UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QUÍMICA INDUSTRIAL

ALLUSKA AGLLES VILAR DE ALENCAR

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODEGRADAÇÃO DA CAMA DE FRANGO

CAMPINA GRANDE-PB

2019

ALLUSKA AGLLES VILAR DE ALENCAR

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODEGRADAÇÃO DA CAMA DE FRANGO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como exigência para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Orientador: Prof. Dr. William de Paiva

CAMPINA GRANDE - PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A368p Alencar, Alluska Aglles Vilar de.
Potencial de geração de biogás a partir da biodegradação da cama de frango [manuscrito] / Alluska Aglles Vilar de Alencar. - 2019.
32 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2019.
"Orientação : Prof. Dr. William de Paiva , Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."
1. Biogás. 2. Cama de frango. 3. Digestão anaeróbia. 4. Decomposição anaeróbia. I. Título
21. ed. CDD 660.283

Elaborada por Giulianne M. Pereira - CRB - 15/714 BC/UEPB

ALLUSKA AGLLES VILAR DE ALENCAR

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODEGRADAÇÃO DA CAMA DE FRANGO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como exigência para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Aprovado em 28 de Junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

William de Paiva

Prof. Dr. William de Paiva

(Orientador – DESA / UEPB)

Márcia Ramos Luiz

Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

(Examinador – DESA/ UEPB)

Laercio Leal dos Santos

Prof. Dr. Laercio Leal dos Santos

(Examinador – DESA / UEPB)

CAMPINA GRANDE - PB

2019

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus.

À minha mãe Ana Aparecida Alencar e ao meu Pai Aristótenes Vilar. Aos meus irmãos Aristótenes Vilar Filho, Aryadne Ellen e Allender Vilar por todo o apoio, incentivo, ajuda e força que me deram.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dá forças e sabedoria, guiando meus passos onde, permitiu-me chegar até aqui, realizando mais uma vitória em minha vida.

Ao meu pai Aristótenes Vilar, minha mãe Ana Aparecida e meus irmãos Aristótenes vilar, Aryadne Ellen e Allender Vilar, que sempre transmitiram confiança, acreditando e apoiando minhas decisões, dando-me forças para realizar meus sonhos.

Aos meus amigos Agnis Pâmela, Ellen Souza, Franklin Hudson, Hosana Maria e Palloma Soares, que conquistei pelo caminho, onde aprendi a amá-los como família, pois me apoiaram e ajudaram em meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao professor orientador William de Paiva pelo auxílio na execução deste trabalho e pela oportunidade concedida.

A professora Márcia Ramos Luiz pela paciência na orientação, pelo apoio e compreensão.

Ao professor Laercio Leal dos Santos pela confiança e amparo no decorrer desta monografia.

Aos professores e funcionários do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, pois através de ensinamentos muitos de vocês fizeram com que essa caminhada fosse cumprida com louvor.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante”.

Augusto Branco

RESUMO

A digestão anaeróbia é o processo pelo qual as bactérias anaeróbias degradam a matéria orgânica em um meio que apresente ausência de oxigênio, tendo como subprodutos resíduos sólidos e gasosos (biogás). Em propriedades rurais, onde existem atividades de avicultura, o quantitativo de materiais orgânicos com potencial de geração de biogás é elevado. Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade da utilização da cama de frango para a produção de biogás, a partir dos parâmetros físico-químicos e realizar leituras periódicas por meio dos sensores de retirada de amostra do biogás. Para isso, foram construídos três biodigestores (Bio 1, Bio 2 e Bio 3) e preenchidos com a cama de frango diluída em diferentes concentrações de água para avaliar o processo de degradação desse subproduto e seu eventual potencial de geração de biogás, a partir do monitoramento dos parâmetros físico-químicos: pressão, umidade, volume do biogás, massa de metano acumulado e temperatura. Tendo como resultados o Bio 3 com 94,85mg de massa de metano, seguido do Bio 2 com 66,67mg e por fim o Bio 1 com 24,11mg. Com isso, foi possível entender o processo de biodegradação da cama de frango, identificando as condições adequadas, os parâmetros que influenciaram na produção do biogás e a viabilidade técnica de geração de biogás a partir destes parâmetros.

Palavras-chave: Biogás; Cama de Frango; Reaproveitamento.

ABSTRACT

Anaerobic digestion is the process by which anaerobic bacteria degrade organic matter in a medium that presents no oxygen, having by-products solid and gaseous (biogas) waste. In rural properties, where there are poultry activities, the quantity of organic materials with potential for biogas generation is high. The objective of this study was to analyze the feasibility of using litter bed for the production of biogas from the physico-chemical parameters and to carry out periodic readings through the biogas sample withdrawal sensors to evaluate, qualify and quantify the potential of the litter bed to produce biogas to be used for various purposes in order to minimize the risks and impacts caused by the inappropriate disposal of these materials. For this, three biodigesters were constructed and filled with the chicken bed diluted in different concentrations of water to evaluate the degradation process of this byproduct and its potential biogas generation, from the monitoring of the physical-chemical parameters: pressure, humidity, biogas volume, mass of accumulated methane e temperature. The results were Bio 3 with 94,85mg of methane mass followed by Bio 2 with 66,67mg and finally Bio 1 with 24,11mg. Thereby, it was possible to understand the biodegradation process of the chicken litter, identifying the appropriate conditions, the parameters that influenced the biogas production and the technical viability of biogas generation from these parameters.

