

## **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BIOMASSA COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES PARA USO NA ALIMENTAÇÃO DE BIODIGESTORES**

SILVA, Jadielson R.<sup>1\*</sup>; PEITER, Aline<sup>1</sup>; FRANCESQUETT, Janice Zulma<sup>1</sup>; LOVATO, Adalberto<sup>2</sup>; KERKHOFF, Darciane Eliete<sup>1</sup>; VIEGAS, Cláudia Verdum<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FAHOR, Curso de Engenharia Química, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

<sup>2</sup> FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica.

<sup>3</sup> FAHOR, Curso de Engenharia de Alimentos.

\*Autor Correspondente: [js002907@fahor.com.br](mailto:js002907@fahor.com.br)

### **RESUMO**

O processo de biodigestão anaeróbica, na ausência de ar, ocorre através da atuação de microorganismos que transformam a matéria orgânica em energia renovável, na forma de biogás. Para que um biodigestor funcione adequadamente, a biomassa utilizada como alimentação deve ser adequada e alguns parâmetros importantes precisam ser considerados. Diante disso, foram avaliados os parâmetros de pH, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos fixos, oxigênio dissolvido, alcalinidade e acidez volátil de três amostras diferentes de substratos: uma contendo somente dejetos suínos, outra contendo somente resíduos de alimentos e outra contendo uma mistura de dejetos suínos e resíduos alimentícios na proporção 1:1. Considerando as amostras analisadas, o pH ficou abaixo de 7,8 para as três amostras, as amostras de alimentos mostraram um caráter mais ácido. Observa-se que os dejetos suínos têm maiores concentrações tanto de sólidos totais quanto de sólidos voláteis, porém possuem um menor teor de sólidos fixos, já a mistura ficou em um nível intermediário. Para o oxigênio dissolvido os valores encontrados ficaram abaixo 1,72 mg/L. Para alcalinidade e acidez volátil foram encontrados concentrações baixas, o que representa resultados importantes para a eficiência na produção de biogás. A alimentação composta de dejetos suínos se destacou por apresentar melhores resultados nas análises, quanto ao substrato contendo alimentos e a mistura (dejetos+alimentos) apresentou em geral uma tendência a maior instabilidade do sistema. Entretanto, são necessários novos testes visando avaliar

alimentações em outras proporções de dejetos suínos e alimentos, bem como a produção de biogás gerada em cada caso.

**Palavras chave:** Resíduos orgânicos, Substrato, Biodigestor, Parâmetros de avaliação.

## **PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF BIOMASS WITH DIFFERENT COMPOSITIONS FOR USE IN THE FEED OF BIODIGESTORS**

### **ABSTRACT**

The anaerobic biodigestion process, in the absence of air, occurs through the action of microorganisms that transform organic matter into renewable energy, in the form of biogas. For a biodigester to work, the biomass used as feed must be adequate and some important parameters need to be considered. Therefore, the parameters of pH, total solids, volatile solids, fixed solids, dissolved oxygen, alkalinity and volatile acidity of three different samples of substrates were evaluated: : one using only pig manure, another containing only food waste and another containing a mixture of pig manure and food waste in a 1:1 ratio. Considering the analyzed samples, the pH was below 7.8 for the three samples, the food samples showed a more acidic character. It is observed that the pig manure has higher concentrations of both total solids and volatile solids, but it has a lower content of fixed solids, and the mixture was at an intermediate level. For dissolved oxygen, the values found are below 1.72 mg/L. For alkalinity and volatile acidity, low levels were found, which represent important results for the efficiency in biogas production. The feed composed of swine manure is highlighted for presenting better results in the analysis, as for the substrate containing food and the mixture (manure+food) presented in general a tendency to greater system instability. However, further tests are needed to assess feed in other proportions of swine manure and food, as well as the production of biogas generated in each case.

**Keywords:** Swine manure, Biodigestor, Anaerobic digestion, Evaluation parameters, Biogas.

## **1 INTRODUÇÃO**

A biodigestão anaeróbica, na ausência de ar, ocorre através da atuação de uma série de microorganismos que transformam a matéria orgânica em um efluente clarificado e estabilizado quimicamente e microbiologicamente, o biogás (SILVA, NOVAES, KUROKI & MAGNONI JÚNIOR, 2012). A biomassa é o componente que alimenta o biodigestor, e todos os organismos biológicos podem ser utilizados como fonte de energia para constituição da biomassa. Neste sentido, este processo se constitui como uma fonte energética com um elevado potencial de crescimento, devido a uma disponibilidade atual de matéria orgânica que pode ser utilizada como substrato. Entretanto, nem todos substratos possuem as mesmas cargas de matérias orgânicas, o que influencia diretamente no funcionamento do biodigestor e consequentemente na produção de biogás (NETO, ALVARENGA, NASCIMENTO & DE MELO LEITE, 2010).

Na busca de uma otimização do substrato a ser utilizado como alimentação em uma usina de biodigestão instalada na Faculdade Horizontina, visando o aumento da eficiência na produção de biogás, este trabalho objetiva realizar uma avaliação inicial, através de testes físico-químicos, de substratos com diferentes composições incluindo resíduos alimentícios e dejetos suínos.

