

## **EMISSÃO DE GASES NAS ATIVIDADES PECUÁRIAS**

**Patrícia Perondi Anchão Oliveira, André de Faria Pedroso, Roberto Giolo de Almeida, Sandra Furlan, Luiz Gustavo Barioni, Alexandre Berndt, Paulo Armando Oliveira, Marta Higarashi, Salete Moraes, Lucietta Martorano, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Marcos Visoli, Maria do Carmo Ramos Fasiabem e Ana H. B. Marozzi Fernandes**

### **Introdução**

As alterações climáticas e o aquecimento global continuam a ser tópicos de debate científico e de interesse público (Snyder et al., 2008). O aumento dos “gases de efeito estufa” (GEE) na atmosfera tem sido apontado como uma das principais causas das mudanças climáticas, porque aumentam o potencial de aquecimento global. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) são os principais GEEs. Apesar das concentrações de metano e óxido nitroso na atmosfera serem menores que a de CO<sub>2</sub>, a mensuração de seus fluxos de emissão é importante porque esses gases apresentam potencial de promoção do efeito estufa, 23 e 296 vezes maior em relação ao CO<sub>2</sub>, respectivamente (Snyder et al., 2008). A queima de combustíveis fósseis é a maior contribuinte global de GEE, principalmente CO<sub>2</sub>, respondendo por mais de 60% de todas as emissões mundiais. Dentre outras atividades, a agropecuária é uma das que mais contribui com a emissão de CH<sub>4</sub> (Berndt, 2010), principalmente através da produção de arroz e da pecuária. A emissão de amônia no setor agropecuário, apesar de não ser uma causadora direta do efeito estufa, é também motivo de precaução devido a seus efeitos no ambiente e no bem estar animal, especialmente das aves. Quanto a emissão de óxido nitroso, De Klein and Ledgard (2005), citados por Sagggar et al., 2007, enfatizam a importância da deposição da urina dos ruminantes. Já para as fezes, segundo Sagggar et al., 2007, o N depositado na superfície do solo está na forma orgânica e sofre baixa mineralização, resultando em emissões irrelevantes de N<sub>2</sub>O.

Três fatos contribuem para tornar muito relevantes as emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira: o fato de o Brasil ter realizado abertura de novas áreas agrícolas por meio de desmatamento e queimadas; o fato de o Brasil possuir matriz energética essencialmente fundamentada em geração hidroelétrica, diminuindo a participação do setor industrial e transportes frente à agropecuária e o tamanho de rebanho brasileiro, com liderança na produção e exportação de vários produtos de origem agropecuária. No contexto da pecuária, o Brasil ocupa posição de destaque no mundo, com o maior rebanho comercial bovino, com 171,6 milhões de cabeças (IBGE, 2009), detendo aproximadamente, 20% do mercado de carne (USDA, 2009), além de ser o sexto maior produtor mundial de leite (IBGE, 2009). Na produção de aves, o Brasil ocupa o terceiro lugar, tanto nas exportações quanto na produção. Na produção de suínos ocupa o quarto lugar nesses quesitos (IBGE, 2009).

### **O problema de GEE no Brasil**

As informações preliminares do Segundo Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009) indicam a emissão total de GEE brasileira, para o ano de 2005, de 2.203.362 Gg de CO<sub>2</sub> eq., sendo a agropecuária responsável por 22% das emissões e a mudança no uso da terra por 57,5%. A contribuição da agricultura na emissão de metano nacional foi de 71%, composta principalmente pela

emissão entérica com 63,3% (54,1% pelo gado de corte, 7,4% pelo gado leiteiro e 1,9% pelas outras espécies), seguida pela emissão do manejo dos dejetos animais confinados, com 5,5%. As emissões de óxido nitroso pela agropecuária representam 90,6% das emissões nacionais deste gás e são provenientes principalmente da emissão dos solos. Apesar da baixa emissão por unidade de área, como a área de pastagens no país é muito grande, a emissão pelas pastagens representa cerca de 39,4% das emissões de óxido nitroso da agropecuária.

