

Influência da variabilidade da temperatura ambiente na co-digestão anaeróbia de dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário

Giovana Giacobbo¹, Dilcemara Cristina Zenatti¹, Armin Feiden², Milton Fernando de Jesus Blanco¹, Caroline Monique Tietz¹, Rafaely Weber¹

¹Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina. Rua Pioneiro n. 2153, CEP: 85950-000, Jardim Dallas, Palotina, PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco n. 1777, CEP: 85960-000, Centro, Marechal Cândido Rondon - PR

giuzokah@hotmail.com, dilzenatti@gmail.com, armin_feiden@yahoo.com.br, milton_nando@hotmail.com
carol.tietz@hotmail.com, rafaely_weber@hotmail.com

Resumo: Os resíduos agropecuários vêm aumentando a cada dia, os quais têm sido um grande problema, pois são fonte de poluição ambiental e vetores na transmissão de doenças. Uma das soluções para estes resíduos é tratá-los em biodigestores, com a possibilidade de gerar energia além de biofertilizante. Estes sistemas já estão sendo adotados por alguns produtores com boas perspectivas de incentivos e desenvolvimento para tal tecnologia. O presente trabalho teve como objetivo, verificar a influência da variação da temperatura ambiente na produção de biogás com utilização de dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário em um biodigestor experimental contínuo da marca Bioköhler. O trabalho foi realizado na Estação Experimental Antonio Carlos dos Santos Pessoa, que pertence à UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon, entre o período de maio a junho de 2013. Como resultado tem-se que a maior produção de biogás foi encontrada na 6ª semana, sendo de 4,68 m³ e a média da temperatura externa foi de 18,58 °C, observou-se que a temperatura externa ao biodigestor influencia na temperatura interna, alterando consequentemente a produção de biogás.

Palavras-chave: biogás, biodigestor, tratamento de dejetos.

Influence of temperature variability in anaerobic co-digestion of dairy cattle manure and poultry litter

Abstract: The agricultural residues are increasing every day, which have been a major problem, as they are a source of environmental pollution and vectors in disease transmission. One solution to this waste is treated on biodigesters, with the possibility of generating power plus biofertilizer. These systems are already being adopted by some producers with good prospects for development and incentives for such technology. This study aimed to verify the influence of ambient temperature variation in biogas production with use of dairy cattle manure and poultry litter in a continuous biodigester experimental brand Bioköhler. The study was conducted at the Experimental Station Antonio Carlos dos Santos Pessoa belongs to UNIOESTE – Campus Marechal Cândido Rondon, between the period May-June 2013. As a

result it has the largest biogas production was found at week 6, and 4.68 m³ and the average outside temperature was 18.58 °C, it was observed that the temperature outside the biodigester influences the internal temperature, changing consequently the production of biogas.

Key words: biogas, biodigester, waste treatment.

Introdução

Com a interferência do homem na natureza, os problemas ambientais tem aumentado, dentre eles a poluição, alteração climática, destruição de habitat natural, entre outros. O ser humano já se utilizou muito de recursos não renováveis, porém com o passar do tempo viu-se na obrigação de mudar isto, procurando fontes de energia limpa e renovável (Prado et al., 2012).

A energia que se obtém através dos recursos naturais é conhecida como energia renovável, ela origina-se do sol, do vento, da chuva, da biomassa, entre outros. Sua utilização vem aumentando cada vez mais, por ser uma alternativa que causa o mínimo de impacto ambiental e é considerada economicamente viável (Coldebella, 2006).

Como o rebanho bovino no Brasil é um dos maiores do mundo, conseqüentemente é um dos que mais gera resíduos orgânicos (IBGE, 2012). Conforme Miranda et al. (2006), a biodigestão anaeróbia é um dos inúmeros processos existentes para o tratamento destes resíduos, pois ocorre rapidamente, pelo fato de que os ruminantes possuem um micro-organismo que atua no processo, facilitando-o.

Através do melhoramento genético e da nutrição dos frangos, a avicultura tem se caracterizado como um dos sistemas agropecuários mais desenvolvidos (Navarini, 2009). Outro resíduo que está sendo muito utilizado, no processo de biodigestão anaeróbia é a cama de aviário, devido ao aumento da produção de frangos de corte no Brasil e o aumento do consumo interno do país (Sagula, 2012).

