

GUSTAVO VILLAS BÔAS PIRES DE ALMEIDA

BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NA SUINOCULTURA

São Paulo
2008

CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS- FMU

GUSTAVO VILLAS BÔAS PIRES DE ALMEIDA

BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NA SUINOCULTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – UniFMU., sob orientação da Professora Dra. Carolina Amália de Souza Dantas Muniz.

São Paulo
2008

GUSTAVO VILLAS BÔAS PIRES DE ALMEIDA

BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NA SUINOCULTURA

Trabalho apresentado à disciplina de criação animal do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – UniFMU sob orientação da Prof^a Carolina Amália de Souza Dantas Muniz. Defendido e aprovado em...de..de, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof^a Dr^a Carolina Amália de Souza Dantas Muniz
FMU - Orientador

Prof. Dr. Carlos Augusto Donini
FMU

Prof. Dr. Rodolfo Nurmberger Junior
FMU

Dedico este trabalho a todos os educadores que contribuíram, direta ou indiretamente, com suas ações e observações, incentivando-nos a aprimorar os estudos e refletir sobre o papel do Médico Veterinário e sua responsabilidade na contribuição para um mundo sustentável para esta geração e as próximas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, por toda a paciência de meus familiares e minha namorada durante a confecção deste trabalho. E também a todos meus grandes amigos do colégio que estiveram nos momentos ruins e difíceis, e aos que eu conquistei na faculdade Leandro, Luiz Fernando, Fernando, Ricardinho entre outros.

A todos os professores do Curso de Medicina Veterinária, que desde o início do curso, auxiliaram, aconselharam e prepararam toda a turma, não apenas para o momento da conclusão do curso, mas para o que virá após a universidade: carreiras bem sucedidas como Médicos Veterinários, que é o que espero que a vida nos reserve.

Agradeço especialmente à Prof^a Dr^a Carolina Amália de Souza Dantas Muniz que orientou para na realização deste trabalho.

A vitória pertence ao mais perseverante.
(Napoleão Bonaparte)

RESUMO

O trabalho avalia como a tecnologia de biodigestão anaeróbica pode ser utilizada e empregada na suinocultura para minimizar a degradação ambiental.

Justifica-se a escolha do tema biodigestão anaeróbica, já que a suinocultura foi responsável pela exportação de 625 mil toneladas em 2005, atingindo faturamento de US\$ 1.18 bilhão somente com o mercado externo em 2005.

A profissionalização da suinocultura trouxe também a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamentos adequados se tornou uma das fontes mais poluidoras de mananciais.

O trabalho engloba a definição de biodigestão anaeróbica, todo seu histórico, mundial e nacional, sua aplicação na suinocultura no tratamento de dejetos de suínos e como alternativa energética sustentável, o protocolo de Quioto, MDL, e o mercado de carbono, a preocupação ambiental, o desenvolvimento sustentável, a responsabilidade social.

Ficou constatado que a biodigestão anaeróbica é o método mais eficiente e menos complexo no combate a degradação do meio ambiente do que outras alternativas.

Palavras-chave: biodigestão, dejetos, suinocultura, biogás e biofertilizantes.

ABSTRACT

The work evaluates technology anaerobic biodigestion can be used and employed in pork breeding to minimize environmental degradation.

It is the choice of theme biodigestion anaerobic, since the pork breeding was responsible for the export of 625,000 tonnes in 2005, reaching Faturamento \$ 1. 18 billion only with the external market in 2005.

Professionalise pork breeding has also brought the production of large quantities of waste, which by the lack of appropriate treatment became one of the more polluting sources of mananciais.

The work includes the definition of biodigestion anaerobic, all of its history, world and national, their application in pork breeding in the treatment of waste of pigs as an alternative and sustainable energy, the Kyoto Protocol, CDM, and the carbon market, the environmental concern, sustainable development, social responsibility. It was noted that the anaerobic biodigestion is the most efficient method and less complex in combating environmental degradation than other alternatives.

Keywords: biodigestion, pig wastes, pork breeding, biogas, biofertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Biodigestão Anaeróbica – modelo indiano	34
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Processos biológicos utilizados no tratamento de dejetos de suínos.. 38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial.. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial... 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPECS	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA
ANUALPEC	ANUÁRIO DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA
BM&F	BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS
CH4	GÁS METANO
CO2	DIÓXIDO DE CARBONO
CRE	CERTIFICADOS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
FAWC	FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL
FRIGOBRÁS	COMPANHIA BRASILEIRA DE FRIGORÍFICOS
IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE
MDL	MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO
N2O	OXIDO NITROSO
ONU	ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS
PSE	PALIDA, MOLE, EXSUDATIVA
PVC	POLICLORETO DE VINILA
RCE	REDUÇÃO CERTIFICADAS DE EMISSÕES
SIF	SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL
UFSC	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
UICN	UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
USDA	DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS
WWF	WORLD WILDLIFE FUND

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. O Biodigestores no mundo	17
2.1.1. Os Biodigestores no Brasil	19
2.2. Dejetos de suínos	27
2.2.1. Degradação do solo e poluição das águas pelos dejetos dos suínos.....	29
2.3. Biodigestão Anaeróbica	31
2.3.1 O sistema de biodigestão anaeróbica em detalhes.....	33
2.3.2. Benefícios do biodigestor para a suinocultura.....	35
2.3.3. Avaliação da alternativa do biodigestor para o tratamento dos dejetos.....	36
2.4. Alternativas para Tratamento de Dejetos de Suínos	37
2.5. Uma alternativa energética sustentável: o biogás.....	39
2.6. Protocolo de Quioto e MDL.....	41
2.6.1. O Mercado de Carbono.....	46
2.6.2. Preocupação Ambiental.....	47
2.6.3. Desenvolvimento Sustentável.....	48
2.6.4. O Programa de Suinocultura Sustentável da Sadia.....	49
2.6.5. O Programa Suinocultura Sustentável da Perdígão.....	50
3. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a carne mais consumida no mundo. De acordo com a USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o rebanho mundial de suínos em 2005, foi superior a 843 milhões de cabeças, dos quais 500 milhões localizavam-se na China (o maior produtor de carne suína), 153 milhões na União Européia (o segundo produtor mundial), 61 milhões nos Estados Unidos (o terceiro produtor mundial) e 33 milhões no Brasil, o quarto produtor mundial de carne suína, tendo produzido 2,7 mil toneladas de carne suína em 2005, contando com um total de 3 milhões de matrizes (ANUALPEC, 2006).

Importante setor do agronegócio brasileiro, a suinocultura foi responsável pela exportação de 625 mil toneladas em 2005, atingindo faturamento de US\$ 1,18 bilhão somente com o mercado externo naquele ano, segundo a Abipecs – Associação Brasileira Ind Prod Exp Carne Suína, e vem se desenvolvendo nos últimos anos, devido aos grandes avanços tecnológicos na seleção de matrizes, reprodução controlada, controle da alimentação e de sanidade, que geraram um aumento da produtividade do setor (ABIPECS, 2007).

A profissionalização da suinocultura trouxe também a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamento adequado, se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água. Até a década de 70, os dejetos suínos não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los ou eram utilizados como adubos orgânicos.

O sistema de biodigestores é uma alternativa para o tratamento desses dejetos, gerando uma fonte de energia renovável e sustentável, além de ser uma solução para minimizar a pressão ambiental da atividade, que é considerada pelos órgãos ambientais uma “atividade potencialmente causadora de degradação ambiental”,

sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. Pela legislação Ambiental (Lei 9.605 – Lei de Crimes Ambientais), o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais (IBAMA, 2008).

O sistema de biodigestão tem a finalidade de substituir as lagoas a céu aberto – método comum de manejo de dejetos em operações de criação de suínos no Brasil. O equipamento é uma cobertura de membrana de policloreto de vinila (PVC), que recebe carga diária de efluentes, favorece a decomposição dos dejetos, retém o gás e provoca sua combustão, gerando energia para a propriedade, eliminando odores e possíveis parasitas.

A fundamentação teórica do presente trabalho engloba a definição da biodigestão anaeróbica, sua aplicação na suinocultura no tratamento de dejetos de suínos e como alternativa energética sustentável; o Protocolo de Quioto; MDL e o mercado de créditos de carbono; a preocupação ambiental; o desenvolvimento sustentável e conseqüentemente a responsabilidade social.

O objetivo deste estudo é mostrar a existência de uma tecnologia recentemente desenvolvida como uma fonte de energia renovável, produtora de biogás e biofertilizantes, que pode ser utilizada para minimizar os problemas de poluição de mananciais da suinocultura, promovendo o desenvolvimento sustentável no setor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Os biodigestores no mundo

Em 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em lugares úmidos. Ao que parece, apenas em 1857, em Bombaim, Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos. Nessa mesma época, pesquisadores como Fisher e Schrader, na Alemanha e Grayon, na França, entre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia. Posteriormente, em 1890, Donald Cameron projetou uma fossa séptica para a cidade de Exeter, Inglaterra, sendo o gás produzido utilizado para iluminação pública (PALHARES, 2008).

