

OPORTUNIDADES NA PECUÁRIA COM O MERCADO DE CARBONO E DESENVOLVIMENTO LIMPO

Magda Aparecida de Lima
Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente

1. Introdução

Para se entender o papel da pecuária no esforço global de mitigação do efeito estufa, e mais exatamente na esfera dos mecanismos de flexibilidade do Protocolo de Quioto, em especial do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), deve-se considerar as formas pelas quais ela contribui com as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa, tecnologias e sistemas desenvolvidos para a redução de gases, e o contexto do desenvolvimento e aplicação de projetos de MDL tal como se pratica até o presente.

Já se sabe que os principais gases de efeito estufa provenientes da agropecuária são o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), com potencial de aquecimento global da ordem de 21 e 310 vezes a do dióxido de carbono, respectivamente.

Estimativas apontam a pecuária como uma importante fonte de metano de origem antropogênica no planeta, contribuindo globalmente com 80 Teragramas (1 Tg corresponde a 1 milhão de toneladas) de metano por ano para a atmosfera, equivalendo a 22% das fontes antropogênicas de metano. Em menor proporção, as emissões de metano provenientes de dejetos animais são estimadas em cerca de 25 Tg/ano (U,S,EPA, 2000).

A produção de metano é parte do processo digestivo dos herbívoros ruminantes e ocorre no rúmen. A fermentação que ocorre durante o metabolismo dos carboidratos do material vegetal ingerido é um processo anaeróbio efetuado pela população microbiana ruminal, e converte os carboidratos celulósicos em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acético, propiônico e butírico. Nesse processo fermentativo, é dissipado calor pela superfície corporal e são produzidos dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4).

O metano também é produzido durante a decomposição anaeróbica de material orgânico no esterco da pecuária. Três grupos de animais somam com

mais de 80% das emissões globais totais a partir desta fonte: os suínos contam com cerca de 40%, gado de corte com 20% e gado leiteiro com 20% (Tabela 1). Embora as estimativas atuais indiquem que países desenvolvidos contribuem com a maior porcentagem das emissões globais de metano por essa fonte, as emissões de países em desenvolvimento são substanciais (China, por exemplo), e com tendência a aumentar com a maior industrialização e crescimento populacional.

Os sistemas de manejo de dejetos animais que promovem condições anaeróbicas, tais como sistemas de estocagem líquida/lodo, sistemas de fossas, e lagoas anaeróbicas, produzem mais metano. Embora uma proporção relativamente pequena de esterco é manejada desta forma no mundo, esses tipos de sistemas são responsáveis por 60% das emissões globais de metano por dejetos animais da pecuária. Ao contrário, as técnicas de manejo que envolvem contato do esterco com o ar (exemplo: dispersão de dejetos diretamente em culturas ou pastoreio) têm limitado potencial de produção de metano.

Tabela 1 – Emissões de metano de dejetos da pecuária, 2005

País	Emissões de metano (Gg)	% das Emissões globais de metano de esterco animal
Argentina	103,70	0,9%
Austrália	90,04	0,8%
Brasil	38,35	0,3%
Canadá	277,01	2,4%
China	1.197,25	10,4%
Colômbia	37,33	0,3%
Índia	1.000,50	8,7%
Itália	188,64	1,6%
Japão	45,55	0,4%
Coréia do Sul	60,69	0,5%
México	66,67	0,6%
Nigéria	48,04	0,4%
Federação Russa	277,14	2,4%
Ucrânia	258,61	2,2%
Grã-Bretanha	97,53	0,8%
Estados Unidos	1.903,98	16,5%
Total mundial	11.916,48	100,0%

1 Gg = 1.000.000.000 g

No Brasil, a maior parte do efetivo da pecuária é representada por bovinos (aproximadamente 85% correspondendo ao gado de corte e 15% ao gado de leite), com um total de 165 milhões de cabeças estimadas em 2004 (FNP, 2006), representando 16,3% do rebanho bovino mundial (1,021 milhões de cabeças), o que o torna um importante contribuinte em emissões de metano por fermentação entérica (Tabela 2). O sistema de produção a pasto é predominante no país e a produção de dejetos contribui pouco para as emissões de metano, pois o número de sistemas confinados é ainda pequeno. É na digestão anaeróbica de dejetos animais que as oportunidades junto ao mercado de carbono são mais percebidas com a possibilidade de geração de biogás, com um conjunto de benefícios econômicos e ambientais. Acrescenta-se o aumento de exigências da legislação ambiental para a adoção de técnicas mais eficientes de tratamento de dejetos e manutenção da qualidade dos rios.