A biodigestão anaeróbia é um sistema de tratamento que apresenta algumas vantagens, pois além de reduzir a poluição, gera biogás, que pode ser empregado como fonte de energia elétrica, térmica e mecânica, tendo como subproduto seu efluente, que pode ser utilizado como biofertilizante. A disposição e o tratamento inadequado dos resíduos orgânicos podem gerar uma grande contaminação ambiental, principalmente por poluir águas superficiais e subterrâneas, por isso, é de suma importância adotar práticas de manejo corretas (Amaral et al., 2004).

Para que o processo de biodigestão anaeróbia seja mais eficiente, uma alternativa é utilizar-se da co-digestão, que incide fazer a junção de dois ou mais substratos durante o

processo, utilizando-se as mesmas instalações (Rodrigues, 2005). Muito se utiliza da co-digestão anaeróbia para corrigir a relação carbono/nitrogênio, como benefício para a produção de metano (Sagula, 2012).

O biogás é um composto que contém em maior quantidade o gás metano (CH_4), que quando lançado na atmosfera polui 21 vezes mais que o dióxido de carbono (CO_2); em parcela considerável o dióxido de carbono; em menor quantidade possui o gás sulfídrico (H_2S), hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2); e traços de outros gases (Faria, 2012).

Para a produção do biogás é necessário a utilização de um equipamento denominado biodigestor (Deganutti et al., 2002). Este equipamento é constituído de uma câmara fechada, normalmente circular e instalada abaixo do nível do solo, para proteger das variações bruscas de temperatura, porém deve ser adaptado a cada propriedade. Os biodigestores estão sendo instalados em granjas de bovinocultura, suinocultura e de avicultura, em frigoríficos, abatedouros, entre outros (Oliveira, 2009).

Conforme Oliveira (2009), alguns fatores devem ser controlados, durante a biodigestão anaeróbia, objetivando o melhor aproveitamento de seu produto, sendo que os fatores são: temperatura, tipo de resíduo, tempo de retenção hidráulica, substâncias tóxicas presentes, pH, quantidade de água e a relação carbono/nitrogênio.

A temperatura é um dos fatores que influencia na biodigestão anaeróbia, podendo comprometer diretamente na termodinâmica da reação, alterando a velocidade específica de utilização (Mendonça, 2009). O processo pode ocorrer em uma faixa de temperatura que varia de 10 °C a 60 °C, dependendo dos microrganismos que estarão atuando. As bactérias criofílicas agem na faixa inferior a 20 °C, as mesofílicas agem na faixa de 20 °C a 45 °C e as termofílicas atuam entre 45 °C e 60 °C (Castro e Cortez, 1998).

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da variação na temperatura ambiente na produção de biogás durante o processo de biodigestão anaeróbia dos dejetos de bovinocultura de leite, com adição de cama de aviário, em um biodigestor experimental.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de maio a junho de 2013, na Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, situada na Linha Guará do município de Marechal Cândido Rondon - PR, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Marechal Cândido

Rondon. As coordenadas geográficas da Estação Experimental são latitude 24° 33' 40'' S, longitude 54° 04' 12'' W e altitude de aproximadamente 420 metros.

O biodigestor utilizado no experimento é da marca Bioköhler, com câmara de biodigestão de fibra de vidro, constituída pela junção de duas caixas d'água de 10.000 litros cada, no sentido vertical (Figura 1), sendo que uma está enterrada e a outra no nível do solo. As câmaras de biodigestão possuem materiais que toleram a pressão hidráulica do líquido e do gás. A canalização dos dejetos e do biogás é toda subterrânea, para evitar danificações.



Figura 1. Câmara de biodigestão.

O volume total da câmara de biodigestão é de 20,00 m³, sendo que o volume útil é de 19,56 m³. O sistema de alimentação do biodigestor é contínuo, o qual foi manejado e operado às 11 horas da manhã, de segunda-feira à sábado.

