

**BIODIGESTÃO ANAERÓBIA NO TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS**  
ANAEROBIC DIGESTION TO TREAT SWINE MANURE

Leandro Becalet RIZZONI

Mestrando do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Alfenas. UNIFENAS.

Alfenas – MG – Brasil.

E-mail: leandro\_vet@hotmail.com.br

Antônio Carlos Turcati TOBIAS

Docente do Curso de Medicina Veterinária. UNIPINHAL. Esp. Santo do Pinhal - SP –  
Brasil.

Margarete DEL BIANCHI

Docente do Curso de Medicina Veterinária. UNIPINHAL. Esp. Santo do Pinhal - SP –  
Brasil.

José Antônio Dias GARCIA

Docente Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Alfenas. UNIFENAS.  
Alfenas – MG – Brasil.

## RESUMO

Sistemas de tratamentos de dejetos de suínos que agreguem valor e favoreça manejos eficientes e cabíveis as leis ambientais, têm sido um dos grandes desafios do setor. A biodigestão anaeróbia é um dos métodos mais eficazes para o tratamento de dejetos, que tem como característica principal a produção de biogás, substituto de diversos combustíveis e produção de biofertilizante, produto rico em nutrientes e livres de patógenos. O sistema oferece outras vantagens como proporcionar bem estar animal e melhora na qualidade de vida nos centros produtores de suínos. Objetivou-se divulgar a técnica no tratamento dos dejetos da suinocultura.

**Palavras chaves:** Biogás, suinocultura, controle ambiental, dejetos de suínos.

## ABSTRACT

Treatment systems for swine waste that add value and promote efficient management and applicable environmental laws have been a major challenge in the sector. The anaerobic digestion is one of the most effective for the treatment of waste, which has as main feature the production of biogas, replacement of various fuels and production of biofertilizer product rich in nutrients and free of pathogens. The system offers other advantages as providing animal welfare and improved quality of life in pig farmers. The objective was to disseminate the technique in the treatment of swine waste.

**Key words:** Biogas, swine, environmental control, swine waste.

## 1 - INTRODUÇÃO

A agropecuária está em constante crescimento e a intensificação em seus sistemas de produção, está gerando grave problema com aumento das agressões ambientais por conta dos dejetos animais. Os dejetos oriundos da agropecuária são responsáveis por 20% das emissões de gases poluentes na atmosfera, sendo um número altamente significativo, quando comparado às indústrias, que representam 32% dos emissores (KONZEN, 2005).

Dentre as atividades agropecuárias a suinocultura é considerada pelos órgãos de controle ambiental, a de maior impacto ambiental. O grande desafio é encontrar um sistema que seja capaz de harmonizar a continuidade das atividades desta importante cadeia produtiva com o uso racional dos recursos naturais e a preservação da qualidade ambiental.

A armazenagem em lagoas ou depósitos abertos não minimiza o poder de poluição dos dejetos de suínos, pois favorecem a produção de gases nocivos, contaminações de recursos naturais e interferem na qualidade de vida nos grandes centros produtores de suínos (KONZEN, 2005).

A estabilização dos dejetos de suínos através de biodigestores tem merecido destaque, em função dos aspectos sanitários e como potenciais na geração de energia renovável, além de oferecer condições econômicas de reciclagem orgânica e de nutrientes (KONZEN, 2005).

O aproveitamento dos dejetos sob a forma de biogás (metano) é apenas uma das vantagens da biodigestão anaeróbia, podendo ser citados a redução de odores, eliminação de patógenos, redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), produção de biofertilizante, baixa produção de lodo, baixos custos operacionais e de investimento e possibilidade de sistemas descentralizados de tratamento de dejetos (OLIVEIRA, 2004).

O presente trabalho apresenta como objetivo, divulgar o uso de biodigestores no tratamento e na agregação de valor através dos dejetos da suinocultura, dando ênfase nos princípios básicos de funcionamento e planejamento, ressaltando o uso dos produtos oriundos do processo de biodigestão anaeróbia (biogás e biofertilizante) e suas respectivas vantagens.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Dejetos de suínos**

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 contém matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais. (DIESEL et al., 2002).