Tabela 2- Principais rebanhos mundiais de bovinos.

Fonte: FNP (2005)

	Cabeças (milhares)	
Índia	299.802	330.250
Brasil	165.000	165.000
China	110.318	138.712
Estados Unidos	101.656	94.725
União Européia	84.526	86.305
Argentina	51.696	49.066
Austrália	26.780	27.025
Rússia	35.800	20.995
Total	1.052.943	1.021.008*

* estimado

A agricultura também está associada em alguma extensão à mudança de uso da terra, por meio de desmatamento e queima de biomassa, cujas atividades respondem pelas maiores emissões de dióxido de carbono no Brasil.

Uma vez apresentado este panorama das emissões de gases de efeito estufa, este artigo explorará as oportunidades da pecuária no mercado de carbono, considerando o atual cenário de projetos de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e perspectivas futuras.

2. Emissões globais de gases de efeito estufa pelo setor agrícola

Para efeito de comparação apresenta-se na Tabela 3 as contribuições de países (ou Partes) Não Anexo 1¹ da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre

¹ Países (Partes) não Anexo 1 não possuem meta de redução de gases de efeito estufa.

Mudança do Clima para as emissões de gases de efeito estufa, no ano de 1994 (Brasil, 2004).

Tabela 3- Estimativas de emissão de gases de efeito estufa (GEE) pelo setor agrícola em países Não Anexo 1 em 1994

País Não Anexo 1	Setor		Total (A+LUCF+outras fontes)
	Agricultura (A)	LUCF	
Tg CO₂ equivalente			
Brasil	369,311	818,080	1,477,056
México*	39,463	141,538	524,615
Argentina	115,450	-34,179	229,700
Chile	13,156	-27,133	27,527
China	604,776	-407,479	3,649,827
África do Sul	35,456	-18,616	361,221
Índia	344,485	14,292	1,228,540

* Ano de referência: 1990

Fonte: OECD-FAO (2005)

3. Estimativa nacional das emissões de gases de efeito estufa

O primeiro inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa teve como referência o ano de 1994². Nesse ano, a agricultura contribuiu com 369,311 milhões de toneladas métricas de CO₂ equivalente (MMTCO₂e), de um total de 1.388,783 MMTCO₂e considerando todas as fontes, incluindo atividades de uso da terra (LUCF) (UNFCCC, 2005).

A contribuição de atividades setoriais para as emissões de metano no Brasil pode ser visualizada na **Figura 1**. Para o setor agrícola especificamente, as emissões de metano (CH₄) e de óxido nitroso (N₂O) são apresentadas na **Tabela 4**, em Gg (1Gg = 10⁹ gramas) e em MMTCO₂e, bem como a porcentagem por fonte. Do total das emissões de metano pelo setor agrícola, estimou-se que a pecuária, através da fermentação entérica e de manejo de dejetos, contribuiu com cerca de 96% do total emitido (9,7 Tg de CH₄, em 1994).

² O Segundo inventário nacional está em fase de elaboração.

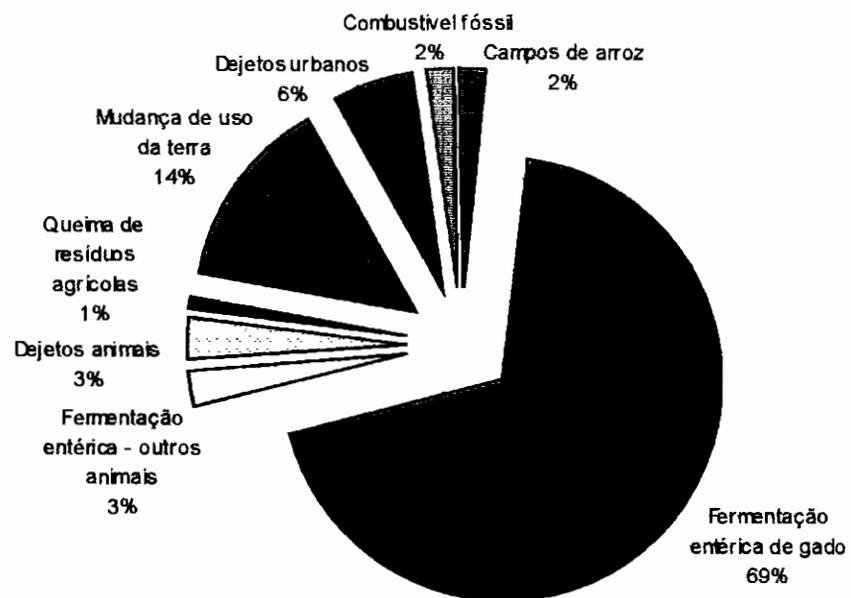


Figura 1 - Emissões setoriais de metano no Brasil em 1994
Fonte: Brasil (2004)