Os resíduos que alimentaram o biodigestor foram o dejetos bovino e cama de aviário. O dejetos bovino foi previamente misturado com água em uma razão de diluição de 1:1, e deslocado até a câmara de abastecimento, por gravidade. A cama de aviário foi adicionada diretamente na câmara de abastecimento, misturada ao dejetos e após a homogeneização o efluente foi bombeado para o biodigestor.

Na Figura 2 pode-se observar a câmara de abastecimento ligada a tubulação de abastecimento do biodigestor.



Figura 2. Câmara de abastecimento.

O dejetos bovino foi fornecido do estábulo localizado na Estação Experimental (Figura 3 (A)), o qual possui 12 vacas, da raça Holandesa, as quais ficaram durante 5 horas no local para se alimentarem. A cama de aviário, outro resíduo utilizado, foi fornecida por produtores da região, conforme a necessidade, sendo adicionada no biodigestor uma carga diária de 30 kg (Figura 3 (B)).



Figura 3. Estábulo (A) e cama de aviário (B).

O tempo de detenção hidráulica (TDH) deste experimento foi de aproximadamente 58 dias, o qual foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$TDH = V / Q \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V = volume útil do biodigestor (m³);

Q = vazão de dejetos que entram no biodigestor (m³/dia).

Os dados meteorológicos foram cedidos pela Estação Climatológica Automática de Marechal Cândido Rondon – PR, também localizada na Estação Experimental, à aproximadamente 200 metros do biodigestor. O aparelho que mede a temperatura é da marca Vaisala, modelo HMP45A, classe B, este mede através de um sensor de temperatura do ar, sendo que o sensor é de platina Pt 100. Ele opera na faixa de - 40 °C a + 60 °C, 500 ms é seu tempo de resposta e exatidão de +- 0,2 °C.

Foram coletados os dados da temperatura interna do biodigestor, através de 3 termopares tipo J, sendo que o superior localiza-se a 80 cm abaixo do nível máximo de biomassa em fermentação, o intermediário a 2,50 m e o inferior a 4,20 m, de acordo com a Figura 4.

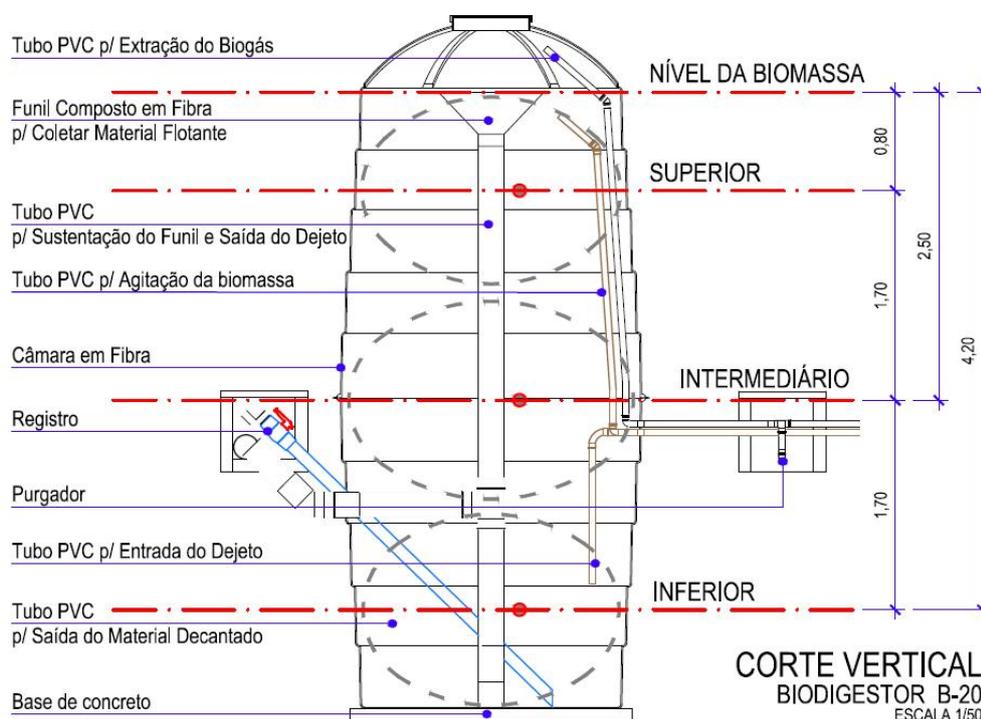


Figura 4. Região dos termopares no biodigestor.