Keywords: Biogas; Chicken bed; reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Sistema dos Biodigestores Automatizados Utilizado.....19
Figura 2– Biodigestores Utilizados.....20
Figura 3– Parte Superior dos Biodigestores.....20
Figura 4– Câmara para Quantificação do Biogás.....21
Figura 5– Volume de Biogás Produzido.....23
Figura 6– Quantificação da Massa de Metano Acumulada.....24
Figura 7– Pressão do Biodigestor 1.....25
Figura 8– Pressão do Biodigestor 2.....25
Figura 9– Pressão do Biodigestor 3.....26
Figura 10– Influência da Temperatura na Concentração de Metano.....27

LISTA DE TABELA

Tabela 1– Quantificação do Resíduo e da Água nos Biodigestores.....22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 OBJETIVOS 13
1.1.1 Objetivo Geral 13
1.1.2 Objetivos Específicos 13
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO 14
2.1 CAMA DE FRANGO 14
2.2 DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBIA 15
2.3 BIODIGESTORES ANAERÓBIOS 16
2.4 BIOGÁS 17
3 METODOLOGIA 19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 28
REFERÊNCIAS 30

1 INTRODUÇÃO

A possibilidade de aliar aos sistemas de produção animal conceitos do desenvolvimento sustentável e preservação dos ecossistemas é algo imprescindível. A sustentabilidade dos mais variados sistemas de produção, as validações de tecnologias que reduzam os riscos ambientais são ações que contribuem para uma melhor qualidade de vida não só dos produtores rurais, mas também de toda uma sociedade (COSTA, 2009).

A produção animal sendo associada ao desenvolvimento sustentável, possibilita uma melhoria para o aumento na mão de obra, gerando emprego e renda familiar como também, são possibilidades para algumas soluções ao meio ambiente como o reaproveitamento da cama de frango para gerar biogás.

Como nas demais atividades agropecuárias, a avicultura de corte gera uma quantidade muito grande de resíduos (cama de frangos e aves mortas) que, se bem manejados, poderão tornar-se não apenas uma importante fonte de renda e agregação de valor à atividade, mas também um modelo de produção sustentável que vem tornando-se cada vez mais uma exigência de mercado. Para tanto, é necessário que haja a adoção de um sistema de tratamento desses resíduos a fim de evitar possíveis contaminações do ambiente (GÜNGÖR-DEMIRCI; DEMIRER, 2004; ANGONESE *et al.*, 2006).

Ocorre que grande parte dos resíduos da produção de animais é simplesmente descartada, podendo ser utilizada na fermentação e na formação do biogás. Este, ao contrário do álcool da cana-de-açúcar e de óleo extraído de outras culturas, não compete com a produção de alimentos em busca de terras disponíveis. Afinal, ele pode ser obtido de resíduos agrícolas, ou mesmo de excrementos de animais, dos homens e outros de origem industrial. Assim, ao contrário de ser um fator de poluição, transformasse em um auxiliar do saneamento ambiental. O biogás também pode ser produzido a partir do lixo urbano, como já se faz nos aterros sanitários implementados em algumas cidades brasileiras e fomentados por projetos relativos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (FUKAYAMA, 2008).

Em 2007 foram produzidos no Brasil 5,15 bilhões de pintos de corte, que originaram a produção de 10,31 milhões de toneladas de carne. Do total, 7,08 milhões foram destinadas ao mercado interno e 2,92 milhões de toneladas exportadas, consagrando o Brasil como o maior exportador mundial de carne de 15

frango por quatro anos consecutivos. Em decorrência dos novos projetos e evolução, não será surpresa se o volume do ano de 2008 aproximar-se dos 5,70 bilhões de pintos de corte, 10,6% a mais que o produzido em 2007 (ANUALPEC, 2008).

Segundo o IBGE (2018), no 1º trimestre de 2018, foram abatidas 1,48 bilhão de cabeças de frangos. Esse resultado significou aumento de 3,5% em relação ao trimestre imediatamente anterior e queda de 1,2% na comparação com o mesmo período de 2017. O abate de 18,05 milhões de cabeças de frangos a menos no 1º trimestre de 2018, em relação a igual período do ano anterior, foi determinado por reduções no abate em 13 das 24 Unidades da Federação que participaram da pesquisa.

A produção crescente de frangos de corte gera benefícios econômicos e científicos ao país, à medida que impulsiona o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a esta área de produção e beneficia trabalhadores com a geração de emprego e renda (AVILA *et. al.* 1992).

Esse trabalho foi realizado com o intuito de dar uma destinação final adequada a cama de frango que seria descartada onde, sendo reutilizado, tem-se como produto final o biogás.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o potencial de geração do biogás a partir da biodegradação da cama de frango.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a influência da umidade na degradação anaeróbia do resíduo da cama de frango.
- Analisar a temperatura dos biodigestores e a do resíduo da cama de frango.
- Verificar o potencial de geração de metano (CH_4).

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 CAMA DE FRANGO

Cama é todo o material distribuído sobre o piso de galpões para servir de leito às aves (PAGANINI, 2004), sendo uma mistura de excreta, penas das aves, ração e o material utilizado sobre o piso. Vários materiais são utilizados como cama, sejam eles: maravalha, cascas de amendoim, de arroz, de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre outros (GRIMES, 2004).

A finalidade destes materiais é proporcionar um ambiente sanitariamente seguro ao plantel, de modo a absorver a umidade do ambiente e evitar o contato das aves com os microrganismos que possam comprometer a sua saúde (PALHARES, 2004).

Segundo Garcia, Paz e Caldara (2011), o material de cama deve ser escolhido criteriosamente, já que o animal permanecerá sobre ele durante todo o período de alojamento. A escolha e manejo adequados da cama podem reduzir a incidência de lesões em regiões como peito, articulações e coxim plantar, bem como promover melhorias no desempenho das aves.

Segundo Pires, Ricci e Mendes (2013), a cama de frango é uma combinação de substratos essencialmente agrícolas com excretas, penas, ração, água e descamações epiteliais das aves. Esse tipo de cama é utilizado sobre o piso dos galpões para criação de aves de corte. O processo de criação dessas aves, apresenta um tempo médio de 42 dias de produção e durante estes dias, os animais ficam confinados no galpão, por isso torna-se necessário a utilização de um material que possa absorver a umidade (proveniente das fezes, urina e água de bebedouros mal regulados e/ou vazamentos no sistema hidráulico) e os restos de ração e orgânicos (penas) dispostos no chão.

