

027007

Biblioteca - Unemat - PLA



00013949

BIBLIOTECA
UNEMAT 02

Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT

RG N.º 13949

Data 25 / 06 / 2009

() Compra (x) Doação () Permuta

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTOR CHINÊS NO MANEJO DE
DEJETOS SUÍNO

Autor: Luciano da Silva Beijo
Orientador: MSc. Edson Sadayuki Eguchi

“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso-Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO /2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTOR CHINÊS NO MANEJO DE
DEJETOS SUÍNO

Autor: Luciano da Silva Beijo
Orientador: MSc. Edson Sadayuki Eguchi

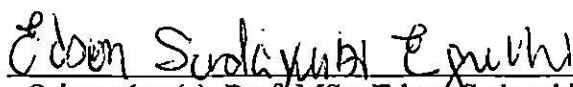
“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso-Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

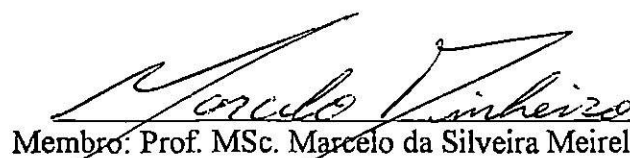
PONTES E LACERDA
JULHO /2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTOR CHINÊS NO MANEJO DE DEJETOS SUÍNO

Autor (a): Luciano da Silva Beijo


Orientador (a): Prof. MSc. Edson Sadayuki Eguchi


Membro: Prof. MSc. Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro


Membro: Prof.ª MSc. Tatiani Botini

PONTES E LACERDA
JULHO/2008

... Não adianta pensar no futuro, se fazer
nada no presente for o nosso comodismo.

Temos que planejar e agir agora
para termos o que queremos mais adiante...

Luciano da Silva Beijo

A minha família e parentes que tanto me deram forças para que eu vencesse mais essa trajetória, que com certeza ficará traçada para sempre em minha vida, pelo fato de o conhecimento adquirido ser um patrimônio que ninguém poderá me tirar.

À Edivaldo Ferreira Beijo, meu pai;

À Maria da Silva Ferreira; minha mãe;

Às minhas irmãs, Luzia Aline da Silva Beijo e Poliane da Silva Beijo;

À Kely Regine dos Santos, minha esposa;

À Luiz Henrique dos Santos Beijo, nosso filho; e, em especial;

À Benedito Beijo e Aparecida Ferreira Salsa Beijo, meus amados avós.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade do estado de Mato Grosso, por ter concedido oportunidades para a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e a todos os professores desta área de zootecnia por terem participado de uma forma amigável e com dedicação na minha formação acadêmica.

Aos professores membros da banca examinadora de meu trabalho, Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro e Tatiani Botini.

E em especial ao professor mestre Edson Sadayuki Eguchi por ter me orientado no desenvolvimento deste trabalho de conclusão do curso.

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUCIANO DA SILVA BEIJO, filho de Edivaldo Ferreira Beijo e Maria da Silva Ferreira, nasceu em São José dos Quatro Marcos – Mato Grosso, no dia 11 de novembro de 1984.

Em julho de 2008 submeteu-se a banca examinadora do trabalho de conclusão curso de Bacharelado em Zootecnia, pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), no Campus Universitário de Pontes e Lacerda.

PREFÁCIO

	Página
Resumo.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Tipos de Dejetos Suíno.....	3
2.2. Impactos Ambientais dos Dejetos Suíno.....	4
2.3. Biodigestor Modelo Chinês.....	9
2.3.1. <i>Justificativas para a Construção do Biodigestor</i>	10
2.3.2. <i>Reações químicas</i>	11
2.3.3. <i>Bactérias Atuantes na Decomposição</i>	13
2.3.4. <i>Característica do Biogás Produzido</i>	14
2.3.5. <i>Características e Impactos do Biofertilizante Produzido</i>	15
2.3.6. <i>Construção do Biodigestor Modelo Chinês</i>	20
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
4. LITERATURA CITADA.....	30

UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTOR CHINÊS NO MANEJO DE DEJETOS SUÍNO

Resumo – Pesquisou-se através de revisões bibliográficas, os impactos ambientais decorrentes do manejo inadequado dos dejetos suíno, principalmente em suinocultura com sistema intensivo de produção, onde se tem uma grande produção de dejetos formados por fezes, urina, restos de ração, água de bebedouro e da lavagem das instalações. Com o biodigestor do modelo chinês para o tratamento desses resíduos, antes de serem lançados no ambiente, além da prevenção da contaminação é possível a reutilização dos dejetos como forma de geração de energia. A propriedade suinícola através do gás metano produzido durante a compostagem dos dejetos tem a possibilidade de crédito de carbono e de um biofertilizante por ser muito rico em nutrientes disponíveis às plantas. Alguns parâmetros são essenciais para a implantação do sistema em relação a construção dos biodigestores, como o local mais adequado, o tipo de material a ser utilizado e as suas dimensões, de modo que não tenha risco de contaminação de fontes hídricas, por isso o biodigestor deve ser impermeável, ter a capacidade de comportar os dejetos produzidos e armazenar o gás produzido para uma possível utilização ou que possibilite a sua queima. Pode-se concluir que o biodigestor chinês se mostra como uma alternativa de manejo sustentável dos dejetos suínos principalmente para pequenas propriedades devido seu baixo custo de implantação, facilidade de manejo e eficiência na biodigestão anaeróbica com produção do biofertilizante.

Palavras-chave: biodigestores, biofertilizante, dejetos suíno

1. INTRODUÇÃO

Os dejetos dos suínos não representavam problema ao meio ambiente até a década de 70, uma vez que a suinocultura intensiva era incipiente, porém com o desenvolvimento dessa atividade a nível industrial, ocorreu também a produção de grandes quantidades de dejetos que, pela falta de tratamento adequado, vêm se transformando em uma das maiores fontes orgânicas poluidoras dos mananciais hídricos das regiões de intensa atividade em confinamentos com aumento considerável de produção e industrialização dos produtos cárneos (KONZEN 2005; KUNS 2005), onde DAGAI et al. (2007), complementa que, de acordo com os dados do IBGE (2003), o Brasil possui um plantel de 34,5 milhões de cabeças de suínos, ou seja, em 33 anos o crescimento do plantel foi de apenas 9,6% enquanto a produção aumentou 261%.

Complementando, MELO et al. (2005) dizem que, o tratamento dos dejetos gerados, objetivando reduzir os custos ambientais da suinocultura torna-se indispensável para a manutenção e o sucesso dessa atividade fazendo com que se alcance o *status* de produção no Brasil de forma ecológicamente correta.

Segundo MIRANDA (2005), a partir dessas constatações sobre o comprometimento dos recursos naturais, o governo tem adotado algumas medidas para fazer frente ao problema, apoiando-se na regulamentação e no licenciamento ambiental das granjas suínolas e com incentivos à adoção de medidas tecnológicas que proporcionem o tratamento dos dejetos para sua posterior utilização como fertilizante agrícola.

Para KUNZ (2005 b), a escolha do melhor sistema de tratamento sempre é uma tarefa bastante difícil por existir várias opções disponíveis, sendo os processos biológicos os mais indicados por serem altamente biodegradáveis, devendo levar em consideração o que se

pretende com a escolha da tecnologia (abatimento de carga orgânica, remoção de nutrientes, inativação de organismos patogênicos, reuso da água, etc.) e respeitando as possibilidades financeiras de cada produtor.

No processo com biodigestor, pequenos microorganismos atuam na matéria orgânica transformando-a e produzindo gases, uma vez que a capacidade de carga do biodigestor pode estar no tempo de retenção dos dejetos. Ainda, na escolha do local de implantação do biodigestor deve-se atender às normas ambientais, que são cada vez mais complexas com o aumento do porte da criação (DAGAI et al. 2007).

Objetiva-se com este trabalho demonstrar a importância do tratamento de dejetos suínos antes de dá-los outro destino, através de alternativas sustentáveis com o uso do biodigestor chinês, bem como os principais requisitos para a sua construção, dando a suinocultura mais uma perspectiva de agronegócio capaz de não poluir e gerar mais uma alternativa de fonte de energia dentro da propriedade rural.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tipos de Dejetos Suíno

De acordo com DIESEL et al. (2002), 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. 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, concordando com DARTORA et al. (1998) citado por CAMPOS et al. (2004), que complementam que a quantidade e qualidade dos dejetos são afetadas por fatores zootécnicos (tamanho, sexo, raça e sistema de criação), ambientais (temperatura e umidade) e dietéticos como digestibilidade, conteúdo de fibra e proteína (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química média dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da Embrapa, Concórdia – SC.