Fonte: Tietz (2013).

Para coletar os dados foi utilizado um registrador eletrônico FieldLogger, da marca Novus, com 8 canais analógicos por módulo, precisão de 0,2% da faixa máxima, equivalendo a ± 1 °C, que armazena em intervalos de 15 minutos as temperaturas.

Outra variável analisada neste experimento foi à quantidade de biogás produzido pelo biodigestor, feita com o auxílio de um gasômetro, modelo G 0,6, fabricado pela LAO Indústria. A leitura do gasômetro foi realizada todos os dias, no horário das 11 horas da manhã, antes de alimentar o biodigestor.

Resultados e Discussão

Este estudo apresenta os resultados referentes à influência da temperatura externa ao biodigestor na temperatura interna e na produção de biogás, obtendo-se uma média dos 55 dias de experimento, o trabalho é uma continuação da pesquisa realizada no período de verão por Tietz (2013), a qual verificou a influência da temperatura na produção de biogás no mesmo biodigestor, no período de 17 de dezembro de 2012 a 02 de março de 2013.

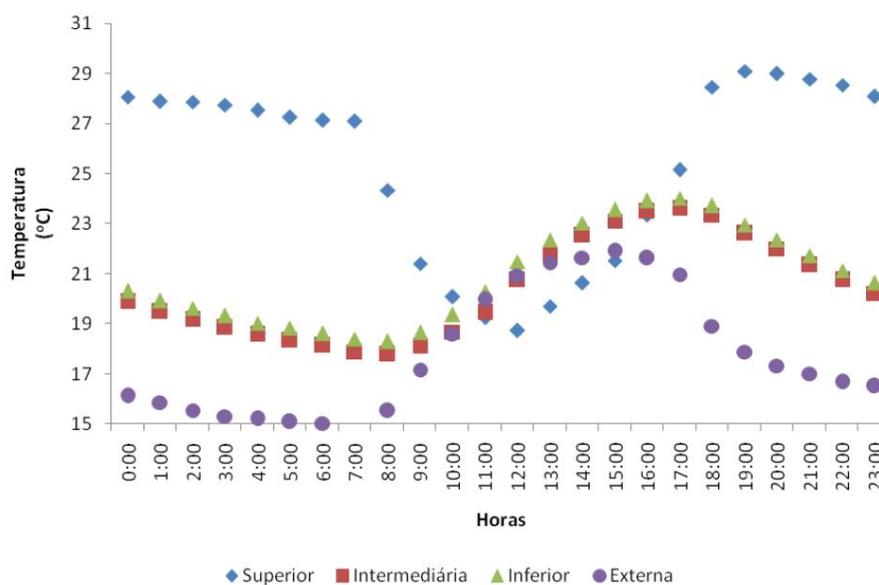


Figura 5. Variação média diária da temperatura interna (região superior, intermediária e inferior) e externa ao biodigestor.

A temperatura durante o processo de biodigestão pode variar de 10 °C até 65 °C, tendo como uma faixa ideal de atuação entre 30 °C e 35 °C (Montilha, 2005).

Observou-se neste experimento que a média diária de temperatura não atingiu a temperatura mínima ideal para o funcionamento do biodigestor (Figura 5). Sendo que o

período mais próximo ocorreu na região superior, interna ao biodigestor, das 18:00 até às 7:00 horas.

As temperaturas nas regiões intermediária e inferior mantiveram-se próximas, oscilando entre 18 e 24 °C. Apesar de não encontrarem-se na temperatura ideal para produção de biogás, mantiveram-se na faixa mesofílica, que segundo Montilha (2005), compreende seus valores entre 20 e 45 °C.

Observou-se também que as temperaturas das regiões intermediária e inferior, internas ao biodigestor, acompanharam o comportamento da temperatura da externa ao biodigestor, que variou de 15 a 22 °C, o mesmo observado no experimento de Tietz (2013).

