

Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica

Anaerobic biodigestion of the dairy cattle manure with several hydraulic retention time

Cecília Maria Costa do Amaral¹ Luiz Augusto do Amaral² Jorge de Lucas Júnior³
Adjair Antônio do Nascimento⁴ Daniel de Souza Ferreira⁵
Márcia Rita Fernandes Machado⁶

RESUMO

Utilizando-se biodigestores contínuos, abastecidos com dejetos de bovinos leiteiros e operados sob três tempos de retenção hidráulica, avaliou-se o efeito do processo de digestão anaeróbia sobre o número de microrganismos indicadores de poluição fecal, sobre a ocorrência de ovos e larvas de helmintos parasitas de ruminantes, analisando-se também os teores de sólidos totais e voláteis do afluente e dos efluentes, bem como a produção e a qualidade do biogás produzido. Verificou-se que vinte dias de retenção hidráulica foram suficientes para reduzir significativamente o número de microrganismos indicadores de poluição fecal e a quantidade de ovos de helmintos parasitas de ruminantes. Os resultados obtidos nas análises de sólidos totais e voláteis, bem como a produção de biogás (m³/dia), permitem concluir que o biodigestor modelo Chinês operado com 20 dias de tempo de retenção hidráulica, apresentou mais eficiência. Vale ressaltar que vinte dias de retenção foram insuficientes para impedir a sobrevivência de larvas de helmintos parasitas de ruminantes.

Palavras-chave: biodigestor, coliformes, dejetos, helmintos, sólidos totais.

ABSTRACT

Continuous biodigestors filled with dairy cattle manure and operated at different hydraulic retention times, were used to determine the number of coliforms and the presence of helminth eggs and parasite larvae of ruminants and to analyze the total and volatile solid contents and the production and quality of the biogas produced. Twenty days of the retention time were sufficient to reduce the number of coliforms and eggs of ruminant parasites.

Analysis of total and volatile solids and biogas production showed that the Chinese biodigester was more efficient at a hydraulic retention time of twenty days. It should be pointed out, however, that twenty days of hydraulic retention time were not sufficient to prevent the survival of larvae of ruminant parasites.

Key words: biodigester, coliforms, helminths, manure, solid contents.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, um volume considerável de dejetos animais são gerados diariamente. O manejo inadequado desses dejetos, os quais são ricos em matéria-orgânica e agentes patogênicos, pode ser responsável pela poluição de águas superficiais e subterrâneas, devido ao carreamento desse material pela ação das chuvas (DORAN & LINN, 1979).

Esses dejetos são compostos orgânicos de alto teor energético, com macro e micronutrientes que oferecem água, abrigo e temperatura, sendo preferido por inúmeros micro e macrovetores de grande importância sanitária, como nicho ecológico. Segundo PEREIRA NETO (1992), esses vetores estão associados à transmissão de inúmeras zoonoses, além de doenças respiratórias, epidêmicas e intestinais. Fezes bovinas tem sido identificadas como o principal

¹Doutorando do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal. Endereço: Rua 24 de maio, 859 apto. 1001, Centro, 14870-350, Jaboticabal, SP. E-mail: cmcamaral@netsite.com.br

²Professor Adjunto, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

³Professor Titular, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Professor Assistente, Doutor, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁵Aluno do curso de graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁶Professor Adjunto, Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal. E-mail: mrfmachd@fcav.unesp.br.

reservatório de *Escherichia coli*, sendo um potente veículo de transmissão para o ambiente, para o gado e para os alimentos (WANG et al., 1996).

A presença de *E.coli* pode ser usada como indicador para monitorar a redução de patógenos presentes no esterco animal, tratado em biodigestores. LARSEN et al. (1994) observaram que, em dejetos submetidos a pré-tratamento, tanto a digestão termofílica como a mesofílica, resultaram em redução de bactérias patogênicas e parasitas intestinais, encontradas usualmente no esterco animal.