O uso da cama de frango na alimentação de ruminantes foi proibido a partir de 2001, quando a Portaria 15/2001 proibiu o uso da cama para tal finalidade (BRASIL, 2001). Assim, todo produtor deve procurar uma forma de controle dos dejetos, tendo em vista a forma correta de utilização para diminuir os impactos ambientais.

Outras razões para a reutilização da cama são: custo para aquisição do material; mão-de-obra para retirar a cama do galpão aliada à tentativa de diminuir o tempo ocioso das instalações; diminuição da atividade madeireira, tornando escassa a oferta de maravalha e adaptação às épocas do ano para disponibilidade dos materiais (PAGANINI, 2004).

Segundo Fiorentin (2008), lotes criados a partir da segunda cama são mais produtivos, provavelmente se deva à maior imunidade adquirida para coccidiose, estimulada desde o início do alojamento e, em menor grau, relacionada a imunidade para outras enfermidades, devido às cepas vacinais ou de baixa virulência que permanecem no galpão. Outro fator importante é que camas reutilizadas permitem o contato dos pintos com bactérias remanescente na cama do lote anterior, facilitando a composição precoce de sua microbiota intestinal com bactérias de origem fecal e não somente com aquelas oriundas da água e da ração.

2.2 DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBIA

Segundo Leite (2014), a digestão anaeróbia é considerada como uma alternativa importante para o tratamento de diferentes tipos de materiais, haja vista propiciar fonte alternativa de energia, que poderá ser usada em substituição aos combustíveis fósseis.

De acordo com Palhares (2004), a decomposição anaeróbia pode ser definida como o processo no qual as bactérias anaeróbias, através da fermentação ocorrida em biodigestores degradam a matéria orgânica, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante (liquido organo-mineral estabilizado), elementos de alto valor como fontes energéticas e nutricionais para as plantas.

Backes (2011) descreve o processo de decomposição ou digestão anaeróbia como a atividade biológica de transformação de matéria orgânica em biogás, em condições anaeróbias, ou seja, na ausência de oxigênio através da atividade de microrganismos. Esse processo pode ser subdividido em diferentes fases. Em cada fase prevalece o trabalho de determinado tipo de bactéria, no entanto essa prevalência não é absoluta, o que torna as inter-relações complexas.

Nesse processo, diversos grupos de microrganismos trabalham interativamente na conversão de matéria orgânica complexa em metano, gás carbônico, gás sulfídrico, água e amônia além de novas células bacterianas (MELO, 2011).

Diversas vantagens são apontadas como decorrentes da utilização deste tipo de tecnologia, sobretudo por ser um processo que gera subprodutos que podem ser utilizados como uma fonte alternativa de energia e como biofertilizantes, rico em nutrientes. Dentre estas vantagens, destacam-se: a produção de biogás, a dispensa de uso de equipamentos sofisticados, visto que o processo se realiza a pressão atmosférica e temperatura ambiente nos climas tropicais, a redução da carga poluidora da matéria orgânica e a dispensa insumos energéticos (PALHARES, 2004).

2.3 BIODIGESTORES ANAERÓBIOS.

A consciência de que o tratamento de resíduos produzidos pelas diferentes atividades agropecuárias é de vital importância para a saúde pública e para o combate à poluição, o que tem levado a necessidade de desenvolver sistemas que combinem alta eficiência e custos baixos de construção e operação (STEIL*; LUCAS; OLIVEIRA,* 2002). Neste sentido, a biodigestão anaeróbia surge como uma alternativa viável. Esta 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 e do biofertilizante (AMARAL *et al.,* 2004).

Uma das maneiras de se avaliar e entender as dinâmicas e/ou reações ocorridas durante o processo de decomposição anaeróbia dos resíduos orgânicos para geração de biogás é através da utilização de biodigestores anaeróbios, que são considerados sistemas fechados, onde a degradação da matéria orgânica ocorre em um meio que apresente ausência de oxigênio. Esses ambientes criam condições propícias ao desenvolvimento bacteriológico, e assim, geram o gás a partir da digestão do substrato orgânico. Os biodigestores anaeróbios possibilitam a ocorrência de reações químicas catalisadas por células vivas (animais ou vegetais),

micro-organismos ou enzimas (SCHMIDELL *et al.*, 2001). Tais reações visam à transformação de substratos em produtos de maior valor agregado.

De acordo com Monteiro (2003), esses biorreatores têm por finalidade estudar as condições de degradação da matéria orgânica de forma precisa, permitindo verificar e alterar as condições ambientais e operacionais oferecendo um ambiente propício ao desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, possibilitando assim a modificação de projetos de reatores em escala real a fim de melhorar a eficiência na produção de biogás.

Segundo Miranda, Amaral e Lucas (2006), utilizando a biodigestão anaeróbia, os constituintes orgânicos dos dejetos podem ser convertidos em biogás, o qual pode ser usado como energia. Diversos fatores interferem na eficiência da biodigestão e dentre estes, a temperatura influencia diretamente a atividade microbiana e velocidades das reações bioquímicas, sendo de suma importância nos sistemas biológicos.

2.4 BIOGÁS

A produção de biogás a partir da degradação do material orgânico foi definida por Tarazona (2010), como um processo biológico no qual os microrganismos, em condições anaeróbias, degradam a matéria orgânica para produção de gases. O gás resultante dessa decomposição é composto tipicamente por 60% de metano (CH_4), 35% de dióxido de carbono (CO_2) e 5% de uma mistura de outros gases como hidrogênio (H_2), nitrogênio (N_2), gás sulfídrico (H_2S), monóxido de carbono (CO), amônia (NH_4), oxigênio (O_2) e aminas voláteis.

