



O BIOGÁS DE SUINOS COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL

Anderson de Medeiros Beck (UFSM)
beck.adm@gmail.com

As alternativas energéticas por meio de fontes renováveis de energia tornaram-se objeto de pesquisas no mundo inteiro com a finalidade de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis, além de buscar soluções ambientalmente corretas e sustentadas para colaborar com a matriz energética dos países e reduzir os impactos globais provocados pela queima dos combustíveis fósseis. Neste sentido, a utilização do biogás como fonte renovável e sustentável de energia, quer como resíduos sólidos urbanos, resíduos rurais e efluentes domésticos e industriais, permite diversificar a matriz energética nacional, além de reduzir a emissão de gases efeito estufa. Com o aumento crescente da população de suínos no Brasil, que hoje chega a contar com aproximadamente 40 milhões de animais, e com a implantação de novos projetos no setor suinícola, torna-se necessária a adoção de métodos e técnicas para manejar, estocar, tratar, utilizar e dispor dos resíduos, dentro do sistema de produção, com o objetivo da manutenção da qualidade ambiental, reutilização dos resíduos em outros sistemas agrícolas e maior rentabilidade na produção. Sendo assim, este artigo defenderá a produção e uso agroindustrial do biogás enquanto energético, aplicando o uso de biodigestores na solução de problemas ambientais e na produção de energia.

Palavras-chaves: Energia Alternativa, Suinocultura, Biogás, Biodigestor.

1 Introdução

As alternativas energéticas por meio de fontes renováveis de energia tornaram-se objeto de pesquisas no mundo inteiro com a finalidade de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis, além de buscar soluções ambientalmente corretas e sustentadas para colaborar com a matriz energética dos países e reduzir os impactos globais provocados pela queima dos combustíveis fósseis.

Neste sentido, a utilização do biogás como fonte renovável e sustentável de energia, quer como resíduos sólidos urbanos, resíduos rurais e efluentes domésticos e industriais, permite diversificar a matriz energética nacional, além de reduzir a emissão de gases efeito estufa.

Segundo KOZEN(1983) e OLIVEIRA (1993), a problemática ambiental da suinocultura está no fato de que, a partir do momento em que se optou por explorações em regime de confinamento, o total de dejetos gerados, anteriormente distribuído na área destinada à exploração extensiva, ficou restrito a pequenas áreas. Além disso, houve aumento crescente da demanda por produtos de origem animal e aumento do emprego de tecnologia moderna (mecanização de operações, melhor alimentação do rebanho, controle mais eficiente de doenças, etc.), o que resultou em aumento do efetivo do rebanho, acompanhado por índices elevadíssimos de produtividade.

Com o aumento crescente da população de suínos no Brasil, que possui um estoque atual de aproximadamente 40 milhões de animais, e com a implantação de novos projetos no setor suinícola, torna-se necessária a adoção de métodos e técnicas para manejar, estocar, tratar, utilizar e dispor dos resíduos, dentro do sistema de produção, com o objetivo da manutenção da qualidade ambiental, reutilização dos resíduos em outros sistemas agrícolas e maior rentabilidade na produção.

Conforme TAKITANE (2000), o lançamento direto em cursos d'água, feito sem controle por longos anos, passou a ser considerado ameaça para o meio ambiente como um todo e para a qualidade de vida da humanidade, tendo como principais conseqüências a mortandade acentuada dos peixes e a eutrofização. Do ponto de vista ecológico, o termo "eutrofização" designa o processo de degradação que sofrem os lagos e outros corpos d'água quando excessivamente enriquecidos de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que limitam a atividade biológica.

De acordo com MORAES (1980), a biodigestão anaeróbia representa importante papel, pois além de permitir a redução significativa do potencial poluidor, trata-se de um processo no qual não há geração de calor e a volatilização dos gases, considerando-se pH próximo da neutralidade, é mínima, além de se considerar a recuperação da energia na forma de biogás e a reciclagem do efluente.

Neste artigo, de caráter teórico, discute-se a produção e uso agroindustrial do biogás enquanto energético, ressaltando o ponto de vista de pesquisadores da área, defendendo a aplicação de biodigestores na solução de problemas ambientais e na produção de energia.

