

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DE FECULARIA COM ADIÇÃO DE GLICEROL EM FASE TERMOFÍLICA

A. R. HEYDT¹³²
P. A. Cremonez¹³³
E. I. B. Parisotto¹³⁴
T. R. W. Meier
J. G. Teleken

RESUMO

A conscientização sobre o meio ambiente ganhou lugar de destaque no cenário mundial nas décadas de 60 e 70, sendo que protegê-lo passou a ser um dos princípios fundamentais do homem moderno, fazendo com que estes se preocupem não apenas com o controle e mitigação de seus impactos, mas também com o desempenho ambiental que gera o conceito de desenvolvimento sustentável. Grande parte das fontes de energia utilizada atualmente no mundo refere-se a fontes não renováveis, contudo, a busca crescente por outras formas desta tem levado ao desenvolvimento de pesquisas que possam ser utilizadas com a finalidade de produzir biocombustíveis. A biodigestão anaeróbia é uma das alternativas para produção de energia com maior potencial para os próximos anos, é considerada uma das principais saídas para diversificação da matriz energética, proporcionando a diminuição da dependência dos combustíveis fósseis. Foi realizado experimentos em reatores de bancada operando em alimentação batelada (3,2 L de volume útil) com resíduo líquido proveniente de fecularia com adição de glicerol (0%, 1%, 3%, 5% e 7%) resíduo da produção de biodiesel, em fase termofílica avaliando o aumento de produção de biogás conforme a variação na concentração de glicerol adicionado. O tempo de retenção hidráulica (TRH) foi de 12 dias, onde o experimento número 3, com adição de 3% de glicerol apresentou a maior produção de biogás com um total de 5,779 ml. Podemos observar que a adição de glicerol favoreceu a produção de biogás, mas concentrações acima de 3% não apresentaram resultados satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVES: Biodigestão anaeróbia; Termofílica; Glicerol; Biogás.

1 INTRODUÇÃO

¹³² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharias e Exatas. Endereço: Rua Pioneiro, 2153, Palotina – Paraná, CEP: 85950-000, Brasil

¹³³ Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel. Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura. Endereço: Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário, Cascavel – Paraná, CEP 85819-110

¹³⁴ Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia e Alimentos, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail para contato: joel.teleken@ufpr.br



A mandioca desempenha importante papel na cultura e dieta alimentar dos brasileiros, devido sua procedência e pelo seu alto valor energético (PINTO; CABELLO, 2011). O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de mandioca juntamente com a Tailândia e a Nigéria, apresentando produção superior aos 25 milhões de toneladas anuais (FELIPE; RIZATO, 2009).

Na industrialização da mandioca são gerados diversos resíduos, tais como casca, farelo e manipueira, que é o resíduo líquido. Os efluentes de uma fábrica de farinha de mandioca podem ser divididos em duas categorias básicas: as águas de lavagem das raízes e a água proveniente da prensagem da massa de mandioca, denominada água da prensa ou manipueira (POTENCIANO, 2012).

A manipueira apresenta ainda concentrações do íon cianeto (CN^-) e do ácido cianídrico (HCN), substâncias capazes de bloquear o transporte do oxigênio em seres vivos, tornando este efluente altamente poluente (TORRES, 2009).

O tratamento de efluentes de agroindústrias tem se tornado uma alternativa economicamente viável, por meio da utilização dos processos biológicos, desde que seja realizado um levantamento e planejamento destes resíduos (PINTO; CABELLO, 2011).

Atualmente a produção de biocombustíveis como: bioetanol, biodiesel e biogás tem se intensificado. As tecnologias utilizadas para a produção deste tipo de energia são alternativas renováveis, seguras, sustentáveis, e consequentemente ambientalmente menos danosas que os combustíveis fósseis (DHARMADI et al., 2006).

Devido à alta produção de biodiesel consequentemente haverá maior produção de glicerol. Para cada quilo de biodiesel produzido, aproximadamente 100 gramas de glicerol são gerados como substrato da reação de transesterificação (YAZDANI; GONZALEZ, 2007).

O glicerol é um subproduto gerado a partir da produção do biodiesel, onde em sua mistura além de conter o próprio glicerol apresenta outras substâncias como: óleos, ácidos graxos de cadeia longa, metanol, sais e outros; onde esse resíduo em contato com o meio ambiente pode ocasionar vários danos.

Buscou-se alguma forma para a utilização do subproduto, na qual a adequação do mesmo na biodigestão anaeróbia, mas o glicerol pode ocasionar problemas durante o processo, como acúmulo de metabólitos, por decorrência da elevada

demanda química de oxigênio (DQO), devido a isso foi adicionado glicerol em concentrações baixas para evitar possíveis danos ao processo.