A emissão entérica de metano, processo natural e intrínseco aos ruminantes, tende a acompanhar o crescimento do rebanho. No Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE, as emissões totais de metano da pecuária foram estimadas em 8,8 Tg de origem entérica. Para o ano de 2005, as informações preliminares do Segundo Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009) indicaram emissões de metano de origem entérica de 12 Tg.

No Brasil existem poucos estudos de emissão de GEE nas produções de suínos e aves. Entre os poucos trabalhos existentes na área de suínos, podem ser citados alguns estudos de emissão de gás carbônico em solos adubados com dejetos de suínos (Giacomini e Aita, 2008) e avaliações de potencial de redução de emissão através do uso de sistemas de tratamentos, tais como biodigestores (Angonese et al., 2007). Recentemente, foi realizado um estudo comparativo das emissões de gás carbônico e metano por dejetos de suínos tratados por compostagem e armazenados em esterqueira (manejo padrão utilizado no País), no entanto, esse trabalho foi realizado em escala piloto (Sardá et al., 2010), havendo necessidade de obtenção de resultados de sistemas de produção em escala comercial.

Para a avicultura, os estudos no Brasil se limitam às avaliações de teores de amônia, a qual não é diretamente causadora de efeito estufa, em ambientes confinados de aviários visando a questão do bem estar animal (Owada et al., 2007) e estudos de aditivos que reduziram a volatilização desse gás em aviários (Medeiros et al., 2008). Em revisão recente, visando traçar estratégias de mitigação de emissões de GEE (Cerri et al., 2010), consideraram-se apenas as emissões dos ruminantes, negligenciando as emissões das outras espécies, embora o artigo ressalte que, certamente existem medidas mitigadoras que podem ser implantadas para suínos e aves. Sendo assim, é bastante evidente a carência que existe no País de informações consistentes, sobre a real colaboração da produção intensiva de suínos e aves na emissão de GEE e também do potencial de mitigação da emissão destes gases, quando são adotadas ações para tratamento alternativo de dejetos.

Segundo Saggari et al. (2007), dados explícitos espacialmente e temporalmente dos fluxos de emissão de óxido nitroso e metano do solo e da emissão entérica de metano, são necessários para melhor estimar as emissões e remoções desses gases em âmbito regional e nacional. Hammond et al. (2009) enfatizaram que os inventários de emissões de GEE são baseados em número de animais, em produção de gases, em produção de metano por ingestão de matéria seca, e que, portanto, a segurança nos valores utilizados são imprescindíveis para a qualidade dos inventários.

No Brasil, os primeiros trabalhos realizados com animais, quanto à emissão de metano, foram realizados na década de 90, existindo poucos trabalhos publicados com resultados de experimentos envolvendo bovinos de corte, tanto em confinamento (Berchielli et al., 2003; Pedreira et al., 2004; Nascimento, 2007; Oliveira et al., 2007; Possenti et al., 2008) como em pastejo (Demarchi et al., 2003) e com gado de leite (Primavesi et al., 2004a; Pedreira et al., 2009). Esses estudos, além de pioneiros, são de grande relevância

por terem levantado dados divergentes dos valores de referência do IPCC (1996), contribuindo para estimativas mais realistas da pecuária brasileira. De acordo com Berndt (2010), em revisão sobre trabalhos realizados no Brasil, a média obtida para emissão de metano de machos bovinos de corte foi de 51,5 kg/animal/ano. Quando considerado todas as categorias animais, Primavesi et al. (2011), obteve média de 39 kg de metano/animal/ano e, para bovinos leiteiros, 65 kg de metano/animal/ano.

Estudos com ruminantes demonstram que a emissão de metano depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que, geralmente, dietas com elevada digestibilidade proporcionam maior consumo com menor emissão de metano por unidade de alimento ingerido, do que dietas de baixa qualidade (Pedreira et al., 2004; Oliveira et al., 2007). Além da qualidade da dieta, fatores intrínsecos aos animais, como suas características genéticas e a microflora ruminal interferem na emissão de metano entérico (Hammond et al., 2009)

As dejeções de bovinos mantidos em pastagens são responsáveis por 39,4% das emissões antrópicas óxido nitroso no Brasil (BRASIL, 2009), sendo que as perdas de N pela urina são maiores do que pelas fezes (FERREIRA, 1995).