O sistema de produção utilizado em cada granja é que define o grau de diluição dos dejetos e suas características físico-químicas, antes de escolher e dimensionar um sistema de tratamento de dejetos deve-se fazer uma análise da granja, levando em consideração a forma de arração, tipos de bebedouros, manejo e sistema de limpeza, para que dessa forma possamos determinar as características e volume total de dejetos produzidos. (DARTORA et al., 1998).

As características químicas dos dejetos de suínos em função de sua matéria seca estão descritas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Característica química de dejetos líquidos de suínos em função de seu teor de matéria seca.

Grau diluição	M.S. (%)	DBO (mg/L)	(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Concentrado	5-6	40.000	0,49	0,48	0,31
Semiconcentrado	4-5	33.000	0,44	0,41	0,28
Semidiluído	3-4	27.000	0,37	0,31	0,23
Diluído	2-3	21.000	0,31	0,23	0,19
Muito diluído	<2	15.000	0,26	0,14	0,16

FONTE: DARTORA et al. (1998).

### 2.1.1 - Produção quantitativa de dejetos

A suinocultura é considerada uma das maiores geradoras de dejetos por unidade de área ocupada, produzindo em média de 5% a 8% em relação ao peso vivo dos animais (CAVALCANTI, 1984).

O volume total de dejetos produzidos pode variar consideravelmente em função do manejo, tipo de bebedouro, sistema de higienização, frequência e volume de água utilizada e também ao número de categorias de animais (BONETT e MONTICELLI, 1998).

Na Tabela 2 pode-se observar a produção média diária de esterco, mistura de esterco e urina e dejetos líquidos, por animal em cada fase de produção, de acordo com Oliveira (2004).

**TABELA 2.** Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg), dejetos líquidos (L) por animal por fase.

Categoria de Suínos	Esterco (kg)	Esterco+urina(kg)	Dejetos líquidos(L)
25 – 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitão desmamado	0,35	0,95	1,40

FONTE: OLIVEIRA (2004).

O conteúdo de água nos dejetos é um dos fatores que mais afeta as características físico-químicas e a quantidade total de dejetos. Somente através do grau de diluição é que se pode calcular o volume de dejetos líquidos produzidos diariamente (DARTORA et al., 1998).

Pode-se observar na Tabela 3, a produção de dejetos conforme o sistema de produção e o grau de desperdício de água na granja.

**TABELA 3.** Volume de dejetos produzidos diariamente, de acordo com o sistema de produção.

Tipo de Granja	Nível de diluição		
	Pouca	Média	Muita
Ciclo Completo (L/Matriz)	100	150	200
Unidade Produção Leitões (L/Matriz)	60	90	120
Unidade Terminação (L/Animal)	7,5	11,2	15

FONTE: DIESEL et al., (2002).

### 2.1.2 - Poder poluente dos dejetos

A suinocultura desenvolveu-se sem os maiores cuidados com relação a problemas ambientais, resultando que 75% das propriedades suinícolas estão em desacordo com a legislação ambiental (OLIVEIRA, 2004).

O lançamento de efluentes não tratados de suínos no solo, rios e lagos, constituem um potente risco para o aparecimento enfermidades como verminoses, hepatites, hipertensão, câncer de estômago, dentre outras, além do desconforto da população por proliferação de moscas, borrachudos, maus cheiros e degradação dos

recursos naturais, por morte de peixes e animais, toxicidade em plantas e eutrofização de recursos hídricos (PERDOMO, 2001).

Organismos patogênicos associados à decomposição da matéria orgânica provocam uma falta de oxigênio nas águas e conseqüentemente à morte de peixes, além da presença de ácidos, óleos e outros materiais tóxicos que irão tornar a água imprópria para o consumo humano e a vida aquática (TOBIAS, 2002).

Segundo Diesel et al. (2002) para se determinar a qualidade de um afluente deve-se utilizar parâmetros confiáveis e significativos, no caso dos suínos são utilizados:

- DBO (demanda bioquímica de oxigênio –  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ): corresponde à necessidade de oxigênio que as bactérias depuradoras, necessitam para digerir cargas poluidoras na água;
- DQO (demanda química de oxigênio –  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ): para determinar a quantidade necessária de oxigênio para oxidar a matéria orgânica e inorgânica presente na água, sem que haja a intervenção de microorganismos;
- Sólidos totais (ST -  $\text{mg/L}$ ): correspondem à matéria sólida contida nos dejetos após a retirada da umidade;
- Sólidos voláteis (SV -  $\text{mg/L}$ ): indicam a fração de material orgânico;
- Nitrogênio total (NT -  $\text{mg/L}$ ): corresponde aos nutrientes, que para as águas residuárias, os de maior importância são o nitrato, nitrito, amônia e o nitrogênio orgânico.

