta tendência deveria permanecer se mantido o manejo do sistema. Como a taxa de decomposição de material orgânica no solo e a sua taxa de decomposição são desconhecidos, um novo valor de equilíbrio no estoque de C no solo não poderia ser estimado, e por isso, não é possível saber até quando, e até que nível, esta acumulação irá ocorrer. Assim as pastagens produtivas contribuem significativamente a melhoria dos recursos hídricos e também promove a redução da erosão, além da diminuição do “efeito estufa” pelo sequestro de C.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente revisão de literatura é possível concluir que a agricultura pode contribuir para o efeito estufa e os principais gases produzidos são dióxido de carbono

(CO₂), o gás metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Portanto há necessidade na mudança do uso da terra, dos hábitos como o ritmo de consumo de combustíveis fósseis, e também o manejo correto das áreas agricultáveis.

A aplicação de técnicas e sistemas mais eficientes na utilização da terra como sequestro de carbono por plantas, a utilização destas para fabricação de bio-combustíveis que são mais ecológicos. Porém há necessidade de mais estudos sobre a contribuição que a agricultura e a pecuária tem na emissão dos gases do efeito estufa. Agricultores devem adotar tecnologias sustentáveis e seu uso correto visando assim minimizar as causas do efeito estufa e preservando o planeta para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ARROUAYS, D; BALESSENT, J.; GERMON, J.C.; JAYET, P.A.; SOUSSANA, J.F.; STENGEL, P. **Contribution à la lutte contre l'effet de serre: stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?** Paris: INRA, 2002, 332 p. Expertise scientifique collective, Relatório INRA.

BRUISMA, J. (Ed). World agriculture: toward 2015/30. An FAO Perspective. London: Earthscan, Rome: FAO, 2003. 444p. **Disponível em:** <<http://www.fao.org/docrep/005/Y4252E/y4252e06.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

BURNEYA, J.A.; STEVEN J.D.; LOBELLA, D.B. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010. **Disponível em:** <<http://www.pnas.org/content/early/2010/06/14/0914216107.full.pdf+html>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

CARMO, J.B. et al. Disponibilidade de nitrogênio e fluxos de n₂o a partir de solo sob pastagem após aplicação de herbicida. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.29, p. 735- 746, 2005.

CERRI, C.C; CERRI, C.E.P. Agricultura e aquecimento global. **Disponível em:** <http://www.aquecimento.cnpem.br/bibliografia/agr_e_aquec_Cerri_2007.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2013.

GIRARDI, G. et al. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Embrapa e Unicamp, 2008. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_300908_FINAL.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2013.

IPCC, A. R. Intergovernmental panel on climate change. **Climate change 2007: Synthesis report**, 2007.

LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001.p.169-189.

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

LEITE, R.C.C.; LEAL, M.R.L.V. O biocombustível no Brasil. **Novos estudos**, v.78, p.14-21, 2007.

MILORI, D.M.B.P.; MARTIN NETO, L. Efeito Estufa X Agricultura. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=155&pg=1&n=4>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

MOUTINHO, P. Desmatamento na Amazônia: desafios para reduzir as emissões de gases de efeito estufa do Brasil. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-411.pdf>> . Acesso em: 08 nov. 2013.

PINTO, H.S. et al. O Aquecimento Global e a Agricultura. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima16.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

PRIMAVESI, O. et al. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, MG, v.35, n.3, p. 683- 690, 2006.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M.S. **Aquecimento global e mudanças climáticas: uma visão integrada tropical**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 213p.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. Documentos 72. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007, 43 p.

SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. Potencial de seqüestro de Carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 78). **Disponível em:** http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.htm. Acesso em: 01 nov.2013.

SENEVIRATNE, G. Mitigating nitrous oxide emission in tropical agriculture: myths and realities. **Current Science**, v. 80, n. 2, p. 117-118, 2001.

SIQUEIRA NETO et al. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). li - emissões de CO₂ e N₂O. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.33, p.1023- 1029, 200.

VERAS, A. S. C., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, J. F. C. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 904-910, 2001.