Variável	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Média (mg/L)
DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos Totais	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos Voláteis	8.429,0	39.024,0	16.388,8
Sólidos Fixos	4.268,0	10.408,0	6.010,2
Sólidos Sedimentáveis	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo Total	320,0	1.180,0	577,8
Potássio Total	260,0	1.140,0	535,7

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Fonte: SILVA (1996) citado por DIESEL (2002).

Analisando os valores da tabela acima, observa-se a alta carga orgânica dos dejetos suínos, uma vez que a DQO reflete a quantidade de matéria orgânica, ou seja, de componentes oxidáveis (C; hidrocarbonetos; proteína), através da necessidade de oxigênio dissolvido (em mg/L) utilizado pelos microorganismos aeróbicos para a decomposição da matéria e os sólidos voláteis indicam a fração da matéria orgânica que é oxidada, onde quanto maior a quantidade melhor a produção de biogás.

KUNZ (2005 a) afirma que um dos elementos que deve ser objeto de preocupação nos dejetos suínos é o nitrogênio que está presente em altas concentrações. Na fase aquosa o nitrogênio está presente em várias formas e estados de oxidação, como o nitrogênio orgânico dissolvido e particulado, o nitrogênio amoniacal (amônia (NH_3^-) e amônio (NH_4^+)), sendo estes últimos tóxicos para peixes com alta demanda de oxigênio (1 mg de NH_3^- necessita de 4,6 mg de O_2), tem-se ainda o nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) que causam metahemoglobinemia (uma forma de hemoglobina que não liga-se ao oxigênio).

2.2. Impactos Ambientais dos Dejetos Suíno

De acordo com ASSIS (2004), até a década de 70 os dejetos de suínos não constituíam um fator preocupante devido à pequena concentração e a capacidade do solo em absorvê-lo ou utilizá-los como adubo. Porém, com o início do processo de criação em sistemas de confinamento sem que houvesse mudanças das localizações das granjas, muito próximas dos rios, o problema da poluição ambiental foi agravado com o lançamento dos dejetos diretamente nos rios, sem que houvesse um adequado procedimento de armazenamento e tratamento.

Já SOUZA et al. (2005), complementa que a problemática ambiental na suinocultura também está ligada ao fato que a partir do momento em que se exerce a atividade com explorações em regime intensivo de confinamento os dejetos gerados, ficam restritos a pequenas áreas, ocorrendo um aumento significativo em sua concentração, elevando seu potencial poluidor, que de certa forma não ocorria anteriormente na exploração extensiva.

Entretanto, no novo contexto mundial, a conscientização ecológica e a preocupação dos consumidores com a origem dos alimentos tornaram-se balizadores para os princípios ambientais, onde a inserção do Brasil no comércio internacional tem feito com que a

preocupação com a responsabilidade ambiental se torne ainda maior para a preservação do meio-ambiente (MELO et al. 2005).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2003), a concentração global do gás metano, muito mais efetivo que o gás carbônico na absorção da radiação solar na superfície da terra, tem aumentado a uma taxa de 1% ao ano, onde que 80% do metano é de origem biogênica, pois é produzido por bactérias metanogênicas sob condições de anaerobiose. Além do metano, os gases de nitrogênio, originados do processo de estabilização dos dejetos, também apresentam alto potencial estufa.

Por muito tempo o limite de emissão de nitrogênio em corpos receptores previstos na legislação ambiental foi ignorado, tanto pelas empresas poluidoras quanto pelos órgãos fiscalizadores, que se limitavam apenas à observação dos parâmetros relacionados com a concentração da matéria orgânica, como a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), resultando na atual tecnologia existente na área de remoção de nutrientes de efluentes, encontrando dificuldades para remoção de nitrogênio referente ao tratamento biológico de altas concentrações deste nutriente, tipicamente acima de 200 mg/L, muito mais do exigido pelas leis ambientais. A DBO de alguns resíduos (Tabela 2) mais comuns do agro-negócio indica que os dejetos de suíno apresentam-se com potencial mais elevado que outras espécies (KONZEN 2005; KUNZ 2005 a).

Tabela 2. Potencial lesivo em demanda bioquímica de oxigênio de vários resíduos.

Resíduos	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) mg / Litro
Efluente de abatedouro de suínos	3.500 - 5.300
Vinhaça da produção de álcool	5.800 - 7.800
Dejetos de bovinos de leite	9.000 - 12.000
Dejetos de suínos	13.000 - 25.000

Fonte: KONZEN (2005).

Analisando a tabela 2, pode-se observar que o consumo de oxigênio pelas bactérias para as reações biológicas de digestão da matéria orgânica para sua mineralização nos dejetos suíno, é significativamente maior quando comparado com os demais resíduos avaliados, o que indica a alta quantidade de matéria orgânica presente neste resíduo.

A partir das constatações sobre a problemática ambiental causada pelos dejetos suínos, principalmente quando mal manejados, o governo tem adotado algumas medidas frente a esse problema, basicamente apoiadas em medidas de regulação e incentivo a adoção de medidas tecnológicas que proporcionem o armazenamento ou tratamento dos dejetos para que posteriormente possam ser utilizados como fertilizante agrícola, porém desde que haja disponibilidade de solo suficiente para que a oferta de nutrientes não seja maior do que a demanda e se torne poluidor (MIRANDA 2005; PALHARES 2008).

A suinocultura atual se difere de suas origens principalmente pela forma de responsabilidade no manejo de dejetos. Atualmente os órgãos ambientais e as integradoras (Sadia, Perdigão e Rezende Alimentos) cobram e exigem o cumprimento das leis e dos procedimentos de licenciamento, contudo os investimentos necessários para transformar a suinocultura em uma atividade ecologicamente correta, são elevados, de modo que em muitos casos este valor supera a capacidade econômica do produtor que acaba por persistir em algumas técnicas e formas de manejo inadequadas (PAIVA et al. 2006; ASSIS 2004).

De acordo com SEGANFREDO (2000), no que se refere a questão da poluição por dejetos de suínos, reconhece-se a necessidade da sua solução, mas, ao mesmo tempo, argumenta-se que a suinocultura não comporta os custos para atender os padrões estabelecidos pela legislação ambiental, porém na nova realidade dos mercados consumidores exigindo produtos de qualidade com preços competitivos e oriundos de sistemas de criação não poluidores do ambiente, passou a exercer crescente pressão para a

reciclagem desses resíduos, dentro de padrões aceitáveis sob o ponto de vista sanitário, econômico e ambiental.

DIESEL et al. (2002), dizem que a causa principal da poluição é o lançamento direto do esterco de suínos sem nenhum tipo de tratamento nos cursos de água, acarretando desequilíbrios ecológicos e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos e contaminação das águas superficiais com matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos e das águas subterrâneas com os componentes nitratos e bactérias. Além disso, KUNZ (2005 a), ainda dentro deste contexto, relata que criação intensiva de suínos causa grandes problemas ambientais também pela alta concentração de nutrientes nos dejetos de suínos que, quando não são corretamente manejados e tratados, podem causar grande impacto sobre a biota do solo e água, uma vez que a produção e disposição destes dejetos em áreas onde não se tem uma demanda por nutrientes suficiente causa a lixiviação e percolação de dejetos, apresentando em algumas regiões altos índices de contaminação dos recursos hídricos.

OLIVEIRA (2000), citado por SARDÁ (2006), afirma que encontrar um modo de manejo adequado aos dejetos líquidos de suínos é o maior desafio para a sobrevivência das zonas de produção intensiva, em função dos custos, dificuldades no tratamento, no armazenamento, no transporte, na distribuição e na utilização na agricultura. Os sistemas de tratamento adotados pelos produtores, no Brasil, em função da rentabilidade e disponibilidade econômica da suinocultura, embora diminuam significativamente a carga poluente, não permitem o lançamento do resíduo final em cursos de água.