2 Suinocultura – riscos e problemas de seus dejetos

TAKITANE (2000) cita que desde a década de 70 a suinocultura vem obtendo ganhos expressivos de produtividade. Este aumento deve-se a uma especialização da produção acompanhada de uma modernização no setor, com avanços tecnológicos na criação intensiva e confinada, permitindo um grande crescimento da suinocultura no país, promovendo uma

produção mais eficiente e rentável. A consequência deste aumento de produtividade é uma movimentação econômica maior neste setor.

O desenvolvimento da suinocultura industrial trouxe consigo a produção de grandes quantidades de dejetos que, pela falta de tratamento adequado, vêm se transformando em uma das maiores fontes poluidoras.

De acordo com HESS (1979), o esterco é um resíduo orgânico, resultante do processo de assimilação da alimentação dos animais. Produzidos em grande quantidade, os dejetos de suínos são causadores de vários problemas para o produtor, a comunidade e também ao meio ambiente. Comparativamente ao esgoto doméstico, os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes. Isso pode ser medido pela DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio), referencial que traduz, de maneira indireta, o conteúdo de matéria orgânica de um resíduo através da medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar biologicamente a matéria orgânica por um período de 5 dias. A DBO5 para o esgoto doméstico é de 200 mg/L enquanto que para os dejetos suínos é de 40.000 mg/L (TECPAR, 2002).

Conforme informações da EMBRAPA (2003), a quantidade de dejetos produzidos pelos suínos varia com o peso dos animais. Já a água ingerida pelos mesmos vai influenciar na produção de urina, fazendo variar a quantidade de dejetos líquidos. O suíno produz uma média de 2,3kg a 2,5kg de dejetos sólidos por dia. Os dejetos produzidos possuem elevado poder poluente e, por isso, necessitam de uma estocagem orientada.

A tabela a seguir mostra a quantidade de produção diária de dejetos por diferentes categorias de suínos.

Categoria	Esterco Kg/dia	Esterco + urina Kg/dia	Dejetos líquidos L/dia	Estrutura para estocagem m ³ /animais/mês	
				Esterco + urina	Dejetos líquidos
25 – 100 kg	2,3	4,9	7,0	0,16	0,25
Porcas de reposição, cobrição e gestante	3,6	11,0	16,0	0,34	0,48
Porcas em lactação com leitões	6,4	18,0	27,0	0,52	0,81
Macho	3,0	6,0	9,0	0,18	0,28
Leitões	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Fonte: Adaptado de TECPAR, 2002.

Tabela 1 – Produção média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos

3 Impactos da disposição de dejetos de suínos sem tratamento

Segundo HESS (1979), os dejetos lançados sem tratamento no meio ambiente podem contaminar cursos d'água devido a precipitação de água das chuvas em solos contaminados ou pela disposição da água dos estábulos sem tratamento, diretamente no solo ou nos rios.

De acordo com PARCHEN (1981), a poluição por dejetos pode manifestar-se de diversas formas: poluição biológica, física e físico-química.

Segundo PARCHEN (1981), a poluição biológica é responsável pela degradação ambiental nos leitos hídricos, porque disponibilizam um teor de matéria orgânica (nutrientes) muito acima do recomendável nas águas, promovendo um crescimento descontrolado de algas, que incorporam estes nutrientes em sua estrutura física e elevam a demanda de DBO5,

provocando, em casos extremos, a eutrofização do rio e conseqüentemente a mortandade da vida aquática. Microorganismos fecais também contaminam os cursos de água, disseminando doenças ao longo do trajeto do rio, podendo também poluir lençóis freáticos pela permeabilidade da água contaminada no solo.

SILVEIRA e SANT'ANNA (1990) citam que a poluição física envolve modificações de cor, turbidez e alterações de temperatura do meio aquático.

A variação de pH, alterações na tensão superficial e modificações na pressão osmótica da água são características da poluição físico-química. A variação de pH pela introdução em meio equilibrado de ácidos ou bases fortes pode causar grande mortandade na fauna marinha, devido à incapacidade de adaptação às variações extremas no meio ambiente (TECPAR, 2002).

Ainda de acordo com TECPAR (2002), a proliferação de insetos, principalmente moscas, é um grande problema associado à suinocultura. Outras endemias como o cólera (*Vibrio cholera*), a febre tifóide (*Salmonella typhi*) e a esquistossomose (causada por *Shistosoma haematobium* e *Schistosoma japonicum*) são doenças associadas ao uso de água que devido a sua contaminação orgânica, beneficiou o desenvolvimento dos vetores patogênicos.