Foi utilizado como inóculo o subproduto final do processo de biodigestão de suinocultura, para o star inicial do processo de biodigestão. O ponto de partida do processo de biodigestão anaeróbia é um ponto crucial, pois uma partida malfeita resulta no colapso do processo (STRONACH et al., 1987). Apresentando uma má partida no processo, o mesmo não funcionara de forma correta e não tendo devida eficiência na remoção de matéria orgânica.

No processo foi utilizado três tipos de resíduos, o inóculo de suíno, a manipueira e concentrações de 0 a 7 % de glicerol. O principal objetivo do trabalho será avaliar a produção de biogás no processo de biodigestão anaeróbia de resíduos líquidos de usinas de fécula de mandioca com adição de diferentes concentrações de glicerol.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A energia desempenha um papel de grande importância na sociedade, alcançando todos os aspectos do desenvolvimento social, econômico e ambiental (AMIGUN et al.,2008). Uma adequada realização de serviços torna-se crucial para fornecimento de energia, apresentando danos de pequeno efeito ao meio ambiente (KAREKEZI, 2002).

Devido à variedade de recursos, tanto fósseis quanto renováveis, a situação energética brasileira sempre foi privilegiada. As fundamentações das decisões da política energética nacional, vem acontecendo desde a década de 50, buscando a redução das dependências externas, e valorizando os recursos disponíveis no país (PIQUET; MIRANDA, 2009).

Nos próximos 10 anos, a demanda total de energia no país deverá aumentar 5,3% ao ano, alcançando os 372 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) até 2020. A matriz energética brasileira vem sendo um exemplo para o mundo, pois apresenta uma grande participação com fontes renováveis (hidráulica, eólica, etanol, biomassa), e continuará com uma predominância ainda maior nos próximos anos (TOLMASQUIM, 2012).

Biomassa é o termo utilizado para toda matéria orgânica derivada de plantas e animais, sendo que os recursos da biomassa incluem a madeira, resíduos agrícolas, resíduos sólidos urbanos, resíduos animais, plantas aquáticas, dentre outros. A R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

biomassa é de suma importância mundialmente, pois é considerada uma fonte de energia limpa, em relação a combustíveis fósseis, onde favorece na diminuição da emissão de gases efeito estufa.

A biomassa vem despertando grande interesse em sua utilização, pois apresenta grande variedade em sua conversão para energia, em forma e calor, eletricidade, hidrogênio, metanol, etanol e biogás. De forma particular o biogás é distinto das outras formas de energia sendo um combustível relativamente limpo além de ser importante no tratamento de resíduos agroindustriais resulta também na produção de biofertilizantes para uso agrícola.

O uso de resíduos agrícolas para a produção de biogás apresenta alto potencial de poupança na emissão de gás do efeito estufa, como resultado de sua natureza descentralizada e região baseada em estrutura de investimento, podem favorecer significativamente para o desenvolvimento sustentável em áreas rurais, além de garantir uma nova oportunidade de renda aos agricultores (CAVINATO et al., 2010).

2.1 Biodigestão anaeróbia

Segundo DEMIRER E CHEN (2005), o processo de biodigestão anaeróbia é um sistema de tratamento da matéria orgânica por meio da degradação, formando metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). É um processo natural que ocorre sem a presença de oxigênio, onde certas populações microbianas agem de forma conjunta para promover uma fermentação regulada e estável da matéria orgânica.

O processo de digestão ocorre em quatro etapas distintas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na etapa de hidrólise o material particulado é transformado em compostos de menor peso molecular facilitando a absorção pelas células. Na acidogênese, estes compostos reduzidos são absorvidos pelas células das bactérias fermentativas, e excretados na forma de ácidos graxos voláteis, álcoois e ácido láctico, além de outras substâncias orgânicas simples. Na etapa de acetogênese, esses produtos oriundos da acidogênese formam os substratos para produção do metano, sendo eles o acetato, hidrogênio e dióxido de carbono. Finalmente ocorre o processo de metanogênese, onde o metano é produzido por bactérias acetotróficas, com a redução do ácido acético, ou pelas bactérias hidrogenotróficas com a utilização do CO_2 (FORESTI et al., 1999).

Segundo AQUINO e CHERNICHARO (2005), o processo anaeróbio engloba vários processos metabólicos complexos, que se desenvolvem em etapas sequencial e dependem da ação de três principais grupos de microrganismos: as bactérias acidogênicas, acetogênicas e metanogênicas.