Segundo Thobanoglous, Theisen e Vigil (1993), o processo de geração do biogás pode ser dividido em cinco fases:

- **Fase aeróbia:** apresenta-se como uma fase de curta duração, existindo apenas enquanto houver oxigênio disponível no meio. Nessa fase, os elementos orgânicos biodegradáveis sofrem decomposição pela ação dos microrganismos.
- **Fase anóxica:** de transição: ocorre um decaimento no nível de oxigênio molecular, começando a se estabelecer condições anaeróbias.

- **Fase ácida:** ocorre uma aceleração da atividade microbiana, o que eleva a produção de ácidos orgânicos em meio a diminuição do pH.
- **Fase de metanogênica:** microrganismos metanogênicos convertem o ácido acético e gás hidrogênio em Metano (CH_4) e Gás Carbônico (CO_2). Esta conversão ocorre em meio estritamente anaeróbios e com o pH elevado.
- **Fase de maturação final:** ocorre a diminuição da velocidade de produção de gás, pois uma grande parte dos nutrientes disponíveis já foi degradada ou carreada pelos lixiviados, estando presentes apenas substratos de difícil degradação.

O biogás proveniente da decomposição do material orgânico proveniente da cama de frango pode ser utilizado como fonte de energia, seja para aquecimento dos próprios galpões de criação destes animais, ou ainda, como aproveitamento de energia elétrica, fato que evidencia a importância econômica, social e ambiental desta atividade.

3 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ensino de Química (LETEQ), localizada no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba-*Campus I*.

Os biodigestores foram construídos através do projeto de PIBIC intitulado como Análise da viabilidade de utilização da cama de frangos para produção de biogás sendo orientado pelo professor William de Paiva e como orientando do projeto o aluno Weslley Darwin Borges de Farias no ano de 2017.

A cama de frango a ser utilizada na preparação do lodo para a alimentação do biodigestor anaeróbio é proveniente de uma granja localizada no município de Pocinhos-PB. Atualmente, esta granja produz cerca de 15 toneladas deste resíduo a cada 45 dias. A figura 1 apresenta o sistema dos biodigestores automatizados utilizado.

Figura 1– Sistema dos Biodigestores Automatizados Utilizado

Fonte: Weslley Darwin (2017).

Utilizaram-se três biodigestores de bancada nomeadas de (BIO 1, BIO 2 e BIO 3), confeccionados com material de aço galvanizado acoplado a um sistema de enchimento a vácuo e um sistema de monitoramento quali-quantitativamente do biogás através de *softwares* desenvolvidos, contendo sistema de travas para a manutenção dos mesmos e saídas de biogás para o monitoramento. A figura 2 apresenta os biodigestores utilizado mostrando uma melhor visualização.

Figura 2– Biodigestores Utilizados

Fonte: Weslley Darwin (2017).

Os biodigestores apresentam diâmetro de 0,20m, altura de 0,50m com volume total aproximado de 0,030m^3, apresentando formato de uma estrutura cilíndrica rígida com seção transversal circular, visando facilitar a distribuição dos resíduos contidos em seu interior. Esse formato busca uniformizar as pressões laterais na parede interna apontando caminhos preferenciais para saída de biogás na parte superior

A figura 3 apresenta a visão superior dos biodigestores utilizado.

Figura 3– Parte Superior do Biodigestores

Fonte: Weslley Darwin (2017).

As amostras do resíduo são adicionadas no reator através da parte central do sistema de enchimento.

Para o desenvolvimento de microrganismos anaeróbios, o sistema foi isolado hermeticamente e introduzida em sua estrutura uma válvula para saída e medição do biogás. Nas laterais dos tubos foi inserido válvulas de esfera para retirada das amostras para monitoramento do sistema.

Utilizou-se um sistema automatizado para quantificar o biogás, sendo monitorado a cada duas horas através de sensores acoplados.

A figura 4 apresenta a câmara para a quantificação do biogás.

Figura 4– Câmara para Quantificação do Biogás

Fonte: Weslley Darwin (2017).

As leituras da concentração do gás metano (CH_4), umidade dos biodigestores, umidade do resíduo, pressão interna no biodigestor, além do volume total do biogás foram realizadas através do sistema de monitoramento automático e estas informações foram armazenadas em um cartão de memória, onde posteriormente foi transferida para o banco de dados.

De acordo com a Tabela 1, tem-se:

Tabela 1: Quantificação do resíduo e da água nos biodigestores

Biodigestor	**Massa do resíduo (kg)**	**Massa de água (kg)**
Bio 1	0,50	1,50
Bio 2	0,50	2,75
Bio 3	0,50	4,00

Fonte: Weslley Darwin (2017).

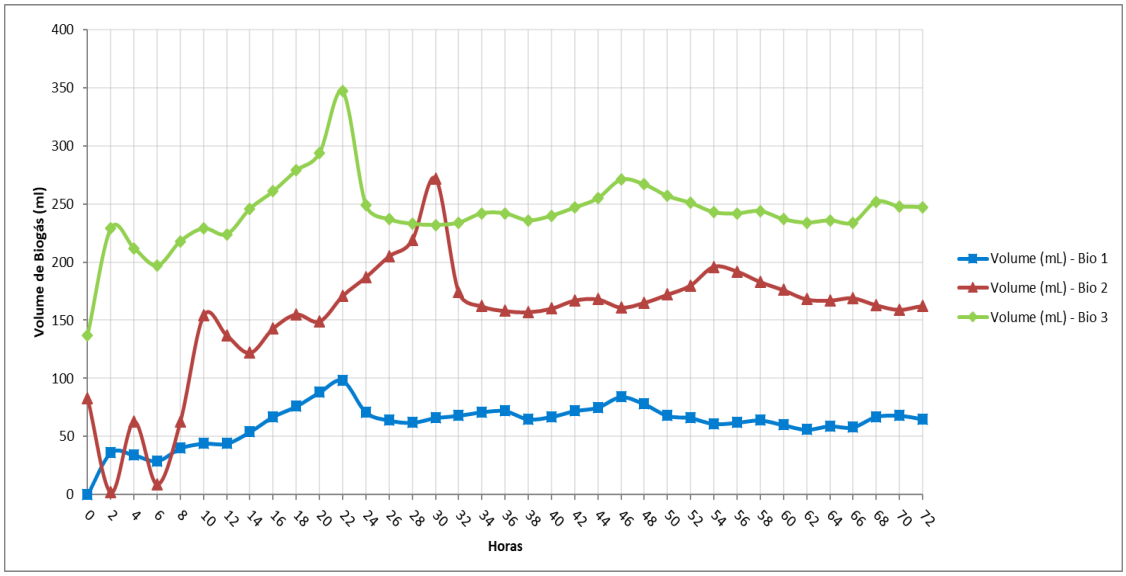
Para a fase inicial de enchimento dos biodigestores, a cama de frango foi misturada com água (processo de diluição), onde, optou-se pela colocação de uma massa de valor igual do resíduo em cada um deles e diferentes teores de umidade, nos biodigestores (Bio 1, Bio 2 e Bio 3), respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento da produção de biogás foi avaliado interruptamente durante 72 horas com dados coletados a cada 2 horas pelo sistema automatizado nos três biodigestores denominados de BIO1, BIO2 e BIO3.