4 Biogás

Segundo CRAVEIRO (1982), biogás é um gás resultante da fermentação da matéria orgânica no processo de tratamento anaeróbio, por meio de biodegradação feita por bactérias na ausência de oxigênio.

Conforme MAGALHÃES (1986), uma maneira de se originar o biogás é com a decomposição de resíduos orgânicos provenientes de culturas de animais, lodos de esgoto, resíduos agrícolas, efluentes domésticos e industriais. Nessa situação, a biodegradação se faz presente pela construção de biodigestores especialmente planejados.

Segundo AVELAR (2001), a produção do biogás, além de ser uma alternativa energética, ser um combustível de baixo custo por se originar de um subproduto, se encaixa perfeitamente dentre as disposições apresentadas pelo Banco Mundial de uso sustentável dos recursos naturais renováveis, de combate à poluição e ao desperdício de energia, em conjunto com um melhor gerenciamento dos dejetos como elementos fundamentais para o desenvolvimento sustentável.

A tabela abaixo mostra a quantidade de biogás que pode ser produzida diariamente em condições ideais, de acordo com o tamanho do rebanho e o volume do biodigestor.

Nº de matrizes	Volume do Biodigestor (m ³)	Produção de Biogás (m ³ /dia)
12	25	12
24	50	25
36	75	37
60	125	62

Fonte: PERDOMO, (1998)

Tabela 2 – Produção de biogás utilizando dejetos de suíno

5 Caracterização do biogás

Segundo MAGALHÃES (1986), no Biogás, a proporção de cada gás na mistura depende de vários parâmetros como o tipo de digestor e o tipo de substrato a se digerir. De qualquer forma, esta mistura é essencialmente constituída por metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂).

Estando seu poder calorífico diretamente relacionado com a quantidade de metano existente na mistura. O metano possui poder calorífico de 8.500 kcal / m³.

PARCHEN (1979), cita que o biogás, por possuir o gás metano como principal componente, é incolor e inodoro.

Apesar de ser essencialmente formado por metano (CH₄), e dióxido de carbono (CO₂), outros gases também são encontrados em proporções menores como mostra a tabela abaixo:

Gases	Porcentagem
Metano (CH ₄)	55 – 65
Gás Carbônico (CO ₂)	35 – 45
Nitrogênio (N ₂)	0 – 3
Hidrogênio (H ₂)	0 – 1
Oxigênio (O ₂)	0 – 1
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	0 – 1

Fonte: MAGALHÃES (1986, pg. 11)

Tabela 3 – Composição e porcentagem dos principais componentes do Biogás.

Segundo MAGALHAES (1986), dos gases que compõem o biogás, o gás carbônico (CO₂) e o gás sulfídrico (H₂S) devem receber atenção especial. São considerados como o principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia, interferindo principalmente na qualidade do biogás, acarretando problemas de corrosão no sistema de condução do biogás até sua transformação como fonte de energia elétrica ou térmica, necessitando de processos de lavagem e resfriamento do gás, conforme visualizado na Figura 1.

De acordo com PARCHEN (1979), após a retirada do CO₂ do biogás, o mesmo passa por um resfriamento e posteriormente por um filtro com o objetivo de retirar o gás sulfídrico do biogás.

Conforme OLIVEIRA (1993), o gás sulfídrico, que aparece em uma concentração aproximada de 10g/m³ no biogás, existe a necessidade do mesmo passar por um filtro purificador para evitar o mau cheiro gerado, mas principalmente para retirar seu efeito corrosivo, devendo aparecer com uma concentração abaixo de 1,5g/m³. O biogás irá passar por esse filtro que contém limalhas de ferro que em contato com o gás sulfídrico reage formando sulfeto de ferro. Um volume de 0,1m³ de limalha de aço pode eliminar o gás sulfídrico de aproximadamente 3300 m³ de biogás. No mesmo filtro também devem se encontrar resíduos de serragem que tem como função absorver a umidade do gás e evitar a formação de blocos de ferro no interior do filtro, que poderiam impedir a passagem do biogás pelo filtro.



