

1. INTRODUÇÃO

As Nações Unidas (UN, 2007) estimam que a população do planeta atinja 9,3 bilhões em 2050. Esta população será mais rica, mais longeva e mais exigente em relação à qualidade dos alimentos. Até 2020 a demanda global por alimentos crescerá 20% (FAO, 2002) e o Brasil poderá atender cerca de 40% deste incremento. A maior exigência do mercado envolverá aspectos de qualidade nutricional, responsabilidade social, bem estar animal e sustentabilidade ambiental. Atualmente pode-se afirmar que há um desequilíbrio na disponibilidade de alimento no mundo, evidenciando discrepâncias claras entre populações subnutridas em contraste com grupos sofrendo de obesidade. O desafio futuro para a produção de alimentos será compatibilizar a necessidade de incremento de produção, impulsionado pela maior demanda, associada à distribuição mais eficiente com menores desperdícios e à crescente preocupação com a preservação ambiental.

Na última década o debate sobre as mudanças climáticas, causadas pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) e consequente aquecimento global alcançou o setor agropecuário mundial. Em todo o planeta as nações notaram que a produção de alimento, fundamental para o desenvolvimento das sociedades, também contribui com emissões de GEE. Apesar de a queima de combustíveis fósseis ser a maior fonte de GEE, respondendo por mais de 60% das emissões globais (IPCC, 2007), outros setores produtivos industriais e agropecuários também perceberam que poderiam contribuir para a redução das emissões.

O Brasil tem papel de destaque neste cenário pois possui uma extensa área territorial associada a uma condição climática favorável, uma boa competência produtiva e uma crescente preocupação com a sustentabilidade. Uma pecuária sustentável pode ser considerada quando não pratica

desmatamento ilegal, trabalha com responsabilidade social, permite o lucro e sustento familiar digno, preserva áreas naturais, conserva a biodiversidade, usa a água de forma racional, evita a formação e recupera áreas com pastagens degradadas, conserva o solo e emite menos GEE.

2. EMISSÕES BRASILEIRAS

De acordo com a segunda comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima (MCT, 2010), referente ao ano de 2005, o gás carbônico (CO₂) respondeu por 74,7% de todas as emissões brasileiras, seguido pelo metano (CH₄) 17,3% e óxido nitroso (N₂O) com 7,7%, em CO₂ equivalentes.

A agropecuária foi responsável por 19% das emissões nacionais, em termos de CO₂ equivalentes (Figura 1).

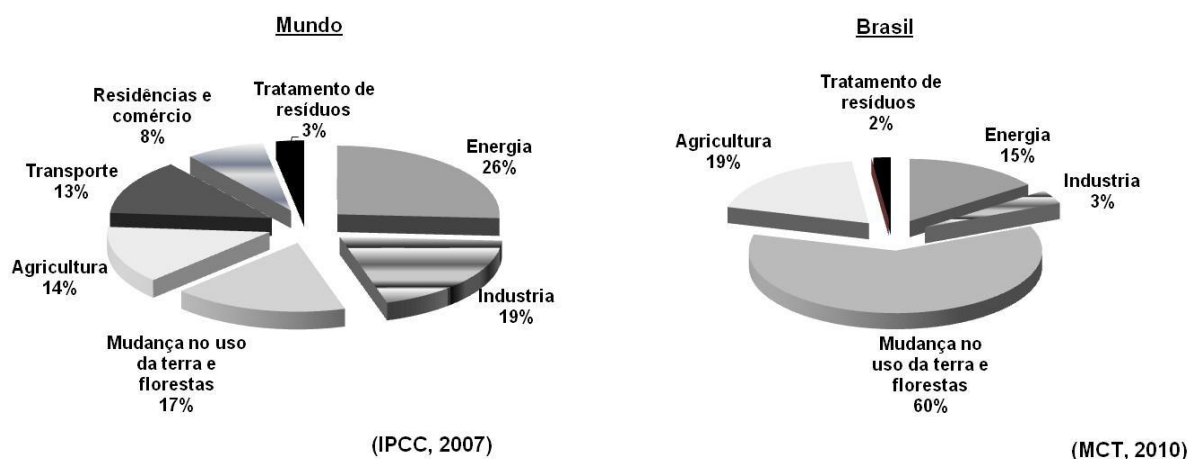


Figura 1: Contribuição relativa de diferentes setores nas emissões antrópicas de GEE no mundo e no Brasil em 2005 (CO₂eq).