As bactérias acidogênicas são as responsáveis pela fermentação dos açúcares, aminoácidos e gorduras resultantes da hidrólise da matéria orgânica mais complexa, produzindo ácidos orgânicos, álcoois, cetonas, dióxido de carbono e hidrogênio. Os microrganismos que atuam nesta etapa de degradação do substrato são os que mais se beneficiam energeticamente. Devido a este aproveitamento, as bactérias acidogênicas possuem baixo tempo mínimo de geração e as maiores taxas de crescimento microbiano, então caso a matéria seja de difícil degradação, esta etapa se tornará a limitante da fermentação. O processo de digestão anaeróbia se dá pelo consumo de matéria orgânica por diferentes microrganismos heterotróficos, até a última etapa de metanogênese, em que o biogás é liberado (GABIATTI; COLABORADORES, 2009).

A composição do biogás gerado no processo de degradação anaeróbia varia conforme as características do resíduo, as condições de operação do biodigestor e do tipo de biodigestor empregado. Segundo SOUZA (2010), o biogás apresenta uma composição média de 60% a 80% de metano (v/v), 20% a 40% de dióxido de carbono (v/v), além de apresentar sulfetos, nitrogênio, monóxido de carbono e hidrogênio em menores concentrações.

Além da comercialização do biogás, pode-se gerar renda a partir da comercialização de créditos de carbono pela não emissão de dióxido de carbono e venda do biofertilizante OLIVEIRA (2009) realizou um estudo de produção de biogás por meio de tratamento do lixo urbano, onde pode observar que além de créditos de carbono e biofertilizantes, comprovou a viabilidade econômica e ambiental com aplicação do processo.

2.2 Fatores que afetam o processo de biodigestão

A temperatura apresenta grande importância no processo de biodigestão de resíduos orgânicos (CHEUNBARN; PAGILLA, 2000). Para SALOMON (2007), as faixas de temperatura associadas com o crescimento microbiano e eficiência do processo podem ser classificadas como: psicrófilas (<20°C); mesófilas (20-45°C); R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

termofílicas (>45°C). Em altas temperaturas, a velocidade das reações biológicas é maior, resultando numa operação mais eficiente e um menor Tempo de Retenção Hidráulica. A faixa de temperatura indicada para o processo de biodigestão visando produção de biogás se encontra entre 20°C e 40°C (BOND; TEMPLETON, 2011).

Segundo FORESTI (1998), o pH ótimo para a biodigestão anaeróbia é de 6,8 a 7,5, no entanto, o processo continua de forma eficiente num limite de pH entre 6 e 8, embora em taxa menor. MOURA (2012), afirma que valores de pH próximos a neutralidade são os mais ideais, pois em meios ácidos a atividade enzimática é anulada, já em meios alcalinos ocorre a produção de substâncias não desejáveis, como anidrido sulfuroso e hidrogênio.

A relação de carbono e nitrogênio é um fator relevante em processos de digestão, visto que todos os organismos vivos necessitam de nitrogênio para sintetizar proteínas, devendo existir uma correta proporção entre o carbono e nitrogênio, caso contrário, as bactérias não serão capazes de consumir todo carbono presente e o desempenho do processo será baixo (SGORLON et al., 2011). O ponto ótimo para a relação carbono/nitrogênio é entre 20 e 30 (REICHERT, 2005).

Segundo SILVA (2001), a concentração máxima de sólidos totais para se obter a produção máxima de biogás deve ser inferior a 8%, faixa que possibilita um melhor deslocamento do material no biodigestor, assim evitado possíveis danos como entupimentos nos canos de entrada e saída do reator.

Em casos com concentrações maiores que 10%, além de ocorrer a diminuição da eficiência do biodigestor, aumenta-se a probabilidade de criação de crosta. O tempo necessário para que o material passe pelo digestor e considerado o tempo de retenção hidráulica, no qual consiste no tempo de saída e entrada de materiais no digestor, como sólidos, células e água (MOURA et al., 2012).

Ainda segundo GOMES e CAPPI (2011), o tempo de retenção hidráulica se relaciona diretamente com o teor de sólidos totais do substrato, no qual consiste o tempo em que o material levaria para se degradar dentro do reator.

2.3 Manipueira

A manipueira é um resíduo líquido proveniente do processamento de farinha de mandioca e apresenta grande quantidade de nutrientes em sua composição, como os minerais por exemplo (CASSONI; CEREDA, 2011). Para PINTO e CABELLO R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

(2007) os subprodutos do processamento da mandioca são relatados como alguns dos responsáveis por graves problemas de poluição do meio ambiente, fato este devido à grande concentração de carboidratos remanescentes, que são disponíveis ao meio ambiente.