De acordo com KONZEN (2005) e DAGAI et al. (2007), a poluição ambiental por dejetos é um problema que vem se agravando na suinocultura moderna, onde os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais, especialmente hídricos prejudicam o

desenvolvimento de vidas aquáticas e o da qualidade de vida nos grandes centros produtores de suínos, uma vez que boa parte dos efluentes dos sistemas criatórios é lançado diretamente ou indiretamente no solo e em cursos de água, sem receber nenhum tipo de tratamento adequado, transformando-se em uma expressiva e preocupante fonte poluidora.

Já no quesito de sustentabilidade, o manejo e o tratamento de dejetos suínos apresentam-se como única alternativa para viabilizar ambientalmente a atividade suinícola, embora não seja bem aceita pelos produtores, que ainda demonstram algum tipo de resistência na sua aplicação, devido ao fato do dejetos suíno sempre ter sido visto pelo homem como um fertilizante natural ao solo, tornando assim o seu tratamento desnecessário, o que pode acarretar sérios problemas ambientais (KUNZ 2005 b).

LINDNER (1999) citado por DIESEL et al. (2002), afirma que a capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior a de outras espécies. Utilizando-se o conceito de equivalente populacional, um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas, o que para MELO et al. (2005) e MIRANDA (2005), no lançamento indiscriminado desses dejetos altamente poluidores em rios, lagos e solo causam desconforto e doenças a grande parte da população. Além disso, a produção intensiva é uma importante fonte de emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e amônia, elementos que estão associados de forma diversa com o aquecimento global, a diminuição da camada de ozônio.

De acordo com STEINFELD e BLACKBURN (1996) citados por MIRANDA (2005), em um documento patrocinado pela FAO, concluiu-se que o equilíbrio entre as necessidades produtivas humanas e a demanda de recursos naturais para produção dependerá, em um grau relativamente significativo, do que será feito com a produção animal.

Portanto, para OLIVEIRA (2003), o uso de biodigestores além de diminuir as emissões de CO₂ pela substituição de outras fontes energéticas (lenha, carvão e petróleo), também diminui a emissão de gases produzidos na fermentação e estabilização dos dejetos, que normalmente seriam lançados nas esterqueiras e lagoas de estabilização.

2.3. Biodigestor Modelo Chinês

De acordo com LEAL (2007), o biodigestor de modelo Chinês foi desenvolvido na China, que tem propriedades rurais muito pequenas, onde foi projetado de forma que economizasse todo o espaço possível, sendo então enterrado no solo e, desta maneira, é possível cultivar-se em sua volta.

De acordo com GASPAR 2003 e DEGANUTTI et al. 2002, o biodigestor de modelo chinês trata-se de um tanque de fluxo contínuo protegido do contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica é metabolizada por bactérias anaeróbias, sendo formado por uma câmara cilíndrica em alvenaria (tijolo) onde ocorre a fermentação, com teto abaulado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás, sendo constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos de implantação, concordando com VALENTIA (2006), que afirma que o biodigestor chinês tem grandes vantagens devido seu custo reduzido, sua simplicidade de construção, durabilidade e eficiência do sistema, tornando-o econômico.

GALBIATTI (2004) e LEAL (2007), afirmam que o biodigestor chinês é de processo contínuo, com necessidade de diluição com substrato contendo entre 8 a 10% de sólidos totais, onde a cada carga diária corresponde uma carga de volume semelhante de material fermentado, de forma que a biomassa no interior do biodigestor se movimenta por diferença de carga hidráulica, entre a entrada do substrato e a saída do biofertilizante no momento do carregamento, de modo que com o aumento de pressão no interior da câmara

de fermentação, devido ao acúmulo de biogás, resulte no deslocamento do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, onde cada carga requer um tempo de retenção, dependendo da temperatura do meio onde está inserido o biodigestor.

2.3.1. Justificativas para a Construção do Biodigestor

Os biodigestores no Brasil ganharam força a partir da crise energética deflagrada em 1973, e com base em um relatório técnico da FAO (Food and Agriculture Organization), a EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural) instalou em novembro de 1979, o primeiro biodigestor modelo chinês, na Granja do Torto em Brasília, demonstrando que era possível instalar uma unidade produtora de biogás e biofertilizante, empregando exclusivamente areia, tijolo, cimento e cal (SGANZERLA 1983 citado por PALHARES 2008).

KUNS b. (2005), afirma que o manejo e o tratamento dos dejetos devem ser vistos como parte do processo produtivo, onde tudo que for feito dentro das instalações influenciará de forma positiva ou negativa na eficiência do sistema de manejo e tratamento de dejetos. Portanto deve-se tomar uma série de cuidados no que diz respeito às instalações para evitar a diluição do dejetos, tais como: fazer o desvio da água de chuva; diminuir o desperdício com bebedores e otimizar a limpeza das instalações com uso de raspagem. Tudo isso deve ser levado em consideração, pois um dejetos muito diluído pode causar, além da baixa eficiência de alguns sistemas, o superdimensionamento das instalações de tratamento, que devem ser avaliadas de acordo com a realidade de cada sistema de produção e complexidade da situação ambiental de cada região, bem como o que se pretende com a escolha da tecnologia a ser aplicada.

Para KONZEN (2005) e OLIVEIRA et al. (2003), a estabilização dos dejetos de suínos em biodigestores tem merecido destaque devido ao seu potencial de geração de

energia, principalmente através do metano (CH_4) capturado, o que normalmente não seria possível com tratamento dos dejetos através das esterqueiras e lagoas de estabilização. Cabe ressaltar que, além da redução de emissão de metano, um gás que é vinte e uma vezes mais nocivo para a atmosfera do que o gás carbônico (CO_2), que a reciclagem orgânica de nutrientes produz o biofertilizante que representa uma alternativa tecnológica de grande importância nos sistemas de produção e de tratamento dos dejetos de suínos.

Para LEAL (2007), o biodigestor do modelo chinês tem um custo mais barato em relação aos outros, pelo fato de ser construído todo em alvenaria, ocupar menos espaço na superfície do solo, porém há limitação quanto a solos superficiais, uma vez que é construído enterrado completamente no solo, ajudando a manter uma temperatura ideal com pouca variação, porém o sistema de comunicação entre a caixa de carga e o digestor está sujeita a entupimentos. Não é um biodigestor próprio para acúmulo de gás, devido a sua construção de cúpula fixa (a área de reserva de gás é menor), sendo um modelo mais indicado na produção de biofertilizante.

2.3.2. Reações Químicas

Para KONZEN (1983) citado por CAMPOS (2004), em relação à produção de biogás, cada metro cúbico de biomassa em digestão pode produzir, em média, $0,64 \text{ m}^3$ de biogás por dia, sendo necessários de 20 a 30 dias para uma boa digestão dos dejetos, concordando com PEREIRA (1986), onde a produção de biogás começa a partir de 20 dias em que o dejetos está na câmara de fermentação e com decréscimo durante um período de 90 dias de fermentação, dando a necessidade de dimensionamento do biodigestor com base em um período de produção de 35 a 42 dias.

A biodigestão ou digestão anaeróbia representa um sistema ecológico delicadamente balanceado, onde cada microrganismo tem uma função essencial. Este tipo de digestão é o

processo mais empregado nos sistemas de tratamento de dejetos de suínos, sendo utilizado para estabilizar os resíduos gerados nos sistemas de produção, uma vez que se constitui no processo pelo qual bactérias anaeróbias agem de forma fermentativa com formação de ácido, transformando a matéria orgânica em biogás (metano e gás carbônico) e biofertilizante, ambos livres de poluentes e de organismos patogênicos presentes inicialmente nos resíduos (GALBIATTI 2004; OLIVEIRA et al. 2003).

Segundo ENSMINGER (1992) e LUCAS JÚNIOR (1994) citados por SOUZA et al. (2005) mais DEGANUTTI et al. (2002), dentro da câmara de fermentação agem bactérias que fermentam a matéria orgânica sob condições estritamente anaeróbias, que através da decomposição da matéria orgânica produzem o biogás, composto basicamente de uma mistura de gases como metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), encontrando-se ainda em menores proporções gás sulfídrico (H₂S) e nitrogênio (N₂) (Tabela 3).

Tabela 3. Composição do biogás segundo diferentes autores.