Com o advento da 2ª Guerra Mundial, a biodigestão foi bastante difundida entre os países europeus, usando-se o biogás em substituição aos derivados de petróleo, através da queima direta e o uso em veículos. Terminado o conflito, caiu substancialmente o uso desta tecnologia, com exceção da Índia, China e África do Sul, onde continuaram seu desenvolvimento em propriedades de pequeno porte GASPAR (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Inegavelmente, a pesquisa e desenvolvimento de biodigestores desenvolveram-se muito na Índia, onde, em 1939, o Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola, em Kanpur, desenvolveu a primeira usina de gás de esterco. Segundo Nogueira (1986), o sucesso obtido animou os indianos a continuarem as pesquisas, formando o Gobar Gás Institute (1950). Tais pesquisas resultaram em grande difusão da metodologia de biodigestores como forma de tratar os dejetos animais, obter biogás e ainda conservar o efeito fertilizante do produto final. Foi esse trabalho pioneiro, realizado na região de Ajitmal (Norte da Índia), que permitiu a construção de quase meio milhão de unidades de biodigestão no interior daquele

país (PALHARES, 2008).

A utilização do biogás, também conhecido como gobar gás (que em indiano significa gás de esterco), como fonte de energia motivou a China a adotar a tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já haviam sido instalados 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo GASPARG (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Para os chineses, a implantação de biodigestores transformou-se em questão vital. Um país continental, com excesso de população, a China buscou, durante os anos de 1950 e 1960, no auge da Guerra Fria, por uma alternativa de descentralização energética. Baseavam-se em uma lógica simples. No caso de uma guerra que poderia significar a destruição quase total da civilização, o ataque às centrais energéticas, representaria o fim de toda atividade econômica. Isso porque a energia deixaria de ser disponível nos grandes centros, mas naqueles pequenos centros, as pequenas unidades de biodigestão conseguiriam passar incólumes ao poder inimigo. A descentralização, portanto, implica em criar unidades suficientes nas pequenas vilas, vilarejos e regiões mais longínquas GASPARG (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Hoje em dia, contudo, o motivo da manutenção e expansão do programa de biodigestores é bem mais simples e urgente. Como a China possui milhões de pessoas para alimentar, não é possível ou recomendável mecanizar a atividade agrícola em larga escala, pois o uso de tratores e demais implementos resultaria em um índice de desemprego rural alarmante, criando uma massa de trabalhadores ociosos e descontentes. Um perigo social e político nem um pouco desejável. Assim, o governo chinês optou pelo aproveitamento e aperfeiçoamento de rudimentares técnicas de cultivo do solo, com os biodigestores desempenhando papel de destaque GASPARG (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Podem ainda destacar que encontram-se dois extremos da utilização de

biodigestores. Chineses buscam, nessa tecnologia, o biofertilizante necessário para produção dos alimentos necessários ao seu excedente de população. A energia do biogás não conta muito frente à auto-suficiência em petróleo. Indianos, precisam dos biodigestores para cobrir o imenso déficit de energia. Com isso, foram desenvolvidos dois modelos diferentes de biodigestor: o modelo chinês, mais simples e econômico e o modelo indiano, mais sofisticado e técnico, para aproveitar melhor a produção de biogás (PALHARES, 2008).

Observaram que a maior parte das aplicações do processo de biodigestão anaeróbia no meio rural foram direcionadas para os dejetos animais. Durante as décadas de 70 e 80 houve considerável interesse na produção de energia a partir dos dejetos, mas muitas destas instalações não operaram por muito tempo, ou não foram construídas como planejado, resultado do custo excessivo e das dificuldades de operação (PALHARES, 2008).

Serão as mesmas que ocorreram no Brasil, como demonstrado por estudos da Emater e da Embrapa suínos e aves. Especificamente, uma delas, dificuldade de operação, e a que, novamente, tem se mostrado como um limitante ao correto manejo dos biodigestores na atualidade (PALHARES, 2008).

2.1.1. Os biodigestores no Brasil

A partir da crise energética deflagrada em 1973, a utilização de biodigestores passou a ser uma opção adotada tanto por países ricos como países do terceiro mundo. Com base em um relatório técnico da FAO, a Embrater instalou em novembro de 1979, o primeiro biodigestor modelo chinês, na Granja do Torto em Brasília. Esta experiência pioneira veio demonstrar que era possível instalar uma unidade produtora de biogás e biofertilizante, empregando exclusivamente areia, tijolo, cimento e cal Sganzerla (1983) citado por (PALHARES, 2008).

Mas o interesse pelos biodigestores no país teve início com a crise

resultante do segundo choque de preços do petróleo ocorrido em 1979. Entre as medidas adotadas pelo governo para reduzir a dependência deste insumo destacava-se um amplo programa de investimento voltado para substituição e conservação de derivados de petróleo (Programa de Mobilização Energética - PME, iniciado em 1980). No período entre 1980-1984, foram utilizadas diversas formas de estímulo à instalação de biodigestores. Assim foram concedidos estímulos materiais, seja através de financiamentos ou mesmo de doações dos recursos necessários à instalação. Em avaliação realizada pela Emater (1984), confirmou-se a hipótese de que os proprietários que receberam os biodigestores a fundo perdido demonstraram menos empenho em mantê-los em boas condições de funcionamento do que aqueles que se utilizaram de recursos próprios ou de empréstimos (PALHARES, 2008).

Em 1982, existiam em Santa Catarina 236 biodigestores, sendo a quase totalidade destes do modelo Indiano, destaca que apenas 0,005% destes biodigestores estavam em propriedades suínícolas. Ainda que inexistissem dados precisos quanto ao número de biodigestores no país, a Emater calculou que em 1984 este número era de 3.000 biodigestores, principalmente do modelo Indiano utilizado para biodigestão de dejetos de bovinos. Utilizando os dados do Levantamento Agropecuário Catarinense (2002-2003) e considerando somente produtores com mais de 50 cabeças de suínos (7.158 suinocultores), verificaram que 0,08% deles possuíam biodigestores e 99,2% esterqueiras (PALHARES, 2008).

Apesar de ter ganho novamente destaque na cadeia produtiva devido a possibilidade da venda de créditos de carbono, o biogás é produzido no país desde a década de 40, quando padres construíram biodigestores nas comunidades onde trabalhavam. Quatro décadas depois, o governo implantou alguns programas de incentivo à implantação do equipamento em fazendas. Na época, cerca de sete mil biodigestores foram instalados. Problemas operacionais levaram muitos pecuaristas a abandonar, anos depois a tecnologia (REVISTA DA TERRA, 2007).

No sítio da agência Ambiente Brasil (2007), é informado que a tecnologia de biodigestores já tem pelo menos duas décadas no Brasil. Iniciou-se com modelos provenientes da China e Índia. No entanto, o Brasil teve algumas dificuldades na sua implementação, fazendo com que esta tecnologia caísse no descrédito no meio rural (PALHARES, 2008).

Partindo da hipótese de que a tecnologia de biodigestão anaeróbia não era amplamente utilizada no meio rural devido à não consideração de que deve haver uma reciprocidade entre o que esta tecnologia demanda e o que o produtor e a propriedade poderiam oferecer, avaliaram o perfil produtivo, social e ambiental de produtores e de propriedades que receberam a tecnologia no início da década de 1980 a fim de detectar possíveis falhas na sua transferência (PALHARES, 2008).

Treze propriedades foram visitadas. Dentre as propriedades visitadas haviam aquelas que ainda mantinham o biodigestor em operação e outras onde estes haviam sido desativados. Dos produtores entrevistados, 61,5% haviam feito até a quarta série do primeiro grau, 23% tinham somente a terceira série e somente 15,4% dos produtores haviam completado a quinta série. Considerando que a tecnologia de biodigestão envolve conhecimentos como microbiologia, física e química e que estes não são abordadas no ciclo escolar até a quinta série, o reduzido nível de escolaridade pode ser considerado como uma desvantagem que estes produtores possuíam a fim de utilizar esta tecnologia. Uma forma de suprir esta deficiência seria pela proposição de treinamentos e/ou pelo oferecimento de uma assistência técnica periódica a estes produtores (PALHARES, 2008).

Os autores destacam que quando os produtores foram questionados se antes da aquisição do biodigestor o produtor participou de algum treinamento, 100% dos entrevistados responderam que participaram de um treinamento com carga horária de 2h, um tempo muito reduzido para o entendimento completo do manejo e potencialidade da tecnologia. Quanto a existência de auxílio técnico,

46,1% responderam que um técnico o visitava a cada seis meses e 53,8% atestam que estas visitas tinham uma periodicidade anual. Desta forma, o baixo nível de escolaridade aliado à deficiência de formação e de assistência técnica dificultaram o perfeito manuseio dos biodigestores e, conseqüentemente, podem trazer conseqüências ambientais que poderiam ser evitadas (PALHARES, 2008).