O excesso de dejetos no solo pode provocar acúmulo de nutrientes, gerando desequilíbrio químico resultando na queda da produtividade de cereais, intoxicação de animais por determinados nutrientes na forragem (exemplo o cobre que é prejudicial às ovelhas), queda na qualidade de hortaliças por metais pesados e excesso de nitrogênio no solo (SEGANFREDO, 2000).

Os gases emitidos da suinocultura geraram um grande desconforto aos humanos e afetam negativamente a qualidade do ar local, regional e até globalmente, causando o chamado efeito estufa. (OLIVEIRA et al., 2003). Os dejetos de suínos são grandes produtores de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), que é considerado vinte vezes mais agressor a atmosfera que o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) (KONZEN, 2005).

## **2.2 - Tratamentos dos dejetos**

O tratamento consiste em remover ou transformar os agentes poluentes do material, de forma que possa ser reaproveitado no solo ou descartado de forma segura nos cursos de água, minimizando os problemas ambientais (SOUZA, 2005).

Antes de se pensar em qualquer sistema de tratamento devem-se voltar às atenções ao sistema de produção, onde o tratamento de dejetos deve ser visto como parte integrante no processo produtivo, com isso, tudo que for feito dentro das instalações pode ter influencias positivas ou negativas no tratamento dos dejetos (Kunz, 2005).

Fatores como, diluição dos dejetos, nutrição dos animais com ração de baixa conversão alimentar, usos de antibióticos e detergentes, capacitação do pessoal responsável pela operação dos sistemas, tem influencia direta no tratamento de dejetos (KUNZ, 2005).

### **2.2.1 - Tipos de tratamentos**

#### **2.2.1.1 - Tratamento físico**

Os processos físicos promovem a separação da porção líquida da porção sólida do dejetos. Essa separação pode ser feita através de decantação, centrifugação, peneiramento e/ou prensagem, e desidratação da parte líquida por vento (ar forçado ou ar aquecido) (DIESEL et al., 2002).

#### **2.2.1.2 - Tratamento biológico**

Consiste na degradação biológica dos dejetos por microrganismos aeróbios e anaeróbios, resultando assim em um material estável e isento de organismos patogênicos. Para dejetos sólidos tem-se como exemplo a compostagem e para dejetos líquidos podem-se ressaltar os lagos de estabilização, digestão e biodigestão (DIESEL et al., 2002).

### 2.3 - Biodigestão

A biodigestão é um processo fermentativo realizado por bactérias que se multiplicam em ambientes anaeróbios, no processo de digestão de matéria orgânica (CRAVEIRO et al., 1982).

As bactérias responsáveis pela digestão anaeróbica estão dispostas na natureza, em sedimentos de lagos, aterros sanitários, trato digestório de animais (principalmente de ruminantes) e esterco (CRAVEIRO et al., 1982).

Segundo Kunz et al. (2004) o processo de fermentação anaeróbio é um processo sensível, podendo ser dividido em quatro fases:

- Fase hidrolítica: nesta fase as enzimas hidrolíticas extracelulares das moléculas complexas dos substratos solúveis degradam-se (hidrolizam) em pequenas moléculas que são transportadas para dentro das células dos microorganismos e metabolizadas (OLIVEIRA, 2004). Nessa fase ocorre a transformação de proteínas em aminoácidos, de carboidratos em açúcares solúveis e de lipídeos em ácidos graxos de cadeia longa e glicerina (SOUZA, 2005);
- Fase de fermentação ácida (acidogênese): os produtos gerados na primeira fase vão ser transformados em ácidos orgânicos (acético, propiônico, butírico, isobutírico, fórmico, hidrogênio (H<sub>2</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)) (OLIVEIRA, 2004). Nesta fase não necessariamente é realizada por bactérias anaeróbias, é considerado vantajoso para o processo, visto que assim vai garantir um ambiente isento de oxigênio, essencial para as bactérias metanogênicas (NOGUEIRA, 1992);
- Fase de acetogênese: as bactérias acetogênicas, denominadas como produtoras de hidrogênio convertem os produtos gerados da acidogênese em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), acetato e ácidos orgânicos de cadeia curta (SOUZA, 2005);
- Fase metanogênica: as bactérias metanogênicas convertem os ácidos orgânicos de cadeia curta, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o hidrogênio (H<sub>2</sub>) em metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (OLIVEIRA, 2004). Segundo Nogueira (1992), 70% do metano formado provêm do acetato e o restante do dióxido de carbono e hidrogênio.