Diferentemente das temperaturas das regiões intermediária e inferior, internas ao biodigestor, que acompanharam o comportamento da temperatura da região externa ao biodigestor, a temperatura na região superior ficou mais elevada que as demais em determinados horários, o que pode ser explicado devido à biodegradação exotérmica da matéria orgânica, a qual libera calor para o meio (Guedes, 2007).

Na Figura 6 está representada a temperatura média semanal, durante os horários das 01:00 (A), 09:00 (B) e 17:00 (C) horas, no período de 06 de maio a 29 de junho de 2013, separados por semanas. Esta coleta de dados teve como objetivo analisar a influência da temperatura em períodos diferentes do dia, com intervalos regulares, sendo eles a noite, de manhã e a tarde.

Observou-se na Figura 6 (A), no horário de 01:00 hora, que somente a 1ª semana encontrou-se na faixa de temperatura ideal, variando de 30 a 35 °C, na região superior. Na faixa mesofílica, a região superior permaneceu durante todas as semanas, porém a região intermediária só esteve nesta faixa da 2ª a 4ª semana e a região inferior da 2ª a 6ª semana. A temperatura externa ao biodigestor não atingiu em nenhuma semana a temperatura de 20 °C, mínima da faixa mesofílica.

Comparando com Tietz (2013), no horário das 01:00 horas, na região superior a temperatura foi maior que a faixa ideal de temperatura, já na 2ª e 7ª semana as regiões intermediária e inferior permaneceram na faixa ideal. Porém pode-se observar que todas as semanas estiveram na faixa mesofílica.

Na Figura 6 (B), das 09:00 horas, notou-se que nenhuma região atingiu a faixa de temperatura ideal para a produção de biogás, mas a região superior atingiu a faixa mesofílica na 2ª, 3ª, 4ª, 6ª, 7ª e 8ª semana, a intermediária na 3ª semana e a inferior na 2ª e 3ª semana. Na temperatura externa, pode-se observar o mesmo resultado obtido na Figura 6 (A), o qual não atingiu a temperatura mínima da faixa mesofílica.

No período de experimento de Tietz (2013), às 09:00 horas, foi possível observar que em três semanas da região superior a temperatura manteve-se na faixa ideal, e na intermediária e inferior, somente uma, mas novamente foi analisado que as temperaturas mantiveram-se na área mesofílica.

Observa-se na Figura 6 (C), no horário das 17:00 horas, que a temperatura média semanal apresentou pequena variação, sendo que nenhuma região atingiu a faixa ideal de temperatura, porém nas três regiões ela se manteve na faixa mesofílica, saindo desta apenas na 7^a e 8^a semana da região externa ao biodigestor.

Comparando-se com Tietz (2013), três semanas estiveram na faixa ideal de temperatura na região superior e nas regiões intermediária e inferior, cinco semanas. Novamente notou-se que todas as médias semanais das temperaturas estiveram na faixa mesofílica.

Os dados presentes na Figura 6 esclarecem que à 01:00 hora a temperatura externa é baixa em relação à interna na região superior, devido a matéria orgânica aquecida subir e haver uma troca de energia térmica dentro do biodigestor. Já às 09:00 horas, o resultado é de temperaturas menores, o que indica a interferência do resfriamento ocorrido no período noturno. Porém, diferentemente do ocorrido no horário das 09:00 horas, o resultado obtido às 17:00 horas mostrou a presença de um aquecimento, devido a incidência solar ocorrida durante o dia.

Com a obtenção destes dados, observou-se que no experimento de Tietz (2013) houve a mesma variação, com as mesmas características. Isto que mostra que a temperatura externa influencia na temperatura interna do biodigestor.