O mais importante ponto, no que diz respeito a sistemas de tratamento, é a capacitação do pessoal responsável pela operação dos sistemas. Na maioria dos casos, o insucesso do tratamento está relacionado a erros humanos, causados pela má operação dos sistemas. Este pessoal deve receber constante capacitação e entender claramente a importância do processo e como ele funciona, tendo subsídios para a tomada de decisões. Caso o fator humano seja desconsiderado qualquer opção tecnológica adotada estará fadada ao insucesso (KUNZ, 2007).

Em publicação da EMBRAPA do ano de 1981 era constatada a viabilidade de um programa a partir de biodigestores no Pantanal Mato-Grossense. Esta tecnologia oferece condições excepcionais para um arrojado plano de utilização de energia proveniente da fermentação de biomassas. A utilização da energia do biogás, nesta região, é muito favorecida em virtude das condições climáticas e abundância de excrementos bovinos para a produção de biogás, abrindo uma perspectiva favorável à sua aplicação no sentido de se obter energia a custo relativamente baixos, através de unidades digestoras. A utilização dessa forma de energia, pelas fazendas da região, resultará em menores gastos com derivados de petróleo que tanto têm onerado a produção regional (PALHARES, 2008).

Mais recentemente, devido à crise no sistema brasileiro de fornecimento de energia elétrica, ocorreu o fenômeno dos "apagões" e os biodigestores passaram a ser cogitados novamente como fonte alternativa de energia. Entretanto, bastou o reservatório das hidrelétricas alcançar um volume d'água adequado e o perigo dos "apagões" e do racionamento de energia elétrica passar, para que os projetos de implantação de biodigestores fossem esquecidos e os que estavam em andamento

abandonados (PALHARES, 2008).

Um suinocultor de Toledo (PR) que teve seu biodigestor implantado em 1999 atestou na década de 80, muitos produtores investiram na instalação de biodigestores, sistema que ficou popular no Brasil, mas aos poucos esse sistema foi sendo desacreditado. Agora, principalmente depois da crise energética, o biodigestor está ressuscitando. Eu acredito que o fator principal do biogás ficar desacreditado é a não utilização do biogás. Existia o biodigestor, existia a produção de gás, mas não existia onde consumir o gás GASPAR (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Em depoimento, um extensionista rural paranaense sobre o programa de implantação de biodigestores na década de 1980, afirmou: que ele participou pessoalmente do primeiro ciclo de incentivos a biodigestores no Paraná, entre 1978 e 1986. Na época, como filho de um pequeno produtor rural, ele ajudou convencer meu pai a investir num biodigestor rural. Três anos após, o biodigestor ainda não estava funcionando. Os erros de projeto e desconhecimento da tecnologia e os técnicos da Emater e da empresa fabricante da cúpula de fibra de vidro foram incapazes de fazer a mesma funcionar a contento. Meu pai então retirou a cúpula e utilizou o biodigestor como uma simples esterqueira. Praticamente todos os biodigestores implantados aquela época, aqui na região (Oeste do Paraná), foram abandonados. Meu maior receio é o grande número de 'pseudo-especialistas' que surgem nesta situação e que acabam fazendo experiência com os produtores. Isto pode levar a um novo fracasso na adoção desta tecnologia (REVISTA DA TERRA, 2007).

Trabalhos da EMBRAPA diagnosticaram que em 1979 a não disponibilidade de energia elétrica na propriedade era uma realidade para 41 mil famílias de suinocultores catarinenses. O GOVERNO FEDERAL iniciou em 2004 o "Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - Luz para Todos" com o objetivo de levar energia elétrica para a população do meio rural. Se

no início da década de 1980, na primeira onda dos biodigestores, quando ocorreu o PME, este tivesse sido desenvolvido em sua plenitude e de forma criteriosa, não haveria necessidade do governo estar desenvolvendo um novo programa com o mesmo fim. Houveram três crise energéticas, petróleo, "apagão" e a atual, nas três os biodigestores aparecem como uma grande alternativa, em duas a alternativa não vingou! Será que são os créditos de carbono é que vão fazer a diferença num futuro próximo.

Com a divulgação do Plano Nacional de Energia 2030, sem tem um referencial da produção e consumo para os próximos anos. O Plano conclui que: as energias denominadas como Outras (que incluem os resíduos agrícolas, industriais e urbanos) representaram em 2005 2% do consumo energético do país, sendo que em 2030 representarão 3%; o consumo energético do setor agropecuário que em 2005 representou 5% do total do país, irá ter a mesma representatividade em 2030; as fontes primárias (excetuando-se a cana-de-açúcar) terão um crescimento de 4% na matriz energética entre 2005-2030; o Brasil conseguirá manter um grau relativamente baixo de dependência externa de energia, custos competitivos de produção de energia e níveis de emissões de gases (um dos mais baixos do mundo) praticamente inalterado (REVISTA DA TERRA, 2007).

No último Relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) verificam-se as seguintes constatações a porção de energia produzida no mundo a partir de fontes renováveis irá aumentar substancialmente com as dezenas de bilhões de novos investimentos. O crescimento no uso das energias renováveis não mais está relacionado com a alta e a baixa do preço do petróleo, estão se tornando uma opção de sistemas de geração para um crescente número de companhias de energia, comunidades e países, independente dos preços dos combustíveis fósseis. Muitos governos e políticos estão introduzindo legislações e mecanismos de apoio para capacitar o desenvolvimento do setor (ENVOLVERDE, 2007).

Falta de assistência técnica, dificuldades com a mão-de-obra, baixa qualidade de certos materiais fornecidos, mudança do produtor para cidade e acidentes triviais, fizeram com que 20% dos biodigestores avaliados não funcionassem no momento do diagnóstico. A adoção de uma tecnologia nova, por mais simples que seja, traz consigo, invariavelmente, variadas dificuldades. Desta forma, a constatação do insucesso parcial na instalação dos biodigestores não surpreende, o que é surpreendente é o ritmo inicial das instalações, que foi muito acelerado diante do relativo desconhecimento quanto às potencialidades. Conclusão esta que é tardia em relação ao esforço já feito, mas que, se aceita pelos responsáveis pela continuidade do programa, poderá influir sobre seu andamento futuro (PALHARES, 2008).

O parágrafo acima, se retirada a data do estudo, poderia muito bem ter sido redigido na atualidade. Não se tem dados de quanto dos biodigestores já implementados não estão funcionando de forma satisfatória, mas certamente, o cenário existente é o mesmo de 23 anos atrás na minha opinião.

A declaração dada, por um integrante da cadeia produtiva de suínos, atesta que as mesmas dificuldades de operação, identificadas no passado, continuam a acontecer no presente. A tecnologia que se divulga é muito diferente da realidade que o produtor vai enfrentar no dia-a-dia de sua atividade. Um biodigestor é um dispositivo complexo, que requer atenção diária e que quando manejado sem a devida atenção simplesmente entra em colapso. A necessidade de fazer ajustes, adaptações de equipamentos e manutenções em canos e mangueiras é constante. Em geral, a expectativa do produtor é de que o biodigestor irá resolver todos os seus problemas ambientais e energéticos. Como isso não ocorre, coloca a culpa no técnico e abandona o biodigestor GASPAR (2003) citado por (PALHARES, 2008).

Portanto isto reforça a idéia de que é preciso que os órgãos de expansão rural e associações/cooperativas de suinocultores realizem um trabalho conjunto, com o intuito de examinar, detalhadamente, a tecnologia dos biodigestores

encontrar a melhor solução para os problemas levantados. Caso contrário, os biodigestores continuarão a serem preteridos em favor de tecnologias mais simples e descomplicadas.

Podemos entender que estas tecnologias mais simples e descomplicadas citadas são as esterqueiras, um sistema de armazenamento de dejetos que condiciona o uso destes como adubo. Este tipo de manejo ambiental não é mais suportado nas regiões produtivas de alta concentração animal, como o Oeste Catarinense, onde há grande disponibilidade de dejetos de suínos, bovinos e cama de aviário (PALHARES, 2008).

Deve-se destacar que os biodigestores também apresentam uma dependência de disponibilidade de solo, se a opção for pela utilização do biofertilizante como adubo. Quando perguntaram à produtores que haviam participado do programa de implantação de biodigestores no início da década de 1980 se estes tinham demanda agrícola para o biofertilizante produzido, 92,3% dos produtores disseram que a sua área comportava 100% do biofertilizante produzido e 7,7% responderam que a área comportava 50% do que era produzido. Mas pelo cálculo da área agrícola que os produtores disseram dispor, do número de suínos e de bovinos que haviam nas propriedades, dos tipos de culturas vegetais cultivadas e com base numa concentração média de nutrientes em biofertilizantes de suínos e bovinos, observou-se que em algumas propriedades a disponibilidade de nutrientes estava além do demandado pelas culturas. O que era preocupante é que todo o biofertilizante estava sendo aplicado na terra, sendo um potencial poluidor do solo, das águas subterrâneas e superficiais e do ar (PALHARES, 2008).

2.2. Dejetos de Suínos

A tendência moderna do confinamento total dos suínos tende a concentrar grande número de animais em pequenas áreas criando com isto novos problemas que tem constituído um desafio para criadores, técnicos e pesquisadores, destacando-se entre esses o manejo e a utilização dos dejetos. O fato assume importância ainda maior na produção de suínos, por ser esta espécie geradora de um dos maiores volumes de dejetos por unidade de área ocupada.