Segundo dados do Instituto Agrônomo (1989), quando ralada, a massa de mandioca perde de 20% a 30% de água, ou seja, o processamento de uma tonelada de raiz produz cerca de 200 a 300 litros de manipueira.

As características da manipueira variam de acordo com a tecnologia utilizada no processamento da mandioca, com a qualidade da matéria prima e com a destinação do produto final, sendo que suas principais características são pH baixo, elevada concentração de matéria orgânica e de cianeto. Na Tabela 1 são apresentados dados encontrados por diferentes autores em estudo do efluente.

Tabela 1. Composição da manipueira obtida por diferentes autores.

	GIONGO (2011)	CARDOSO (2005)	PINTO E CABELLO (2011)
pH	4,3	6,5	3,9
DQO (mg/L)	8865	7747	14300
ST (%)	0,742	0,602	0,62
Cianeto (mg/L)	1,91	0,05	---

Fonte: adaptado (GIONGO, 2011; CARDOSO, 2005; PINTO E CABELLO, 2011).

2.4 Glicerol

Glicerol (glicerina ou 1,2,3-propanetriol) é um álcool, sem cor e sem odor, viscoso, não tóxico (PACHAURI; HE, 2006). O glicerol é um produto obtido através do processo de transesterificação para a produção do biodiesel.

Atualmente, o glicerol oriundo da produção de biodiesel é vendido para indústria química, pois a produção de glicerol tem aumentado (SILES LÓPEZ et al., 2009), assim sendo obrigados a buscar possíveis tecnologias para a utilização deste subproduto. O glicerol residual possui um teor elevado de impurezas, em torno de 20%, no qual dificulta o processo de purificação. Uma saída para esse impasse seria a adequação do resíduo ao processo de biodigestão anaeróbia.

2.5 Resíduo de suíno (inóculo)

A produção animal apresenta grande favorecimento para a geração de resíduos no Brasil, assim apresentando um excessivo impacto poluidor ao meio ambiente, causar dano devido apresentar grande carga orgânica, para a diminuição desta carga poderia ser através da utilização de biodigestores. As implantações de biodigestores nas propriedades rurais criadoras de animais podem representar medidas eficazes no combate à poluição dos rios (GASPAR, 2003). O resíduo de suíno (inóculo), foi obtido na Granja Miotto, localizada na Linha Concórdia, em Palotina, com a principal atividade é a produção de leitões, o mesmo foi utilizado para star inicial do processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, no Laboratório de Produção de Biocombustíveis. Foram utilizados dez biodigestores horizontais de PVC operando com alimentação de batelada, com altura de 50 cm e largura de 10 cm, apresentando uma capacidade útil de 3,2L, os quais estão acondicionados em ambiente com controle de temperatura. Na Figura 1 podemos observar os biodigestores que serão utilizados no processo.

Figura 1. Biodigestores utilizados no processo de biodigestão anaeróbica.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para a realização do processo foram utilizados três subprodutos, o inóculo, oriundo do processo final da biodigestão anaeróbia de suinocultura, a manipueira, e a adição de glicerol variando as concentrações de 0 a 7 %, realizado em triplicata. Foram utilizadas porcentagens pequenas de glicerol, pois o mesmo pode ocasionar acúmulo de metabólitos e dificultar o processo. Todo o processo foi conduzido a temperaturas na faixa termofílica ($>45^{\circ}\text{C}$). Os reatores foram mantidos em 2 incubadoras sob a temperatura média de 45°C ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$). As incubadoras foram confeccionadas com casco térmico e termostato digital marca Full Gauge®, modelo TIC-17RGTi, para o controle da temperatura e definição de set-point juntamente com um segundo termômetro digital independente com objetivo de monitorar a temperatura interna das estufas. Todo o sistema de captação do efluente digerido e coleta do biogás foram construídos externamente às estufas.

Mantiveram-se as demais propriedades disponíveis como: diferencial, retardo de ligada de saída, offset, mínimo e máximo setpoint, em seu modo padronizado de fábrica.