Fonte: Adaptado de MAGALHÃES (1986)

Figura 1 – Fluxograma do caminho percorrido pelo biogás para sua purificação:

6 Poder calorífico e usos

O Biogás sendo considerado um gás proveniente de efluente, esgoto, segundo AISSE e OBLADEN (1982), possui poder calorífico próximo a 5.500 a 5.600 Kcal/m³. Já segundo

LALOWSKI (2004), um metro cúbico de biogás altamente purificado pode atingir até 12.000 Kcal / m³, equivalente a:

- 0,61 litros de gasolina;
- 0,58 litros de querosene;
- 0,55 litros de diesel;
- 0,45 litros de gás de cozinha;
- 1,53 kg de lenha;
- 0,79 litros de álcool hidratado;
- 1,43 kW de energia .

Segundo AVELLAR (2001), para o uso como energia elétrica, é necessária a utilização de geradores para transformar o biogás em eletricidade. Já para a obtenção de energia térmica por biogás, faz-se necessária o uso de fornos, que queimem o biogás produzindo energia térmica.

Outros principais usos do biogás na propriedade rural juntamente com seu consumo dos mesmos são:

Atividades	Consumo de gás
Cozinhar	0,33 m ³ / pessoa / dia
Eletricidade (1 KWh)	0,62 m ³
Iluminação com lâmpião	0,12 m ³ / hora / lâmpião
Motor combustão interna	0,45 m ³ / HP/ hora
Incubador	0,71 m ³ / m ³ espaço interno / hora
Chuveiro a gás	0,8 m ³ / banho

Fonte: PARCHEN (1981)

Tabela 4 – Consumo de biogás por atividade.

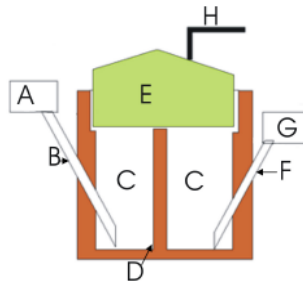
PERDOMO (2000) cita que a utilização do Biogás entra no contexto da atividade da suinocultura ambientalmente correta, principalmente por duas vantagens, o uso de energias alternativas e a contribuição para diminuição de gás carbônico e metano na atmosfera, os dois gases principais causadores do efeito estufa.

7 Biodigestor

Segundo MAGALHAES (1986) o biodigestor é uma câmara na qual ocorre um processo bioquímico denominado digestão anaeróbia, que tem como resultado a formação de biofertilizantes e produtos gasosos, principalmente o metano e o dióxido de carbono, sendo que o sistema que permite o mais eficiente funcionamento do biodigestor é constituído pelos seguintes componentes:

- **Tanque de entrada:** local onde são depositados os dejetos dos suínos;
- **Tubo de carga:** conduto através do qual se faz a introdução do resíduo no digestor;
- **Digestor:** tanque fechado onde se processa a fermentação da matéria orgânica;
- **Septo:** parede que divide e direciona o fluxo do resíduo dentro do digestor;
- **Gasômetro:** câmara em que se acumula o biogás gerado pela digestão anaeróbia;

- **Tubo de descarga:** conduto por meio do qual é expelido o resíduo líquido depois de fermentado;
- **Leito de secagem:** tanque onde é recolhido o resíduo líquido, que após a perda do excesso de água se transforma no biofertilizante;
- **Saída do biogás:** tubulação instalada na parte superior do gasômetro para conduzir o biogás até o ponto de consumo.



A -Tanque de entrada; B- Tubo de carga; C - Digestor; D - Septo; E- Gasômetro; F - Tubo de descarga; G - Leito de secagem; H - Saída do biogás

Fonte: Adaptado de MAGALHÃES, 1986

Figura 2 – Ilustração de um Biodigestor

No tanque de entrada o esterco é exposto a uma pré-fermentação aeróbia, ou seja, a digestão do resíduo na presença do ar, no qual somente proliferam bactérias aeróbias. Neste processo a maior parte do oxigênio dissolvido na mistura é liberado para o meio ou consumido pelas bactérias aeróbias, viabilizando assim, o posterior desenvolvimento das bactérias anaeróbias (MORAES, 1980). Pelo tubo de carga, o resíduo é introduzido no digestor onde será submetido a uma digestão anaeróbia para a produção do biogás.

A digestão anaeróbia é uma reação bioquímica realizada por bactérias na ausência de oxigênio e com bastante umidade (MORAES, 1980). Essas bactérias são encontradas, naturalmente, no estômago e nos intestinos dos suínos. O grupo de bactérias mais importantes no processo são as denominadas bactérias metanogênicas que formam o gás metano (CH₄).

