



**1<sup>st</sup>**  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

**IV**  
SEMANA PAULISTA DE P+L  
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

## **Perspectivas do Tratamento de Dejetos Suínos Através de Biodigestores em Projetos de Captura de Carbono no Brasil**

*a. Fernando Mario Rodrigues Marques - Professor da BSP-Business School São Paulo e  
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Eletrotécnica e  
Energia da Universidade de São Paulo-USP, fernando.marques@bsp.edu.br*

*b. Virgínia Parente - Professora do Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto  
de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo-USP, vparente@iee.usp.br*

*c. Carlos Cezar da Silva - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Energia do  
Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo-USP,  
cezaradts@gmail.com*

---

### **Resumo**

Os projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previstos no Protocolo de Quioto, constituem-se em uma maneira de, ao mesmo tempo, proteger o meio ambiente do planeta como um todo e de promover o desenvolvimento econômico sustentável nos países em vias de desenvolvimento. Dentre os possíveis projetos de MDL, o tratamento de dejetos suínos através da biodigestão apresenta-se como uma oportunidade para o Brasil participar de forma ativa do mercado de carbono. O Brasil é hoje o terceiro maior país produtor mundial de suínos com um plantel de 36 milhões de animais. O presente estudo visa mostrar que o tratamento dos dejetos de suínos através da biodigestão, além de minimizar o impacto ambiental, pode contribuir para a eliminação da emissão de cerca de 19 milhões de toneladas por ano de dióxido de carbono equivalente na atmosfera, gerando em torno de US\$ 78 milhões anuais em créditos de carbono para o país.

*Palavras-chave:* Suinicultura; Mercado de Carbono; Efeito Estufa; Biodigestor; MDL.

---

### **1 Introdução**

O crescimento da emissão de gases na atmosfera, principalmente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>), que contribuem para o aumento do efeito estufa, tem sido objeto de grande preocupação e discussão devido as suas consequências sobre o clima de todo o planeta. Com o objetivo de contribuir para a diminuição das emissões atmosféricas dos gases do efeito estufa (GEE) surgiu o Protocolo de Quioto, proposto em 1997 e em vigor desde fevereiro de 2005, o qual preconiza que os 39 países desenvolvidos (denominados Anexo I), que são os maiores emissores, comprometem-se a reduzir em 5,2% as emissões de GEE, no período de 2008 a 2012, tomando-se como base os níveis globais registrados em 1990.

Estes países poderão cumprir suas metas de redução através do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este instrumento, contido no artigo 12 do Protocolo de Quioto, permite aos países do Anexo I alcançarem suas metas financiando e desenvolvendo projetos de redução de emissões que busquem o

desenvolvimento sustentável nos países menos desenvolvidos. O Brasil, pelas suas condições naturais, é um forte candidato a hospedar uma significativa parte de projetos MDL, beneficiando-se com o acesso a tecnologias mais avançadas, recebimento de investimentos e a consequente melhoria em suas condições ambientais. JOTZO e MICHAELOWA (2005) estimam que o MDL poderá absorver cerca de 32% da demanda do mercado global por créditos de carbono. Este volume corresponderia a 300 milhões de tCO<sub>2</sub>eq anualmente ou 1,5 bilhão tCO<sub>2</sub>eq no período de compromisso do Protocolo de Quito. Considerando valores estimados por diferentes especialistas, variando entre US\$ 8 e US\$ 32 o preço da tonelada do CO<sub>2</sub>eq (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2005), a demanda global por créditos de emissões de carbono de MDL poderá chegar a US\$ 10 bilhões ao ano em 2010, podendo o Brasil ocupar um papel de destaque com uma participação de até 10% (POINTCARBON, 2005).

Projetos de tratamento de dejetos de suínos, que captam o gás metano (CH<sub>4</sub>) antes que esse possa chegar à atmosfera, enquadram-se perfeitamente na categoria de MDL. No Brasil, já existem iniciativas lançando mão da tecnologia de biodigestores, que através da degradação dos dejetos de suínos de forma anaeróbia, e posterior aproveitamento energético, reduzem a emissão de GEE, tanto por mitigar CH<sub>4</sub> quanto por substituir combustíveis fósseis.

## **2. MDL aplicado à suinocultura brasileira**

O Brasil é considerado o país com a terceira maior suinocultura do mundo, apresentando um plantel de 36,09 milhões de cabeças de suínos de acordo com dados de 2006 (EMBRAPA, 2007). Esse plantel concentra-se em 51% na região Sul do país. Observa-se ainda que a produção de carne suína em 2006 foi de 2,87 milhões de toneladas, sendo 22% destinados a exportação (ABIPECS, 2007).