Na figura 5, está apresentado o volume de biogás produzido.

Figura 5– Volume de Biogás Produzido



Fonte: Weslley Darwin (2017).

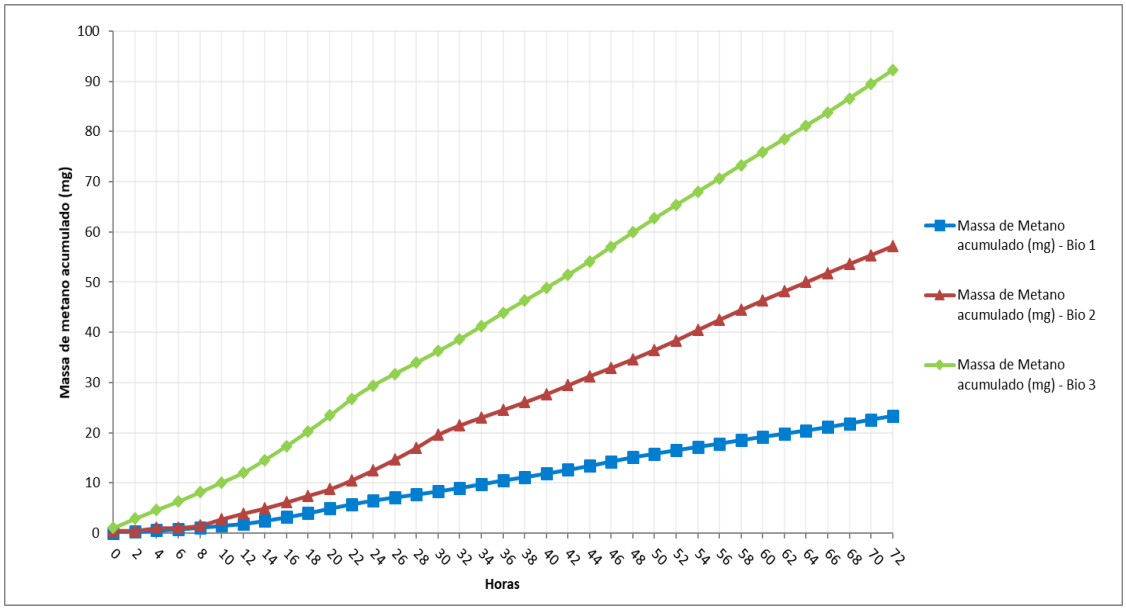
Observou-se que o Bio 2 inicialmente, apresentou variações consideráveis nos picos, o que pode ser levado em consideração alguns fatores que podem ter influenciado como exemplo os microrganismos, por estarem se adaptando ao meio ou devido a vazamentos que ocorreram nos biodigestores que foram sendo corrigidos com o decorrer do experimento. O volume em mililitros de biogás produzido em cada biodigestor apresentou comportamento semelhante quando estabilizado durante o período de tempo analisado, porém o Bio 3 produziu um maior volume tendo seu pico mais alto atingindo aproximadamente 350ml, seguido do Bio 2 com aproximadamente 275ml no seu pico mais alto e por fim o Bio 1 que produziu um menor volume chegando a atingir aproximadamente 100ml. Pode-se associar que a diferença de volume entre os três biodigestores está diretamente relacionada com a umidade presente em cada biodigestor, logo o Bio 3 que apresentou maior teor de umidade foi o que produziu o maior volume de biogás em

mililitro, em contrapartida o Bio 1 que apresentou menor teor de umidade foi o que produziu um menor volume de biogás. Sendo assim, a umidade foi um substrato importante da atividade dos microrganismos anaeróbios presentes nos biodigestores, auxiliando na degradação da matéria orgânica e consequentemente a produção do biogás.

Segundo Costa (2012), a diluição de cama de frango + água, foi mais fácil a degradação, mostrando uma maior eficiência na produção de biogás.

A figura 6 apresenta a quantificação da massa de metano acumulada

Figura 6– Quantificação da Massa de Metano Acumulada



Fonte: Weslley Darwin (2017).

De acordo com a Figura 6, observou-se que a massa de metano (CH_4) acumulada gerada em cada biodigestor apresentou valores crescentes em todo o período, devido a intensa atividade dos microrganismos anaeróbios. Logo, a cama de frango foi um ótimo substrato para estes microrganismos degradarem a matéria orgânica e produzirem o gás metano (CH_4).