Segundo o IPCC (2006), 2% do N que ingressa no solo derivado das excretas de bovinos são perdidos como  $N_2O$ . Estudos preliminares, realizados em Seropédica (RJ) na região de Mata Atlântica, mostraram que as emissões de  $N_2O$  do solo tratado com urina também são inferiores às estimadas do IPCC. Calcula-se um fator de emissão direta de  $N_2O$  ao redor de 0,5% na época das chuvas, e de 0,1% no inverno. Os valores são muito abaixo do sugerido pelo IPCC e tal fato é atribuído à boa drenagem dos solos brasileiros (Urquiaga et al., 2010).

De acordo com Saggari et al. (2007) e LIMA (2006), ocorre variabilidade espacial e temporal das emissões de óxido nitroso, devido à excreção errática dos dejetos animais, à heterogeneidade espacial dos solos, ao pisoteio animal e compactação superficial do solo pós pastejo e, às características naturais dos processos de emissão de  $N_2O$ , além do uso de fertilizantes nitrogenados. Os padrões de distribuição das dejeções nas pastagens podem dificultar a obtenção de estimativas de emissão precisas, devido à falta de representatividade da área amostrada (Braz et al., 2003; Ferreira et al., 2004; Marchesin, 2005). Conforme aumenta a intensificação do uso das pastagens, aumenta a importância das emissões de  $N_2O$ , devido ao maior acúmulo de dejeções, especialmente urina, ao aumento no uso de fertilizantes nitrogenados e, em casos isolados, ao uso de irrigação.

## **Estratégias mitigação de GEE**

Ações para a mitigação da emissão de metano podem ser facilmente adotadas e incluem a melhoria da dieta, o uso de animais com maior potencial genético, a redução na idade de abate, o uso de aditivos (probióticos, ionóforos, leveduras, lipídeos), o manejo adequado das pastagens, o uso de vacinas, conforme proposto por Primavesi et al., (2011) e Berndt(2011) e ainda, o melhoramento genético de forrageiras voltado para baixa emissão de metano, o uso de confinamentos estratégicos, a busca de alternativas técnicas e econômicas para aproveitamento de machos leiteiros para produção de carne, o que diluiria a emissão de metano das vacas leiteiras pelo fornecimento de bezerros para cria.

Projeções de Barioni et al. (2007), sobre as emissões de metano pela pecuária de corte brasileira, no período de 2007 a 2025, indicam que deverá ocorrer substancial melhoria na eficiência de produção de carne. Projeta-se aumentos de 7,4% no tamanho do rebanho nacional e de 29,3% no número de abates, proporcionando um aumento de 25,4%

na produção de carne e de apenas 2,9% na emissão de metano, refletindo em uma diminuição de 18% na emissão de metano por unidade de carne produzida. Essas projeções pressupõem a utilização de tecnologias apropriadas de manejo nos sistemas de produção da agropecuária.

Um dos focos de pesquisa atual baseia-se na hipótese de que a recuperação direta das pastagens (Oliveira, 2007) e a adoção do manejo intensivo e dos sistemas integrados (Integração Lavoura Pecuária - ILP, Silvopastoril e Agrossilvipastoril) possuem grande potencial de mitigação dos gases de efeito estufa. Sistemas de pastagens recuperadas e intensificadas, com a possível introdução do componente arbóreo, possuem reconhecidos potenciais de sequestro de carbono e mitigação dos gases de efeito estufa, devido à elevada produção de massa de forragem das gramíneas tropicais, eficientes no de fertilizantes nitrogenados, e ao acúmulo de matéria-orgânica no solo (Oliveira et.al., 2007; Segnini et. al., 2007; Primavesi, 2007).