Entre as diferentes fontes de GEE oriundas da agropecuária, a emissão de CH₄ pela fermentação entérica de ruminantes foi a mais significativa, respondendo por 63,2% de todo o CH₄ emitido pelo setor. Na pecuária nacional em 2005, 94% do metano emitido foi de origem entérica e 6% de origem no esterco (MCT, 2010).

Em relação ao primeiro inventário de emissões (MCT, 2004), a emissão de CH₄ aumentou 36,4% em relação ao ano base de 1990. No mesmo período

a produção de carne no Brasil saltou de 5.028 em 1994 para 8.775 mil toneladas de equivalente carcaça em 2005, ou seja um aumento de 74,5% (ABIEC, 2011). Este incremento na produção de carne foi alcançado com melhores índices de produtividade, uma vez que a área ocupada por pastagens vem se mantendo estável com ligeira redução na última década, em torno de 160 milhões de hectares (IBGE, 2006). Os ganhos em produtividade foram maiores que o incremento nas emissões, conseqüentemente, a carne produzida em 2005 teve menor carga de emissões de GEE, ou “pegada de carbono”, por quilo de produto carne ou leite.

3. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DE GEE NA PECUÁRIA

Existem diferentes estratégias para reduzir as emissões de GEE pela pecuária, envolvendo gerenciamento da atividade, manejo nutricional e reprodutivo. Alguns exemplos de estratégias para reduzir a emissão de metano por quilo de produto são: aumentar a eficiência de produção, diluindo as emissões por unidade de produto (carne ou leite). Melhorar os índices produtivos e reprodutivos, reduzindo a idade do abate, ao primeiro parto e o intervalo entre partos. Reduzir a quantidade de animais de reposição, aumentar a longevidade das matrizes; aumentar o mérito genético dos animais e das forragens. Selecionar animais com melhor CAR (consumo alimentar residual), aperfeiçoar a formulação de dietas; utilizar aditivos e suplementos; melhorar a eficiência de conversão de alimentos; aperfeiçoar a oferta de água de qualidade; melhorar o manejo dos animais e das pastagens; aprimorar a sanidade animal (controle de parasitas, doenças e vacinas); buscar o bem estar animal. Reduzir a emissão de metano entérico, reduzindo as perdas de energia e emitindo menos GEE. Adotar um manejo adequado para os dejetos, reduzindo a emissão de CH₄ e N₂O, utilizando, por exemplo, biodigestores. Praticar a agricultura e zootecnia de precisão, utilizando de forma racional e parcimoniosa os nutrientes nitrogênio, potássio, fósforo, macro e microminerais. Buscar a intensificação sustentável, utilizando tecnologias adequadas ao ambiente tropical como o plantio direto, pastagens bem manejadas, sistemas integrados com lavoura, pecuária e floresta. Buscar eficiência energética e o uso de energias renováveis como eólica, solar e

biocombustíveis (Berndt, 2010; Boadi et al., 2004; Perdok & Newbold, 2009; Beauchemin, et al., 2008; Hegarty, et al, 2007).

As diferentes estratégias para reduzir as emissões de GEE pela pecuária devem ser avaliadas de forma conjunta para evitar que os possíveis benefícios de uma estratégia sejam anulados por outros efeitos negativos. Por exemplo, utilizar fertilizantes nitrogenados em pastagens pode aumentar a digestibilidade da forragem e reduzir a produção de metano entérico, entretanto aumentará as emissões de N_2O resultantes do uso desses fertilizantes (Berndt, 2010). Utilizar fontes de óleos em dietas de ruminantes pode reduzir a emissão de metano entérico, entretanto reduzirá também a digestão da fração fibrosa, que pode provocar maior taxa de fermentação e emissão do esterco. A avaliação conjunta de todo o sistema de produção e a análise do ciclo de vida do produto permite uma estimativa mais acurada do balanço dos GEE.