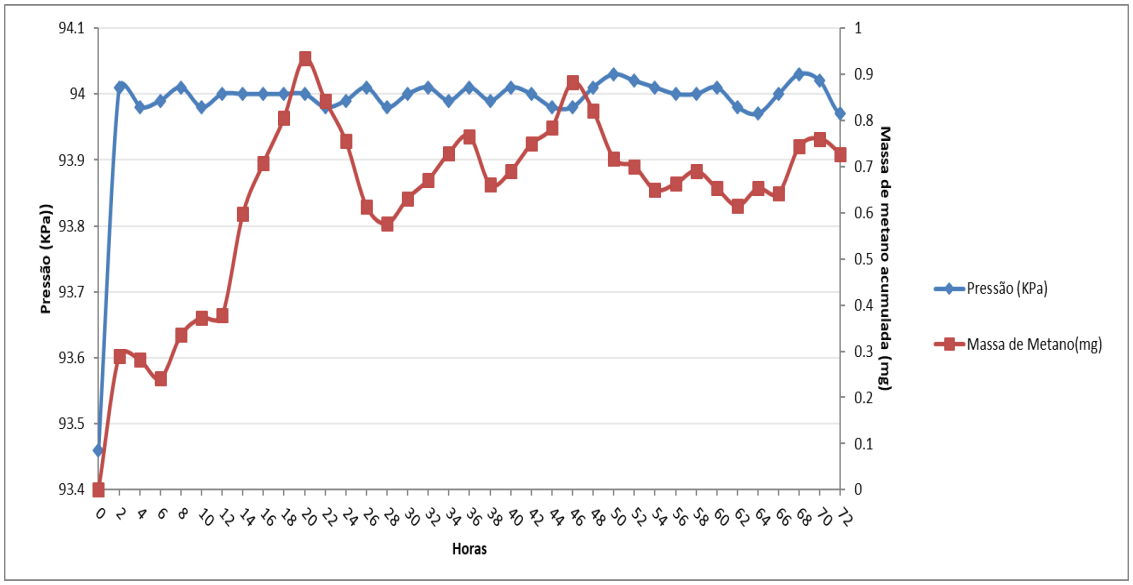
Observou-se que em todos os biodigestores, a massa de metano obtida apresentou maior valor na última leitura. O Bio 3 apresentou um maior valor de massa de metano de 94,85 miligramas, seguido do Bio 2 de 66,67 miligramas e no Bio 1, foi de 24,11 miligramas. Logo, pode-se relacionar que a umidade foi

novamente um fator relevante, mas nesse caso favorável a produção de metano, ou seja, o Bio 3 que apresentou maior teor de umidade também possuiu o maior valor de massa de metano acumulada.

Segundo Fukayama (2008), a cama de frango diluída com água, mostrou resultados satisfatórios referente a produção de metano (CH_4).

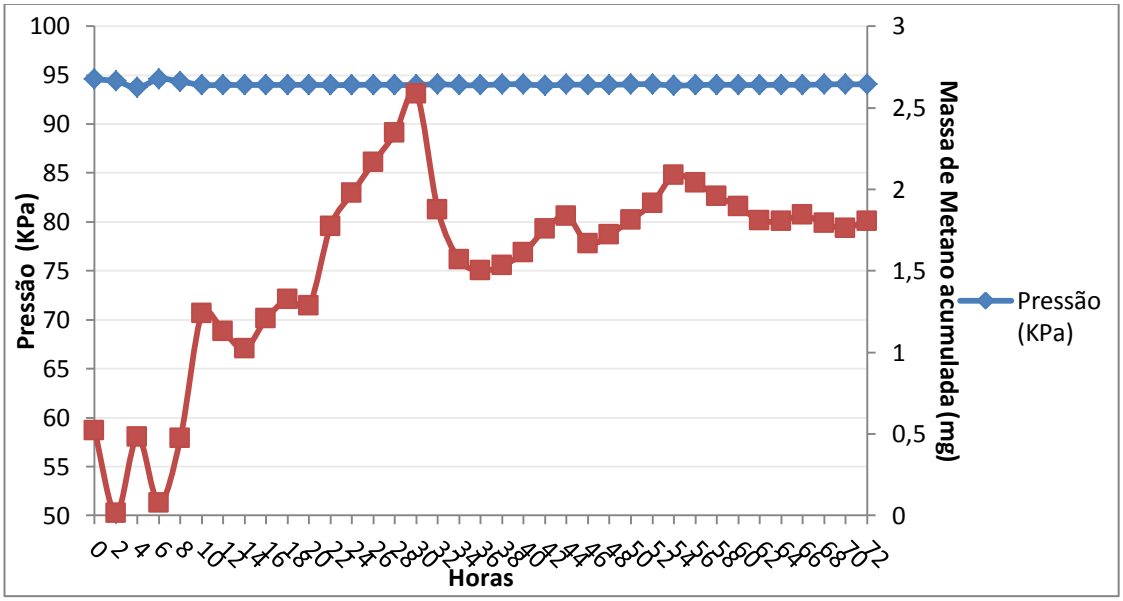
A pressão dos biodigestores foi analisada. De acordo com as Figuras 7,8 e 9, tem-se as pressões dos biodigestores (Bio 1, Bio 2 e Bio 3), respectivamente:

Figura 7– Pressão do Biodigestor 1



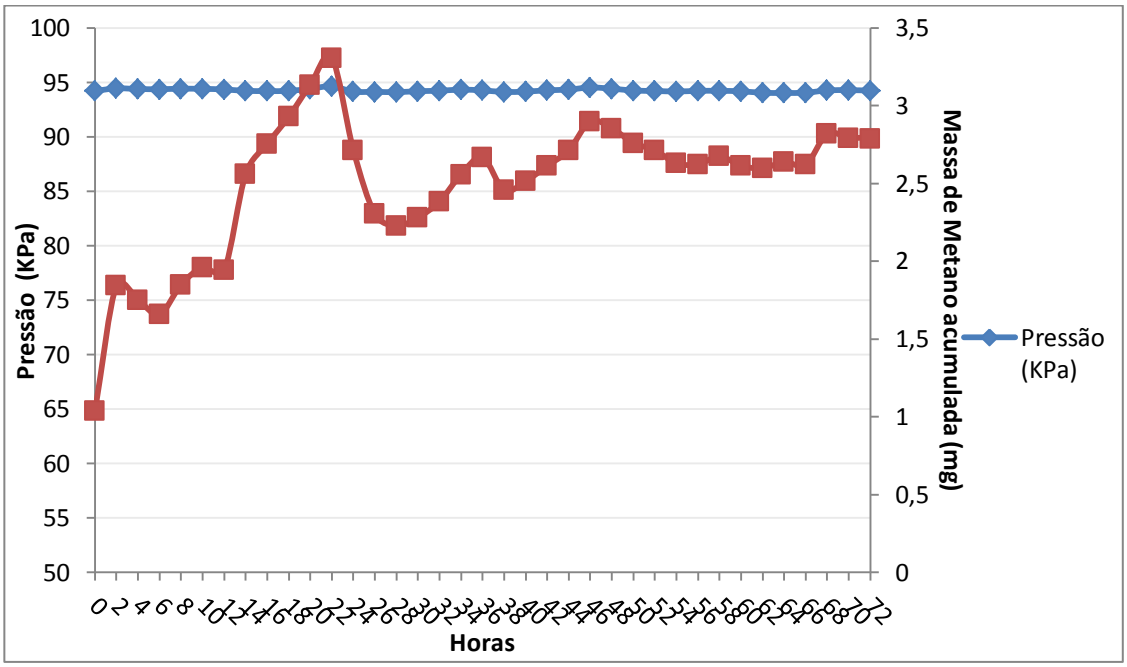
Fonte: Weslley Darwin (2017).

Figura 8– Pressão do Biodigestor 2



Fonte: Weslley Darwin (2017).

Figura 9– Pressão do Biodigestor 3



Fonte: Weslley Darwin (2017).

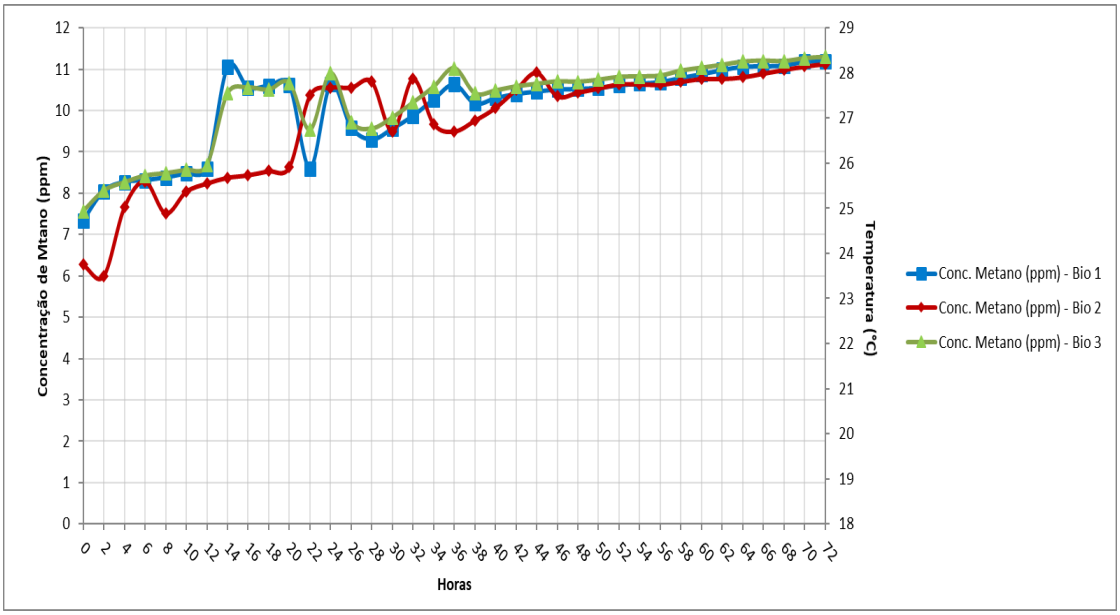
A pressão manteve-se aproximadamente constante durante todo o período de análise variando entre 93 e 94 kPa. As variações da produção de metano se mostraram distintas quando em comparação com as variações da pressão, podendo considerar assim, que foi uma pressão favorável para a produção do metano.

Por fim, durante todo o monitoramento os três biodigestores trabalharam em temperatura ambiente.

O efeito da temperatura sobre a digestão anaeróbia foi avaliado por Summer e Bousfield (1980), onde diz que:

- Termofilica = entre 50 e 70°C
- Mesofilica = entre 20 e 45°C
- Psicofilica = abaixo de 20°C

Figura 10– Influência Da Temperatura Na Concentração De Metano**.**



Fonte: Weslley Darwin (2017).

Foi possível observar que a geração do biogás obteve uma produção positiva com essa variação de temperatura, pois os biodigestores ficaram guardados em um ambiente fechado durante todo o processo, submetidos apenas à variação de temperatura interna do ambiente do laboratório, proveniente de utilização da mesma. Após a coleta e tratamento dos dados de temperatura relativo a cada biodigestor, pôde-se observar que a temperatura sofreu pequenas variações, cerca de 6° C entre o máximo e o mínimo registrado. Uma vez que, medições onde foram observadas quedas de temperatura, foram conferidas variações distintas na concentração de metano, indicando que possivelmente, a geração de biogás não foi afetada devido a variação de temperatura ambiente.

Segundo Farag *et. al.,* (1970) e Hassal (1975) citado por Webb e Hawks (1985a), a temperatura ambiente se fez favorável para a produção do metano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos mostraram que a cama de frango é uma alternativa ambientalmente adequada para a destinação final do resíduo, reutilizando o mesmo no processo produtivo para a geração do biogás.

O desenvolvimento do sistema de monitoramento automatizado do processo de biodegradação da cama de frango na produção de biogás apresentou-se satisfatório no acompanhamento das medições de pressão, temperatura e umidade do resíduo, quantificação do volume produzido e da massa de gás metano (CH_4), uma vez que, foi possível a geração do metano (CH_4).