O volume diário de dejetos produzidos por um suíno varia de 5 a 8% de seu peso vivo, sendo estes constituídos por 15% de matéria seca (CAMPOS, 2005).

Baseado nesta estimativa as produções de suínos dos Estados Unidos e do Brasil, geram anualmente de 73 a 109,5 milhões de toneladas e de 32 a 51 milhões de toneladas de dejetos respectivamente (ANUALPEC, 2006).

Este volume de resíduos apresenta um elevado potencial em nutrientes fertilizantes e alimentares, ou ainda um expressivo risco de poluição, quando inadequadamente manejado e utilizado.

É sabido que dejetos de suínos são resíduos altamente poluidores, que prejudicam o meio ambiente, em especial a qualidade da água e o desenvolvimento de peixes e outros organismos aquáticos. Os dejetos de suínos são 100 vezes mais poluentes que o esgoto urbano e representam grande problema ambiental, por serem altamente poluidores, no Brasil e na Europa se conclui que cada matriz, em uma granja de ciclo completo, produz até 25 m³ de dejeções ao ano, que se compõem de esterco, urina, desperdícios de água de bebedouros ou de limpeza, resíduos de rações, etc (CAMPOS, 2005).

A composição dos dejetos está associada ao sistema de manejo adotado, podendo apresentar grandes variações na concentração de seus componentes,

dependendo da diluição e do modo como são manuseados e armazenados. A urina influi significativamente na quantidade de liquame que, por sua vez, depende diretamente da ingestão de água. Em geral, cada litro de água ingerido por um suíno resulta em 0,6 L de dejetos líquidos (CAMPOS, 2005).

O total de dejetos produzidos varia de acordo com o desenvolvimento corporal dos suínos, apresentando valores decrescentes de 8,5 a 4,9% de seu peso vivo dia-1, considerando a faixa dos 15 aos 100 kg de peso vivo (CAMPOS, 2005).

A fermentação da matéria orgânica contida nos dejetos de suínos resulta na produção de odores, que são fonte de poluição ambiental e podem ser um entrave para a intensificação da suinocultura (CAMPOS, 2005).

O fósforo, analogamente ao nitrogênio, é um nutriente muito importante para o crescimento e a reprodução de microrganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica, porém o efluente rico em fósforo pode provocar proliferação excessiva de algas no curso d'água receptor. Conclui-se que o excesso de fósforo na água acelera a eutrofização, que é a principal causa de deteriorização da qualidade da água (CAMPOS, 2005).

O consumo médio de 5,5 L de água suíno-1 dia-1 foi pesquisado, considerando suínos com peso na faixa de 36 a 97 kg e o método adotado de higienização das instalações e dos animais (CAMPOS, 2005).

A literatura mundial relata inúmeros processos de tratamentos e/ou aproveitamento de resíduos orgânicos, destacando os processos biológicos, sejam os aeróbios (lodo ativado, lagoas de estabilização aeróbia, etc.), sejam os anaeróbios (biodigestores, lagoas de estabilização anaeróbia, etc.) para o tratamento de efluentes.

2.2.1. Degradação do Solo e poluição das águas pelos dejetos de suínos

A suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais uma “atividade potencialmente causadora de degradação ambiental”, sendo enquadrada como grande potencial poluidor.

A causa principal da poluição é o lançamento direto do esterco de suínos sem o devido tratamento nos cursos de água, que acarreta desequilíbrios ecológicos e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos (BLEY, 2003).

Os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Nitratos e bactérias são os componentes que afetam a qualidade da água subterrânea (BLEY, 2003).

A carga orgânica dos dejetos suínos é 25 vezes maior do que a do esgoto humano, exemplificando que uma granja de 300 matrizes produz, em um ciclo completo, cerca de 45 mil litros de dejetos por dia, o que equivale à poluição de uma cidade de 75 mil habitantes (BLEY, 2003).

Tal volume de dejetos explica-se pela dificuldade dos suínos de converter em carne tudo o que comem, pois são monogástricos. Eles desperdiçam cerca de 30% dos alimentos praticamente íntegros, além da água perdida no manejo. Sendo a ração 70% do custo da produção da carne suína, há 21% de perda econômica real, podendo-se afirmar que para cada cinco animais produzidos, um é perdido na forma de dejetos (BLEY, 2003).

Os dejetos suínos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros

materiais decorrentes do processo criatório. O esterco, por sua vez, é constituído pelas fezes dos animais que, normalmente, se apresentam na forma pastosa ou sólida. Os dejetos podem apresentar grandes variações em seus componentes, dependendo do sistema de manejo adotado e, principalmente, da quantidade de água e nutrientes em sua composição (BLEY, 2003).

A produção de suínos acarreta, também, um outro tipo de poluição, que é aquela associada ao problema do odor desagradável dos dejetos. Isto ocorre devido à evaporação dos compostos voláteis, que causam efeitos prejudiciais ao bem-estar humano e animal.

Há necessidade de alternativas que amenizem o problema para evitar a ocorrência de processos de degradação do meio ambiente, desertificação, alagamentos, assoreamentos, quebra de produção ou produtos de má qualidade.

Além disso, engenheiros agrônomos sabem que é possível auxiliar a atividade agrícola na questão dos dejetos por meio da bio-engenharia, reduzindo as perdas econômicas com pesquisas genéticas que possam tornar o sistema digestivo dos suínos mais eficiente e reduzir o volume de dejetos produzidos. Por isso, alertam o governo para a necessidade de dar prioridade a recursos destinados à pesquisas oficial e a projetos eficazes de controle de poluição dos dejetos, que levem também à recuperação econômica das perdas da suinocultura (BLEY, 2003).

2.3. Biodigestão Anaeróbica

Segundo o engenheiro Luiz Roberto Pelosi de Oliveira (2005), em apresentação intitulada Biodigestor, no II Simpósio Goiano de Suinocultura:

“cientificamente, a Biodigestão é um processo de degradação, transformação ou decomposição de substâncias vegetais e/ou animais, conhecidas por Matéria Orgânica, levado a efeito por seres vivos, como o homem, ou mesmo por microorganismos ou bactérias. Vários produtos sintéticos produzidos pelo homem também são passíveis de biodigestão, os quais são conhecidos como Produtos Biodegradáveis. O meio ou aparelho através do qual se processa a biodigestão é denominado biodigestor, e conforme este, a biodigestão se processa de três maneiras básicas diferentes.”

Na primeira ela se processa através de um organismo animal, que digere os alimentos, assimila uma parte dos mesmos, e excreta outra. É a Biodigestão Animal. A excreção, de uma ou outra forma, acaba indo para o solo, onde, através da ação de bactérias, também é digerida até o ponto de solubilização em água. Esta solução, conhecida por Solução do Solo, é rica em sais minerais, os quais estão ionizados na água, e prontos para serem absorvidos pelas plantas. Desta forma se estabelece e completa-se um ciclo biológico, na seqüência: vegetal, animal, degradação, solo, degradação, vegetal. Nesse caso, o biodigestor é um animal (OLIVEIRA, 2005).

No segundo processo de biodigestão, a Matéria Orgânica não passa pelo organismo de um animal, e é lançada diretamente ao solo. Ali sofre ação mecânica de chuvas, ventos e outras intempéries, e eventualmente, a ação do pisoteio de vários animais. Sofre ainda a ação química do oxigênio do ar, ajudada pela ação catalítica dos raios solares. Pela ação mecânica das intempéries e do pisoteio, a matéria orgânica vai entrando em maior contato com o solo, incorporando-se ao mesmo, onde sofre a ação de macro e microorganismos animais e vegetais. Lentamente, essa matéria orgânica vai sendo decomposta, até a forma de compostos solúveis em água, os quais passam a compor a solução do solo, a qual

é absorvida pelas plantas, completando-se assim o ciclo biológico já mencionado. Esta é a Biodigestão Natural, e o biodigestor é o solo (OLIVEIRA, 2005).

O terceiro processo de biodigestão é bastante semelhante ao segundo, porém nesse consideramos o homem como elemento participante do processo. Dejetos animais, inclusive os humanos, além de produtos sintéticos preparados pelo homem para seu uso, são deliberadamente lançados ao solo ou nos cursos de água. No solo ou na água, tais dejetos sofrem ação de macro e microorganismos, são biodegradados num ciclo bastante curto, e uma vez na forma de sais solúveis em água, passam a integrar a solução do solo. E aqui o biodigestor é o solo, um rio, um lago ou até mesmo uma lagoa (OLIVEIRA, 2005).

Explica-se ainda que o biodigestor foi apresentado, durante a crise do petróleo dos anos 1970, como alternativa para a obtenção de energia térmica, para produção do biogás, mas seu verdadeiro valor está no adubo por ele produzido, que é conhecido como biofertilizante, e no saneamento que ele proporciona. Após as diversas fases da biodigestão, o produto resultante é um líquido escuro, em virtude da presença do Húmus, o qual é um biofertilizante puro, que pode ser utilizado em qualquer solo, como adubo de origem orgânica de alta qualidade, ou como corretivo de acidez, de vida bacteriana e de textura, podendo ser utilizado diretamente no solo ou diluído, aumentando a produtividade agrícola (OLIVEIRA, 2005).