O sucesso da biodigestão depende do balanceamento entre as bactérias que produzem gás metano (CH<sub>4</sub>) a partir dos ácidos orgânicos e este, é dado pela carga



diária (sólidos voláteis), alcalinidade, pH, temperatura e qualidade do material orgânico, ou seja, qualquer variação entre eles pode comprometer o processo. A entrada de antibióticos, inseticidas e desinfetantes no biodigestor também pode inibir a atividade biológica diminuindo sensivelmente a capacidade do sistema em produzir biogás (KUNZ et al., 2004).

### 2.3.1 - Fatores pertinentes à biodigestão

Para que ocorra o processo de fermentação anaeróbia é necessário que se tenha condições favoráveis para o crescimento de biomassa de microrganismo (RUIZ, 1992).

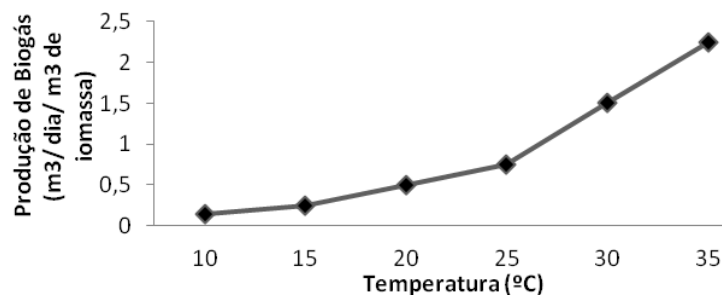
Fatores como pH, nutrientes, temperatura, umidade, anaerobiose estrita, são necessários para o processo de biodigestão. (RUIZ, 1992).

#### 2.3.1.1 – Temperatura

As reações químicas e bioquímicas sofrem influência direta da temperatura, afetando o processo de digestão anaeróbia, contudo variações bruscas de temperatura podem levar o processo de digestão ao desequilíbrio e morte das bactérias digestoras (CRAVEIRO et al., 1982).

O processo de fermentação ocorre entre 15° a 65° C, dividido em três faixas térmicas: psicrófila (abaixo de 20° C), mesófila (30° a 40° C) e a termófila (50° a 65° C) (RUIZ, 1992). O processo de biodigestão se faz mais efetivo na faixa mesófila em que a temperatura ideal esteja em torno de 37° C (CRAVEIRO et al., 1982).

Na Figura 1 observa-se o efeito da temperatura da biomassa sobre a produção de biogás.



**FIGURA 1:** Efeito da temperatura da biomassa sobre a produção de biogás.

FONTE: Adaptado de OLIVEIRA (2004).

### **2.3.1.2 - pH**

Para o desenvolvimento das atividades dos microrganismos se faz necessário um pH neutro ou ligeiramente alcalino. O valor médio do pH deve estar entre 6,5 a 7,2 (RUIZ, 1992).

A sobrecarga do biodigestor pode fazer com que ocorra uma acidificação do meio, ocasionada pelas bactérias responsáveis pela degradação dos grandes polímeros, por possuírem uma atividade com maior formação de ácidos orgânicos (RUIZ, 1992).

### **2.3.1.3 – Umidade**

Tanto o excesso quanto a falta de água é prejudicial à biodigestão, o teor de água deve estar ao redor de 90% do peso do conteúdo total. O teor de água varia de acordo com as diferenças apresentadas pelas matérias primas, sendo importante que o teor de água esteja dentro deste padrão (RUIZ, 1992).