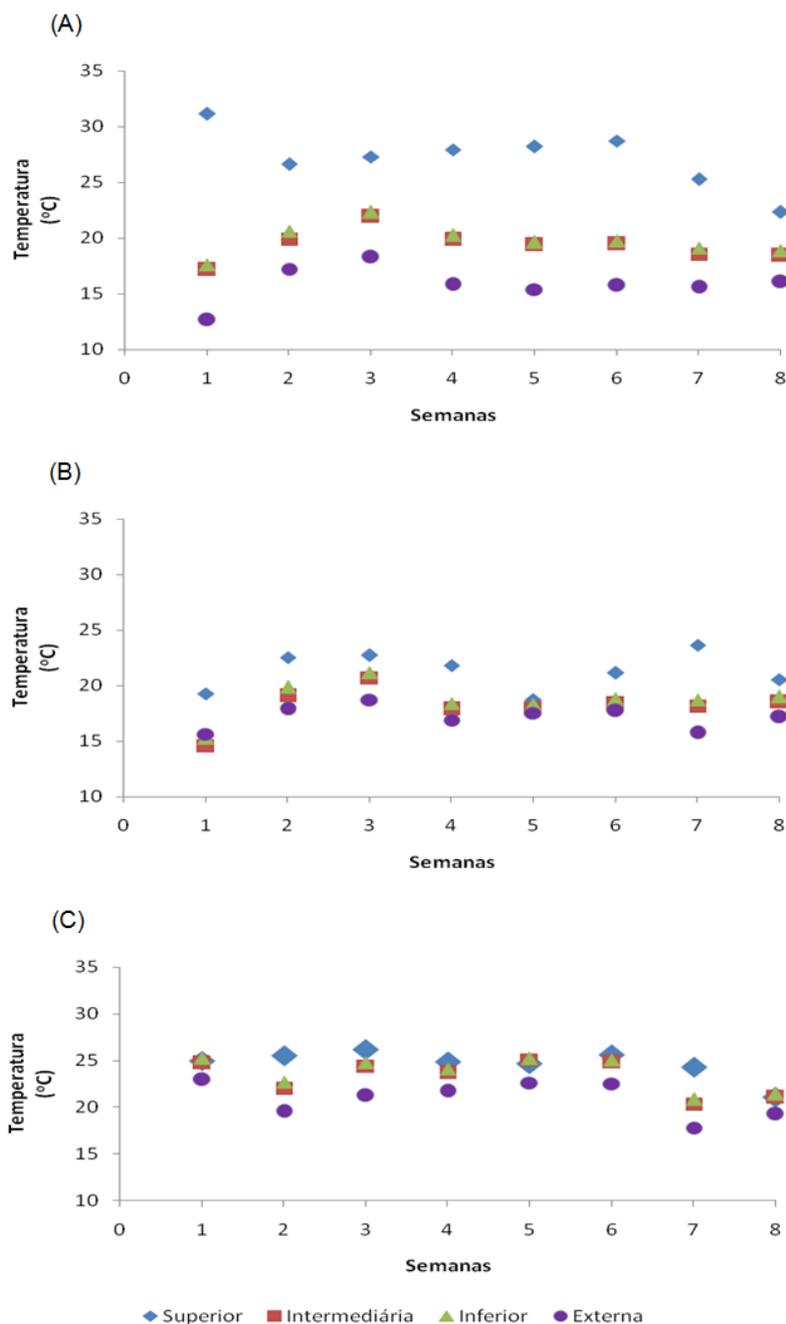


Figura 6. Temperatura média semanal às 01:00 (A), 09:00 (B) e 17:00 (C) horas.

Conforme Nogueira (1986), para otimizar a digestão anaeróbia as temperaturas devem se aproximar da faixa ideal de 30 a 35 °C. Entretanto, com temperaturas inferiores, também é possível produzir biogás, porém em menor quantidade, corroborando com o encontrado neste experimento (Figura 7).