Tabela 4 - Emissões de gases de efeito estufa por atividades agrícolas (não incluídas as emissões por desmatamento e uso da terra) no Brasil, 1994

Fonte: Brasil-MCT (2004)

Fontes antropogênicas	CH ₄		N ₂ O	
	Tg	MMTCO ₂ e	Tg	MMTCO ₂ e
Cultivo de arroz inundado	0,283 (2,1%)	5,943	-	-
Pecuária				
Fermentação entérica	9,377 (71,2%)	196,917	-	-
Dejetos animais	0,368 (2,8%)	7,728	0,020 (3,7%)	-
Queima de resíduos agrícolas	0,133 (1,0%)	2,793	0,007 (1,2%)	2,17
Solos agrícolas				
Atividades de pastagem	-	-	0,219 (39,7%)	67,890
Fertilizantes sintéticos	-	-	0,021 (3,8%)	6,510
Aplicação de dejetos animais em solos	-	-	0,013 (2,4%)	4,040
Fixação biológica de N	-	-	0,026 (4,8%)	8,060
Resíduos agrícolas	-	-	0,043 (7,8%)	13,330
Solos orgânicos	-	-	0,023 (4,1%)	7,130
Emissões indiretas	-	-	0,132 (24,0%)	40,940
Total de emissão de metano por fontes agrícolas	10,161 (77,1%)	213,381	0,503 (91,5%)	155,93
Total de emissão de metano no país	13,173 (100%)	276,633	550 (100%)	170,500

4. Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O Brasil ocupava até o final de 2006 o terceiro lugar em termos de número de projetos, com 209 projetos apresentados ao Comitê Executivo do MDL (Figura 2). A Índia ocupava o primeiro lugar com 553 projetos, a maioria de pequena escala, e a China o segundo, com 297 projetos. Do total de metodologias aprovadas, quatro referem-se ao escopo da Agricultura e 9 às atividades de Florestamento e Reflorestamento (dados até fevereiro de 2007) (Tabela 5). A Figura 3 mostra a distribuição, em porcentagem, das atividades de projeto registradas por escopo no mundo.

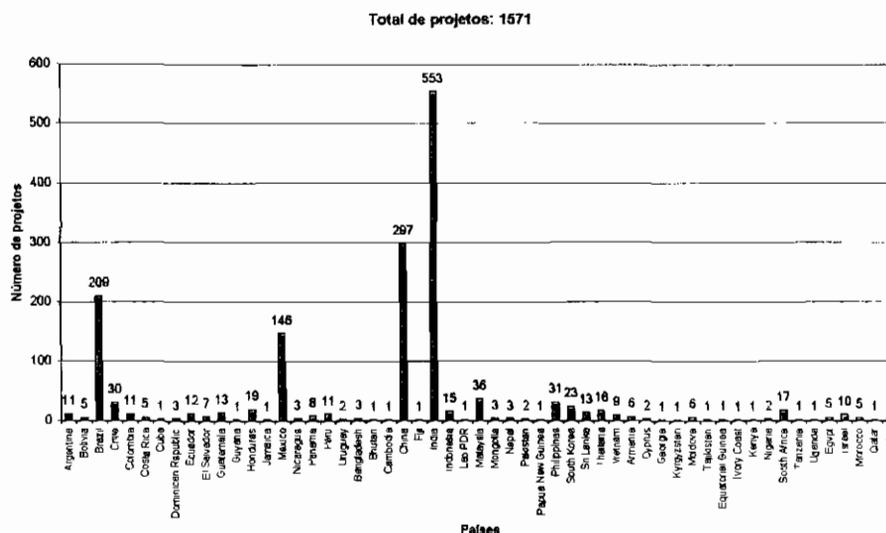


Figura 2- Distribuição de projetos de MDL por país.