Figura 2: Aquecedor para manter a temperatura do processo constante. Figura 3. Controlador de temperatura do processo constante.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para verificar a produção de biogás, em cima de cada reator apresenta uma saída adaptada com uma mangueira, de onde se desloca da parte interior da geladeira para a parte exterior, apresentando ao lado da geladeira um galão com água onde

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

apresenta uma solução. A solução contendo 25% (v/v) de cloreto de sódio e 3% (v/v) de ácido sulfúrico tem a função de evitar o escape do biogás e impedir a dissolução do dióxido de carbono (CO₂) presente no gás gerado (LARSEN,2009). A Figura 4 demonstra a adaptação superior aos biodigestores para o deslocamento do biogás da parte interior, já a Figura 5 podemos observar as adaptações saindo da parte interior da geladeira para a parte exterior com suporte para observar se está tendo a produção de biogás, e a Figura 6 apresenta como o processo de biodigestão anaeróbica será transcorrido.

Figura 4 Adaptação superior dos biodigestores.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 5 Suporte para a verificação se está ocorrendo à produção de biogás.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 6 Sistema completo para a biodigestão anaeróbica.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Antes de colocar o experimento em funcionamento realizou-se análise de pH para verificar se o sistema estaria em condições, no qual apresentou quantias baixas tornado o mesmo ácido, para a correção foi utilizado Hidróxido de Sódio, assim neutralizando os reatores e dando início ao processo.

3.1 Produção de biogás

Para quantificar a quantidade produzida foi analisada através do deslocamento vertical dos reatores, anotados todos os valores diários de produção, assim no final realizando

o cálculo de volume do cilindro que tem a fórmula: O raio (r) e a altura (h) em centímetros (cm).

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

O volume do biogás pode ser quantificado através do deslocamento vertical dos gasômetros, onde em sequência foi realizada a correção em condições normais de temperatura e pressão (CNTP) conforme a equação abaixo no qual foi utilizada por Aquino et al.(2007).

$$\frac{P1 \cdot V1}{T1} (\text{CNTP}) = \frac{P2 \cdot V2}{T2} (\text{EXP.})$$

Dados:

P1 – Pressão CNTP (mmHg);

V1 – Volume CNTP (cm³);

T1 – Temperatura CNTP (°C);

P2 – Pressão Local (Palotina-PR)

V2 – Volume medido em amostragem (cm³);

T2 – Temperatura medida no momento da amostragem (°C).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

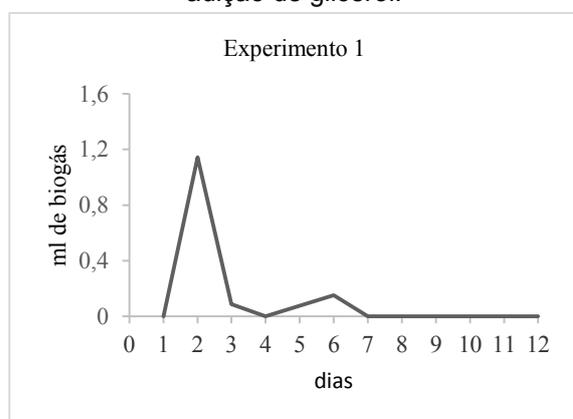
Os experimentos foram submetidos a adições diferenciadas de glicerol, onde foram realizados 5 experimentos em triplicata, apresentando respectivamente adição de 0,1,3,5 e 7% de glicerol, o tempo total de realização de todo o processo foi 12 dias, um fato de ser pouco tempo foi por ser realizado em faixa termofílica assim apresentando uma aceleração na degradação realizada pelos microrganismos.

O experimento que melhor apresentou resultado foi o número 3, com adição de 3% de glicerol, que podemos observar na figura 9, tendo com uma produção média diária de 0,48 ml e uma produção acumulada de 5,779 ml em um período de 12 dias. A produção se manteve constante entre o 1 e 5°, apresentando em torno de 2ml por dia, ultrapassando os valores dos outros experimentos, em exceção o número 2, que apresentou um pico de produção do 1 ao 3° dia. Essa mudança de picos de produção ocorre devido a quantidade de glicerol adicionada, o processo produzira quando tiver

a presença de matéria necessária para os microrganismos, como o experimento 3 apresentou mais, seu tempo de produção foi maior.

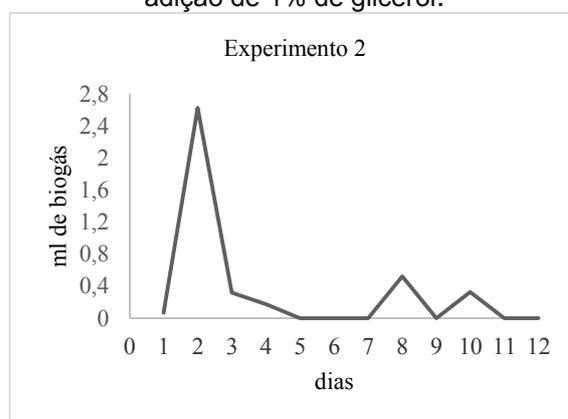
Já o experimento que não obteve resultados satisfatórios foi o número 1, sem adição de glicerol, apresentado na figura 7, com uma média diária de 0,12 ml e uma produção acumulada de 1,458 ml. Podemos observar que o experimento não teve bons resultados no qual se pode dar a explicação de que a adição de glicerol no sistema só tem a auxiliar na produção de biogás.