Um número razoável de estudos sobre ecossistemas de pastagens nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, indicam que, de modo geral, solos sob pastagem podem acumular C em níveis semelhantes ou superiores à vegetação nativa e que a degradação das pastagens promove perda do C acumulado (Cerri et al., 2006; Jantalia et al., 2006; Segnini et al., 2007). Fisher et al. (2007), em revisão de estudos sobre C no solo em pastagens introduzidas nas regiões savânicas do Brasil e da Colômbia, observaram que as taxas de deposição de liteira eram subestimadas e, conseqüentemente, a produtividade primária líquida e o potencial de mitigação de GEE pelas pastagens. Estes dados confirmam o exposto no artigo veiculado pela FAO (2009) "Grasslands: enabling their potential to contribute to greenhouse gas mitigation", no qual os autores sugerem que existe um potencial técnico de mitigação dos GEE pela pastagem maior que as emissões de metano oriundas dos ruminantes e de suas dejeções.

Estudos com diversas variações de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta demonstraram que o componente florestal propicia inúmeros benefícios que refletem em melhoria na eficiência de uso da terra (Carvalho et al., 2001; Macedo, 2009). Entretanto, são os impactos positivos em variáveis microclimáticas e no sequestro de carbono que ampliam as possibilidades de seu uso em cenários de mudanças climáticas. Sistemas pastoris com 250 a 350 árvores de eucalipto/ha, planejados para corte das árvores aos oito a doze anos de idade, são capazes de produzir 25 m<sup>3</sup>/ha/ano de madeira (Ofugil et al., 2008), o que corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C ou 18 t/ha de CO<sub>2</sub> eq., o que é equivalente à neutralização da emissão de GEE de cerca de 12 bovinos adultos. Entretanto, estudos avaliando o balanço de C nesses sistemas são escassos no Brasil.

As pastagens também possuem potencial para remoção de metano da atmosfera. Sagar et al. (2007) mensuraram o fluxo de emissão de GEE durante dois anos em pastagens neozelandesas e concluíram que as pastagens funcionaram como um dreno para o metano, com remoção anual de 0,64±0,14 Kg/ha de C na forma de CH<sub>4</sub>. Os autores observaram que, apesar das pastagens terem esta característica, o inventário de GEE daquele país ("New Zealand's Greenhouse Gas Inventory/2006") não considera esses valores.

## Conclusões

Em 2009, na “15<sup>a</sup> Conferência das Partes” (COP-15) sobre mudança do clima, o Brasil se destacou com avançadas propostas voluntárias de “Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas” (NAMAs, da sigla em inglês), com as seguintes metas para 2020, para o setor “agropecuária”: reduções de 83 a 104 Mt de CO<sub>2</sub> eq com recuperação de pastos, de 18 a 22 Mt de CO<sub>2</sub> eq com integração lavoura-pecuária, de 16 a 20 Mt de CO<sub>2</sub> eq com plantio direto e de 16 a 20 Mt de CO<sub>2</sub> eq. com fixação biológica de N (BRASIL, 2010). De acordo com estudo de Cerri et al. (2010), essas metas são passíveis de serem atingidas com as tecnologias disponíveis atualmente, entretanto, são necessários estudos mais aprofundados para melhor quantificar as emissões e o potencial de mitigação de GEE dessas tecnologias, para embasar as políticas públicas e orientar a cadeia produtiva.

Assim, torna-se também fundamental o desenvolvimento de modelos matemáticos, baseados em processos, para se estimar o balanço líquido de GEE em sistemas de produção pecuária brasileiros, integrando o sequestro de carbono no solo e o impacto do uso de insumos. Devido à possibilidade de se adquirir dados sobre grandes extensões geográficas, as geotecnologias tornaram-se importantes ferramentas para espacializar e monitorar os recursos naturais, as atividades antrópicas e as conseqüências destas atividades sobre a superfície terrestre e devem estar associada à modelagem no sentido de facilitar o levantamento dos balanços entre as emissões e remoções antrópicas de GEE.