### **2.3.1.4 - Necessidades nutricionais das bactérias**

O material orgânico a ser digerido antes de tudo, é o alimento para a população bacteriana, por possuir altas quantidades de carbono (NOGUEIRA, 1992). Além do carbono, o nitrogênio e os sais inorgânicos fazem parte da nutrição bacteriana, sendo considerados essenciais (RUIZ, 1992).

O fosfato é um elemento necessário, sua ausência poderá inibir o processo. O enxofre é outro nutriente básico para a bactéria, porém em teores muito elevados, haverá o crescimento excessivo de bactérias redutoras de sulfatos, convertendo os sais de enxofre em sulfeto de hidrogênio, um gás venenoso e dificultador da queima do metano (NOGUEIRA, 1992).

Nogueira (1992) relata ainda que se façam necessárias em pequenas quantidades, cálcio, magnésio, potássio, zinco e ferro.

### **2.3.1.5 - Materiais tóxicos**

As bactérias responsáveis pelo processo de biodigestão frequentemente são alvos de intoxicações por altas concentrações de compostos e elementos necessários ou ainda por teores inferiores para sua sobrevivência (NOGUEIRA, 1992).

Substâncias como cloreto de sódio (NaCl), cobre (Cu), cromo (Cr), amônia (NH<sub>3</sub>), são tóxicas para as bactérias, podendo ser aceitáveis em concentrações baixas. Desinfetantes, bactericidas, resíduos de antibióticos, água tratada com cloro (Cl), se estiverem presentes nos dejetos poderão ocasionar a morte das bactérias responsáveis pela biodigestão (RUIZ, 1992).

### **2.3.1.6 - Tempo de retenção**

Período em que o material orgânico permanece no biodigestor, até que ocorra sua completa degradação (NOGUEIRA, 1992). Quanto maior o volume de carregamento diário, menor é o tempo de retenção, contudo o tempo de retenção reduzido pode tornar a digestão incompleta, desencadeando um desequilíbrio no processo (CRAVEIRO et al., 1982).

### **2.3.1.7 - Agitação**

O processo destina-se a fazer com que os microrganismos entrem em contato íntimo com a matéria orgânica, para que haja uma produção eficiente de gás e uma melhor digestão da matéria orgânica (CRAVEIRO et al., 1982; NOGUEIRA, 1992).

## **2.3.2 - Produtos da biodigestão**

### **2.3.2.1 - Biogás**

O biogás é o produto oriundo da digestão anaeróbia dos dejetos de suínos em um biodigestor, constituído por uma mistura de metano (CH<sub>4</sub>) (65-70%), gás carbônico (CO<sub>2</sub>) (30-35%) e vapor de água (OLIVEIRA, 2004).

A Tabela 4 descreve a composição da produção de biogás.

**TABELA 4.** Composição média da produção de biogás.

Composição de Gases	Porcentagem (%)
Metano (CH <sub>4</sub> )	55-70
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	27-45
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	3-5
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	1-10
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0,1
Monóxido de Carbono (CO)	0,1
Sulfeto de Hidrogênio (H <sub>2</sub> S)	Traços

FONTE: OLIVEIRA (2004).

O biogás é uma fonte de energia renovável, pode ser utilizado na substituição do gás liquefeito do petróleo (GLP), lenha, gasolina como combustível para geração de energia elétrica, na alimentação de motores e na geração de energia térmica (OLIVEIRA, 2004).

A melhor forma de utilização do biogás é a queima direta (na cozinha, na iluminação, na incubadora, entre outros) (CRAVEIRO et al., 1982).

A presença de vapor de água, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e gases corrosivos no biogás constituem o principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia. Sem a purificação do biogás, equipamentos como motores a combustão, geradores, bombas e compressores terão vida útil reduzida (OLIVEIRA, 2004).

Com a retirada de impurezas como água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), conseqüentemente ocorre um aumento no poder calorífico do biogás, por aumentar a concentração de metano (CH<sub>4</sub>). O poder calorífico do biogás é em média 5.500 Kcal/m<sup>3</sup> (PRAKASAN et al., 1984; NOGUEIRA, 2002).

A remoção das impurezas presentes no biogás pode ser feita através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem. Para remoção de vapores de água recomenda-se o uso de drenos acoplados na rede de distribuição de biogás (OLIVEIRA, 2004).