Tabela 5 – Distribuição de metodologias aprovadas por escopo

Escopo	Número de metodologias
Indústrias de energia (renováveis/ não renováveis)	25
Distribuição de energia	1
Demanda de energia	7
Indústrias de fabricação	13
Indústrias químicas	7
Construção	0
Transporte	2
Produção mineral/mineração	1
Produção de metal	2
Emissões fugitivas de combustíveis (sólido, óleo e gás)	6
Emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre	2
Uso de solventes	0
Tratamento e destinação de dejetos (urbanos)	16
Florestamento e reflorestamento	9
Agricultura	4

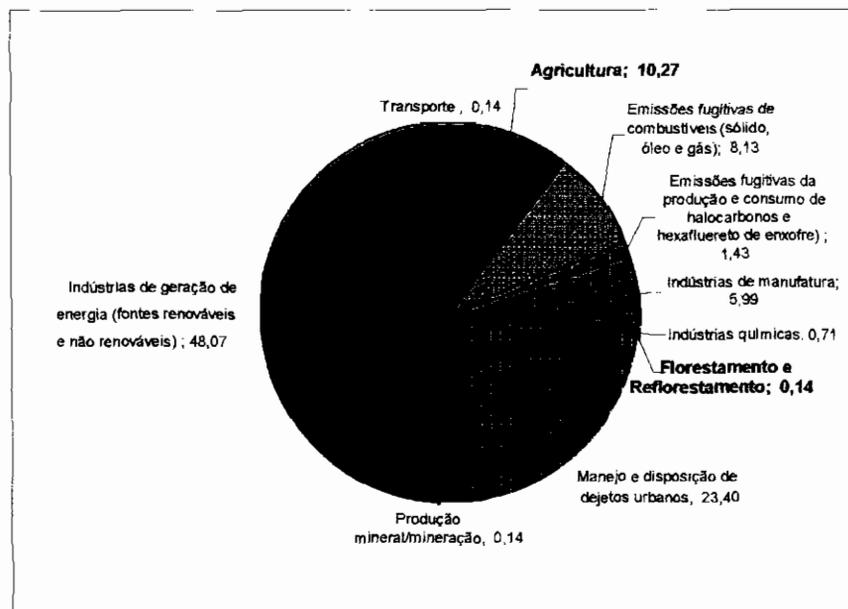


Figura 3- Distribuição global das atividades de projeto registradas por escopo

5. Oportunidades na pecuária para o mercado de carbono

Projetos agrícolas incluem a fermentação entérica de ruminantes, cultivo de arroz inundado, manejo de resíduos animais visando à redução do metano principalmente, redução de emissões de óxido nítrico pelos solos agrícolas. Até o momento, registra-se apenas metodologias de linha de base e de monitoramento para projetos de captura de metano via uso de biodigestores em fazendas de produção animal, principalmente em países como a Índia, México, Brasil e China. Não se registra metodologias baseadas no potencial de redução de metano pela fermentação entérica, apesar de algumas equipes estarem analisando essa possibilidade em alguns países, como a Índia, por exemplo.

Indiretamente ligado à atividade pecuária, o setor de uso da terra (*land use*) inclui atividades de projetos de florestamento e reflorestamento, muitas delas desenvolvidas em áreas degradadas pelo uso agrícola e pastoril. Recentemente, com as discussões sobre a inclusão e elegibilidade de projetos voltados ao uso da terra (Projetos de florestamento e reflorestamento) várias metodologias de linha base vêm sendo desenvolvidas, sendo que 8 encontram-se

aprovadas, sendo 7 metodologias de grande escala e 1 de pequena escala. (até fevereiro de 2007). Essas metodologias estão baseadas em atividades de projetos florestais desenvolvidas em diversos países, como China, Brasil³, Albânia, Equador. Para usar a metodologia de linha de base de A/R de pequena escala (AR-AMS0001) os participantes de projetos devem demonstrar se a área da atividade do projeto é elegível, e se a atividade do projeto é adicional. O apêndice D desta metodologia apresenta o cálculo da capacidade média de pastoreio do projeto, em que se assume que os animais em pastagem não consomem mais biomassa do que a produzida anualmente pelo local.

Esta é uma categoria de projeto que pode vir a ser importante para o setor pecuário, pois atribui-se grande parte de áreas degradadas no país ao uso histórico de pastagens sob manejo extensivo. Para que um projeto possa ser candidato à obtenção de créditos de carbono, além de todos os itens previstos no ciclo de um projeto de MDL, ele deve estar associado a metodologias de linha de base e de monitoramento aprovadas. Projetos de recuperação de áreas degradadas, por meio de florestamento e reflorestamento, podem ser apresentados com base nas metodologias já disponíveis no Comitê Executivo do MDL (http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html).