Figura 7: Produção acumulada de biogás sem adição de glicerol.



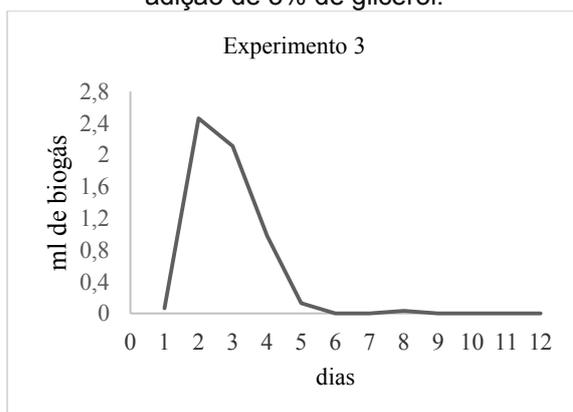
Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 8: Produção acumulada de biogás com adição de 1% de glicerol.



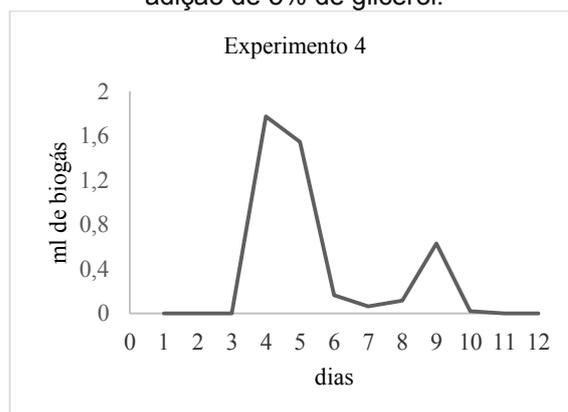
Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 9: Produção acumulada de biogás com adição de 3% de glicerol.



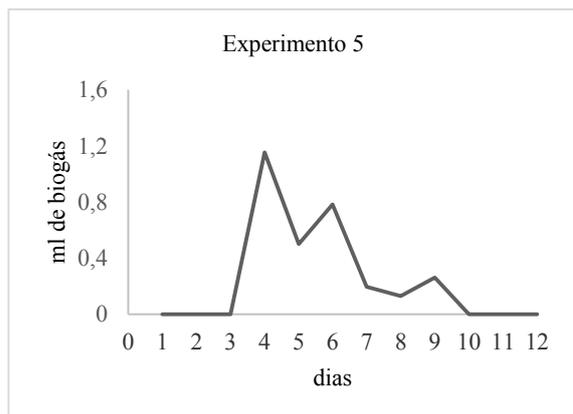
Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 10: Produção acumulada de biogás com adição de 5% de glicerol.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Figura 11: Produção acumulada de biogás com adição de 7% de glicerol.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Segundo SIQUEIRA (2012) no qual realizou Codigestão de glicerina bruta associada a esterco de bovino na produção de biogás. O tratamento número 3, com adição de 4% de glicerina bruta foi o que apresentou a maior produção volumétrica de biogás totalizando 9,307 ml (SIQUEIRA, 2012). Com relação ao experimento podemos observar que a produção máxima foi entre 3% de glicerol, apresenta uma diferença pois SIQUEIRA (2012) realizou seus experimentos em fase mesófila, já o presente trabalho foi realizado em fase termofílica, no qual teve um menor tempo de retenção hidráulica (TRH).

Os experimentos 4 e 5, com adição respectivas de 5 e 7% de glicerol não apresentaram um bom desempenho. Esse baixo desempenho deve-se provavelmente, a uma inibição da atividade dos microrganismos metanogênicos ocasionado pela queda do pH, ocasionado pelo acúmulo de compostos intermediários (AVG's) (SIQUEIRA,2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o processo de biodigestão anaeróbia com adição de glicerol em substrato de manipueira realizado em faixas termofílicas apresenta maior produção de biogás, aceleração nas atividades microbianas, e um menor tempo de retenção hidráulica.