Um biodigestor compõe-se basicamente de uma câmara fechada na qual uma biomassa é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação, ocorrem a liberação de biogás e a produção de biofertilizante. É possível, portanto, definir biodigestor como um aparelho destinado a conter a biomassa e seu produto: O biogás. Existem vários tipos de biodigestores, mas, em geral, todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás (OLIVEIRA, 2005).

2.3.1. O Sistema de biodigestão anaeróbica em detalhes

A respeito dos biodigestores, esses são grandes tanques cobertos, onde o gás metano gerado pela fermentação dos dejetos de suínos são transformados em gás carbônico. O equipamento permite solucionar o problema ambiental de eliminar consideravelmente o odor que exala dos resíduos animais, diminui a proliferação de vetores, e reduz a emissão de gases na atmosfera. O mecanismo de tratamento de dejetos resulta ainda na preparação de biofertilizante, para ser aplicado em áreas de plantio, e na geração de biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia alternativa (PIG LIGHT, 2008).

Existem vários modelos de biodigestores. Os principais são o modelo Indiano, mais sofisticado e técnico para aproveitar melhor a produção de biogás, e o modelo Chinês, que é mais simples e mais econômico. Os biodigestores Chineses foram desenvolvidos para produzir biofertilizante necessário para produção de alimentos de sua população numerosa, não se valorizando muito a produção do biogás, pois os Chineses ainda utilizam os combustíveis fósseis como fonte de energia principal. Os biodigestores indianos, por sua vez, foram desenvolvidos para cobrir o déficit de energia (PIG LIGHT, 2008).

O funcionamento do processo de biodigestão na suinocultura ocorre a partir dos dejetos dos suínos armazenados em tanques fechados com mantas plásticas, protegidos do contato com o ar, o que acelera o processo de fermentação. Os equipamentos instalados permitem a retenção e queima ou sequestro dos gases gerados nesse processo (PIG LIGHT, 2008).

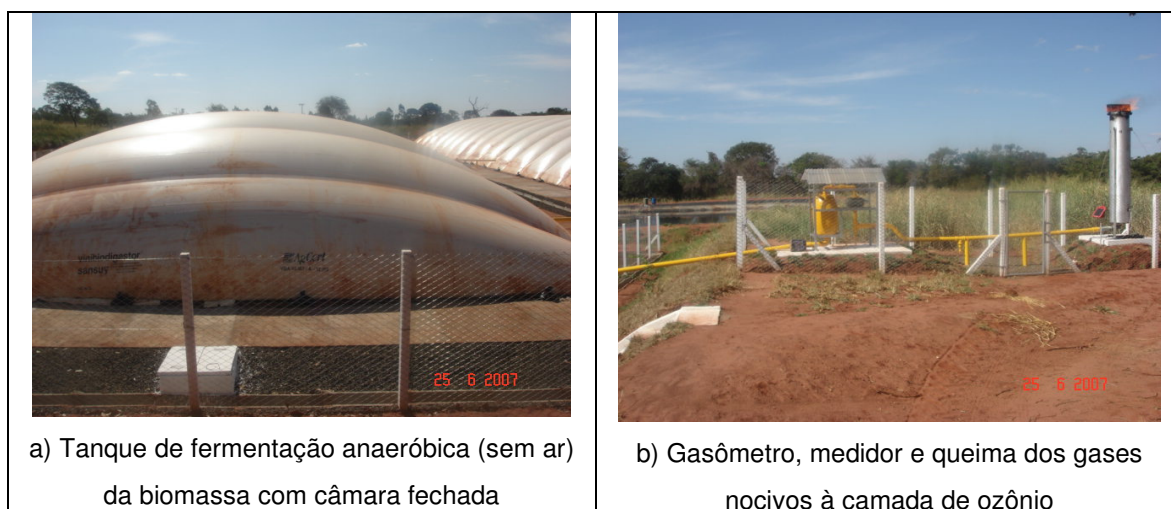


Figura 1 - Sistema de Biodigestão Anaeróbica – modelo indiano

Fonte: PIG LIGHT, 2008

Conforme pode se visualizar na figura 1, o sistema de biodigestão anaeróbica tem um medidor que realiza o monitoramento que comprova as reduções das emissões de poluição, a partir do qual é possível aferir os gases que deixaram de ser lançados à atmosfera, que geram correspondentes créditos de carbono. Os medidores são aferidos regularmente por técnicos competentes da empresa que realiza a manutenção preventiva do sistema e os dados obtidos são arquivados em bases de dados para emissão de relatórios específicos para os órgãos competentes (PIG LIGHT, 2008).

No biodigestor demonstra que, o medidor registra os gases nocivos resultantes do processo de fermentação dos dejetos, que são canalizados a partir da câmara fechada, passam para o gasômetro, são resgistrados pelo medidor e em seguida, são queimados em um processo que não polui o meio ambiente. É importante esclarecer aqui que esse sistema de biodigestão anaeróbica mostrado na figura 1 ainda não transforma os gases metano e dióxido de carbono em biogás, sendo seu potencial como fonte alternativa de energia desperdiçado porque a empresa em questão não pode investir ainda em equipamentos que transformem os gases nocivos em biogás; tal investimento ficará para uma etapa futura. Ao

adotar o modelo indiano , a empresa pretende fazer no futuro, as adaptações necessárias nos biodigestores atualmente em utilização para obter energia a ser utilizada nas próprias instalações (PIG LIGHT, 2008).

As maiores dificuldades encontradas para a implantação dos biodigestores são os investimentos fixos, a manutenção dos equipamentos, a certificação e venda das cotas de resgate, que exigem conhecimentos muito especializados e muita credibilidade no meio onde ocorrem às vendas dos créditos de carbono. A busca de terceiros, especializados e focados nesse processo, pode ser a alternativa mais factível para os suinocultores (PIG LIGHT, 2008).

O custo de construção e manutenção dos biodigestores exige investimentos vultosos, que podem ser suportados pelos grandes suinocultores, mas os pequenos não tem capacidade financeira para isso. Com relação a eficiência no manejo dos dejetos de suínos, a gestão do processo exige competências muito acima da capacidade da maioria dos suinocultores brasileiros, pois a tecnologia de biodigestão envolve conhecimentos como microbiologia, física e química, que não são abordados no ciclo escolar até a quinta série do Ensino Fundamental. Como o nível de escolaridade da maioria dos produtores é baixo, eles ficam em desvantagem na utilização desta tecnologia (PIG LIGHT, 2008).

2.3.2. Benefícios do biodigestor para a suinocultura

A implantação da tecnologia dos biodigestores, além de melhorar as condições do meio ambiente, pode ser uma fonte de renda para o produtor através da geração de gás e , conseqüentemente, energia elétrica e calor (SANSUY, 2004).

O Biodigestor, na década de 1970 esteve no auge, caindo em desuso na década seguinte, vindo renascer na década de 1990. De acordo com o pesquisador Airton Kunz, da Embrapa Suínos e Aves Unidade da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dois fatores foram decisivos para o retorno desta tecnologia. Um deles se refere à legislação ambiental, que cobra cada vez mais do produtor a responsabilidade com o meio ambiente no tratamento dos resíduos da atividade. Outra causa foi a crise de energia enfrentada pelo país e a busca por energias renováveis, de baixo custo (NORDESTE RURAL, 2005).

O biodigestor também apresenta como benefícios a produção de metano, gás de elevado teor calorífico, que favorece a preservação das colônias de bactérias, dando sustentabilidade ao sistema. Possibilita a recuperação de subprodutos úteis, visando sua aplicação com fertirrigação de culturas agrícolas (GRZYBOWSKI, 2007).

Muitas empresas de suinocultura adotaram os biodigestores em detrimento de outras tecnologias recentemente desenvolvidas porque eles vêm mostrando eficiência na redução de microorganismos e de emissões de gases poluentes, apesar do custo de implantação e manutenção serem mais altos do que as outras alternativas.

2.3.3. Avaliação da alternativa do biodigestor para o tratamento dos dejetos

O biodigestor é um sistema de tratamento que estabiliza parcialmente o dejetos. O biodigestor é o local onde ocorre a digestão anaeróbica dos dejetos. As bactérias são as principais responsáveis pela degradação da matéria orgânica e produção do biogás. O biodigestor capta o calor do Sol, aquecendo a matéria orgânica em fermentação, eliminando os coliformes fecais, odores e criatórios de moscas. O processo de fermentação dos dejetos, liberação do biogás e do biofertilizante ocorre em cerca de 20 dias (SANSUY, 2004).

A unidade é composta por uma câmara de digestão e de um gasômetro sob uma estrutura plástica de PVC flexível. Tubulações permitem o abastecimento com

os dejetos e saída do gás e do biofertilizante. O gás resultante pode ter uso doméstico como em fogões e geladeiras, para iluminação, como combustível para motores e geradores de energia elétrica (SANSUY, 2004).