A seguir apresentam-se alguns comentários sobre cada uma das opções acima citadas.

5.1. Fermentação entérica

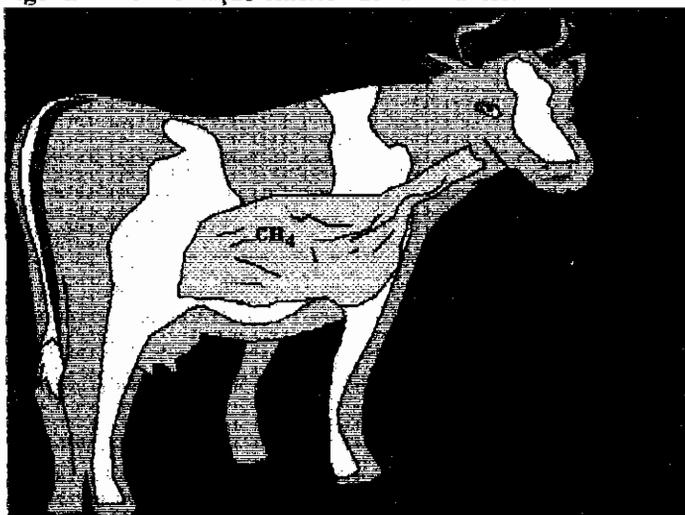
A fermentação entérica de ruminantes, principalmente de bovinos, é uma das fontes de metano de origem antropogênica, contribuindo com 22% das emissões globais de metano (Figura 4). Na Índia, um estudo realizado por SIROHI *et al.* (2007) apontam para algumas opções de redução de gases pela fermentação entérica de ruminantes, entre elas, o uso de ionóforos (inibidores de metanogênese, como exemplo, a monensina), aumento da alimentação de concentrado para vacas mestiças, e suplementação de alimento à base de uréia a búfalos. Segundo esses autores, a implementação dessas opções ao nível de campo pode ser viável para a redução de emissões de metano, e ao mesmo tempo para aumentar a produtividade do gado leiteiro. Entretanto, vários fatores poderiam restringir a aplicação dessas opções de mitigação sem os recursos do MDL. Das opções para a redução de metano, as tecnologias voltadas à suplementação de dieta com aditivos alimentares e produtos baseados em uréia são consideradas bastante compensatórias. Projetos de MDL no setor leiteiro da Índia com base na redução de metano a partir da fermentação entérica estão

³ Projeto da Plantar S/A – Belo Horizonte “Reforestation as Renewable Source of Wood Supplies for Industrial Use in Brazil”

sendo avaliados sobretudo para regiões onde a produtividade animal é muito baixa, onde os impactos econômicos e sociais seriam altamente positivos.

No Brasil a fermentação entérica é a principal fonte de metano antropogênico, sendo estimadas em 1994 (Brasil, 2004,) emissões de 9,377 Tg de metano/ano (95% atribuídos ao rebanho bovino (Embrapa, 1999)). Ao contrário da Índia, onde se registra a maior população de bovinos do mundo, e com o predomínio de gado leiteiro, no Brasil a maior parte do gado é representado por bovinos de corte (cerca de 85% da população bovina), representando o maior rebanho comercial do mundo. É de se esperar, pois, que as estratégias de redução das emissões de gases sejam bem diferentes entre os países. De qualquer forma, das estratégias de mitigação mais amplamente conhecidas, destacam-se (a) as técnicas para melhoramento da eficiência do processo de fermentação ruminal, por meio de inibidores diretos, (b) aditivos alimentares (ionóforos), (c) manipulação da dieta, por meio da substituição de alimentos de baixa digestibilidade pelos de alta digestibilidade, (d) mudança na microflora do rúmen, com o uso de probióticos, por exemplo, aqueles baseados no *Aspergillus oryzae* (AO), ou pelo uso de oxidantes de metano.

Figura 4- Fermentação entérica de ruminantes.



5.2. Sistemas de manejo de dejetos da pecuária

A oportunidade de uso de dejetos da suinocultura para fins de captura de metano e elegibilidade ao mercado de carbono surgiu devido ao desenvolvimento de tecnologias de geração de biogás a partir de digestores.