Os dejetos de bovinos também são freqüentemente utilizados como fonte de adubação de forragens, entretanto, a simples aspersão desse material nas pastagens ou capineiras, possibilita a continuidade do ciclo biológico dos nematódeos gastrintestinais, aumentando o potencial de contaminação e colocando em risco a saúde dos animais (DOWNEY & MOORE, 1977). Assim, a adoção de práticas de manejo que visem minimizar a transferência de contaminantes às pastagens, são de fundamental importância dentro de um sistema de produção, ainda que seja necessário observar as técnicas e os tempos de retenção recomendados (FURLONG, 1996).

Portanto, a biodigestão anaeróbia representa uma alternativa para o tratamento de resíduos, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração do biogás, utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante.

Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do processo de digestão anaeróbia efetuado em biodigestores (modelo Indiano e modelo Chinês), abastecidos com dejetos de bovinos leiteiros e operados sob três tempos de retenção hidráulica (TRH), sobre o número de microrganismos indicadores de poluição fecal, verificando-se a ocorrência de ovos e larvas de helmintos parasitas de ruminantes e, analisando-se também os teores de sólidos totais e voláteis, bem como a produção e a qualidade do biogás produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados dois biodigestores, um modelo Indiano e outro modelo Chinês, que foram concebidos para operar de maneira contínua, um volume útil de substrato em fermentação igual a 5.500 litros (LUCAS JÚNIOR, 1987).

Os dejetos utilizados no carregamento inicial dos biodigestores, assim como para nos abastecimentos diários, foram coletados diariamente dos piquetes cimentados das instalações de Bovinos Leiteiros da FCAV/UNESP, isentos de contato com a água de lavagem. A partir dessa colheita, foram preparados os substratos, utilizando-se água para a diluição e adotando-se teores de sólidos totais em torno de 8%. Após calculadas as quantidades de água e dejetos necessários para o abastecimento dos biodigestores em cada TRH, a mistura foi homogeneizada em um tambor plástico e colocada dentro dos biodigestores.

Os biodigestores foram operados sob três tempos de retenção hidráulica: quarenta, trinta e vinte dias e durante os períodos de coleta de dados, diariamente foram retiradas amostras do afluente e dos efluentes de ambos biodigestores (em cada TRH), para a determinação dos teores de sólidos totais e voláteis (APHA, 1995) e para determinação da produção de gás.

Foram colhidas três amostras do afluente e do efluente em cada TRH para realização das análises microbiológicas e parasitológicas. O número mais provável de coliformes totais e fecais foi determinado segundo metodologia descrita em BRASIL (1993).

A técnica de Willis baseada no princípio da flutuação foi empregada para determinação de ovos de helmintos e a metodologia de Roberts O' SULLIVAN (1950) para cultivo de larvas de nematódeos gastrintestinais. Utilizou-se a Técnica de Baermann modificada e a chave de Keith (1953), para coleta e identificação de larvas, respectivamente (UENO, 1998).

O volume de biogás produzido diariamente nos biodigestores foi determinado medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pelas áreas das seções transversais internas, 2,14m² e 3,50m², respectivamente. A correção do volume de biogás para as condições de 1atm. e 20°C, foi efetuada segundo CAETANO (1985).

Para determinação da temperatura do biogás, utilizou-se termômetro de bulbo de mercúrio, introduzindo o mesmo nos gasômetros pelo orifício da válvula de saída do biogás. As análises da qualidade do biogás foram realizadas mediante determinação dos teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e foram efetuadas em cromatógrafo a gás FINNIGAN, modelo GC-9001, utilizando-se metodologia descrita por CETESB (sd).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3

(dois modelos de biodigestores e três TRH) com trinta repetições. Para as análises microbiológicas e para a determinação da qualidade do biogás, foram utilizadas três repetições. As comparações de médias foram realizadas pelo teste de Tukey e os dados foram analisados mediante a utilização do programa SAS (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais, obtido nos biodigestores modelo Indiano e Chinês em cada TRH, são apresentados na tabela 1. Verificou-se nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, que os valores médios de coliformes se estabilizaram entre 10^2 - 10^6 ufc/ml. Esses valores estiveram próximos aos obtidos por KEARNEY et al. (1994), os quais verificaram reduções rápidas nos números de *E.coli* e estabilização em 10^3 - 10^4 ufc/ml, obtendo redução decimal entre 0,8 e 1,2 dias.