Quantidades (em %)			
Componente	EMBRABI (Empresa Brasileira de Biodigestores (s.d)	ALVES et al. (1980)	National Academy of Sciences citada por OLIVEIRA (2002)
NH ₄ ⁺	60 a 80	54 a 70	55 a 70
CO ₂	20 a 40	27 a 45	27 a 45
N ₂	0,5 a 2	0,5 a 3	3 a 5
H ₂	0,1 a 10	1 a 10	1 a 10
CO	máximo 0,1	0,1	0,1
O ₂	máximo 0,1	0,1	0,1
H ₂ S	máximo 0,1	traços	traços
H ₂ O	não cita	não cita	variável

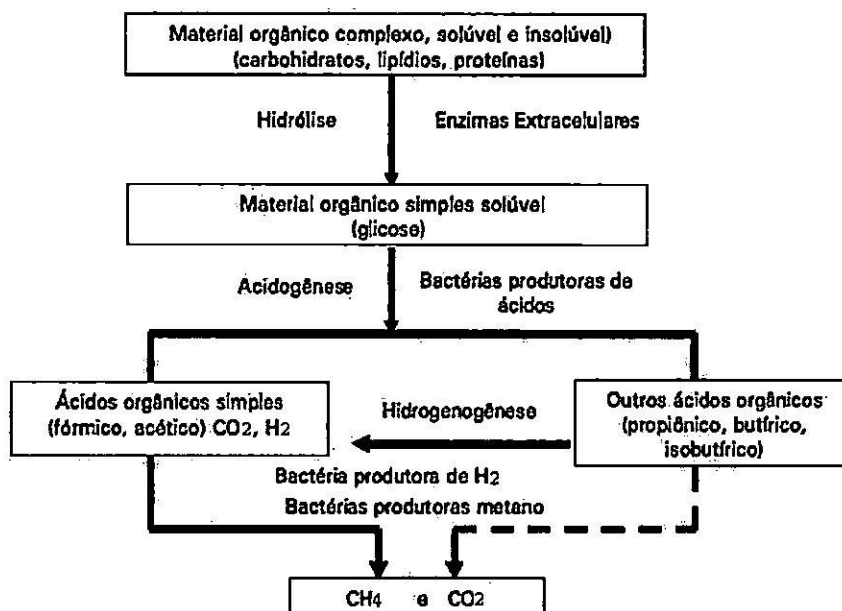
Amônio (NH₄⁺), Dióxido de Carbono (CO₂), Nitrogênio (N₂), Hidrogênio (H₂), Monóxido de Carbono (CO), Oxigênio (O₂), Gás Sulfídrico (H₂S), Água (H₂O).
 Fonte: CAMPOS et al. (2004).

Observa-se na tabela acima que a composição média da mistura pode ser variável, porém é notável que o gás Metano seja um componente que está sempre em nível superior, uma vez que é o principal produto oriundo da fermentação anaeróbica da matéria orgânica.

2.3.3. Bactérias Atuantes na Decomposição

Segundo COLEN (2003) citado por CAMPOS et al. (2004), os microorganismos responsáveis pelo processo de estabilização da matéria orgânica, via digestão anaeróbia, podem ser divididos em bactérias fermentativas, acetogênicas e metanogênicas. As bactérias fermentativas, responsáveis pelo processo aeróbio, hidrolisam os complexos orgânicos por meio de enzimas extracelulares e os produtos originados são absorvidos pelos mesmos grupos de bactérias resultando na formação de ácidos graxos de cadeia curta, hidrogênio e dióxido de carbono, que são utilizados pelas bactérias acetogênicas que irão produzir hidrogênio, dióxido de carbono e acetato, utilizados como alimento pelas bactérias metanogênicas, que ao se alimentarem destes substratos, produzem o biogás, composto principalmente o metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (Diagrama 1).

Diagrama 1. Etapas da biodigestão.



Fonte: SANTOS (2001) citado por BIODIESELBR (2008).

Para PORTES (2006), todas as bactérias metanogênicas possibilitam a remoção do carbono orgânico do ambiente anaeróbio, além de utilizarem o hidrogênio, favorecendo o

ambiente para que as bactérias acidogênicas fermentem compostos orgânicos com a produção de ácido acético, o qual é convertido em metano. Ambas as bactérias exigem para seu desenvolvimento um pH de 7 a 8, sais nutritivos, CO_2 , um agente redutor, um substrato oxidável e uma fonte de N_2 . Em função da temperatura requerida há três grupos de bactérias metanogênicas, as psicrofílicas, que se desenvolvem em temperaturas inferiores a 20°C ; as mesofílicas, que se desenvolvem em temperatura de 20 a 45°C , tendo como ponto ótimo de rendimento a temperatura de 35°C ; e as termofílicas, que se desenvolvem em temperaturas acima de 45°C , tendo como ponto ótimo a temperatura de 54°C , que proporcionam uma digestão mais eficiente.

Em contrapartida SOUZA et al. (2005), avaliando a digestão anaeróbica de dejetos suínos sob efeito de três temperaturas: 25°C , 35°C e 40°C , chegaram a resultados de que o melhor desempenho ocorreu nos biodigestores submetidos às temperaturas de 35°C e 40°C , ou seja, na faixa mesófila, pois resultaram em ótimo crescimento microbiano e maior atividade das bactérias metanogênicas, otimizando a formação do metano. Portanto diante dos pressupostos, pode-se idealizar que a temperatura ótima para o funcionamento de um digestor depende do grupo de bactérias com que se pretende trabalhar e das condições locais de cada situação.

2.3.4. Característica do Biogás Produzido

Pelo fato de o biogás não conter monóxido de carbono ele não apresenta nenhuma toxidez, o metano é o combustível principal e o gás carbônico não é desejável, podendo ser eliminado pela dissolução em água por um método de borbulhamento pela passagem do biogás em água corrente, reduzindo ou eliminando sua umidade através de sua passagem por tubulações contendo CaCl_2 (cloreto de cálcio), obtendo um biogás mais puro, com aproximadamente 95% de metano e poder calorífico de $8500 \text{ Kcal. m}^{-3}$ (PEREIRA 1986).

O metano é um gás incolor, o mais simples dos hidrocarbonetos, de pouca solubilidade na água, altamente combustível, queimado com chama azul lilás sem deixar fuligem e com um mínimo de poluição. Em função da porcentagem com que o metano participa na composição do biogás e conseqüentemente seu poder calorífico, em termos práticos, apresenta uma relação comparativa de equivalência que 1 metro cúbico de biogás corresponde a 0,61 litros de gasolina, 0,57 litros de querosene, 0,55 litros de óleo diesel, 0,45 kg de gás liquefeito, 0,79 litros de álcool combustível, 1,538 kg de lenha e 1,428 kw/h de energia elétrica (DEGANUTTI et al. 2002).

SOUZA et al. (2008), afirma que o odor pútrido do biogás decorrente de sua liberação deve-se ao gás sulfídrico, formado no processo de fermentação, sendo também o responsável pela corrosão que se verifica nos componentes do sistema, o que leva a cuidados especiais, inclusive com o aumento de custos quando da concepção e manutenção de sistemas de reaproveitamento, devido a menor vida útil dos equipamentos.

O metano apresenta densidade inferior ao ar (0,555), significando que em caso de vazamento ele tende a se dispersar para a atmosfera por ser mais leve que o ar, necessitando apenas de ventilação e evacuação. Os altos limites de inflamabilidade do metano (5 a 15%) indicam que é necessário um volume maior (em comparação com outros gases) em mistura com o ar para que haja a combustão e apresenta ainda uma temperatura mínima de acendimento (537° C) mais alta que outros combustíveis (MAGALHÃES et al. 2006).

2.3.5. Características e Impactos do Biofertilizante Produzido

Para DARTORA et al. (1998) e LUDKE et al. (2003), o principal destino dos dejetos suínos ainda é a sua utilização como fonte de nutrientes para o solo na forma de adubo orgânico concluindo a etapa final do processo de produção dos suínos, de forma que a

utilização dos dejetos como adubo orgânico exija instalações, equipamentos e manejo adequado para torná-lo economicamente competitivo com o fertilizante mineral, cabendo ao implantador do sistema promover balanços de custo-benefício. Além disso, devem-se considerar ainda alguns aspectos ambientais importantes como: disponibilidade de área para aplicação do adubo, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicação.