### 2.3.2.2 - Biofertilizante

O material digerido no biodigestor pode apresentar varias aplicações, bem como fonte de nutriente em culturas hidropônicas, adubo orgânico para tanques de piscicultura e o mais comum, como biofertilizante de solos (Craveiro et al., 1982).

O biofertilizante apresenta varias características positivas, atuando na melhora das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (PRAKASAN et al., 1984). Seus benefícios perante o solo estão em proporcionar uma melhor estrutura e atividade microbiológica, maior retenção de umidade, fornecimento de nutrientes minerais como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que melhoram a fertilidade do solo (CRAVEIRO et al., 1982).

O biofertilizante é rico em húmus e apresenta granulação mais fina, o que proporciona uma melhor incorporação junto ao solo, além disso, contém uma forma de nitrogênio mais prontamente utilizável pelas plantas, o nitrogênio amoniacal (NOGUEIRA, 1992).

Na Tabela 5 está descrito o resultado de uma análise química de esterco fresco comparado a esterco biodigerido.

**TABELA 5.** Análise química de esterco fresco e de esterco biodigerido.

Especificação	Esterco Fresco	Esterco Biodigerido
Umidade	81,8 %	80,5 %
Nitrogênio Orgânico	0,34 %	0,60 %
Nitrogênio Amoniacal	-	0,15 %
P2O5 Total	0,13 %	0,35 %
K2O Total	0,40 %	0,70 %
Matéria Orgânica	16,40 %	15,80 %

FONTE: NOGUEIRA (2002).

### 2.3.3 - Remoção de agentes patogênicos

Os dejetos de suínos contêm uma vasta quantidade de microorganismos patogênicos, quando aplicados no solo ou descartados em cursos de água sem que haja um devido tratamento (NOGUEIRA, 1992).

Segundo Craveiro et al. (1982) a biodigestão ou digestão anaeróbia é a melhor forma de provocar a morte da maior parte dos vírus, bactérias, protozoários e vermes patogênicos que podem estar presentes.

A remoção destes agentes dos dejetos submetidos ao tratamento por biodigestão ocorre por inúmeros fatores, porém a mais significativa é o fato de que o dejetos é mantido sem oxigênio por bastante tempo (30 – 40 dias) no biodigestor, reduzindo significativamente a carga de microorganismos patogênicos (NOGUEIRA, 1992).

A Tabela 6 demonstra os microrganismos patogênicos de importância para saúde pública que são inativados pela biodigestão.

**TABELA 6.** Morte de organismos entéricos de importância para saúde pública, durante a biodigestão.

Organismos	Temperatura °C	Tempo de Retenção (dias)	Morte %
<i>Poliovírus</i>	35	2	98,5
<i>Salmonella</i> ssp	22 - 37	6 - 20	82 - 96
<i>Salmonella typhosa</i>	22 - 37	6	99
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	30	-	100
<i>Ascaris</i> sp	29	15	90
Cistos de Parasitas	30	10	100

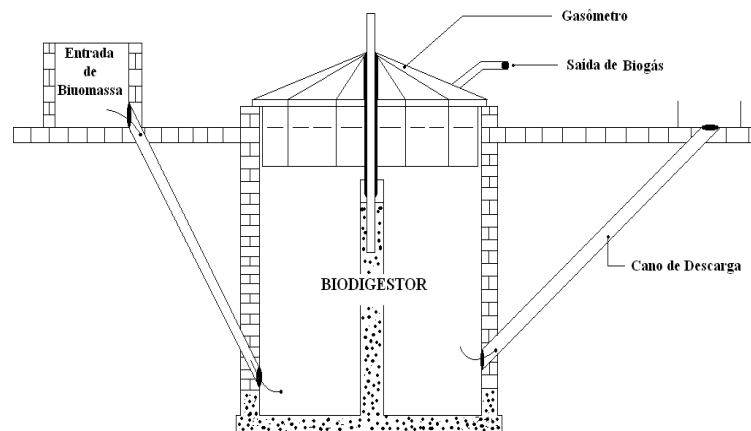
FONTE: CRAVEIRO et al. (1982).