Estatisticamente observou-se que o processo de biodigestão anaeróbia, determinou significativas reduções ($P < 0,05$) no número de coliformes totais e coliformes fecais presentes nos efluentes em relação ao afluente. Não houve diferença significativa na redução de NMP entre os biodigestores e entre os TRH também não diferiram ($P > 0,05$).

Sendo que nos biodigestores modelo Indiano e Chinês em todos os TRH estudados a média de redução do NMP foi 99 %, pode-se concluir que vinte dias de TRH, já seriam suficientes para promover reduções significativas ($P < 0,05$) nas bactérias do grupo coliforme presentes nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês.

Verificou-se redução de 90% no número de bactérias indicadoras de poluição fecal, em dejetos animais submetidos a digestão anaeróbia mesofílica e termofílica durante 1,8 dias (OLSEN & LARSEN, 1987). KUMAR et al. (1999) avaliando a

sobrevivência de algumas bactérias patogênicas em sistemas de digestão anaeróbia, verificaram que a bactéria *E.coli* sobreviveu vinte dias em temperatura ambiente (18-25 °C) e apenas dez dias quando submetidas à temperatura de 35 °C.

Os resultados parasitológicos obtidos no presente estudo são apresentados na tabela 2. Nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, nos três TRH estudados, não foram detectadas nas condições do experimento, presença de ovos de helmintos parasitas de ruminantes, provavelmente em função da sensibilidade da técnica utilizada, no entanto, utilizando-se a coprocultura, foram obtidos resultados positivos para larvas L3 de *Haemonchus spp.*, *Oesophagostomum spp.* e *Cooperia spp.* nos efluentes de ambos biodigestores. Sendo assim, quarenta dias de tempo de retenção, foram insuficientes para impedir a sobrevivência de larvas.

A utilização da Técnica de Willis foi uma ferramenta útil na detecção de ovos de helmintos parasitas de ruminantes, pois permitiu verificar que o processo de biodigestão promoveu redução no número de ovos de helmintos parasitas de ruminantes, no entanto, a utilização da Técnica de Roberts O' Sullivan (1950) faz-se necessária nesse caso, para a confirmação da inexistência de ovos. No presente estudo, a utilização desta Técnica permitiu verificar ainda a existência de alguns ovos, mediante a presença de larvas encontradas nos efluentes.

De acordo com FALEIROS et al. (1983), o processo de fermentação ocorrido em biodigestores durante 57 dias, foi insuficiente para impedir a sobrevivência de ovos e larvas de *Bunostomum sp* e *Oesophagostomum sp*. A viabilidade de ovos e larvas de nematódeos gastrintestinais de bovinos, foi analisada por FURLONG & PADILHA (1996), que observaram efeito inativante da anaerobiose próximo a 100 %, acima de 56 dias de TRH. Observou-se que a digestão anaeróbia mesofílica (35°C) e a termofílica (53°C),

Tabela 1- Número mais provável de coliformes totais (CT mL⁻¹) e fecais (CF mL⁻¹) obtidos no afluente e nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, nos tempos de retenção de quarenta, trinta e vinte dias.