Para PEREIRA (1998) e FENDEL (2004), o adubo produzido após as diversas fases da Biodigestão, resultando em um líquido escuro sobrenadante humificado denominado de biofertilizante, um adubo de origem orgânica de alta qualidade com alta concentração de nutrientes, mais rico em nitrogênio (N) e fósforo (P) do que um adubo convencional (Tabela 4), que pode ser utilizado diretamente no solo, melhorando os índices de produtividade agrícola, desde que seja utilizado de forma correta na fertilização, procedendo análises físico-químicas do biofertilizante periodicamente para determinar os teores dos componentes do mesmo e também conduzir as análises físico-química do solo onde se pretende cultivar para determinar o teor e os componentes químicos desse solo.

Tabela 4. Porcentagem de nutrientes existentes no estrume de suíno fresco e no decomposto em biodigestor.

Nutrientes	Estrume Fresco	Estrume Decomposto
N ₂ Orgânico	0,34	0,60
P ₂ O ₅ Total	0,13	0,35
K ₂ Total	0,40	0,70
Matéria Orgânica	16,40	15,80

N2 - Nitrogênio; P2O5 - Fósforo disponível; K2 - Potássio disponível.
Fonte: PEREIRA (1986).

Para FENDEL (2004), o biofertilizante puro apresenta uma concentração de nutrientes relativamente alta, podendo ser utilizado como um aditivo na preparação de soluções nutritivas para práticas de hidroponia organo-inorgânica, promovendo enorme aumento na produtividade dos cultivos. Uma vez diluído, constitui ainda um grande adubo

foliar, geralmente conhecido como biofertilizante diluído, apresentando excelentes condições para utilização como solução nutritiva, na prática da hidroponia orgânica. Porém pode, eventualmente, não ser o adubo mais adequado para todas as culturas.

PORTES (2006) e FILHO (1981), afirmam que o biofertilizante tem a capacidade de tornar o sistema produtivo lucrativo e repetido indefinidamente de forma auto-sustentável, sendo indicado para o reestabelecimento do teor de húmus, melhoria das propriedades químicas e físicas e da atividade microbiana do solo, tendo importante papel em sua estruturação e fixação de nitrogênio atmosférico, e por apresentar pH em torno de 7,5, funciona ainda como corretor da acidez, minimizando o problema do alumínio e do ferro que são tóxicos, onde age liberando o fósforo dos sais insolúveis, tornando-o disponível na solução do solo para as plantas.

Entretanto, SEGANFREDO (2000 e 2002), afirma que independentemente do tipo de solo e região, o ponto de partida para tornar auto-sustentáveis os sistemas agrícolas adubados com dejetos de suínos, é a diminuição da sua carga poluente, destacando-se a quantidade de matéria orgânica e de nutrientes, especialmente através da utilização de dietas melhor balanceadas, melhor manejo do rebanho, medidas gerais de higiene e linhagens de suínos com melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos e pela limitação das quantidades de dejetos a serem aplicados, conforme as quantidades de nutrientes extraídos pelas plantas. Comenta ainda, que já existem informações suficientes para se concluir que as áreas aptas para aplicação de dejetos nas regiões suinícolas do Sul do Brasil, são insuficientes para a quantidade de dejetos nelas produzidos, necessitando de novas alternativas de reciclagem que tenham menor dependência ou não dependam do uso como fertilizante do solo.

LUDKE et al. (2003), enfatiza que sob o ponto de vista da nutrição, devem ser considerados alguns fatores influentes nas quantidades de nutrientes excretadas pelos suínos, como as perdas endógenas, que representam uma fração pequena das perdas totais e cuja influência sobre a redução na excreção é mínima; a quantidade ingerida e a eficiência de utilização dos nutrientes para o crescimento e desempenho das demais funções produtivas assumem importância primordial. Como exemplo, a eficiência média na utilização do nitrogênio da dieta dos suínos é de 29%, do fósforo é de 28% e do potássio apenas de 6% e segundo o NRC- Nutrient Composition of Rations (1998), cerca de 45% a 60% do nitrogênio, 50% a 80% do fósforo e cálcio, aproximadamente 70 a 95% do cobre, zinco, potássio, sódio, magnésio, manganês e ferro consumidos são excretados pelos suínos. Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios de excreção do nitrogênio e do fósforo em porcentagem do total ingerido por aves e suínos, onde se observa que em média dois terços de todo nitrogênio e fósforo ingeridos pelos suínos são excretados.

Tabela 5. Proporção entre nitrogênio e fósforo consumido e excretado por algumas categorias de aves e suínos.

Espécie animal	Taxa de excreta (relação a % do consumo)	
	N	P
Frangos de corte	57	57
Poedeiras	67	85
Suínos crescimento/ Terminação	71	67
Porcas em lactação (excluindo os leitões)	81	84
Leitões (até 25 kg de PV)	55	58

Fonte: SCHWARS (1994), citado por LUDKE (2003).

No entanto, ao contrário dos adubos químicos, que podem ser formulados de acordo com o tipo de cultura e solo, o biofertilizante oriundo dos dejetos suínos possui também vários minerais que se encontram em quantidades diferentes daquelas exigida pela cultura, não devendo ser usado de forma contínua ou em excesso, podendo se tornar prejudicial ao

solo, as plantas e as águas, sendo que a melhor forma de evitar esse acúmulo excessivo de nutrientes, é limitar a quantidade de dejetos em função do nutriente exigido em menor quantidade pela planta, como vem ao caso o cobre e zinco, devido a sua concentração nos dejetos e a baixa exigência pelas plantas, tem-se como possibilidade de redução da concentração desses nutrientes nos dejetos, através da reformulação da dieta com melhor balanceando da quantidade destes nutrientes para os suínos (SEGANFREDO et al., 2000 e 2005).

De acordo com CAVALCANTI (1985), a quantidade e a qualidade do biofertilizante podem variar conforme a ração consumida, métodos de limpeza, diluição e o armazenamento do dejetos, devendo ser levado em consideração para um melhor aproveitamento do potencial do biofertilizante, a aplicação e imediata incorporação ao solo, reduzindo perdas significativas de nitrogênio (Tabela 6).

Tabela 6. Sistema de aplicação de esterco como fertilizante.

Métodos de aplicação	Tipo do Material	Perdas de N em %
Espalhado	Sólido	21
	Líquido	27
Espalhado com incorporação imediata	Sólido	5
	Líquido	5
Aplicado e incorporação simultânea	Sólido	5
	Líquido	25

Fonte: CAVALCANTI (1985).

Na tabela 6, verifica-se que as perdas de nitrogênio estão relacionadas tanto com os métodos de aplicação como também com o tipo de material aplicado ao solo, onde as perdas de nitrogênio são maiores quando o esterco é apenas espalhado no solo nas formas sólida e líquida e que para os demais métodos de aplicação as perdas de nitrogênio tendem a ser maiores quando o esterco é aplicado na forma líquida no solo. No entanto, recomenda-se pelo pressuposto, a aplicação espalhada e com incorporação imediata.

2.3.6. Construção do Biodigestor Modelo Chinês

De acordo com o do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), citado por ASSIS (2003), a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997 aborda, em seu Art. 2º, que a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, neste caso o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA). Cita-se ainda no artigo 8º desta resolução, a obrigatoriedade de atividades capazes de causar qualquer forma de degradação ambiental, de obterem três distintas licenças ambientais:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade que autorizará ou não a localização da atividade em determinado local;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, a que autorizará a instalação da obra ou atividade incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores.

Ainda dentro da legislação ambiental, a Lei nº 9. 605/98 (Lei dos Crimes ambientais) expõe sobre respeitar as fases previstas na legislação pátria, que versa no Art. 60 que construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou

autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes: pena-detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

ROSS et al. (1996) citados por PALHARES (2008), abordam que nas décadas de 70 e 80 houve grande interesse em produzir energia a partir dos dejetos animais, porém muitas destas instalações não operaram por muito tempo ou nem foram construídas devido a falta de assistência técnica, ao alto custo e as dificuldades de operação por falta de capacitação, sendo esta última a que novamente tem se mostrado como um limitante ao correto manejo dos biodigestores na atualidade.

Para DARTORA et al. (1998), os projetos de construção de biodigestores devem obedecer alguns dados fundamentais ao planejamento, como o tipo de alimentação fornecida aos animais, tipo de bebedouros e sistema de limpeza e manejo, que determinam as características e o volume total dos dejetos produzidos em cada fase do desenvolvimento animal (Tabela 7) e fornece a definição dos equipamentos a serem utilizados para o transporte e distribuição do biofertilizante nas lavouras.