2.4. Alternativas para o Tratamento de Dejetos de Suínos

Além do sistema de biodigestores, foi verificado que existem vários processos que podem ser utilizados para o tratamento de dejetos de suínos, sendo os processos biológicos os mais empregados: compostagem, bioesterqueira, lagoas de estabilização (anaeróbia, aeróbia ou facultativa) e diques de oxidação. O quadro a seguir descreve em linhas gerais cada um dos processos mencionados (EMBRAPA SUINOS E AVES, 2007).

Os processos biológicos descritos permitem a estabilização dos dejetos baixando-se bruscamente os tempos de residências hidráulicas (TRH) de meses para alguns dias. As suas principais vantagens são a maior controlabilidade do processo, com aumento de eficiência, e a redução da área necessária para implementação das unidades de tratamento. Estas unidades têm se mostrados muito eficientes na redução orgânica, mas alguns desafios ainda precisam ser superados, como por exemplo a alta carga de nutrientes (EMBRAPA SUINOS E AVES, 2007).

Quadro 1 – Processos biológicos utilizados no tratamento de dejetos de suínos

Compostagem:

A decomposição da matéria orgânica pelo processo aeróbio (produtos finais água, gás carbônico e calor pela ação de *Bacillus*, *Proteuse* e *Microccus*; amônia e gás carbônico pela putrefação facultada pela ação do *Micrococcus ureae*, *Proteus*, entre outros).

Para obtenção de um bom processo de compostagem são necessárias diversas condições favoráveis, como temperatura, umidade (40 a 60%), aeração, Ph (6.5 a 8.0), tipo de compostos orgânicos existentes, concentração e tipo de nutrientes disponíveis.

Bioesterqueira:

Armazenamento e estabilização de dejetos para uso fertilizante, com estrutura retangular de alvenaria ou pedra, profunda (2,5 m) e composta de duas câmaras, uma para digestão anaeróbia e outra para armazenagem de dejetos.

Lagoas de estabilização:

Estruturas escavadas, semi-enterradas ou térreas utilizadas no tratamento biológico de dejetos. De acordo com o seu objetivo e forma podem ser aeróbias, anaeróbias ou facultativas. As lagoas de tratamento são úteis para estabilização dos dejetos e quando corretamente dimensionadas e manejadas fornecem um efluente final de boa qualidade. No entanto, são susceptíveis as condições climáticas e ao fato de ocuparem áreas que poderiam ser agricultáveis.

Anaeróbia: processo de tratamento biológico na ausência de ar através de organismos predominantemente anaeróbicos. São lagoas profundas utilizadas para remoção de carga orgânica. Neste caso os microorganismos utilizam o oxigênio oriundo da estabilização das moléculas da matéria orgânica. As lagoas anaeróbias degradam e estabilizam a matéria orgânica, mas não ocorre a purificação água. Não há necessidade de muito tempo de retenção sendo ideal 3 a 5 dias.

Aeróbia: processo de tratamento biológico na presença de oxigênio livre através de organismos aeróbicos. Emprega sistemas mecânicos de agitação, mistura ou incorporação de oxigênio.

Facultativa: processo de tratamento biológico através de organismos anaeróbicos e facultativos. São lagoas rasas utilizadas para a remoção de nutrientes.

Diques de oxidação:

Sistema com aeração artificial e câmaras de aeração em circuito fechado ou contínuo. Por ser um processo aeróbio, não resulta em odores comuns ao processo anaeróbico. Emissão de amônia ocorre quando o suprimento de oxigênio não adequado ou não ocorre nitrificação. Os diques são de baixo custo e fácil operacionalidade. O tratamento anaeróbio é um processo que envolve três estágios: 1) hidrólise de material complexo; 2) produção de ácidos e 3) fermentação metanogênica.

Biodigestores Anaeróbicos:

Apesar de apresentar alguns problemas, a biodigestão anaeróbica empregando biodigestores possibilita a produção de metano e seu aproveitamento energético de uma maneira eficiente, e devido a recente ratificação do protocolo de Quioto, a biodigestão anaeróbia vem se difundindo rapidamente dentro da suinocultura, pela possibilidade dos produtores obterem algum retorno financeiro pela venda de créditos de carbono. Cabe ressaltar que isto nem sempre é tão simples de ser realizado, necessitando na maioria dos casos da assessoria de empresas especializadas para viabilizar o negócio internacionalmente.

Fonte: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2007

2.5. Uma alternativa energética sustentável: o biogás

O biogás é um combustível gasoso com um conteúdo energético elevado semelhante ao gás natural, composto, principalmente, por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. No Brasil, os biodigestores rurais vem sendo utilizados, principalmente, para saneamento rural, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante (LUCAR JR., 2006).

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização dos resíduos é o grande desafio para as regiões com alta concentração de produção agropecuária, em especial suína e aves. De um lado a pressão pelo aumento do número de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não provoque a destruição do meio ambiente. A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimentos tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente à questão ambiental e a disponibilidade de energia., como apontado pelo Dr.Jorge Lucas Junior, quando afirma que:

“o aspecto energia é cada vez mais evidenciado pela interferência no custo final de produção sendo, tanto para a suinocultura como para a avicultura, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor. Ressalta-se que a recente crise energética e a alta dos preços do petróleo tem determinado uma procura por alternativas energéticas no meio rural” (LUCAS JR., 2006).

Através do processo de biodigestão anaeróbia, utilizando os biodigestores na suinocultura, se produz o metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e material celular, sendo assim, se torna um processo mais viável para conversão dos resíduos de suínos e aves, em energia térmica ou elétrica (LUCAR JR., 2006).

O Brasil dispõe de condições climáticas favoráveis para explorar a imensa energia derivada dos resíduos orgânicos (lixos urbanos, dejetos animais e restos de cultura), reduzindo consideravelmente o consumo de derivados de petróleo (querosene, gasolina, diesel), aliviando o país de uma significativa parcela de custos gastos com a importação desses produtos, essas fontes de energia são esgotáveis, diferentemente do biogás que é uma fonte de energia renovável, resultante da fermentação biológica dos resíduos orgânicos sob determinadas condições. Os estudos com biogás foram iniciados de maneira mais intensa em 1976 e os resultados alcançados já asseguram um bom domínio tecnológico e podem qualificar o Brasil como apto no desenvolvimento desse sistema, seja no setor rural (aproveitamento de resíduos animais e vegetais) como no setor urbano (aproveitamento dos lixões). (SANTOS, 2005)

2.6. Protocolo de Quioto e MDL

O Protocolo de Quioto adotado pela convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, foi aberto para assinatura em 16 de março de 1998. Entrará em vigor 90 dias após sua ratificação por pelo menos 55 partes da convenção, incluindo 141 países desenvolvidos responsáveis por 55% das emissões globais e entrou em vigor em 16 de janeiro de 2005, com a adesão da Rússia (PROTOCOLO DE KYOTO, 2008).

Estabelece metas para redução de emissões de gases de efeito estufa nos países industrializados e um modelo de desenvolvimento limpo para as nações emergentes. Determina que entre 2008 e 2012 os 30 países mais desenvolvidos diminuam em 5% as emissões em relação ao total registrado em 1990 (PROTOCOLO DE KYOTO, 2008).

Para não comprometer a competitividade das empresas localizadas nesses países, o protocolo cria algumas medidas de flexibilização, como a do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite a aquisição de créditos de carbono gerado por empresas de países emergentes. Os principais projetos de crédito de carbono negociado no MDL são os de aterro e esgotamento sanitário, eficiência energética, substituição de combustíveis e de energias renováveis, melhoria de processos produtivos, além de uso de solo e florestas (PROTOCOLO DE KYOTO, 2008).

O MDL permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissão, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo de suplementar para cumprirem suas metas. Esse mecanismo deve implicar em reduções de emissões adicionais aquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da

mudança do clima (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007).

Cumpridas todas as etapas, as reduções de emissões de gases de efeito estufa decorrentes das atividades de projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo e, portanto, podem dar origem a RCEs. As RCEs são emitidas pelo conselho executivo e creditadas aos participantes de uma atividade de projeto na proporção por eles definida e, dependendo do caso, podendo ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007).

As estatísticas das atividades de projeto no âmbito do MDL no Brasil e no mundo até o dia 31 de agosto de 2007, conforme dados do Ministério da Ciência e Tecnologia, são apresentadas a seguir:

- Uma atividade de projeto entra no sistema do MDL quando o seu documento de concepção de projeto (DCP) correspondente é submetido para validação a uma Entidade Operacional Designada (EOD). Ao completar o ciclo de validação, aprovação e registro, a atividade registrada torna-se efetivamente uma atividade registrada torna-se efetivamente uma atividade de âmbito do MDL. O status atual das atividades de projeto em estágio de validação, aprovação e registro tem um total de 2382 projetos encontrava-se em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, sendo 735 já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 1.647 em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de atividades de projeto, com 234 projetos (10%), sendo que em primeiro lugar encontra-se a China com 741 e, em segundo, a Índia com 709 projetos.
- Em termos de reduções de emissões projetadas, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 206.246.381 de t CO₂e, o que corresponde a 5% do total mundial, para o primeiro período de obtenção de créditos que podem ser de no máximo 10 anos para projetos de período fixo ou sete anos para projetos de período renovável (os projetos são renováveis

por no máximo três períodos de 7 anos dando um total de 21 anos). A China ocupa o primeiro lugar com 1.924.172.765 t CO₂e a serem reduzidas (51%), seguida pela Índia com 899.582.790 de t CO₂e (24%) de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos.