Biodigestores	Indiano			Chinês		
	40	30	20	40	30	20
Coliformes totais ¹ - afluente	1,9 x 10 ⁸	1,7 x 10 ¹⁰	9,0 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁸	1,7 x 10 ¹⁰	9,0 x 10 ⁵
Coliformes fecais ² - afluente	1,9 x 10 ⁸	1,0 x 10 ¹⁰	9,0 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁸	1,0 x 10 ¹⁰	9,0 x 10 ⁵
Coliformes totais ¹ - efluente	3,9 x 10 ³	3,7 x 10 ⁶	8,1 x 10 ²	1,2 x 10 ⁴	6,5 x 10 ⁵	2,4 x 10 ⁴
Coliformes fecais ² - efluente	3,9 x 10 ³	3,6 x 10 ⁶	8,1 x 10 ²	1,1 x 10 ⁴	3,6 x 10 ⁵	4,7 x 10 ³

¹CT mL⁻¹
²CF mL⁻¹

Tabela 2 - Detecção de ovos (Strongyloidea) e larvas infectantes de helmintos parasitas de ruminantes no afluente e nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, nos tempos de retenção de quarenta, trinta e vinte dias.

Tempos de retenção (dias)	Ovos de helmintos		
	40	30	20
Afluente	positivo	positivo	positivo
Efluente- Biodigestor Indiano	negativo	negativo	negativo
Efluente -Biodigestor Chinês	negativo	negativo	negativo
Tempos de retenção (dias)	Larvas de helmintos		
	40	30	20
Afluente	L3 <i>Haemonchus</i> L3 <i>Cooperia</i>	L3 <i>Haemonchus</i>	L3 <i>Haemonchus</i> L3 <i>Cooperia</i>
Efluente- Biodigestor Indiano	L3 <i>Haemonchus</i>	L3 <i>Haemonchus</i> L3 <i>Oesophagostomum</i> L3 <i>Cooperia</i>	L3 <i>Haemonchus</i>
Efluente- Biodigestor Chinês	L3 <i>Haemonchus</i> L3 <i>Cooperia</i>	L3 <i>Haemonchus</i>	L3 <i>Haemonchus</i> L3 <i>Cooperia</i>

aceleraram o processo de inativação de nematóides em relação ao tempo de sobrevivência desses parasitos no armazenamento convencional (OLSON & NANSEN, 1987).

Na tabela 3, são apresentados os teores de sólidos totais e voláteis e a produção de biogás, no afluente e nos efluentes dos biodigestores Indiano e Chinês, nos tempo de retenção hidráulica de quarenta, trinta e vinte dias. Verificou-se que os teores de sólidos voláteis, representaram 83,36 %, 81,41 % e 79,10 % dos teores de sólidos totais, nos afluentes dos biodigestores, nos tempos de retenção de quarenta, trinta e vinte dias, respectivamente. Esses dados estiveram próximos aos de BALSARI (1988) e aos dados obtidos na literatura, os quais demonstraram que, em resíduos provenientes de bovinocultura, os teores de sólidos

voláteis representavam aproximadamente 80 % dos teores de sólidos totais.

O potencial de produção de biogás por kg de estrume obtido no experimento foi em média 0,025m³, portanto dados inferiores aos valores encontrados por LUCAS JR. (1987), que foram de 0,041m³ de biogás por kg de estrume, adotando-se 50 dias de retenção. TAKIZAWA et al. (1994) encontraram valores de produção de biogás, em m³ por kg de sólidos voláteis adicionados, próximos aos obtido neste estudo.

O melhor fator utilizado para refletir o potencial de determinada biomassa é aquele que expressa a produção de biogás por kg de sólidos totais adicionados, pois elimina a interferência do teor de água presente na biomassa. No presente estudo, foram

Tabela 3 - Teores de sólidos totais e voláteis e produção de biogás por kg estrume, por kg sólidos totais (ST) adicionados e por kg de sólidos voláteis (SV) adicionados e reduzidos, no afluente e nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, nos tempos de retenção hidráulica de quarenta, trinta e vinte dias.