Tabela 7. Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

Categoria	Esterco (kg/dia)	Esterco + urina (Kg/dia)	Dejetos líquidos (litros/dia)
Suínos 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: Adaptado de Oliveira (1993).

Além disso, HESS (1998), diz que o projeto de uma estação de tratamento deve ser elaborado considerando a evolução da população, e enfatizando primordialmente, a escolha

do local adequado de implantação da estação de tratamento através de um estudo preliminar, onde se considera a topografia e a localização, que deve ter o maior número de contribuição de bacias hidrográficas possível, porém livre de inundações e ter condições de manter a instalação por tempo permanente.

Concordando, FILHO (1981), complementa que deve-se considerar a área onde está instalado o biodigestor, como região inflamável, e é importante a colocação de dispositivos de segurança ao longo da rede de distribuição do biogás como: Purgador (Figura 1) na parte mais baixa da rede de distribuição do biogás para evitar pressões elevadas em caso de defeito no mecanismo de movimento do gasômetro e para eliminação do vapor de água contido no biogás.

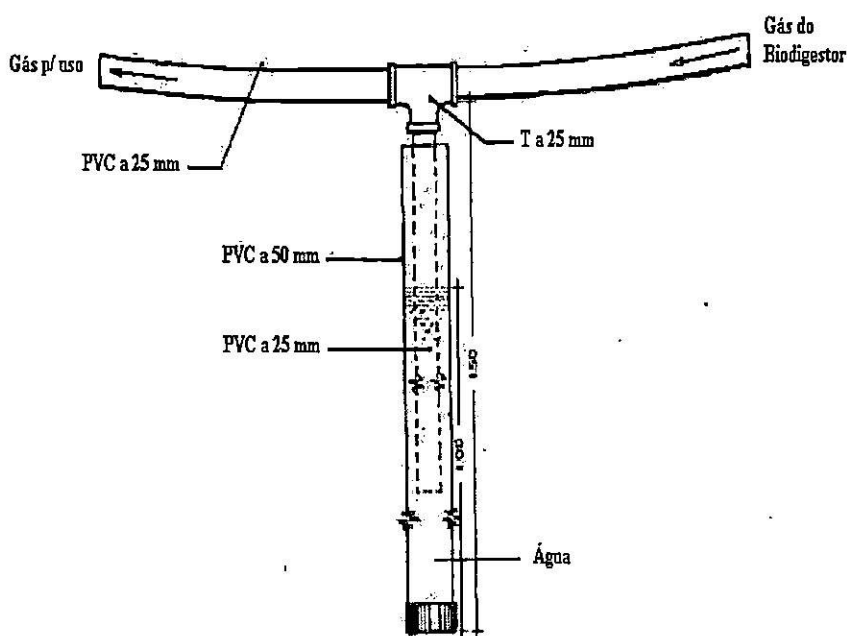


Figura 1. Purgador.

Fonte: FILHO (1981).

Há ainda a tela de Arame de malha fina, no interior do cano de distribuição, através de uma união (Figura 2), próximo do ponto de consumo do biogás para evitar a passagem de fogo para o interior do biodigestor.

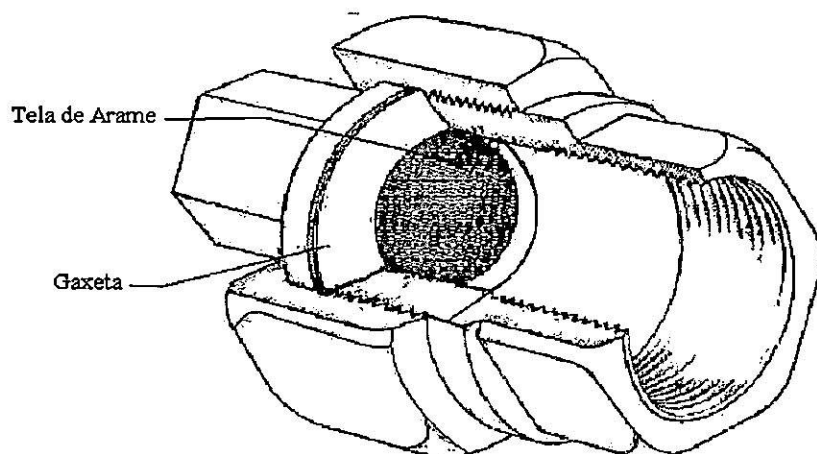


Figura 2. Dispositivo de segurança usado pela Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) da EMBRAPA de Corumbá, (junta esmerilhada fêmea ou união).
Fonte: FILHO (1981).

É um Medidor de Pressão (Figura 3) conectado na extremidade da tubulação de condução do gás para melhorar a operacionalidade e a eficiência dos equipamentos que forem utilizar o biogás através da medição e controle da pressão.

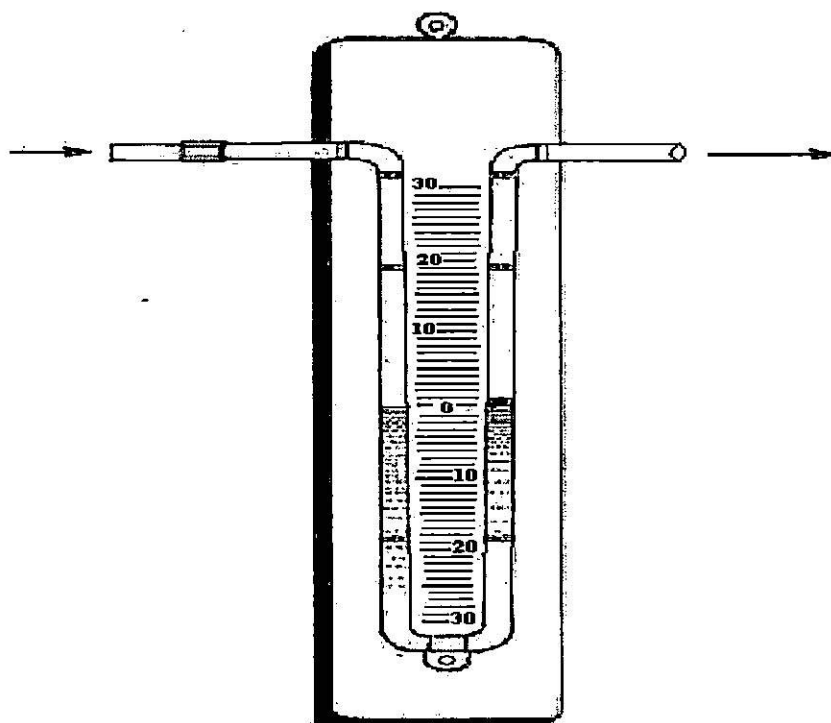


Figura 3. Medidor de Pressão.

Fonte: FILHO (1981).

Embora hoje haja várias opções de medidores de pressão eletrônicos, este modelo de medidor de pressão pode ser confeccionado usando uma mangueira transparente presa a um suporte de madeira, de tal forma que a mangueira tome forma de U; na parte central colocar uma escala graduada em cm. Encher o tubo em U com água até o nível zero da escala e em uma das extremidades do tubo conectar com a tubulação de condução do gás (BATISTA 1980). A leitura da pressão é dada pela diferença da coluna de água nas duas partes do U, em cm de água.

De acordo com PEREIRA (1986) e HESS (1998), o biodigestor chinês deve ser construído, para uma forma mais adequada, enterrado para ocupar menos espaço e sofrer menor variação de temperatura e de concreto armado, sendo constituído de um conjunto único que serve tanto de câmara de fermentação da biomassa como de gasômetro, apresentando forma cilíndrica e parte superior fechada por uma cúpula, que pode ser feita tanto de tijolos, construída de forma semi-esférica para que os tijolos fiquem bem comprimidos ou ser construída de concreto armado, de forma esférica.