O Protocolo de Quioto, por sua vez, pode ser considerado como a raiz do atual mercado de carbono, na medida em que apresenta instrumentos de mercado que permitem a negociação de emissões entre países quem apresentam uma maior capacidade de reduzir as emissões e aqueles que por ventura não atingiram suas próprias meta de redução.

Este protocolo apresenta duas categorias básicas de signatários. No Anexo I, estão os países desenvolvidos com a missão de reduzir, até 2012, as emissões dos gases poluentes, em 5,2% abaixo dos níveis de 1990. No "Não-Anexo 1", estão listadas as nações em desenvolvimento, sem essa missão, mas com a recomendação de auxiliarem o primeiro grupo em suas metas de redução.

O Protocolo de Quioto estabelece algumas estratégias para os países desenvolvidos cumprirem suas metas de redução de gás estufa, sendo que a de grande interesse para o Brasil, refere-se ao chamado mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), que permite aos países do Anexo I alcançarem suas metas financiando e desenvolvendo projetos de redução de emissões que busquem o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento.

O principal foco na abordagem de dejetos suínos tem sido o de ações envolvendo a geração e consumo do biogás. Este gás contém majoritariamente metano (CH<sub>4</sub>) que apresenta um poder estufa 19 vezes (ULGIATI e BROWN, 2002) superior ao dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Portanto, projetos que diminuam a emissão e o consumo deste gás para geração de energia podem concorrer para o MDL. A proposta é que criadores de suínos adquiram biodigestores para suas instalações, já que o biodigestor é um dispositivo aprovado por lei (NAE, 2005).

### 3. Biodigestores e Suinocultura

Biodigestores são tanques fechados para a fermentação anaeróbia dos dejetos suínos, onde o gás formado no processo ( $\text{CH}_4$ ) é recuperado, e, posteriormente queimado evitando a emissão atmosférica. O gás produzido no biodigestor é limpo com a remoção de umidade e enxofre antes de ser aspirado no motor diesel (NAE, 2005). Os dejetos dos suínos transformam-se em adubos. <sup>1</sup>

A biodigestão anaeróbica é um processo conhecido há muito tempo e seu emprego para a produção de biogás para a conversão em energia de cozimento, iluminação e como biofertilizante é muito popular nos países asiáticos. No começo do século XX, ocorreu na Índia e na China o início do desenvolvimento de biodigestores para a produção de gás metano a partir de esterco de animais, principalmente bovinos (CENBIO, 2005).

KUNS et al (2004) assinalam que o interesse pelo biogás no Brasil intensificou-se nas décadas de 70 e 80, especialmente entre os suinocultores, através de programas oficiais que estimularam a implantação de muitos biodigestores focados principalmente na geração de energia, na produção biofertilizante e na diminuição do impacto ambiental. O objetivo dos programas governamentais eram de reduzir a dependência das pequenas propriedades rurais na aquisição de adubos químicos e de energia térmica para os diversos usos (cozimento, aquecimento, iluminação e refrigeração), bem como reduzir a poluição causada pelos dejetos animais e aumentar a renda dos criadores.

Passados aproximadamente 30 anos, os biodigestores ressurgem como alternativa ao produtor, graças à disponibilidade de novos materiais para a construção dos biodigestores e, evidentemente, da maior dependência de energia das propriedades em função do aumento da escala de produção, da automação no processo de produção e do aumento dos custos da energia tradicional (elétrica, lenha e petróleo). O que há de novo é que, além da produção de biogás e biofertilizante, produtos intrínsecos da biodigestão anaeróbica, existe a possibilidade da venda de créditos de carbono, o que agregaria mais valor a este processo de tratamento de dejetos de suínos.

Projetos de tratamento de dejetos na suinocultura brasileira, que captam o gás metano antes dele chegar na atmosfera, enquadram-se perfeitamente na categoria de MDL. Ademais, este gás metano pode ser aproveitado para co-geração de eletricidade além de contribuir com o desenvolvimento sustentável.

Projetos de MDL através da implantação de biodigestores nas granjas minimiza o impacto ambiental da atividade, gerenciando de forma sustentável os resíduos sólidos e líquidos gerados nos empreendimentos. O uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos contribui de maneira significativa para a diminuição da carga orgânica que compromete a qualidade das águas e que facilita a proliferação de organismos patogênicos e outros vetores de doenças infecciosas. Os biodigestores também cumprem o propósito de diminuir a liberação de substâncias odoríferas que podem gerar mal estar à população vizinha e aos trabalhadores das granjas.