Segundo SOSA, CHAO e RÍO (2004), este processo é realizado basicamente em três etapas: na primeira, a matéria orgânica, é convertida em moléculas menores pela ação de bactérias hidrolíticas e fermentativas. As primeiras transformam proteínas em peptídeos e aminoácidos, polissacarídeos em monossacarídeos, gorduras em ácidos graxos, pela ação de enzimas extracelulares, como a protease, a amilase e a lipase. As bactérias fermentativas transformam esses produtos em ácidos solúveis (ácido propiônico e butírico), alcoóis e outros compostos.

Na segunda fase, as bactérias acetogênicas transformam os produtos obtidos na primeira etapa em ácido acético (CH₃COOH), hidrogênio (H₂) e dióxido de carbono (CO₂). Essas bactérias são facultativas, ou seja, elas podem atuar tanto em meio aeróbio como anaeróbio. O oxigênio do material orgânico não aproveitado no processo aeróbio do sistema é utilizado para efetuar essas transformações (SOSA, CHAO e RÍO, 2004).

O metano (CH₄) é formado na última etapa da produção do biogás. As bactérias metanogênicas, que formam o metano, transformam o hidrogênio (H₂), o dióxido de carbono (CO₂) e o ácido acético (CH₃COOH) em metano e CO₂. Estas bactérias anaeróbias são extremamente sensíveis a mudanças no meio, como temperatura e pH. As bactérias produtoras do biogás são mesofílicas (vivem entre 35o e 45o C) e sensíveis a alterações de

temperatura. Variações bruscas de temperatura fariam com que as bactérias metanogênicas não sobrevivessem, o que acarretaria na diminuição considerável da produção de biogás (SOSA, CHAO e RÍO, 2004).

Outro fator considerável é a acidez do processo, uma vez que as bactérias produtoras do metano sobrevivem numa faixa variável de pH entre 6,5 e 8,0. Assim, enquanto as bactérias constantes dos estágios um e dois da digestão anaeróbia produzem ácidos, as bactérias produtoras de metano consomem esses ácidos, mantendo o meio neutro (SOSA, CHAO e RÍO, 2004).

O biogás liberado pelas bactérias anaeróbias é acumulado no gasômetro. Após um período aproximado de 40 a 60 dias após a carga inicial, a produção de gás estará estabilizada e então se procede a recarga periódica do biodigestor. Nesta fase, toda carga é correspondente a uma descarga com volumes equivalentes, que é feita hidrosticamente através do tubo de descarga e é lançada no tanque de descarga (MORAES, 1980). Neste depósito, o resíduo líquido perde água por evaporação até adquirir consistência pastosa, sendo este produto um biofertilizante apropriado para adubação.

Conforme MAGALHÃES (1986), o septo é necessário nos biodigestores para direcionar o fluxo do dejetos, obrigando a massa a permanecer o tempo necessário para a digestão completa, impedindo que ocorra uma descarga de material em estado cru. Na parte superior do gasômetro, é instalada uma tubulação para a saída do biogás, que está pronto para ser utilizado para consumo.

8 Conclusão

Até a década de 70, os dejetos de suínos não eram fator preocupante, pois a concentração desses animais era pequena e o solo tinha capacidade de absorver os dejetos, ou utilizá-los como adubo, porém, com o início do processo de adoção dos sistemas de confinamento de suínos ocorrido na década de 70, sem que houvesse mudanças das localizações das granjas, muito próximas dos rios, o problema da poluição ambiental foi agravado. Os dejetos, em maior quantidade, passaram a ser lançados diretamente nos rios, sem que houvesse um adequado procedimento de armazenamento e tratamento.

Durante a década de 80, o processo de articulação industrial caracterizou-se pela intensificação do processo de integração, observando-se o aumento de produção das próprias agroindústrias e, posteriormente, aumento na escala de produção a menor número de produtores. Este processo de modernização implicou intenso processo de seleção e exclusão.

Desta forma, o problema ambiental relacionado à questão dos dejetos na produção suína é atualmente um grande entrave à sua expansão, pois a poluição dos mananciais ocorre de forma premeditada, onde são estabelecidas formas clandestinas de despejo, com a conexão subterrânea entre a esterqueira e o rio, ou acidental, causado pelas más condições de manutenção ou pelo tamanho inadequado das esterqueiras para o volume do depósito.