A produção baseada em boas práticas pecuárias, que resultem em redução na emissão de GEE ou aumento na mitigação pode exigir um patamar de preço mais elevado dos produtos, especialmente com relação às carnes. Nesse aspecto, contar com instrumentos adequados de modelagem e de análise econômica, que permitam a configuração de cenários futuros, conforme diferentes tecnologias sejam adotadas e opções de políticas públicas sejam implantadas, é uma estratégia muito interessante para a cadeia pecuária brasileira.

O avanço do conhecimento neste tema envolve projetos que abordem o cálculo dos balanços de gases de efeito estufa, considerando as emissões e remoções antrópicas desses gases. Torna-se necessário para tal, a realização de projetos multidisciplinares, repetidos de forma espaço-temporal, para tratar a complexidade dos estudos nos compartimentos “solo-planta-animal-atmosfera” e suas relações com as questões econômicas e ambientais. É necessário que os estudos envolvam os diferentes sistemas de produção da agropecuária brasileira, dos diferentes biomas, provendo resultados em melhor grau de aproximação e evitando-se o uso de padrões inadequados para as condições brasileiras.

## Bibliografia

- ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; WELTER, R. A. Potencial de redução de emissão de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, 2007.
- BARIONI, L. G.; LIMA, M. A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. A baseline projection of methane emissions by the brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007. **Proceedings...** Christchurch, New Zealand, 2007. p. xxxii-xxxiii.
- 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, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

BERNDT, A. Estratégias nutricionais para redução de metano. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL 4., 2010, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro: CLANA: CBNA: AMENA, 2010. p. 295-306.

BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO: UFV, 2010. p. 121-147.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa:** informações gerais e valores preliminares. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/geesp/docs/brasil/6.pdf>. Acesso em 12 de agosto de 2009.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Nota nº 31 de 29/01/2010.** [2010]. Disponível em: [http://www.mre.gov.br/portugues/imprensa/nota\\_detalhe3.asp?ID\\_RELEASE=7811](http://www.mre.gov.br/portugues/imprensa/nota_detalhe3.asp?ID_RELEASE=7811) Acessado em: 12 abr. 2010.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 787-794, 2003.

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários:** opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. 414 p.

CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Seqüestro de carbono em áreas de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p. 73-80.

CERRI, C. C.; MAIA, S. M. F.; GALDOS, M.V.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agricultural and livestock. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 831-843, 2009.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI, C. E. P.; COSTA JÚNIOR, C.; FEIGL, B. J.; FRAZÃO, L. A.; MELLO, F. F. C.; GALDOS, M. V.; MOREIRA, C. S.; CARVALHO, J. L. N. Greenhouse gas mitigations in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 1, 2010.

DEMARCHI, J. J. A. A.; Manella, M. Q.; Lourenço, A. J.; Alleoni, G. F.; Frighetto, R. T. S.; Primavesi, O.; Lima, M. A. Preliminary results on methane emission by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: INTERNATIONAL METHANE & NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE, 3., 2003, Beijing, China. **Proceedings...** Beijing: China Coal Information Institute, 2003. p. 80-82. 1 CD-ROM.

FERREIRA, E. **A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens.** 1995. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

FERREIRA, E.; ROCHA, G. C.; BRAZ, S. P.; SOARES, J. C.; ANDRADE, F. A. A. Modelos estatísticos para o estudo da distribuição de excretas de bovinos em pastagens tropicais e sua importância na sustentabilidade desses sistemas. **Livestock Research for Rural Development**, v. 16, n. 9, 2004. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd16/9/ferr16066.htm> Acessado em: 20 abr. 2010.

FISHER, M. J.; BRAZ, S. P.; SANTOS, R. S. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v. 41, p. 65-83, 2007.

FAO. **Grasslands:** enabling their potential to contribute to greenhouse gas mitigation. Rome. Italia, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/climate/FinalUNFCCCgrassland.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2010.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Emissão de dióxido de carbono após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, 2008.

HAMMOND, K. L.; MUETZEL, S.; WAGHORN, G. C.; PINARES-PATINO, C. S.; BURKE, J. L.; HOSKIN, S. O. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 69, p. 174-178, 2008.