Existem hoje cerca de 72 projetos de MDL aprovados pelo Comitê Executivo do MDL com base no uso de dejetos animais.

Não se dispõe ainda de informações estatísticas sobre os sistemas de tratamento de dejetos animais no país, e por conseguinte, sobre o potencial para a recuperação de metano a partir do tratamento de dejetos. O novo censo agropecuário do IBGE em fase de coleta de dados fornecerá informações sobre os sistemas de destinação de resíduos animais nos próximos anos, o que permitirá uma melhor análise do potencial brasileiro de uso de dejetos da pecuária para fins de mercado de carbono.

5.2.1. Digestão anaeróbica

A digestão anaeróbica de dejetos da pecuária sob condições controladas para produzir biogás (uma mistura de metano e de dióxido de carbono) pode fornecer aos produtores de pecuária uma oportunidade de aumentar o lucro líquido de produção, pelo uso de biogás capturado para gerar uso local de eletricidade. A utilização de biogás também fornece uma oportunidade para reduzir a demanda local por combustíveis convencionais, usados para aquecimento de água e ambientes. Um benefício adicional da digestão anaeróbica de dejetos animais é que são reduzidos os impactos potencialmente negativos desses resíduos na qualidade do ar e da água. Isto inclui a redução de emissões de metano.

As emissões globais de metano a partir dos dejetos da pecuária são estimados em aproximadamente 72,2 milhões de toneladas métricas de carbono equivalente (MMTCE) em 2005.⁴ Recentemente, com o aumento da conscientização sobre os benefícios do biogás a partir de esterco, e do número de fabricantes de biodigestores no mundo, levou ao surgimento de uma grande variedade de modelos, com desempenhos cada vez melhores.

5.2.2. Produção de dejetos e biogás

- A quantidade precisa de metano emitida a partir do dejetos animal é determinada por muitos fatores que incluem:
- quantidade de dejetos (esterco)
- características do dejetos (% de sólidos voláteis)
- biodegradabilidade do dejetos

⁴ Source: Scheehle, E. A. and Kruger, D. (2004). Global anthropogenic methane and nitrous oxide emissions. *Energy Journal* (forthcoming).

- práticas de manejo (exemplo: grau de condições anaeróbicas, conteúdo de água)
- variáveis climáticas (exemplo: temperatura, umidade)

O biogás é composto de metano (55-65%, e média de 60%), CO₂ (30-60%) e traços de H₂S e NH₃. O poder calorífico do biogás é de 6 kW/m³, sendo que 1m³ corresponde a 0,5 L de diesel. O potencial de produção de biogás por categoria animal no Brasil é indicada na Tabela 6.

Tabela 6 – Capacidade de geração de biogás a partir de dejetos por categoria animal

Categoria animal	m ³ biogás/ kg dejeito	m ³ biogás/ animal/dia
Bovinos	0,038	0,36
Suínos	0,079	0,24
Aves	0,050	0,014

Fonte: Embrapa Suínos e Aves (2005)

O biogás tem sido usado geralmente para a geração de energia elétrica para propriedades rurais, como aquecimento de água, secagem de grãos, entre outros usos. Como exemplo, uma fazenda que produz 600 m³ de efluente de dejetos de bovinos e água, produz um volume de biogás suficiente para substituir o consumo de 13 cilindros de GLP/ semana.

A demanda de biogás requer um número mínimo de animais para um digestor médio ou grande. Isto implica em fazendas mais concentradas, produção industrializada e alta tecnologia. Também, é importante considerar outras atividades desenvolvidas na fazenda como culturas agrícolas, granjas, bem como a segurança e condições de fornecimento e a manutenção de equipamentos contra a corrosão. No caso de suínos, um biodigestor de escala média (150m³) custa cerca de US\$ 12,839,82 (R\$ 29,018,21) para a produção de 50-70m³ de biogás, enquanto um biodigestor de grande escala (300m³) custa cerca de US\$ 17,699,11 (R\$ 40,000,00).

Técnicas para recuperar o metano incluem lagoas anaeróbicas cobertas, digestores de fluxo, biodigestores, digestores mistos completos, e pequenos digestores. Segue abaixo uma breve descrição de tecnologias anaeróbicas convencionais:

Lagoas anaeróbicas cobertas estocam dejetos animais com grandes quantidades de água usada para lavagem dos criadouros. O dejeito é tratado sob condições anaeróbicas, resultando na produção de significativas quantidades de metano, que é recuperado usando coberturas impermeáveis e a aplicação de pressão negativa. O metano gerado a partir desses sistemas é frequentemente

suficiente para as necessidades de energia de operações de produção intensiva de grande escala.