O experimento número 3, com adição de 3% de glicerol obteve a maior produtividade. Já os experimentos 4 e 5, com adições de 5 e 7% de glicerol não apresentaram resultados satisfatórios, devido à alta produção de ácidos graxos voláteis, ocasionando a acidificação do substrato e interrompendo a produção de biogás.

ANAEROBIC DIGESTION OF CASSAVA INDUSTRY LIQUID WASTE WITH GLYCEROL IN ADDITION PHASE THERMOPHILIC.

ABSTRACT

Awareness of the environment has gained a prominent place on the world stage in the 60s and 70s, and protect it has become one of the fundamental principles of modern man, making them worry not only for the control and mitigation of its impacts, but also to the environmental performance that generates the concept of sustainable development. Much of the energy sources currently used in the world refers to non-renewable source; however, the increasing search for other forms of this has led to the development of research that can be used in order to produce biofuels. Anaerobic digestion is one of the energy production alternatives with the greatest potential for the coming years, is considered one of the main outlets for diversification of energy sources, providing the reduction of dependence on fossil fuels. Experiments was carried out in bench reactors operating in batch feed (working volume 3.2 L) to liquid residue from the starch manufacturer with the addition of glycerol (0 %, 1 %, 3 %, 5 % and 7 %) waste production biodiesel , thermophilic stage in assessing the increase of biogas production according to the variation in the concentration of glycerol added. The hydraulic retention time (HRT) was 12 days, where the number 3 experiment with addition of 3 % glycerol had the highest production of biogas with a total of 5,779 ml. We can see that the addition of glycerol favored the biogas production, but above 3%, concentrations did not show satisfactory results.

KEY WORDS: Anaerobic digestion; thermophilic; Glycerol; biogas.

REFERÊNCIAS

AMIGUN, B.; SIGAMONEY, R.; VON, BLOTTNITZ, H. 2008. Commercialization of biofuel industry in Africa: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12:690-711.

AQUINO, S. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Acúmulo de ácidos graxos voláteis (AVGs) em reatores anaeróbios sob estresse: causas e estratégias de controle. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol 10 n.2, 2005, p 152-161.

AQUINO, S.F.; CHERNICHARO, C.A.L. FORESTI, E.; DOS SANTOS, M. de L.F.; MONTEGGIA, L.O. Metodologias para determinação da atividade metanogênica

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

específica (AME) em lodos anaeróbios. *Eng. Sanit. Ambient.*, v.12, n.2, p.192-201. 2007.

BOND, T.; TEMPLETON, M.R. History and future of domestic biogas plants in the developing world. *Energy for Sustainable Development*, v.15, n.4, p.347-354. 2011.

CARDOSO, E. Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho. Criciúma – SC, 53p. Dissertação (mestrado) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2005.

CASSONI, V.; CEREDA, M.P. Avaliação do Processo de Fermentação Acética da Manipueira. *Revista Energia na Agricultura, Botucatu*, v.26, n.4, p.101-113. 2011.

CAVINATO, C.; FATONE, F.; BOLZONELLA; PAVAN, P. Thermophilic anaerobic co-digestion of cattle manure with agro-wastes and energy crops: comparison of pilot and full scale experiences. *Bioresource Technology*, v.101, p.545–550. 2010.

CHEUNBARN, T.; PAGILLA, K. R. Anaerobic thermophilic/ mesophilic dual-stage sludge treatment. *Environmental Engineering*, v.126, p.796–801. 2000.

DEMIRER, G.N.; CHEN, S. Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. *Process Biochemistry*, v.40, n.4, p.3.542-3.549, 2005.

DHARMADI, Y.; MURARKA, A.; GONZALEZ, R. Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*: a new platform for metabolic engineering. *Biotechnology and Bioengineering*, v.94, p.821-829, 2006.

FORESTI, E. Notas da aula de Processos e Operações em Tratamento de Resíduos SHS- 705. Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos. 1998.

FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; HAANDEI, A. V.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do Tratamento Anaeróbio. In.: CAMPOS, J. R. (Coord.). Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. 1ª ed. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, p. 29-52. 1999.

GABIATTI, N. C.; ZACHARIAS, N. D.; SCHMIDELL, W.; KUNZ, A.; SOARES, H.M. Comparação entre os Sistemas de Digestão Anaeróbia e Nitrificação/Desnitrificação no Tratamento de Águas Residuárias da Suinocultura. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, pg. 99-103, Florianópolis – SC. 2009.