Observou-se que a umidade foi o parâmetro determinante na geração do biogás, ou seja, a massa do metano e o volume do biogás produzido aumentaram conforme a umidade aumentou, sendo o Bio 3 o que apresentou os melhores resultados em ambos os casos quando analisado os resultados e comparados com outros autores.

A pressão apresentou resultados favoráveis a produção do metano, porém, não foi possível a comparação com outros autores, devido à escassez de experimentos realizados com cama de frango + água.

A temperatura ambiente se mostrou propícia pois foi possível a produção do biogás, sendo possível a comparação com outros autores.

O processo de biodegradação da cama de frango + água para a produção de biogás, se mostrou possível através dos resultados analisados.

Este trabalho realizado se mostrou favorável para o produtor de frangos de corte, pois, além de diminuir os gastos com a destinação final adequada da cama de frango reaproveitando a mesma, obtêm-se uma diminuição no impacto ambiental com a diminuição dos gases que são liberados na atmosfera, tem-se a diminuição de odores, de microrganismos que possam acarretar doenças em outros animais ou até mesmo em seres humanos, melhoria da visibilidade do local de acumulo da cama de frango descartada.

A partir da biodegradação da cama de frango tem-se como produto final o biogás que é uma fonte de energia renovável. Sendo assim, esse experimento se mostrou uma boa alternativa para o produtor que forneceu o resíduo para os experimentos onde o mesmo além da sustentabilidade obtida através da produção

de frangos de corte, tem a diminuição de custos na quantidade de resíduo descartada adequadamente e ainda é uma forma de preservar o meio ambiente.

6 REFERÊNCIAS

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

ANGONESE, A.R.; CAMPOS, A.T.; ZACARKIM, C.E.; MELISSA S.; MATSUO, M.S.; CUNHA, F. **Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.3, p.745-750, 2006.

ANULPEC 2008: **anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Angr FNP, Instituto FNP,** 2008. p. 243 – 270.

AVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.: FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1992. 38p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 16).

BACKES, G.M. - **Avaliação do processo de digestão anaeróbia na geração de energia a partir de dejetos suinos e bovinos de leite com suplementação de glicerina residual bruta oriunda da produção de biodiesel**, Lajeado- RS – 2011

BRASIL, **Instrução normativa número 15 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Diário Oficial da União. Brasília DF, 2001. 17 de junho de 2001.

COSTA, LAURA VANESSA CABRAL DA. **Biodigestão anaeróbia da cama de frango associada ou não ao biofertilizante obtido com dejetos de suínos: produção de biogás e qualidade do biofertilizante.** 2009. xiii, 89 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

COSTA, L.V.C. (2012) - **Produção de Biogás Utilizando Cama de Frango Diluída em Água e em Biofertilizante de Dejetos de Suínos.** Tese (Doutorado em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu. 90p.

FARIAS, W. D. B. de. **Análise da viabilidade de utilização da cama de frangos para produção de biogás.** PIBIC. 2017.

FIORENTIN, L. **A reutilização da cama de aviário no contexto do Benchmarking. EMBRAPA**, 2008.

FUKAYAMA, ELLEN HATSUMI. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. 2008. xiv, 99 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008. 96 f. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GARCIA, RODRIGO GARÓFALLO; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, FABIANA RIBEIRO. **Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte. Revista Avisite**, v. 47, p. 46-50, 2011.

GRIMES, J. L. **Alternatives litter materials for growing poultry. North Carolina Poultry Industry Newsletter**, v. 1, 2004.

GÜNGÖR-DEMIRCI, G.; DEMIRER, G. N. **Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure**. Bioresource Technology, Oxford, v.93, n.2, p.109-117, 2004.

[IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Abate-leite-couro-ovos, 2018.

LEITE, VALDERI DUARTE et al. **Bioestabilização anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos: aspectos quantitativos. Tecno-Lógica**, v. 18, n. 2, p. 90-96, 2014.

MELO, M. C. **Influência da Matéria Orgânica nos Recalques de Resíduos Sólidos Urbanos Aterrados**. 148p. Tese (Tese de doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

MIRANDA, Adélia Pereira; AMARAL, L. A.; LUCAS JÚNIOR, J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **X Encontro**

Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação–Universidade do Vale do Paraíba, p. 2928-2931, 2006.

MONTEIRO, V. E. D. **Análises Físicas, Químicas e Biológicas no Estudo do Comportamento do Aterro da Muribeca**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Brasil (2003).

PAGANINI, F. J. **Produção de frangos de corte: Manejo de cama.** Ed. MENDES, A. A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. Campinas: FACTA. 356p. 2004.

PALHARES, J. C. P. **Uso da cama de frango na produção do biogás.** Circular técnica - Embrapa. Concórdia, SC. Dezembro de 2004.

PIRES, P. G. S.; RICCI, G. D.; MENDES, J. V. **CARACTERÍSTICAS DE CAMA DE AVIÁRIO E SUA REUTILIZAÇÃO. III simpósio de sustentabilidade e ciência animal**. Agosto de 2013. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo – SP..

SCHMIDELL, W; LIMA, V. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (2001). **Biotecnologia Industrial.Edgard Blucher Ltda.** Vol. 2. 593 p.

SUMMERS, R., BOUSFIELD, S. **A detailed study of piggery-waste anaerobic digestion. Agricultural Wastes**, v.2, p.61-78, 1980.

STEIL, L.; LUCAS JUNIOR, J.; OLIVEIRA, R. A. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbias de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, V. 22, n 1, p. 146- 149, 2002.

TARAZONA, C. F. **Estimativa de Produção de Gás em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. 2010

TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. A. **Integrated solid waste management. Engineering principles and management issues**. New York. 1993.

WEBB, A.R, HAWKES, F.R. **The anaerobic digestion of poultry manure: variation of gas yield with influent concentration and ammonium-nitrogen levels. Agricultural Wastes**, v.14, n.2, p.135-56, 1985a