Para PEREIRA (1986) e PORTES et al. (2006), primeiramente deve-se determinar o volume útil do biodigestor, considerando que o volume do mesmo deve ser igual ao volume do substrato e que atenda a demanda diária de biogás, devendo o nível máximo do substrato e o nível do fundo da caixa de saída coincidir com a altura do corpo cilíndrico (Figura 4). Os cálculos de dimensionamentos são feitos de acordo com a quantidade de dejetos produzidos na propriedade e pelo consumo diário de gás, onde o volume da câmara de fermentação é dimensionado em função da produção de m^3 de gás para cada m^3 de dejetos e o dimensionamento do gasômetro será de acordo com a produção diária de gás e o tempo de consumo, conforme os modelos abaixo:

- a) Dimensionamento da câmara de fermentação.

$$VC = \frac{CD \times DD}{Ge} \times ND$$

Onde:

VC - volume da câmara; CD - consumo diário em m³ de gás; DD - dejetos diluídos em m³; ND - número de dias de permanência do dejetos na câmara de fermentação; Ge - m³ de gás produzido para cada m³ de dejetos diluídos.

b) Dimensionamento do gasômetro.

$$V = G \cdot \frac{T \times G}{24}$$

Onde:

G - m³ de gás por dia; T - consumo em horas.

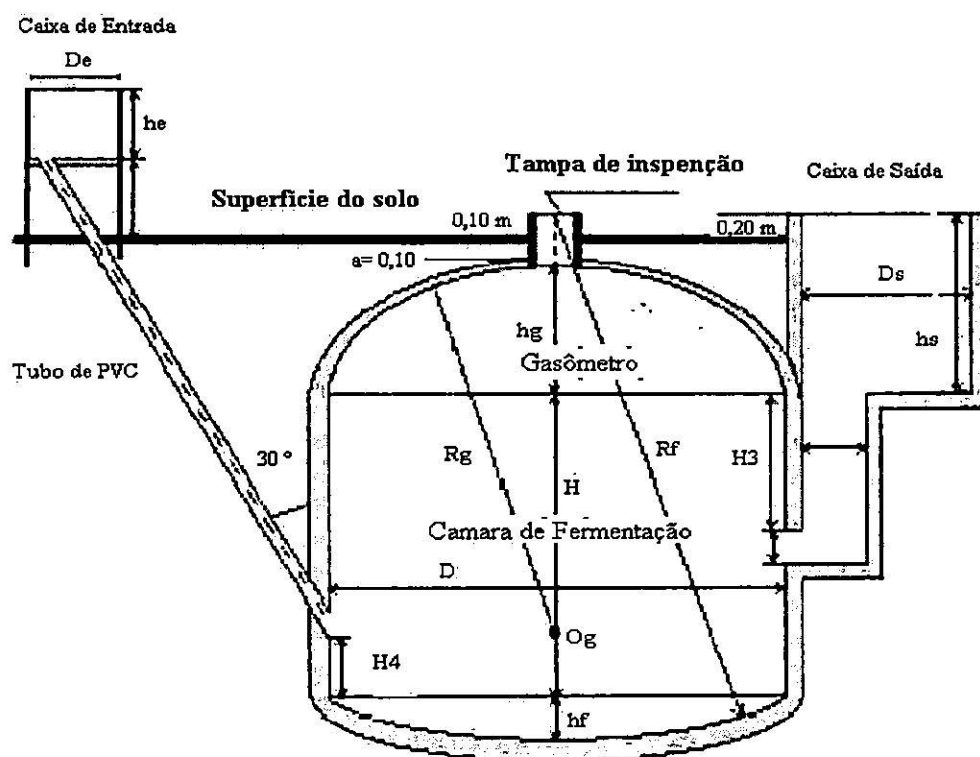


Figura 4. Biodigestor dimensionado.

D - é o diâmetro do corpo cilíndrico; H - é a altura do corpo cilíndrico; Hg - é a altura da calota do gasômetro; hf - é a altura da calota do fundo; Of - é o centro da calota esférica do fundo; Og - é o centro da calota esférica

do gasômetro; h_e - é a altura da caixa de entrada; D_e - é o diâmetro da caixa de entrada; h_s - é a altura da caixa de saída; D_s - é o diâmetro da caixa de saída; A - é o afundamento do gasômetro;

Fonte: DEGANUTTI (2002).

De acordo com GASPAR (2003) e DANUTTI (2002), o biodigestor modelo chinês deve ser instalado o mais próximo possível da fonte produtora de biomassa, em local bem arejado para evitar odores e ser bem vedado para evitar a entrada de ar e o vazamento de gás. No entanto uma das maiores críticas feitas ao modelo chinês de biodigestor é a técnica requerida para sua construção, onde por ser todo em alvenaria, necessita de mão-de-obra qualificada, pois os tijolos usados na construção da câmara de fermentação precisam ser assentados sem escoramento, utilizando uma técnica que emprega o próprio peso do tijolo para mantê-lo na posição necessária até que a argamassa seque. As paredes externas e internas precisam receber uma boa camada de impermeabilizante, como forma de impedir infiltrações de água e trincas ou rachaduras, porém mesmo assim uma parcela do gás formado na caixa de saída é liberada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo este tipo de biodigestor não é utilizado para instalações de grande porte.



Figura 5. Biodigestor modelo chinês sendo construído sem a técnica de escoramento.

Fonte: OIA (2006).

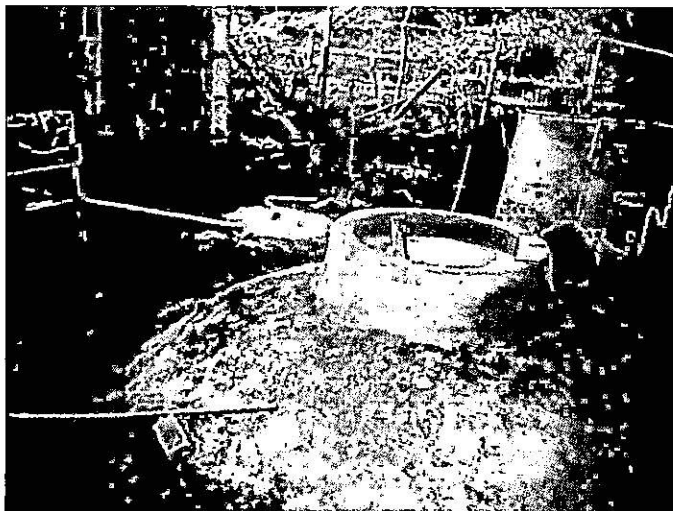


Figura 6. Biodigestor modelo chinês em fase final de construção com camada de impermeabilizante aplicada.

Fonte: OIA (2006).

Para KONZEN (2005), no Brasil a estruturação da suinocultura vem chamando a atenção de empresas para o investimento em tecnologia de biodigestores e oferecer os créditos das reduções certificadas de emissões de gases causadores de efeito estufa para financiamento da tecnologia e as mudanças na prática de manejo, tratamento e utilização dos dejetos de suínos. Assim a adoção de biodigestores nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, nos últimos dois anos, já é uma constante em função da possibilidade do financiamento do investimento, da adoção deste tratamento como adequado à legislação ambiental e do potencial de redução de insumos químicos nos sistemas de produção agrícolas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescimento da atividade suinícola e a atual dificuldade no tratamento, armazenagem e distribuição dos dejetos, existem fortes tendências de poluição dos lençóis freáticos e mananciais superficiais, o que poderá no futuro comprometer a utilização destes recursos hídricos no abastecimento de água potável. Diante deste possível impacto ambiental, novas alternativas vem sendo estudadas envolvendo sistemas compactos de tratamento de dejetos para redução de carga orgânica devido à capacidade limitada do solo em reciclar os nutrientes nele aplicados. Porém o grande desafio ainda reside em transferir as tecnologias de tratamento aos suinocultores brasileiros, que muitas vezes apresentam baixa capacidade de investimento para amenização dos problemas ambientais da atividade.

O biodigestor chinês se mostra como uma alternativa de manejo sustentável dos dejetos suínos às pequenas propriedades, uma vez que é uma tecnologia que ocupa pouco espaço, com boa eficiência na estabilização dos dejetos suínos, se tornando uma fonte alternativa de geração de energia através da digestão anaeróbica dos dejetos, é uma tecnologia mais barata quando comparada com as outras devido a possibilidade de sua construção com materiais simples, porém necessita de mão-de-obra especializada em sua construção para garantir um perfeito funcionamento do sistema, além de ter o seu projeto de implantação aprovado com todas as licenças exigidas pela legislação ambiental.