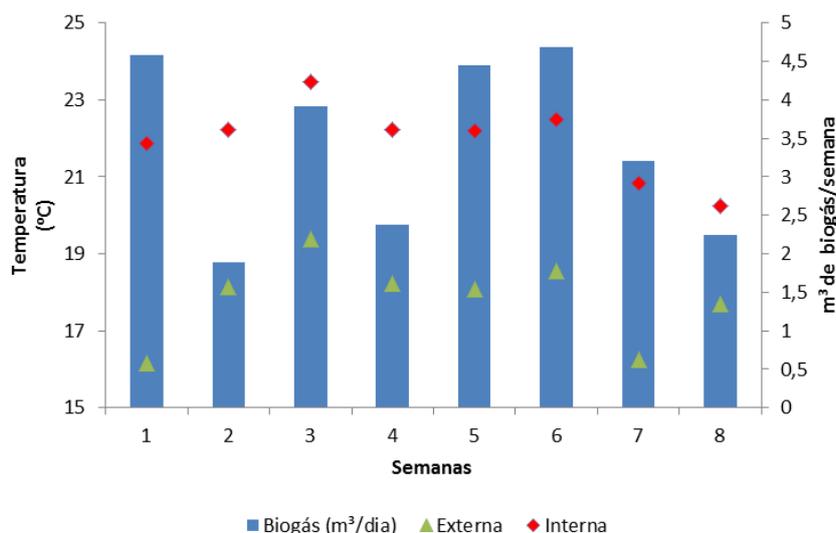


Figura 7. Média da produção de biogás semanalmente, comparando à média da temperatura interna e externa ao biodigestor.

Segundo Rodrigues (2005), a co-digestão deve ser utilizada quando um resíduo orgânico é pobre em um determinado nutriente, otimizando assim o processo de biodigestão anaeróbia, também equilibra as cargas orgânicas, os tempos de detenção hidráulica e os níveis de umidade no biodigestor. Neste trabalho utilizou-se da co-digestão devido à cama de aviário ser um composto orgânico rico em nitrogênio e, com isto, obteve-se 58 dias de TDH, sendo que o TDH de Tietz (2013) foi de aproximadamente 70 dias. Apesar deste experimento ter trabalhado com temperaturas inferiores ao da pesquisa desenvolvida por Tietz (2013), o qual não trabalhou com a co-digestão, pode-se observar a diminuição no TDH. De acordo com Salomon (2007), o TDH varia também de acordo com o substrato utilizado.

Na Tabela 1 observa-se a temperatura externa mínima, máxima e a variação diária de temperatura de cada dia da 2ª semana, a qual produziu a menor quantidade de biogás, apenas 1,90 m³ (Figura 7).

Tabela 1. Temperatura externa mínima, máxima e variação diária de temperatura de cada dia da 2ª semana

Dia	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Varição (°C)	Dia	Temperatura Mínima (°C)*	Temperatura Máxima (°C)*	Varição (°C)*
12/05/2013	13,7	21	7,3	13/01/2013	16	30,2	14,2
13/05/2013	17,2	19,7	2,5	14/01/2013	19,9	30,6	10,7
14/05/2013	17,1	18,6	1,5	15/01/2013	19,7	30,6	10,9
15/05/2013	17,8	27,2	9,4	16/01/2013	18,3	31,1	12,8
16/05/2013	11,8	20	8,2	17/01/2013	18,8	32,1	13,3
17/05/2013	8,6	25,1	16,5	18/01/2013	19,8	31,9	12,1
18/05/2013	16,5	22,7	6,2	19/01/2013	19,8	31,9	12,1

*Dados de Tietz (2013).

Observou-se que além da temperatura influenciar na produção de biogás, a quantidade de chuva também influenciou. Durante os 55 dias de experimento, a semana que atingiu a maior média semanal de chuva (22,71 mm) foi a 2ª semana.

Segundo Freitas (2011), quando as temperaturas são baixas e há muitas oscilações térmicas, a produção de biogás pode ser prejudicada. Apesar da ocorrência de baixas temperaturas no presente estudo, ela não oscilou de forma considerável, ou seja, não houve grande variação térmica.

Os resultados elucidados na Tabela 2 evidenciam a variação da temperatura externa mínima, máxima e variação diária de temperatura da 6ª semana, a qual produziu a maior quantidade de biogás.

Tabela 2. Temperatura externa mínima, máxima e variação diária de temperatura de cada dia da 6ª semana

Dia	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Variação (°C)
09/06/2013	13,6	26	12,4
10/06/2013	16,2	21,2	5
11/06/2013	15	26,1	11,1
12/06/2013	14,5	26,3	11,8
13/06/2013	12,5	27,2	14,7
14/06/2013	14,6	26,4	11,8
15/06/2013	12,2	18,2	6

Observou-se que as temperaturas mais elevadas, tanto interna (23 °C), como externa (19 °C) ao biodigestor, foram registradas na 3ª semana (Figura 7), porém esta não foi a semana que mais produziu biogás (3,91 m³).