Biodigestores	Indiano			Chinês		
	40	30	20	40	30	20
Tempo de retenção hidráulica (dias)						
Sólidos totais contidos no afluente	11,54	8,34	7,56	11,54	8,34	7,56
Sólidos totais contidos no efluente	7,51	6,29	5,74	7,47	5,72	4,79
Sólidos voláteis contidos no afluente	9,62	6,79	5,98	9,62	6,79	5,98
Sólidos voláteis contidos no efluente	5,85	4,97	4,40	5,71	4,50	3,65
Produção média de biogás (m ³ /kg estrume)	0,0255	0,0244	0,0231	0,0233	0,0258	0,0279
Produção média de biogás por kg de sólidos totais adicionados (m ³ /kg ST adicionados)	0,1104	0,1162	0,1019	0,1013	0,1232	0,1233
Produção média de biogás por kg de sólidos voláteis adicionados (m ³ /kg SV adicionados)	0,1325	0,1427	0,1288	0,1215	0,1513	0,1558
Produção média de biogás por kg de sólidos voláteis reduzidos (m ³ /kg SV reduzidos)	0,3381	0,5324	0,4877	0,2989	0,4488	0,3999

obtidos valores entre 0,10 e 0,12m³ por kg de sólidos totais adicionados. Já a produção de biogás por kg de sólidos voláteis adicionados esteve entre 0,12 e 0,15m³.

Na tabela 4, são apresentadas as porcentagens de redução dos teores de sólidos totais e voláteis, o potencial de produção de biogás (m³ por dia) e os teores de metano e dióxido de carbono, nos efluentes dos biodigestores modelo Indiano e Chinês, nos tempos de retenção hidráulica de quarenta, trinta e vinte dias. Estatisticamente, observou-se que houve interação significativa entre modelo de biodigestor e tempo de retenção, quanto as porcentagens de redução dos teores de sólidos totais e voláteis, potencial de produção de biogás (m³ por dia) e para os teores de metano e dióxido de carbono.

Observou-se que o desempenho do biodigestor modelo Chinês foi melhor (P<0,05) que o Indiano na redução dos teores de sólidos totais e voláteis, nos tempos de retenção de trinta e vinte dias. Comparando-se esses dois tempos de retenção, verificou-se que o biodigestor modelo Chinês com tempo de retenção de vinte dias, foi mais eficiente (P<0,05) no processo de redução de sólidos em relação a redução ocorrida com trinta dias.

A produção de biogás em m³/dia no biodigestor modelo Chinês aumentou conforme o tempo de retenção diminuiu e o potencial de produção de biogás nesse biodigestor foi superior (P<0,05) em relação à produção no modelo Indiano, com vinte dias de tempo de retenção. Os teores de CH₄ obtidos no experimento, estiveram próximos aos encontrados por LUCAS JÚNIOR (1987) em biogás produzido a partir do estrume de bovinos, com 50 dias de TRH, próximos a 58,00 %. Verificou-se no biodigestor modelo Chinês, que o teor de CO₂ foi 11,2 % maior (P<0,05) com TRH de 20 dias do que em relação ao obtido com 40 dias.

CONCLUSÕES

Verificou-se que vinte dias de retenção hidráulica foram suficientes para reduzir significativamente o número de microorganismos indicadores de poluição fecal e a quantidade de ovos de helmintos parasitas de ruminantes. Os resultados obtidos nas análises de sólidos totais e voláteis, bem como a produção de biogás (m³/dia), permitem concluir que o biodigestor modelo Chinês, operado com tempo de retenção hidráulica de vinte dias, foi o mais eficiente. Vale ressaltar que vinte dias

Tabela 4 - Redução dos teores de sólidos totais e voláteis (%), produção média de biogás (m³/dia) e teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), obtidos em biodigestores modelo Indiano e modelo Chinês, nos tempos de retenção hidráulica de quarenta, trinta e vinte dias.