A cadeia suinícola brasileira pode participar de forma expressiva do MDL. Iniciativas em estágio avançado de implantação de projetos de biodigestores já ocorrem no mercado brasileiro, sendo o caso do projeto de Faxinais dos Guedes e Toledo entre a empresa Sadia e alguns produtores.

<sup>1</sup> O poder energético do esterco de suínos: 1 m<sup>3</sup> de esterco produz em torno de 0,5 m<sup>3</sup> de biogás (KONZEN, 1983) e 1 m<sup>3</sup> de biogás é equivalente energético a 0,66 litros de diesel ou 0,7 litros de gasolina, OLIVEIRA (1993).

#### 4. Metodologia

Neste estudo, procurou-se projetar o potencial de captura de CO<sub>2</sub> oriundo da atividade de suinocultura no Brasil. Nesse sentido, primeiramente, estimou-se a quantidade média anual de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>eq) geradas por um suíno. Para tanto, partiu-se, principalmente, dos dados do Projeto de Captura e Combustão de Gases do Efeito Estufa dos Sistemas de Gerenciamento de Esterco em Faxinal dos Guedes em Santa Catarina e São Sebastião e Luiz Marina na região de Toledo no Paraná. Este projeto consiste na implantação de um digestor anaeróbico para tratar o esterco de suínos e capturar e incinerar o metano gerado por este processo. Antes da implementação do projeto, o esterco de suínos era tratado em lagoas anaeróbicas com o gás metano sendo lançado na atmosfera ("baseline"). O objetivo do projeto é evitar a emissão de gás metano dos sistemas de gerenciamento de esterco destas granjas.

Em seguida, considerando o plantel anual de animais suínos no Brasil de 36,09 milhões, calculou-se o potencial de geração anual de tCO<sub>2</sub>eq de toda a atividade de suinocultura. Na sequência, com base no preço estimado de uma tCO<sub>2</sub>eq, projetou-se em valores monetários o tamanho do mercado em créditos de carbono anual. Elaborou-se, também, uma análise de sensibilidade considerando a prática de diferentes preços de tCO<sub>2</sub>eq, aliada a perspectiva de crescimento da produção de carne suíno-brasileira.

#### 5. Resultados

Os resultados deste estudo mostram que as perspectivas da suinocultura brasileira na captura de carbono através do uso de biodigestores no tratamento dos dejetos suínos, apresentam-se altamente favoráveis, conforme mostrado nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 : Geração Média de tCO<sub>2</sub> / Suíno**

| Item                                 | Faxinal dos Guedes | Toledo      | Toledo        | Total  |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|---------------|--------|
|                                      |                    | Luiz Marina | São Sebastião |        |
| Redução de tCO <sub>2</sub> eq / ano | 19.916             | 2.839       | 1.522         | 24.277 |
| Cabeças de suínos                    | 36.911             | 4.721       | 3.218         | 44.850 |
| tCO <sub>2</sub> eq / suíno/ano      | 0,54               | 0,60        | 0,47          | 0,54   |

Fonte: Clean Development Mechanism – Project Design Document Form (CDM – PDD) – Faxinal dos Guedes, Toledo Luiz Marina e Toledo São Sebastião.

**Tabela 2 : Projeção de Redução de Emissão de tCO<sub>2</sub>eq**

|  |       |        |
|--|-------|--------|
| Total de suínos / ano (milhões) (1)            | 36,09 | 36,09  |
| tCO <sub>2</sub> / suíno/ano (2)               | 0,54  | 0,54   |
| Redução de tCO <sub>2</sub> eq / ano (milhões) | 19,49 | 19,49  |
| Cotação tCO <sub>2</sub> eq                    | 4,00  | 7,00   |
| Créditos de carbono US\$ milhões               | 77,95 | 136,42 |

Fonte: (1) EMBRAPA, 2007 Fonte: (2) Clean Development Mechanism – Project Design Document Form (CDM-PDD) – Faxinal dos Guedes, Toledo Luiz Marina e Toledo São Sebastião

A Tabela 1 mostra que um suíno pode gerar em média 0,54 tCO<sub>2</sub>eq por ano. De acordo com a Tabela 2, o valor de créditos de carbono gerados pela atividade de suinocultura brasileira, dependendo da cotação da tCO<sub>2</sub>eq, pode variar de 77 a 130 milhões de dólares americanos aproximadamente.