Dos processos da biodigestão anaeróbica originam-se vários gases, dentre eles o dióxido de carbono e o metano que apresentam o maior poder poluente do ar, porém devido a sua origem em biodigestor deixa de ser visto como um poluente e se torna uma fonte de geração de energia ambientalmente correta. Outro produto da biodigestão é o biofertilizante, com boas reparações químicas, físicas e microbiológicas do solo, porém necessita de cuidados com as doses e intensidade de aplicação, para não se transformar em

mais um poluente devido a alta concentração de nutrientes presentes em sua composição que podem ser mais do que o exigido pelas plantas.

Uma das formas de redução da concentração de nutrientes nos dejetos seria o balanceamento adequado da ração, principalmente nos nutrientes menos exigidos pelas plantas, visando-se maior digestibilidade da ração e conseqüente eficiência de absorção na dieta, como forma de auxiliar no teor de sólidos produzidos e na quantidade de nutrientes eliminados nas fezes, evitando desperdícios.

O uso do processo de tratamento por biodigestão anaeróbia para os dejetos suínos enfrenta um desafio para seu uso, não tecnológico, mas cultural, pois apenas o biodigestor não resolve os problemas ambientais da suinocultura, devendo ser realizadas ações de conscientização e capacitação em uso e manejo de biodigestores, para técnicos e produtores.

No contexto internacional, o uso de biodigestores para tratamento de dejetos de suínos e geração de créditos de carbono pode se tornar um diferencial para a exportação de carne suína brasileira, onde os resultados deste estudo mostram que as perspectivas da suinocultura brasileira, a terceira maior do mundo, na captura de carbono através do uso de biodigestores no tratamento dos dejetos suínos, são altamente favoráveis.

4. LITERATURA CITADA

- ASSIS, F. O. **Bacia hidrográfica do Rio Quilombo: dejetos de suínos e impactos ambientais.** Publicado em: 2004. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewFile/3386/2715>>. Acesso em: 11/ 05/ 2008.
- BIODIESELBR. **Etapas metabólicas do processo de digestão anaeróbia em biodigestor.** Publicado em: 2008. Disponível em: <www.biodieselbr.com/energia/biogas/biodigestor.htm> - 38k>. Acesso em: 13/ 04/ 2008.
- CAMPOS, A. T.; SANTOS, E. P.; NAGAE, R. Y.; et al. **Análise energética de biodigestores tubulares usando dejetos de suínos.** Publicado em: 2004. Disponível em: <www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%207.pdf>. Acesso em: 02/ 04/ 2008.
- CAVALCANTI, S. S. **Produção de Suínos.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 367p.
- DAGAI, J.; CAMPOS, A. T.; FEIDEN, A.; et al. **Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos instalações para suinocultura em propriedades na região este do Paraná. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, n.3, p.587-595, 2007.**
- DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos suínos.** (S.L.): Articulação da Embrapa Suínos e Aves com a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS, 1998. 33p.
- DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. C. J. P.; BEL, M. R.; et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Publicado em: 2002. Disponível em: <www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0004.pdf>. Acesso em: 30/ 03/ 2008.
- DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos.** (S. L.): Articulação da Embrapa Suínos e Aves com a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RS, 2002. 31p.
- FENDEL, T. R. **Biodigestor.** Publicado em: 20/ 01/ 2004. Disponível em: <groups.yahoo.com/group/forumsocialclimabr/message/857>. Acesso em: 15/ 04/ 2008.
- FILHO, J. A. C. **Biogás: independência energética do pantanal mato- grossense.** (S.L.): Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá – Mato Grosso do Sul (Comitê de Publicações DA UEPAE de Corumbá, EMBRAPA), 1981. 53p.
- GALBIATTI, J. A. **Biodigestores.** Publicado em: 20/ 05/ 2004. Disponível em: <www.todafruta.com.br>. Acesso em: 25/ 03/ 2008.
- GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. 119p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

- GRINGS, V. H. **Orientações básicas para iniciar uma pequena granja de criação de suínos**. Publicado em: 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_t4r17c8l.pdf>. Acesso em: 02/ 05/ 2008.
- HESS, M. L.; **Produção de suínos**. Tradução da 26ª ed. alemã. 1ª reimpressão, São Paulo: Edigard Bliicher LTDA, 1998. 360p.
- KONZEN, E. A. **Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola**. In: VII SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E II SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA – AVESUI CENTRO-OESTE SEMINÁRIOS TÉCNICOS DE SUINOCULTURA, 2005, Goiânia – GO.
- KUNZ, A. a. **Remoção de nitrogênio em dejetos de suínos**. Publicado em: 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_s185q3t.pdf>. Acesso em: 30/ 04/ 2008.
- KUNZ, A. b. **Tratamento de dejetos: desafios da suinocultura tecnificada**. Publicado em: 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_q0v75q0p.pdf> Acesso em: 10/ 04/ 2008.
- LEAL, I. A. P. B. **Biodigestor modelo chinês**. (S.L.): Rede de Tecnologia da Bahia-RETEC/BA, 2007. 4p.
- LUDKE, J. V.; LUDKE, M. C. M. M. **Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente – aspectos relacionados com a eficiência nutricional**. Publicado em: 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j6u15k3z.html>. Acesso em: 10/ 05/ 2008.
- MAGALHÃES, E. A.; SOUZA, S. N. M.; AFONSO, A. D. L. et al. Desenvolvimento e avaliação de um sistema de purificação de biogás: influência da pressão e razão líquido/gás na absorção de co2. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.14, n.4, p.226-237, 2006.
- MELO, B. G.; CARVALHO, B. T. Acompanhamento técnico no tratamento de dejetos de suínos: quem faz?. **Revista Suinocultura Industrial**, edição 184, 2005.
- MIRANDA, C. R. **Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina**. Publicado em: 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=212>. Acesso em: 02/ 05/ 2008.
- OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L. A. **Emissão de gases, na suinocultura, que provocam o efeito estufa**. Publicado em: 2003. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=92 - 61k>. Acesso em: 17/ 04/ 2008.
- PAIVA, D. P. **Moscas na suinocultura causas e medidas de controle**. Publicado em: 28/ 04/ 2006. Disponível em: <www.nordeste rural.com.br/nordeste rural/matler.asp%3FnewsId%3D3650 - 45k>. Acesso em: 02/ 05/ 2008.
- PALHARES, J. C. P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro**. Publicado em: 12/ 02/ 2008. Disponível em: <www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Biodigestao/index.htm - 59k>. Acesso em: 13/ 04/ 2008.

- PEREIRA, M. F. **Construções Rurais**. São Paulo: NOBEL, 1986. 330p.
- PORTES, Z. A.; FLORENTINO, H. O. Aplicativo computacional para projetos e construções de biodigestores rurais. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.21, n.1, p. 118-138, 2006.
- SARDÁ, L. G. **A utilização da zeólita na remoção de nutrientes do efluente de dejetos suínos**. Publicado em: 2006. Disponível em: <<http://www.tcc.cca.ufsc.br/agronomia/RAGR012.pdf>>. Acesso em: 03/ 05/ 2008.
- SEGANFREDO, M. A. **A adubação com dejetos de suínos melhora ou polui o solo?**. Publicado em: 2000. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=163-23k>. Acesso em: 03/ 04/ 2008.
- SEGANFREDO, M. A. **A poluição por dejetos suínos: o aspecto econômico e o direito público**. Publicado em: 2002. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_b713614i.html> Acesso em: 10/ 05/ 2008.
- SEGANFREDO, M. A.; JUNIOR, V. P. **Dejetos suínos: adubo ou poluente ?** Publicado em: 2005. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_q5c76o7i.pdf>. Acesso em: 02/ 05/ 2008.
- SOUZA, C. F.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. R. et al. Produção volumétrica de metano dejetos de suínos. **Revista de Ciência Agrotécnica**, v.32, n.1, p.219-224, 2008.
- SOUZA, C. F.; JUNIOR, J. L.; FERREIRA, W. P. M. **Biodigestão anaeróbica de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – considerações sobre a partida**. Jaboticabal: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, 2005. 530-539p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- VALENTIA, V. **Biodigestor - Modelo Indiano**. Publicado em: 28/ 12/ 2006. Disponível em: <www.biodieselbr.com/energia/biogas/biodigestor.htm - 38k>. Acesso em: 02/ 05/ 2008.