Tempos de retenção (dias)	40	30	20
	Sólidos totais (%)		
Biodigestor Indiano	34,89 aA	24,47 bB	24,21 bB
Biodigestor Chinês	35,12 abA	31,41 bA	36,61 aA
Coefficiente de variação	23,80		
	Sólidos voláteis (%)		
Biodigestor Indiano	39,13aA	26,49bB	26,08bB
Biodigestor Chinês	40,36aA	33,17bA	38,58aA
Coefficiente de variação	23,34		
	Produção média de biogás (m ³ /dia)		
Biodigestor Indiano	1,81 bA	1,83 bA	2,15 aB
Biodigestor Chinês	1,66 cA	1,93 bA	2,60 aA
Coefficiente de variação	17,48		
	Teor de CH ₄ (%)		
Biodigestor Indiano	53,66 aB	53,79 aA	53,95 aA
Biodigestor Chinês	60,04 aA	53,97 bA	53,52 bA
Coefficiente de variação	13,50		
	Teor de CO ₂ (%)		
Biodigestor Indiano	46,08aA	44,96aA	45,72aA
Biodigestor Chinês	39,74bB	44,88aA	44,19aA
Coefficiente de variação	14,30		

Letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5 %.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5 %.

de retenção foram insuficientes para impedir a sobrevivência de larvas de helmintos parasitas de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19.ed. Washington, 1995. 312p.
- BALSARI, P. Cattle manure storage with controlled or uncontrolled digestion. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CENTRE OF FERTILIZERS, 4., 1988, German Federal Republic. **Proceedings...** German, 1988. V. 2, p.45-52.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 101 de 11/08/1993. **Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos microbiológicos**. Diário Oficial da União.
- CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.
- CETESB. **Métodos analíticos para o acompanhamento da biodigestão**. São Paulo, s.d. 11p. (Boletim Técnico).
- DORAN, J.W.; LINN, D.M. Bacteriological quality of run off water from pastereland. **Applied of Microbiology**, v.37, p.985-991, 1979.
- DOWNEY, N.E.; MOORE, J.F. Trichostrongylid contamination of pasture fertilized with cattle slurry. **Veterinary Record, London**, v.101, n.24, p.487-488, 1977.
- FALEIROS, F.B. et al. Sobrevivência de ovos e de larvas de nematóides parasitas em biodigestores. In: ENCONTRO DE PESQUISAS VETERINÁRIAS, 1983, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal : Funep, 1983. V.8, p.84-85.
- FURLONG, J.; PADILHA, T. Viabilidade de ovos de nematódeos gastrintestinais de bovinos após passagem em biodigestor anaeróbio. **Ciência Rural**, v.26, n.2, p.269-271, 1996.
- KEARNEY, T. E. et al. Metabolic activity of pathogenic bacteria during semicontinuous anaerobic digestion. **Applied and Environmental Microbiology**, v.60, n.10, p.3647-3652, 1994.
- KUMAR, R; GUPTA, M.K.; KANWAR, S.S. Fate of bacterial pathogens in cattle dung slurry subjected to anaerobic digestion. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.15, n.3, p.335-338, 1999.
- LARSEN, E. H. et al. Use of indicators for monitoring the reduction of pathogens animal waste treated in biogas Plants. **Zentralblatt fur Hygiene und Umweltmedizin**, v.195, n.5-6, p.544-555, 1994.
- LUCAS JR. J. **Estudo comparativo de biodigestores modelo Indiano e Chinês**. 1987. 114f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- OLSON, J. E.; NANSEN, P. Inactivation of some parasites by anaerobic digestion of cattle slurry. **Biological Wastes**, v.22, n.2, p.107-114, 1987.
- PEREIRA NETO, J.T. Tratamento, reciclagem e impacto ambiental de dejetos agrícolas. In: CONFERÊNCIA SOBRE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM MEIO AMBIENTE, 1992, Viçosa. **Resumos...** Viçosa : UFV, 1992. p.61-75.
- SAS INSTITUTE. **Statistics Analysis System**. North Caroline, 1999. V.8.
- TAKIZAWA, N. et al. Temperature effects on continuously expanding anaerobic digester with dairy manure slurry. **Research Bulletin of Obihiro University**, v.19, n.1, p.31-6, 1994.
- UENO, H.; GONÇALVES, P.C. **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. 4.ed. Tokio : Japan International Cooperation Agency, 1998. 143p.
- WANG, G. et al. Depart of Food Science and Technology, University of Georgia, USA. **Applied Environmental Microbiology**, v.62, n.7, p.2567-2570, 1996.