## 2.4 - Biodigestores rurais

Os biodigestores rurais caracterizam-se essencialmente pela simplicidade que são construídos e operados, e relativamente à alta eficiência e baixo custo apresentado. A alimentação e retirada do material orgânico é feita de forma contínua, com o uso da gravidade, a cada vez que a instalação for limpa, ela vai alimentar o biodigestor, e conseqüentemente um mesmo volume de biofertilizante vai ser retirado (NOGUEIRA, 1992).

O biodigestor é composto por uma câmara de digestão isolada da atmosfera, um sistema de entrada do material a ser digerido, um sistema de descarga do efluente e um armazenador de gás (gasômetro).

Segundo Nogueira (1992), dentre os vários tipos de biodigestores utilizados em meio rural, o mais comum e popular é o modelo indiano (Figura 2), existem outros modelos semelhantes, considerados como seus variantes, no caso os modelos paquistanês, tailandês, coreano, filipino, chinês e de deslocamento horizontal; além destes variantes, cada um com uma característica especial, o autor ainda cita o modelo construído em plástico flexível, caracterizado pela sua simplicidade e baixo custo de implantação.



**FIGURA 2:** Biodigestor modelo indiano.  
FONTE: NOGUEIRA (1992).

#### 2.4.1 - Localização e dimensionamento dos biodigestores rurais

O local para a construção dos biodigestores deve ser de fácil acesso durante todo o ano, próximo ao local de coleta dos dejetos e aos pontos de consumo de biogás (CRAVEIRO et al., 1982).

O terreno que vai ser construído o biodigestor deve apresentar uma pequena declividade, para facilitar o escoamento do biofertilizante, deve-se evitar áreas sujeitas às inundações e devem ser distantes do lençol de água (CRAVEIRO et al., 1982).

O volume do biodigestor deve ser de acordo com a produção diária de dejetos e o tempo de retenção hidráulica, levando em consideração ainda, as necessidades energéticas da propriedade (OLIVEIRA, 2004).

Oliver et al. (2008), descreve que o volume pode ser calculado pela fórmula descrita na Figura 3.

$$VB = VC \times TRH$$

$VB = \text{volume biodigestor (m}^3\text{)}$   
 $VC = \text{volume de carga diária (m}^3\text{/dia)}$   
 $TRH = \text{tempo de retenção hidráulica (dias)}$

**FIGURA 3:** Formula para calculo do volume do biodigestor  
FONTE: OLIVER et al. (2008).

#### 2.4.2 - Cuidados a serem tomados no manuseio do biodigestor

A produção e condução do biogás exigem cuidados especiais, bem como os citados por Oliver et al. (2008) e Oliveira (2004):

- O local de instalação do biodigestor deve ser cercado, limitando a entrada de crianças e animais;
- Uma vez por mês deve ser feita uma revisão e vistoria das instalações do biogás a procura de vazamentos;
- Controlar a população de roedores próximos aos biodigestores, pois eles podem furar o equipamento e provocar vazamento;
- Não fumar nem acender qualquer fogo próximo aos biodigestores;
- Possibilitar ventilação adequada próximo à linha de gás dentro de casa. Outras medidas de segurança devem ser tomadas, a fim de evitar acidentes, como o uso de equipamentos acoplados ao sistema de transporte do biogás, como exemplo: indicadores de pressão, filtros e corta fogo (COMASTRI FILHO, 1981; OLIVEIRA, 2004).

### 3 – CONCLUSÃO

A biodigestão, em virtude de seus produtos (biogás e biofertilizante), oferece soluções aos produtores, relacionados a problemas como o déficit no fornecimento de energia elétrica e a infertilidade do solo.

Os ganhos ambientais são incontestáveis, diminuindo consideravelmente a emissão de gases geradores do efeito estufa e poluição dos recursos naturais.

As desvantagens do sistema vêm sendo minimizadas a cada dia com a evolução da tecnologia, como a fabricação de equipamentos de funcionamento exclusivo por biogás e tecnificação do sistema de biodigestão.

A biodigestão atende as atuais exigências dos consumidores, que exigem a produção de alimentos dentro das legislações ambientais, e preferem produtos dentro das normas de bem estar animal e humanitário (funcionários).

Por estes motivos o uso de biodigestores no tratamento de dejetos de suínos tem se tornado uma opção interessante que deve ser avaliado com seriedade.