4. REDUÇÃO DA EMISSÃO DE CH_4 PELA ALIMENTAÇÃO

Em termos de manejo nutricional e interferência direta no rumem, há três estratégias principais para diminuir a produção de metano entérico: reduzir a produção de H_2 , proporcionar drenos alternativos para o H_2 já produzido e reduzir as populações de microorganismos metanogênicos (Joblin, 1999). Diversos grupos de pesquisa nacionais e internacionais têm estudado o uso de diferentes estratégias, produtos e aditivos com o objetivo de reduzir as emissões de metano. Entre estes se podem citar: manejo adequado de pastagens, uso de grãos e alimentos concentrados, processamento e conservação de forragens, uso de leguminosas, taninos e saponinas, óleos e gorduras saturadas e insaturadas, ionóforos, nitrato, leveduras, malato e fumarato, óleos essenciais e extratos vegetais (Berndt, 2010).

As pesquisas nacionais conduzidas nestas áreas estudaram diferentes estratégias nutricionais, estimando o fator de emissão médio de $39,2 \text{ kgCH}_4 \cdot \text{ano}^{-1}$, valor 34,2% menor do que a média dos valores *default* de $59,5 \text{ kgCH}_4 \cdot \text{ano}^{-1}$ (Tabela 1). Estes resultados indicam que há uma ampla gama de estratégias com potencial de mitigação em condições de produção no Brasil.

O potencial de mitigação das emissões de metano e óxido nitroso com a fixação de carbono no solo através da recuperação de áreas de pastagens degradadas, utilizando técnicas de manejo adequado e intensivo de pastagens, pode ser ainda maior (PBMC, 2012).

Tabela 1: Pesquisas brasileiras relacionadas a diferentes estratégias para mitigação de metano entérico, avaliadas com a técnica do SF₆ (adaptado de PBMC, 2012).

Estratégias de manejo de pastagem ou alimento volumoso	Modo de Ação	Tecnologia utilizada	Fator de emissão (kgCH ₄ .ano ⁻¹)	Referência
Aumento da digestibilidade da dieta	Aumenta consumo de matéria seca (CMS), dilui emissão por kg de matéria seca ingerida (MSI)	Pastagem exclusiva, bem manejada em 4 estações do ano	56,4 ± 18,4	Demarchi et al. (2003a e b)
		Silagem, Feno, Cana e Ureia	65,3 ± 19,8	Magalhães et al. (2009)
		Fenos com idades de corte diferentes	49,3 ± 0,6	Nascimento et al. (2007) e Nascimento (2007)
		Média	57,0 ± 8,0	
		% de mitigação*	4,2%	
Estratégias nutricionais (manipulação ruminal)	Modo de Ação	Tecnologia utilizada	Fator de emissão (kgCH ₄ .ano ⁻¹)	Referência
Defaunação (elimina protozoários)	Remove protozoários, reduz produção de H ₂	Taninos (Feno de Leucena)	50,5 ± 4,8	Possenti (2006) e Possenti et al.(2008)
Drenos alternativos para o H ₂ e aumento do crescimento microbiano	Aumenta propionato, drena H ₂	Silagem + uso de alimentos concentrados (grãos)	50,7 ± 4,5	Berchielli et al.(2003) e Pedreira (2004)
		Tanino + uso de alimentos concentrados (grãos) e ureia	21,5 ± 4,1	Oliveira (2005) e Oliveira et al. (2007)
		Cana de açúcar + uso de alimentos concentrados (grãos)	49,2 ± 8,5	Pedreira et al. (2009) e Pedreira (2004)
		Feno + Ionóforo	26,2 ± 6,6	Balieiro Neto et al. (2009)
		Pastagem + Suplementos minerais, proteicos e energéticos	41,9 ± 1,0	Fontes et al. (2011)
		Pastagem + Aç. Graxos Insaturados (Óleos Vegetais)	35,1 ± 7,0	Carvalho et al. (2011)
		Confinamento + Aç. Graxos Insaturados (Óleos Vegetais)	33,1 ± 13,7	Berchielli et al.(2011)
		Cana de açúcar, nitrato e alimentos concentrados (grãos)	31,4 ± 5,2	Hulshof et al. (2012)
Inibição de microrganismos metanogênicos	Reduz a produção de CH ₄	Seleção para CAR	52,1 ± 1,6	Caliman et al. (2012 em elaboração)
		Média	39,2 ± 10,6	
		% de mitigação*	34,2%	