Digestores mistos completos são digestores maiores desenhados para aumentar a decomposição anaeróbica e maximizar a recuperação de metano. Pelo fato de os digestores de maior escala requererem um investimento maior, serem mais complexos de construir e operar, e requererem maiores concentrações de dejetos animais, são mais adequados para operações maiores de produção animal. O digestor é um tanque construído de concreto ou aço, com uma cobertura hermeticamente fechada. Os conteúdos dos digestores são misturados periodicamente com um motor a bomba.

Digestores de pequena escala tipicamente requerem uma pequena quantidade de dejetos e são relativamente simples de construir e operar. Deste modo, esses digestores são bem adequados para regiões com maiores restrições técnicas, de capital e de materiais.

O biodigestor mais utilizado no sul do Brasil é o modelo canadense. Ele tem uma cavidade de 150 m³, feito com uma manta em PVC (0,8 mm), um tempo de retenção hidráulico de 30 dias, um motor de agitação interna, e um gasômetro de PVC (1,0 mm) com capacidade de 136 m³, suficiente para tratar dejetos produzidos por uma granja de 50 matrizes suínas operadas num ciclo completo.

5.3. Impactos de projetos de MDL

A recente aprovação de metodologias de linha de base e de monitoramento para projetos de MDL, baseados na redução de emissão de gases de efeito estufa a partir de sistemas de manejo de dejetos, pelo uso de biodigestores, tem causado um impacto positivo na indústria suinícola brasileira, especialmente na região sul, promovendo rendimentos aos suinocultores e melhorando a qualidade ambiental nas áreas produtoras.

Só os digestores instalados pela Agcert⁵, uma das companhias que desenvolvem projetos de MDL no Brasil, envolvem um estoque aproximado de 300.000 animais, os quais permitirão uma remoção de 3 milhões de toneladas de metano por ano. Cada tonelada de metano corresponderia a aproximadamente US\$ 5,63 no Mercado internacional. A AgCert constrói os biodigestores e comercializa até 90% dos créditos de carbono gerados.

⁵ AgCert é uma companhia sediada em Dublin, Irlanda, que desenvolve atividades de MDL para a redução de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, México, Argentina e Chile.

Atualmente, existe uma metodologia de linha de base consolidada relativa à emissão de metano a partir de sistemas de produção animal (ACM0010). Três metodologias de pequena escala estão ligadas a atividades de projeto que evitam a produção de metano pela degradação de biomassa através de combustão controlada (AMS.III.E), à recuperação do metano no tratamento de águas residuárias (AMS.III.H), e a atividades que evitam a produção de metano no tratamento de águas residuárias através da substituição das lagoas anaeróbicas pelos sistemas aeróbicos (AMS.III.I). Essas metodologias se aplicam ambos ao escopo de manejo de efluentes como a atividades de tratamento de dejetos da pecuária.

A metodologia consolidada de linha de base para reduções de emissão a partir de sistemas de manejo de dejetos (ACM0010) é baseada nos elementos das metodologias **AM006** (“*GHG emission reductions from manure management systems*”), referente ao Documento de Concepção de Projeto “*Methane capture and combustion of swine manure treatment for Peralillo*”, cujo estudo de linha de base, monitoramento, plano de verificação e desenvolvimento do projeto foram desenvolvidos pela Agrícola Super Limitada); e **AM0016** (“*Greenhouse gas mitigation from improved Animal Waste Management Systems in confined animal feeding operations*”, referente ao Projeto “*Granja Becker GHG Mitigation Project*”, desenvolvido pela Agcert Canadá Co.

Esta metodologia é aplicável a projetos de manejo de dejetos com as seguintes condições:

- fazendas onde as populações animais, compreendendo gado, búfalo, suínos, ovelhas, carneiros, e/ou aves, são manejadas sob condições confinadas.
- fazendas onde o dejetos animal não é despejado em recursos hídricos naturais (exemplo, rios ou estuários).
- no caso de sistemas de tratamento com lagoas anaeróbicas, a profundidade das lagoas usadas para manejo de dejetos sob o cenário de linha de base deve ser de pelo menos de 1m².
- a temperatura média anual no local onde o tratamento anaeróbico de dejetos na baseline é maior do que 5°C.
- no caso da baseline, o tempo de retenção mínimo de dejetos animais no tratamento é maior do que um mês.
- o processo de tratamento de dejetos no projeto proposto deve assegurar que não haja fuga de dejetos animais na água subterrânea (exemplo: a lagoa deve ter uma camada impermeável no fundo).