Deve-se atentar que existem outras formas de diminuir o potencial poluidor dos dejetos de suínos, como a utilização de esterqueiras, bioesterqueiras e lagoas de



decantação. A questão é que o biodigestor pode oferecer alternativas igualmente atraentes e apresentam um diferencial interessante, produção de biofertilizante e biogás.

#### 4 - REFERÊNCIAS

BONETT, L. P.; MONTICELLI, C. J.. **Suínos: O produtor pergunta a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA - CNPSA, 1998. 243 p.

CAVALCANTI, S. de S.. **Produção de Suínos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. 453 p.

COMASTRI FILHO, J. A.. **Biogás: independência energética do pantanal mato grossense**. Corumbá: EMBRAPA - CNPSA, 1981. 53 p. (9).

CRAVEIRO, A. M.; LA IGLESIA, M. R. de; HIRATA, Y. S.. **Manual de biodigestores rurais**. São Paulo: Ipt, 1982. 61 p.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L.. **Manejo de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 1998. 32 p. DIAZ, G. O. **Análise de sistemas para o resfriamento de leite em fazendas leiteiras com o uso do biogás gerado em projetos MDL**. 2006. 162 f. Tese (Mestrado) - Usp, São Paulo, 2002.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 2002. 30 p. EMBRAPA. **Embrapa suínos e aves**. 1996. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

ESPERANCINI, M. S. T. et al. **Viabilidade Técnica e Econômica da Substituição de Fontes Convencionais de Energia por Biogás em Assentamento Rural do Estado de São Paulo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 7, n. 1, p.110-118, jan. 2007.

FAO. **Organização das nações unidas para agricultura e alimentação**. 2004. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

GIROTTI, A. F.; CHIOCHETTA, O.. Aspectos econômicos do transporte e utilização dos dejetos. In: OLIVEIRA, P. A. V. de et al. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: Manual de boas praticas. Concórdia: Gestão Integrada de Ativos Ambientais, 2004. Cap. 1, p. 11-16.

IBGE. **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. 2007. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impressao.php?id\\_noticia=1053](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1053)>. Acesso em: 14 jul. 2011.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1993. 32p.

KONZEN, E. A.. Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola. In: SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2., 2005, Goiânia. **Seminários técnicos de suinocultura**. Goiânia: Avesui Centrooeste, 2005. p. 56 - 64.

KUNZ, A.. **Tratamento de dejetos: desafio da suinocultura tecnificada**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2005. 4 p. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de. **Biodigestores: avanços e retrocessos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2004. 5 p. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=9](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=9)>. Acesso em: 28 ago. 2011.

NOGUEIRA, L. A. H.. **Biodigestão**: A alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1992. 93 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P. A. V. de et al. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: Manual

de boas praticas. Concórdia: Gestão Integrada de Ativos Ambientais, 2004. Cap. 4, p. 42-55.

OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L.. **Emissão de gases na suinocultura que provocam o efeito estufa**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2003. 15 p. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=92](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=92)>. Acesso em: 15 ago. 2011.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1993.188p.

OLIVER, A. de P. M. et al. **Manual de treinamento em biodigestão**. Salvador: Winrock, 2008. 23 p.

PERDOMO, C. C.. **Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos desuínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2001. 19 p.PRAKASAN, K.; Carvalho R. FILHO, J. V.; PERAZZO NETO, A.. **Tecnologia do Biogás**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 1984. 94 p.

RUIZ, R. L.. **Microbiologia Zootécnica**. São Paulo: Roca, 1992. 314 p.

SEGANFREDO, M. A.. **A adubação com dejetos de suínos melhora ou polui o solo?** Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 2000. 6 p. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=163](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=163)>. Acesso em: 20 jun. 2011.

SOUZA, C. de F.. Produção de biogás e tratamento de resíduos: Biodigestão anaeróbia. **Ação Ambiental**, Viçosa, n. 34, p.26-29, nov./dez. 2005.

TOBIAS, A. C. T. **Tratamento de resíduos da suinocultura: uso de reatores anaeróbios sequenciais seguido de leitos cultivados.** 2002. 125 f. Tese (Doutorado) - Unicamp, Campinas, 2002.

WENTZ, I. et al. **A importância dos suínos na transmissão das zoonoses.** São Paulo: Suinocultura em Foco, 2004. 2 v. Disponível em: <http://www.suinoculturaemfoco.com.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2008.