* em relação à média dos valores *default* do IPCC 56 e 63kg/animal.ano

5. CONCLUSÕES

A crescente demanda mundial por alimentos de origem animal permitirá ao Brasil aumentar sua produção de carne e sua participação nas exportações. Esta maior produção deverá ocorrer por incrementos de produtividade em detrimento da expansão de área de pastagens. As estratégias de redução da emissão de metano entérico devem ser avaliadas no contexto do sistema de produção, buscando uma análise mais ampla que contemple também as emissões de óxido nitroso e sequestro de carbono.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Série histórica da produção pecuária brasileira. Disponível em http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp# (acesso em 16/03/2012).
- BALIEIRO NETO, G., BERNDT, A., NOGUEIRA, J. R., DEMARCHI, J. J. A., NOGUEIRA FILHO, J. C. M. (2009) Monensin and protein supplements on methane production and rumen protozoa in bovine fed low quality forage. *South African Journal of Animal Science.* , v.39, p.280 - 283.
- BEAUCHEMIN, K.A., KREUZER, M., O'MARA, F., MCALLISTER, T.A. (2008) Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 48:21-27.
- BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R.T.S. (2003) 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, Santa Maria - RS. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; SBZ.
- BERCHIELLI, T.T.; FIORENTINI, G.; CARVALHO, I.P.C.; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R.T.S.; CANESIN, R.C.; LAGE, J.F. (2011) Effects of lipid sources in steers performance and methane emission finished in feedlot. *Advances in Animal Biosciences*, Volume 2, Issue 02, September 2011, pp 405-570 doi: 10.1017/S2040470011002809, Published online by Cambridge University Press 11 Aug 2011
- BERNDT, A. (2010) Estratégias nutricionais para redução de metano (2010) In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - CLANA, 2010, Estância de São Pedro, SP. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (Eds.). p. 295 – 306.
- BOADI, D., BENCHAAAR, C., CHIQUETTE, J., MASSE, D. (2004) Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: update review. *Canadian Journal of Animal Science* 84, 319–335.
- CALIMAN, A.P.de M., SOBRINHO, T.L., MERCADANTE, M.E.Z., BERNDT, A., MAGNANI, E., BRANCO, R.H. (2012) Produção entérica de metano e consumo alimentar residual em bovinos Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 49, Anais..., Brasília (submetido).
- CARVALHO, I.P.C. de; BERCHIELLI, T.T; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R.T.S. (2011) Effect of lipid sources on methane emission of beef cattle at pasture using the SF₆ tracer technique. *Advances in Animal Biosciences*, Volume 2, Issue 02, September 2011, pp 405-570 doi: 10.1017/S2040470011002809, Published online by Cambridge University Press 11 Aug 2011

DEMARCHI, J.J.A.A.; LOURENÇO, A.J.; MANELLA, M.Q.; ALLEONI, G.F.; FRIGUETTO, R.S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.A. (2003a) Daily methane emission at different seasons of the year by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu – Preliminary results. In: IX World Conference on Animal Production and XVIII Reunião Latinoamericana de Produção Animal, Porto Alegre – RS.

DEMARCHI, J.J.A.A.; LOURENÇO, A.J.; MANELLA, M.Q.; ALLEONI, G.F.; FRIGUETTO, R.S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.A. (2003b) Preliminary results on methane emission by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu –. In: II International Methane and Nitrous Oxide Mitigation Conference, Beijing. Proceedings of the 3^o International methane and nitrous oxide mitigation Conference, p. 80-84.