Cabe observar que a comercialização de créditos de carbono, da forma como está delineada, não estaria facilmente disponível para os pequenos e médios empreendimentos suinícolas, mas somente para as grandes granjas, as quais dispõem de uma quantidade de dejetos economicamente viável para se fazer o investimento necessário visando a venda futura de créditos de carbono.

## 6. Conclusões

É de se esperar, que haja da parte do Brasil, um crescente engajamento na solução dos problemas globais gerados pelo efeito estufa sobre o clima, substituindo as tecnologias altamente geradoras de gases nocivos para a atmosfera por sistemas de tratamento ambientalmente sustentáveis.

Os projetos de MDL no tratamento de dejetos suínos, através da biodigestão, contribuem não só para a eliminação de GEE, mas também para diminuir a degradação ambiental causada por uma atividade como a suinocultura enquadrada como de grande potencial poluidor. Ademais, contribuem para a sustentabilidade econômica na medida em que garantem a continuidade de geração de empregos na cadeia suinícola e mantém a população fixa na zona rural.

Os resultados deste estudo mostram que as perspectivas da suinocultura brasileira na captura de carbono através do uso de biodigestores no tratamento dos dejetos suínos, são altamente favoráveis. Considerado o terceiro maior país produtor mundial de suínos, com um plantel de 36,09 milhões de animais, o Brasil, pode contribuir para a eliminação da emissão de cerca de 19 milhões de toneladas por ano de dióxido de carbono equivalente na atmosfera, e, conseqüentemente, gerar em torno de US\$ 78 milhões anuais em créditos de carbono.

Depois de 2012, o futuro do mercado de carbono apresenta-se como incerto, aumentando o risco de implementação de projetos MDL no momento. Nesse sentido, os projetos de tratamento de dejetos suínos através da biodigestão apresentam-se como atrativos para os investidores, pois sua implantação é rápida e de relativo baixo custo se comparados a outros projetos de MDL.

O mercado internacional, principalmente a Europa, é muito exigente em relação a cuidados com o meio ambiente. O uso de biodigestores para tratamento de dejetos

de suínos e geração de créditos de carbono pode se tornar um diferencial para a exportação de carne suína brasileira, contribuindo para aumentar as vendas externas e para que a carne suína exportada tenha maior valor agregado.

Por enquanto, a utilização dos biodigestores para a geração de créditos de carbono está restrita a grandes produtores de suínos ou empresa de grande porte. A inserção dos pequenos e médios suinocultores neste mercado seria viável se estes se organizassem de forma a centralizar o tratamento dos dejetos por biodigestão, onde tanto a quantidade de créditos gerada como os investimentos necessários tenderiam a ser economicamente viáveis.

A diminuição dos problemas ambientais causados pela suinocultura demanda ações mais complexas e não apenas a viabilização da comercialização de créditos de carbono, devendo esta ser considerada como uma importante ferramenta disponível para se mitigar os problemas ambientais da atividade.

## **7. Referências Bibliográficas**

ABIPECS, (2007) - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne Suína, <http://www.abipecs.org.br> (acessado em 07/08/2007)

CENBIO, (2005) - Estudo sobre Biogás.

EMBRAPA, (2007) - <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=So6f90o4t> (acessado em 25/07/2007)

JOTZO, M. e MICHAELOWA, K., (2005) - In Cadernos NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – nº 4

KONZEN, E.A., (1983) - Manejo e utilização de dejetos suínos. Embrapa Suínos e Aves.

KUNS, A., (2005) - Biodigestor é indicado para a geração de crédito de carbono. In [www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br), 01/07/2005.

KUNS, A., PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V., (2004) - Biodigestores: Avanços e Retrocessos. Embrapa Suínos e Aves.

MCT, (2005) - Ministério da Ciência e Tecnologia, [www.mct.org](http://www.mct.org) - Clean Development Mechanism - Project Design Document Form (CDM - PDD) - Faxinal dos Gueses, Toledo Luz Marina e Toledo São Sebastião.

NAE, (2005) - Cadernos NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – nº 4.

OLIVEIRA, P.A.V., (1993) - Manual de manejo e utilização de dejetos suínos. Embrapa Suínos e Aves.

POINTCARBON, (2005) - [www.pointcarbon.com](http://www.pointcarbon.com) (acessado em 25/11/05)

PRICEWATERHOUSECOOPERS, (2005) - Apresentação no II Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, Curitiba, 24 de abril de 2004. In Cadernos NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – nº 4.

ULGIATI, S.; BROWN, M.T. (2002) – Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions – The case of electricity production. J. Cleaner Production, v.10, p.335-348.