Além da mitigação de gases de efeito estufa pela instalação de digestores anaeróbicos e da captura de metano a partir do esterco em decomposição, os projetos de MDL podem gerar uma série de co-benefícios para as regiões envolvidas, como por exemplo:

- Geração de um recurso adicional de lucro com os créditos de carbono
- Redução de contaminantes ambientais provocados pelas águas residuais de escoamento, patógenos e doenças relacionadas às condições precárias de sistemas de manejo de dejetos
- Valorização ambiental e econômica da atividade pecuária
- Potencial para produção de eletricidade
- Utilização do resíduo da digestão anaeróbica em campos agrícolas

Alguns impactos ambientais relacionados aos biodigestores ainda requerem estudos, por exemplo, os relacionados aos resíduos da digestão anaeróbica usados em campos agrícolas, com possíveis impactos nos ciclos de carbono e de nitrogênio e poluição do solo.

6. Conclusões

Foram abordadas várias opções de projetos desenvolvidos com pecuária voltados ao mercado de carbono. Para algumas dessas opções, há ainda que se desenvolver metodologias de linha de base, como por exemplo, para a redução de metano pela fermentação entérica, e uso de resíduos do abate de animais. Há um grande potencial para captura e uso do metano produzido no setor pecuário como uma fonte de energia renovável, mas isto depende do interesse privado, por meio de projetos de MDL, ou demandas legais mais restritivas, bem como da melhoria tecnológica do sistema de digestão anaeróbica. No passado, a falha na manutenção de biodigestores ocorreu parcialmente porque a comunidade rural e o setor industrial não estavam preparados para esta tecnologia, limitando a atratividade para seu uso. Hoje, um florescente mercado de metano está sendo promovido por iniciativas internacionais sendo a digestão anaeróbica um dos principais focos de interesse. Indiretamente, projetos para recuperar áreas degradadas pelo uso de pastagens, no escopo de projetos de florestamento e reflorestamento, podem vir a ser uma oportunidade a ser explorada no setor pecuário, com várias metodologias já disponíveis.

7. Sites recomendados para consulta:

Metodologias de MDL: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/process>

Ministério da Ciência e Tecnologia: <http://www.mct.gov.br/clima>

United Nations Framework Convention on Climate

Change: <http://www.unfccc.de>

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC <http://www.ipcc.ch>

World Bank Group: <http://www.worldbank.org/sitemap/climatechange>

Agências desenvolvedoras de projetos: EcoSecurities:

<http://www.ecosecurities.com> e

Agcert: <http://www.agcert.com/>

Methane to Market Partnership: <http://www.methanetomarkets.org>

Bolsa de Mercadorias & Futuros: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/mbre/>

Referências bibliográficas

FNP (2005). Anualpec - Anuário da pecuária brasileira, São Paulo: Finep Consultoria & Comercio (FNP).

Brasil/ Ministério da Ciência e Tecnologia (2004). Brazil's Initial Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Brasília, MCT. 271p.

Embrapa (1999). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de metano provenientes da pecuária (revisado), Jaguariúna.

Embrapa Suínos e Aves (2005). Biodigester: geração e utilização de biogás (DVD), Coord, Técnica: Airton Kuntz, Concórdia, SC, Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005) - www.ibge.gov.br.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) Guidelines for national greenhouse gas inventories, J.T. Houghton et al., (Eds), Bracknell, UK : IPCC WGI Technical Support Unit.

Kuntz, A. (2005). Tratamento de dejetos de suínos: desafios associados à complexidade da matriz, Workshop sobre tecnologias para a remoção de nutrientes de dejetos de origem animal (Proceedings...) August, 25, Florianópolis, SC. pp. 7-11.

OECD-FAO – Organization for Economic Co-operation and Development - Food and Agriculture Organization, (2005), Agricultural outlook: 2005-2014, highlights 2005, 46p.

UNFCCC (2005). Key GHG Data.. Bonn: UNFCCC

Sirohi, S.; Michaelowa, A.; Sirohi, S.K. (2007) Mitigation options for enteric methane emissions from dairy animals: an evaluation for potential CDM projects in India. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 12, p. 259-274.