- Reduções de emissões anuais projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos, dividindo-se as toneladas a serem reduzidas no primeiro período de obtenção de créditos pelo número de anos (7 ou 10) obtém-se uma estimativa anual de redução esperada. No cenário global, o Brasil ocupa a terceira posição entre os países com maiores reduções anuais de emissões de gases de efeito estufa, com uma redução de 27.149.937 de tCO₂e/por ano, o que é igual a 6% do total mundial. Em primeiro lugar encontra-se a China, com 251.935.966 de tCO₂ por/ano (54%) e, em segundo lugar a Índia, com redução de 91.615.749 de tCO₂ por/ano, o que corresponde a quase 20% do total mundial.

A distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de gás de efeito estufa apresenta uma contribuição global dos gases de efeito estufa reduzidos pelas atividades de projeto no âmbito do MDL desenvolvidas no Brasil. Nota-se que o gás carbônico (CO₂) é atualmente o mais relevante, seguido pelo metano (CH₄) e pelo óxido nitroso (N₂O), respectivamente.

O gráfico a seguir mostra que a maior parte das atividades de projeto desenvolvidas no Brasil está no setor energético, o que explica a predominância do CO₂ na balança de reduções de emissões brasileiras. Esse indicador mostra os escopos setoriais que mais atraem o interesse dos participantes de projetos. A predominância das atividades de projeto está no setor energético. A suinocultura se encontra nesse gráfico com 16%.

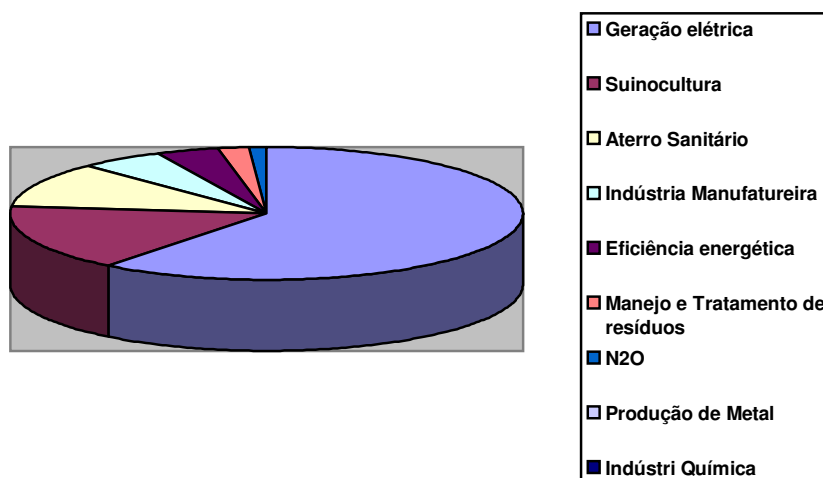


Gráfico 1 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007

A Tabela 1 a seguir demonstra que o maior número de projetos brasileiros é desenvolvido na área de geração de elétrica e suinocultura, os quais representam a maioria das atividades de projeto (76%). Os escopos que mais reduzirão toneladas de CO₂ são os de aterro sanitário, geração elétrica e os de redução de N₂, totalizando 168.741.055 de t CO₂ a serem reduzidas no primeiro período de obtenção de créditos, o que representa 82% do total de redução de emissões das atividades de projetos brasileiros.

Tabela 1 - Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial

Projetos em Validação/Aprovação	Nº de projetos	Redução Anual de emissões	Redução de emissão no 1º período de Obtenção de Créditos	Nº de projetos	Redução Anual de emissões	Redução de emissão no 1º período de Obtenção de Créditos
Geração Elétrica	140	7.847.499	59.233.640	60%	29%	29%
Suinocultura	38	1.964.633	19.152.149	16%	7%	9%
Aterro Sanitário	26	8.723.035	65.584.704	11%	32%	32%
Indústria Manufatureira	11	1.853.002	14.119.206	5%	7%	7%
Eficiência Energética	9	48.440	406.496	4%	0%	0%
Manejo e Tratamento de resíduos (outros)	4	315.112	2.904.653	2%	1%	1%
N2O	2	6.041.274	42.288.918	1%	22%	21%
Indústria Química	1	17.137	119.960	0%	0%	0%
Produção de Metal	1	80.286	802.862	0%	0%	0%
Total	232	26.890.418	204.612.588	100%	100%	100%

Fonte: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007.

Como se pode observar, a suinocultura aparece com 38 projetos, que representam 16% das atividades no Brasil por tipo de projeto, contribuindo para redução anual de 4% de emissões de gases, e redução de 9% de emissões de gases no primeiro período de obtenção de crédito.

2.6.1. O mercado de carbono

Os créditos de carbono são certificados que autorizam o direito de poluir das empresas dos países desenvolvidos, mas assumem pagar projetos (MDL) em países em desenvolvimento. As agências de proteção ambientais reguladoras emitem certificados autorizando emissão de toneladas dos gases poluentes ao efeito estufa, mas por outro lado, acompanham os processos de vendas dos créditos de carbono em busca da sustentabilidade do meio ambiente (PALHARES, 2008).

No Brasil, foi desenvolvido o Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBER) pela Bolsa de Mercados & Futuros BM&F) em conjunto com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), com o objetivo de desenvolver um sistema eficiente de negociação de certificados ambientais, criando no Brasil bases de mercado ativo para créditos de carbono que sejam referência para os participantes do mundo todo (BM&F, 2007).

Primeiramente, foi criado, em setembro de 2005, um Banco de Projetos BM&F, um sistema desenvolvido para registro de projetos validados por Entidades Operacionais Designadas (certificadoras credenciadas pela ONU), os quais deverão gerar Reduções Certificadas de Emissão no futuro. Projetos e intenções de projetos ai registrados são divulgados a eventuais interessados em oferecer financiamento ou adquirir os futuros créditos de carbono associados ao projeto (BM&F, 2007).

A segunda etapa do trabalho de organização do mercado de carbono consistiu o desenvolvimento e implantação de um sistema eletrônico de leilões de créditos que possibilita a negociação (no mercado à vista) de créditos de carbono já gerados por projetos de MDL. Os leilões de créditos de carbono são agendados pela B&MF, conforme demandado pelos proponentes de projetos de MDL, podendo ser acessados via internet pelos participantes qualificados do mercado de carbono global, em sessões de negociação estruturadas segundo as práticas

internacionais desse mercado, com segurança e baixos custos de transação, de modo a promover negociações a preços competitivos (BM&F, 2007).

Devem-se alertar para a necessidade da correta implementação e manutenção da tecnologia de biodigestão anaeróbica do ponto de vista estrutural e técnico, que são necessárias para a redução da poluição ambiental, para a comercialização de créditos de carbono e para a produção de biogás (BM&F, 2007).

Os pesquisadores alertam ainda para o fato de que, apesar do mercado de créditos de carbono parecer promissor economicamente, há uma grande possibilidade de queda do preço dos créditos de carbono devido ao aumento da demanda pela difusão da tecnologia nos diversos setores produtivos, o que poderá tornar a comercialização de créditos de carbono menos atraente, no futuro (PALHARES, 2008).

Além das vantagens obtidas com a produção do biogás e biofertilizante, da possibilidade de agregar valor ao tratamento de dejetos de suínos, da preservação ambiental e da redução da emissão de gases que produzem o efeito estufa, o produtor poderá também aproveitar o retorno financeiro das suas vendas no mercado de carbono, ainda que do ponto de vista econômico, a utilização da tecnologia de biodigestores não seja atrativa (PALHARES, 2008).

2.6.2. Preocupação ambiental

Até a década de 1970, os dejetos dos suínos não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-las ou eram utilizados como adubo orgânico. Porém o desenvolvimento da suinocultura trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamento adequado se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água (EMBRAPA, 2000).

Os dejetos dos suínos tem poder poluente de 4 a 5 vezes maior do que o homem, e que cada matriz de ciclo completo produz em media 100 litros por dia de dejeções, compostas por esterco, urina, desperdícios de água de bebedouros ou limpeza, resíduos de rações, etc,.. Além disso, o lançamento indiscriminado desses dejetos em rios, lagos e solo causa desconforto e doenças à população, além de degradar o meio ambiente através de poluição dos leitos de água e saturação dos solos pelos componentes químicos presentes no dejetos (EMBRAPA, 2000).

Portanto, o tratamento desses poluentes torna-se indispensável para a manutenção dessa atividade, para que se alcance o manejo eficiente e eficaz dos resíduos de suínos, tornando-se imprescindível a presença de acompanhamento técnico nas propriedades.