A 6ª semana foi a que produziu maior quantidade de biogás, atingindo 4,68 m³, com média semanal de temperatura interna de 22 °C e externa de 18 °C. Obteve-se este resultado devido a um fator de interferência, a radiação solar, que na 3ª semana atingiu uma média semanal de 9.093,00 KJ/m² e na 6ª semana, 10.826,00 KJ/m², o que favoreceu a maior produção de biogás na 6ª semana, sendo também um parâmetro de grande importância a ser observado.

Conclusões

Com os dados obtidos nas três regiões internas e também com a região externa do biodigestor, verificou-se que houve influência da temperatura externa sobre a interna.

Observou-se que com o aumento da temperatura externa, com menor variabilidade e com maior período de radiação solar favoreceu a produção de biogás.

Apenas parte dos resultados explanados encontraram-se na faixa mesofílica, de 20 a 45 °C, mas isto não impediu que houvesse a produção de biogás durante todo o período de experimento, mesmo que em menor quantidade.

Com a co-digestão, dos dejetos de bovinocultura de leite e cama de aviário, pode-se concluir que obteve-se um menor TDH. Além disso, a adição de cama de aviário pode ser uma boa opção para pequenos pecuaristas, pois o resíduo é de fácil obtenção e transporte, podendo ser utilizado como forma de complementar a carga orgânica e melhorar a relação carbono/nitrogênio no biodigestor.

Referências

AMARAL, C.M.C.; AMARAL, L.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1897-1902. Nov/dez 2004.

CASTRO, L.R.; CORTEZ, L.A.B. Influência da temperatura no desempenho de biodigestores com esterco bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.97-102. Jan/abr 1998.

COLDEBELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais**. 2006. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2006.

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M.C.J.P.; ROSSI, M.; TAVARES, R.; SANTOS, C. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. **In: Encontro de Energia no Meio Rural**. Bauru – SP. 2002.

FARIA, R.A.P. **Avaliação do potencial de geração de biogás e de produção de energia a partir da remoção da carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto – estudo de caso**. 2012. 63p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

FREITAS, M.B. **Gestão de produção de energia por biodigestores na Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos e seus integrados**. 2011. 77p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenheiro Agrônomo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2011.

GUEDES, V.P. **Estudo do fluxo de gases através do solo de cobertura de aterro de resíduos sólidos urbanos**. 2007. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o%20=24&u1=1&%20u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>. Acesso em: 20 de mai. 2013.

MENDONÇA, E.F. **Tratamento anaeróbio de efluentes oriundos da bovinocultura de leite em biodigestor tubular**. 2009. 62p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2009.

MIRANDA, A.P.; AMARAL, L.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **In:** X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, p.2928-2931. 2006.

MONTILHA, F. **Biogás – Energia renovável**. 2005. 73p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil com ênfase Ambiental) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

NAVARINI, F.C. **Níveis de proteína bruta e balanço eletrolítico para frangos de corte**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2009.

NOGUEIRA, L.A.H. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986. 93p.

OLIVEIRA, R.D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. 2009. 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2009.

PRADO, P.I.L.A.; MOURA, J.M.; FERNANDES, A.T.; CAMPOS, P.C.P. Viabilidade econômica de um biodigestor no IFMT - *Campus* Cuiabá Bela Vista. **In:** III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia – GO. 2012.

RODRIGUES, A.A.L.S. **Co-digestão anaeróbia de resíduos de natureza orgânica**. 2005. 164p. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental, Materiais e Valorização de Resíduos) – Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Aveiro – Portugal, 2005.

SAGULA, A.L. **Biodigestão anaeróbia de cama de frango em co-biodigestão com caldo de cana-de-açúcar**. 2012. 69p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

SALOMON, K.R. **Avaliação técnico-econômica e ambiental da utilização do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade**. 2007. 219p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica, Itajubá, 2007.

TIETZ, C.M. **Influência da temperatura na produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite.** 2013. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Biocombustíveis) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2013.

Recebido para publicação em: 15/09/2013

Aceito para publicação em: 16/12/2013