As tecnologias mais sofisticadas de tratamento de dejetos de suínos, como por exemplo, a separação de fases, tratamentos biológicos (lagoas anaeróbias, estabilizadoras ou facultativas), etc., estão fora do alcance da grande maioria dos produtores, visto seu custo de aquisição, por isso, uma das alternativas que vem sendo utilizada pelos suinocultores, e que tem demonstrado grande eficácia é a utilização do biogás, tanto para gerar energia e diminuir a poluição provocada pelos dejetos das granjas.

O sistema de tratamento utiliza biodigestores – estruturas fechadas para onde são conduzidos, por tubulações, o esterco e a urina dos animais. Nesse local, o material entra em processo natural de fermentação, por meio de bactérias anaeróbicas (que se desenvolvem na ausência total de oxigênio) e, ao fim do processo, são produzidos gases, resíduos pastosos e efluentes líquidos. Os três subprodutos têm valor econômico. O gás metano pode ser utilizado para a geração de energia, aquecimento de pocilgas e aviários no inverno e até em fogões domésticos. O material sólido vira adubo natural para as lavouras. Já os efluentes líquidos alimentam algas em tanques que depois viram comida para peixes criados em açudes.

9 Referências

AISSE, Miguel Mansur; OBLADEN, Nicolau Leopoldo. Tratamento de Esgotos por Biodigestão Anaeróbia. Curitiba, CNPq, ITAH/IPPUC, PUCPR. 1982. 99p.

AVELLAR, Luis Henrique Nobre; COELHO, Suani Teixeira; ALVES, João Wagner. Geração de Eletricidade com Biogás: Uma Realidade. Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento (online), São Paulo, v 29, 2001.

CRAVEIRO, Américo M. Produção de Biogás. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1982.

EMBRAPA. Manejo de dejetos e outros materiais poluentes – Suínos e Aves - Sistemas de Produção, Versão Eletrônica Jan/2003. Disponível em: <systemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/manejodejetos.html.

HESS, Anselmo Antonio. O esterco e o gás metano ou biogás. Concórdia: ACARESC, 1979. 23 fl.

KONZEN, E. A. Manejo e utilização dos dejetos suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1983. 32 p.

MAGALHÃES, Agenor Portelli Teixeira. Biogás: um projeto de saneamento urbano. São Paulo: Nobel, 1986. 120 p.

MORAES, Manfredo José de. Manual de instruções para o usuário do biogás. Recife: Secret. dos Transp., Energ. e Comunicação, 1980. 32 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de. (Coord.). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPACNPSA, 1993. 188 p.

PARCHEN, Carlos Augusto Petersen. Algumas informações sobre manejo de esterco de bovinos e suínos. EMATER, 1981. 14 fl.

PERDOMO, Carlos Cláudio; LIMA, Gustavo Julio Monteiro Mello de. Sistemas e Produção de Suínos e Consideração Sobre a Questão dos Dejetos e o Meio Ambiente. Brasília, EMBRAPA, 1998. p. 13-26 e 221-235.

PERDOMO, Carlos Cláudio; LIMA, Gustavo Julio Monteiro Mello de. Dejetos de Suinocultura. 2000. Disponível em: <www.ambientebrasil.com.br/agropecuaria/dejetosdasuinocultura>

SEGANFREDO, Milton Antonio. A Adubação com Dejetos de Suínos Melhora ou Polui o Solo? Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/200/artigo-2000-n21.html;ano2000>.

SILVEIRA E SANT'ANNA. Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos. Brasília: PNUD, 1990.

SOSA, R. CHAO, R. E RÍO, del J. Aspectos Bioquímicos y Tecnológicos del Tratamiento de Residuales Agrícolas con Producción de Biogás – 2004. Disponível em: <www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rev62/RCP62art1.htm>.

TAKITANE, I. C. e Souza, M. C. M. Produção de Suínos no Brasil: Impactos Ambientais e Sustentabilidade. Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural – X Congresso Mundial de Sociologia Rural. Disponível em : <gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/publ/sober2000/takitane/paper0778.pdf>.

TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná. Manual de Biosistemas Integrados na Suinocultura. Centro de Integração de Tecnologia do Paraná – CITPAR. Telus – Rede Paranaense de Projetos em Desenvolvimento Sustentável. Curitiba, Paraná – 2002. p 140.