GASPAR, R. M. A. B. L. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR. 2003. 119p. Dissertação (Engenharia de Produção) – UFSC

GIONGO, CITIELI. Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira. 66p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

GOMES, F.O. de C.; CAPPI, N. Redução de Sólidos de Dejetos de Poedeiras em Biodigestores Operados com Diferentes Tempos de Retenção Hidráulica. In: Periódicos UEM. Anais... Encontro de Iniciação Científica, v.1, n.1. 2011.

INSTITUTO AGRONÔMICO: Toxicidade da mandioca, resíduos de fábrica de farinha, utilização, tratamento e eliminação de resíduos. Parecer técnico. Campinas, 10p, 1989.

KAREKEZI, S. (2002) - Renewables in Africa – meeting the energy needs of the poor. *Energy Policy*, vol. 30, n. 11-12, p. 1059-1069.

LARSEN, A. C. Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia. Paraná: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009. 41p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)

MOURA, J.P. de, Estudo de casos das rotas tecnológicas para produção de biogás e da influência da composição química de dejetos de matrizes suínas na qualidade do biogás gerada por biodigestor. Dissertação (Mestrado), Doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco. 2012.

MOURA, R. B.; DAMIANOVIC, M. H. R. Z.; FORESTI, E. Nitrogen and carbon removal from synthetic wastewater in a vertical structured-bed reactor under intermittent aeration. *Journal of Environmental Management*, v.98, p. 163-167, 2012.

OLIVEIRA, S. V. W. B. Estudo de Viabilidade de Aplicação do Biogás no Ambiente Urbano. FUNDACE, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, Ribeirão Preto – SP. 2009.

PACHAURI, N.; HE, B. Value-added utilization of crude glycerol from biodiesel production: a survey of current research activities, in: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2006. Oregon. Anais... Oregon: American Society of Agricultural and Biological Engineers. P. 1-16, 2006.

PINTO, P. H. M.; CABELLO, C. Tratamento de manipueira de fecularia em biodigestor anaeróbio para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação. *Revista Energia na Agricultura* (Botucatu), v. 26, n. 3, p. 127-140, 2011.

PINTO, P.H.M.; CABELLO, C. Tratamento de Efluentes Líquidos de Fecularia em Biodigestores Anaeróbios de Fluxo Ascendente. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v.3, nº1, 2007.

PIQUET, R.; MIRANDA, E. A indústria de gás no Brasil: incertezas, implicações territoriais e perspectivas. *Novos Cadernos NAEA*, v.12, n.1, p.51-66. 2009.

POTENCIANO, Jorge Miguel Juliano. **ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DE DIFERENTES BIODIGESTORES PARA O TRATAMENTO DA MANIPUEIRA**. 2012. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Agrícola., Universidade Estadual de Goiás – Unucet, AnÁpolis – Go, 2012.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.498-514, dez. 2015.

REICHERT, G.A.; Aplicação da Digestão Anaeróbia de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Revisão. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande – MS. 2005.

RIZATO, M.; FELIPE F. I.; Potencial econômico da produção de álcool de mandioca no norte do Brasil. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009.

SALOMON, K. R. Avaliação técnico-econômica e ambiental da utilização do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Itajubá – 2007

SGORLON, J.G.; RIZK, M.C.; BERGAMASCO, R.; TAVARES, C.R.G.; Avaliação da DQO e da Relação C/N Obtidas no Tratamento Anaeróbio de Resíduos Fruti-hortícolas. *Acta Scientiarum Technology*, v.33, n.4, p.421-424. 2011.

SILES LÓPEZ, J. A.; MARTÍN SANTOS, M. D. L. A.; CHICA PÉREZ, A. F.; MARTÍN MARTÍN, A. Anaerobic digestion of glycerol derived from biodiesel manufacturing. *Bioresource Technology*, v. 100, n. 23, p. 5609-5615, 2009.

SILVA, M. S. Biodigestão anaeróbia no saneamento rural. Lavras: UFLA/FAEPE, 71p. (Textos Acadêmicos). 2001.

SIQUEIRA, Jessé. **Co-digestão de glicerina bruta associada a esterco bovino na produção de biogás**. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós - Graduação em Bioenergia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T.M.; WISBECK, E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.4, p.438–443, 2010.

STRONACH, S.M.; RUDD, T.; LESTER, J.N. Start-up of anaerobic bioreactors on high strength industrial wastes. *Biomass*, v.13, p.173-197, 1987.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Estud. av.*, São Paulo, v.26, n.74. 2012.

TORRES, D. G. B.; Meio Suporte no Tratamento do Manipueira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, - Cascavel, 2009.

YAZDANI, S. S.; GONZALEZ, R. Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 18, p. 213-219, 2007.