FAO. (2002). World agriculture: towards 2015/2030. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department, Rome, 97p.

FONTES, C.A.A.; COSTA, V.A.C.; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALENTE, T.N.P.; PROCESSI, E.F. (2011) Emissão de metano por bovinos de corte, suplementados ou não, em pastagem de capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). II Emissão por Mcal de energia líquida ingerida e por kg de ganho. 48^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Belém, PA.

HEGARTY, R.S., GOOPY, J.P., HERD, R.M., MCCORKELL, B. (2007) Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *Journal of Animal Science*. 85: 1479-1486. doi: 10.2527/jas.2006-236.

HULSHOF, R., BERNDT, A., GERRITS, W. J. J., DIJKSTRA, J.; van ZIJDERVELD, S.M.; NEWBOLD, J.R.; PERDOK, H. B.(2012) Dietary nitrate supplementation reduces methane emission in beef cattle fed sugarcane based diets. *Journal of Animal Science*. published 27 January 2012, 10.2527/jas.2011-4209 <http://jas.fass.org/cgi/content/abstract/jas.2011-4209v1>

IBGE. Censo Agropecuário 2006, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, p. 1-777, 2006.

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Joblin, K. N. (1999). Ruminant acetogens and their potential to lower ruminant methane emissions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50: 1307–1313.

MAGALHÃES, K.A.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R.; CARDOZO, M.V. ; FURLAN, D.A.; MIGUEL, M.C.V.; BERCHIELLI, T.T. (2009) Utilização da técnica do gás traçador SF₆ para medição do metano ruminal em novilhos zebuínos alimentados exclusivamente com forrageiras tropicais¹ 46^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR.

MCT. (2004) Comunicação nacional inicial do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 274p.

MCT. (2010) Segunda comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 280p.

NASCIMENTO, C. F. M. (2007) Emissão de metano por bovinos Nelore ingerindo *Brachiaria brizantha* em diferentes estádios de maturação. Pirassununga: Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007, 65 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - Nutrição Animal).

NASCIMENTO, C. F. M.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BERNDT, A.; RODRIGUES, P. H. M. (2007) Methane emissions by Nelore beef cattle consuming *Brachiaria brizantha* with different station

of maturation. In: Proceedings of the Greenhouse gases and Animal Agriculture Conference, Christchurch, NZ, p. 64-65.

OLIVEIRA, S.G. (2005) Caracterização nutricional de silagens de sorgo com variação no teor de tanino em bovinos de corte. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 129p. (Tese de doutorado em Zootecnia),

OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M.A. (2007) Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle, *Animal Feed Science and Technology*, v.135, n.3.

PEDREIRA, M. S. (2004) Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6). Jaboticabal: UNESP-FCAV, 162p. (Tese de doutorado, em Zootecnia).

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.A.; FRIGHETTO, R.T.S. OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. (2009). Ruminal methane emission by dairy cattle in southeast Brazil. *Scientia Agricola*, v.66, n.6, p.742-750.

PBMC. (2012) Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Base científica das mudanças climáticas – primeiro relatório de avaliação nacional. Mitigação de metano entérico: contribuição ao capítulo 3.6 - Caminhos para a mitigação das mudanças climáticas na agricultura e silvicultura. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro (em elaboração).

PERDOK, H., NEWBOLD, J. (2009) Reducing the carbon footprint of beef production. *Nutrition for Tomorrow*. Provim Nutron, December 2009.

POSSENTI, R.A. (2006) Efeitos de dietas com *Leucaena leucocephala* com ou sem adição de *Sacharomyces cerevisiae* na digestão, fermentação, protozoários e produção de metano no rúmen em bovinos. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 100p. (Tese de doutorado, em Zootecnia).

POSSENTI, R. A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMASS, E. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; FRIGUETTO, R. T. S.; LIMA, M. A. (2008) Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão do gás metano em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.8, p.1509-1516.

UN. (2007) World Population Prospects The 2006 Revision. United Nations Department of Economic and Social Affairs/ Population Division, New York, 96p.