2.6.3. Desenvolvimento sustentável

A definição de desenvolvimento sustentável criada em 1987 na Comissão Brundtland postula que o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.” Já a sustentabilidade empresarial, segundo Ethos, consiste em assegurar o sucesso do negócio a longo prazo e ao mesmo tempo contribuir para o desenvolvimento social e econômico da comunidade, um meio ambiente saudável e uma sociedade estável”, de modo que a empresa cresça, seja rentável e gere resultados econômicos, mas também contribua para o desenvolvimento da sociedade e para a preservação do planeta (URSINI & BRUNO, 2005).

No meio empresarial, o Desenvolvimento sustentável começa com a adoção de tecnologias limpas. As tecnologias limpas se caracterizam como processos de manufatura que permitem redução de efluentes que poluem o meio ambiente e também orientam sobre o uso mais racional para matérias-primas e energia,

conseguindo custos mais razoáveis (GRZYBOWSKI, 2007).

No caso da suinocultura, ocupa uma posição de grande relevância no processo econômico, porém, a atividade necessita de melhorias em seu processo produtivo, propiciando maior sustentabilidade à cadeia e protegendo o meio ambiente (GRZYBOWSKI, 2007).

É uma atividade que participa na renda de grande parte das propriedades rurais no Brasil. O aproveitamento dos dejetos dos suínos com a produção do biogás, a negociação dos Créditos de carbono e o uso de biofertilizante adequadamente, são alternativas que implicam em assumir responsabilidades para reduzir as emissões de poluentes e promover o desenvolvimento sustentável (GRZYBOWSKI, 2007).

2.6.4. Programa de Suinocultura sustentável da Sadia

É um programa que instalou biodigestores em 700 propriedades de suinocultores integrados da Sadia, nas regiões de Três Passos (RS), Concórdia (SC), Toledo (PR) e Uberlândia (MG), em 2006. O programa foi aprovado, em fevereiro de 2006, pelo comitê executivo para mudanças climáticas da organização das Nações Unidas (ONU), credenciando a Sadia a negociar créditos de carbono no mercado internacional. A empresa pretende distribuir recursos gerados pelo programa aos criadores, com base no indicador do Potencial de Redução de Emissões de cada granja, reduzidas as despesas com os custos de implantação e operação do programa, a serem aplicados na melhoria das condições ambientais nas próprias granjas, assegurando a sustentabilidade do programas (SADIA, 2006).

A existência do Instituto de Sustentabilidade da Sadia e do seu Programa de Suinocultura Sustentável são resultados de seu compromisso com a sustentabilidade e preservação ambiental (SADIA, 2006).

2.6.5. Programa Suinocultura Sustentável da Perdigão

O Programa Suinocultura Sustentável Perdigão foi o primeiro projeto do instituto e envolveu a orientação e implantação de biodigestores nas propriedades de produtores integrados de suínos, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, além de um projeto-piloto, implantado em Rio Verde (GO), em propriedade de 85 integrados, o qual deverá reduzir em 1,28 milhões de toneladas os volumes de emissão de gases de efeito estufa, nos próximos dez anos (PERDIGÃO, 2006).

A Perdigão realiza ainda projetos de licenciamento ambiental integrados, dando-lhes suporte técnico e orientando-os sobre a melhor maneira de gerenciar as questões ambientais. Um exemplo desse trabalho é o Programa de Reflorestamento direcionado aos proprietários rurais: nas áreas improdutivas que pertencem aos integrados, a Perdigão cuida do plantio, manejo e corte das árvores, devolvendo a eles parte da produção, como remuneração pelo uso da terra. Em 2006, o programa reflorestou 2.212 hectares (PERDIGÃO, 2006).

3. CONCLUSÃO

- A finalidade dos biodigestores é substituir as lagoas a céu aberto, método comum anteriormente utilizado, com o objetivo de minimizar problemas de poluição de mananciais, retendo gases e eliminando odores e possíveis parasitas.
- Também concluiu-se que a biodigestão anaeróbica é uma alternativa mais eficiente e menos complexa na diminuição da degradação do meio ambiente em relação as outras alternativas como compostagem, bioesterqueiras, lagoas de estabilização e diques de oxidação.
- A biodigestão anaeróbica favorece a decomposição dos dejetos gerados pela suinocultura, resolvendo problemas de poluição sérios, como agressão ao solo e aos lençóis freáticos, que colocam em risco os rios, a eliminação dos odores desagradáveis que incomodam as comunidades que vivem próxima às granjas, a eliminação de insetos, parasitas e roedores, que causam doenças a pessoas e ao gado, a eliminação do lançamento na atmosfera de carbono gás nocivo à camada de ozônio, principal responsável pelo aquecimento global.
- Ao apresentar as vantagens da tecnologia de biodigestão anaeróbica em termos ambientais e econômicos, são nítidos os ganhos em termos de poluição, produção de energia limpa por meio do biogás e biofertilizantes, contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa causadores do aquecimento global, comercialização dos créditos de carbono e melhora da imagem das empresas que a utilizam perante seu público de interesse.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS - Associação Brasileira Ind. Prod. Exp. Carne Suína. I - RANKING DE EXPORTAÇÕES DE CARNE SUÍNA 2004 A 2006, S/D – Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/>>. Acesso em: 18 set. 2008.

ANUALPEC - Anuário da Agropecuária Brasileira. Suínos. 2006.

BLEY, Cícero. A suinocultura e o meio ambiente. Fevereiro, 2003. Disponível em: <http://www.suino.com.br/meioambiente/noticia.asp?pf_id=11350&dept_id=8>. Acesso em 30 out. 2008.

BM&F Brasil. Funcionalidades do Sistema de Negociação de Créditos de Carbono: Manual do Usuário. Julho 2007. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/frame_home.asp?idioma=1&link=/portal/pages/MBRE/download/Edital-001-2007-VendaRCE-BR.pdf>. Acesso em: 10 set. 2008

CAMPOS, A.T.C. Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná. 2005. Artigo em Hypertexto. Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162007000400001&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 30 out.2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dejetos de Suínos preocupa pesquisadores da Embrapa. Meio Ambiente e Agricultura. Ano VIII, nº 31, jul/ago/set 2000. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/informativo/mostra_informativo.php3?id=133>. Acesso em: 04 ago. 2008.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Biodigestores, a solução? Suinocultura Industrial. Ano 30, Edição 208, nr. 07/2007, ago/2007.

GRZYBOWSKI, Nelson. Créditos de Carbono & Suinocultura. s/d. Disponível em: <http://www.acsurs.com.br/cr%C3%A9ditos_de_carbono.htm>. Acesso em: 18 out.2008

IBAMA. Lei nr. 9605 de 12 de fevereiro de 1998 de Crimes Ambientais. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf>. Acesso em 18 set. 2008.

LUCAS JR., Jorge. Geração e Utilização de Biogás em Unidades de Produção de Suínos. Junho, 2006. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=919>. Acesso em: 19 out.2008.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo. Agosto, 2007. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4007.html>>. Acesso em: 18 outb.2008

OLIVEIRA, Luiz Roberto Pelosi de. Biodigestor. II Simpósio Goiano de Suinocultura. Goiânia, set. 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=562>. Acesso em: 04 set. 2008.

PALHARES, J.C.P. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro. 2008. Artigo em Hipertexto. Disponível em:<http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Biodigestao/index.htm>. Acesso em: 14/11/2008.

PERDIGÃO. s/d. Disponível em: <<http://www.perdigao.com.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2008.

PIGLIGHT. s/d. Disponível em: <<http://www.piglight.com.br/>>. Acesso em 19 out. 2008.

PROCOLODEKYOTO In: WIKIPÉDIA: A enciclopédialivre: Disponível<[pt:wiki.wikipedia.org/wiki/protocolodequioto](http://pt.wikipedia.org/wiki/protocolodequioto)> acesso em 14out.2008.

REVISTADA TERRA. O lixo virou lucro.Disponível em: <<http://www.revistadaterra.com.br/reportagens>>. Acesso em: 14 out.2008.

SADIA. s/d.Disponível em: <<http://www.sadia.com.br/br/novahome/index.asp>>. Acesso em: 18 ago. 2008.

SANTOS, Geverson Lessa dos. Resposta técnica. 10 mar. 2005. Disponível em: <

<http://www.net11.com.br/eecc/biogas/biogas.html>>. Acesso em: 19 out.2008.

SANSUY. Primeira unidade de biodigestores do Brasil é inaugurada em Minas. 16 set. 2004. Disponível em: <<http://www.sansuy.com.br/news.php?recid=9>>. Acesso em: 04 ago. 2008.

URSINI, Tarcila Reis & BRUNO, Giuliana Ortega. A Gestão para a Responsabilidade Social e o Desenvolvimento Sustentável. Fundação de Apoio à Tecnologia. Revista FAT edição 03. Mar/Abr/Mai, 2005. Disponível em: <http://www.uniethos.org.br/_Uniethos/Documents/RevistaFAT03_ethos.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2008.