## **2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **2.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Biodigestores são sistemas utilizados para processar matéria orgânica, também chamada de biomassa, para produzir biogás. Trata-se de uma câmara fechada de maneira que não permite entradas de ar para dentro do equipamento, onde ocorre a digestão dos resíduos por microorganismos anaeróbios. O biodigestor geralmente é composto por dois recipientes, um para realizar a mistura da matéria orgânica com a água e outro para a fermentação anaeróbica, produzindo biogás e biofertilizante (STEYER et al., 2002; ALVES, et al., 2010; CATAPAN, et al., 2010; SHUBEITA, et al., 2014). O biogás gerado no processo é um combustível renovável, que pode ter utilização doméstica, na geração de energia elétrica e aquecimento, pode ser usado na indústria automobilística, mas tais aplicações dependem da pureza do biogás (ALVES et al., 2010; SOARES, et al., 2018).

O fenômeno de biodigestão se torna possível pela existência de grupos de microrganismos bacterianos anaeróbios presentes em uma matéria fecal. Quando esses microrganismos agem sobre dejetos orgânicos de origem animal ou vegetal, formam vários gases, tendo o gás metano ( $CH_4$ ) com concentração predominante e então denominado biogás. Além deste produto, são formados ainda biofertilizantes eficientes, com alta concentração de nutrientes, que podem ser aplicados ainda frescos, pois o tratamento anaeróbio também elimina a proliferação de moscas e o mau cheiro (FERREIRA, 2013).

Diferentes tipos de materiais orgânicos podem ser utilizados para a produção de biogás, alguns têm mais potencial do que outros, como os resíduos alimentícios e dejetos suínos (KARLSSON et al., 2014). De acordo com uma pesquisa realizada pela Food And Agriculture Organization (FAO) a um desperdício de cerca de 1,3 bilhão de toneladas alimento por ano (FAO, 2013; DA ROCHA, 2016). Estes alimentos que são jogados fora tem um custo ambiental e econômico muito grande, assim o reaproveitamento deste alimentos torna-se necessário, tendo como destaque para a produção de biogás (FERREIRA, 2015; DA ROCHA, 2016). O processo de biodigestão anaeróbica é promissor para os resíduos sólidos orgânicos devido às altas taxas de biogás produzidas (LEITE et al., 2009; DA ROCHA, 2016).

Além deste, temos também uma grande quantidade de dejetos de animais, obtidos principalmente onde existe uma alta concentração de animais e poucas áreas adequadas para a aplicação desses dejetos. Constantemente ocorrem dosagens excessivas no solo, podendo ocasionar o acúmulo de nutrientes como  $NO_3^-$  (nitrato), Cu (cobre), Zn (zinco) e de patógenos, onde podem ser carregados por enxurradas ou contaminar águas subterrâneas e mananciais. Sendo assim, o dejetos suíno, tem recebido uma considerável atenção da pesquisa agrícola, em virtude do grau de poluição que a suinocultura pode vir a provocar no meio ambiente (ALVES et al., 2008).

O dejetos suíno possui bactérias que continuam digerindo-o e geram dióxido de carbono, metano e outros gases; quando essa digestão for realizada na ausência do ar, têm-se então a digestão anaeróbica. Essa digestão ocorre em quatro etapas, mas no biodigestor essas fases de decomposição anaeróbia ocorrem paralelamente em um processo de um único estágio, que devem estar perfeitamente coordenados entre si para que todo o processo se realize adequadamente. Essas 4 fases da degradação recebem os seguintes nomes: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (HERRERO, 2008).

A biodigestão é um processo complexo e necessita da avaliação de diferentes parâmetros para manter os 4 estágios alinhados, a começar pela escolha do material correto a

ser utilizado como substrato na alimentação do biodigestor, que tem influência no resultado do processo, tanto na qualidade do biogás quanto na sua maximização da produção de energia (KARLSSON et al., 2014). Entre os parâmetros normalmente avaliados para a classificação do substrato têm-se: sólidos totais, sólidos voláteis, pH, alcalinidade, ácidos voláteis e oxigênio dissolvido.

As principais características da carga orgânica são acompanhadas através da medida dos sólidos totais e sólidos voláteis (OLIVEIRA, 1993; KARLSSON et al., 2014). Além de obter o controle de quantidade de carga orgânica que entra no biodigestor, podemos também ter uma estimativa do rendimento do substrato na produção de biogás por meio da diferença entre os valores de sólidos voláteis na alimentação e os sólidos voláteis da saída. A concentração de sólidos voláteis é a parcela do substrato que produzirá o biogás ao ser decomposta e neste sentido, o ideal é que se tenha no mínimo uma proporção de 120 g de sólidos voláteis para 1 kg de matéria seca (OLIVEIRA, 1993; LIMA, 2007; ALVES, et al., 2010; GUERI et al., 2018).

O pH é um dos fatores mais importantes a ser mantido para se obter uma boa eficiência do processo. Os microrganismos envolvidos nos diversos estágios de decomposição necessitam de diferentes valores de pH para seu ótimo desenvolvimento, por exemplo, o pH para as bactérias hidrolíticas e acidogênicas é em torno de 5,2 a 6,3; já para as acetogênicas e arqueas metanogênicas, dependem inteiramente de um pH neutro entre 6,5 e 8. No entanto, não dependem estritamente desta faixa, sendo capazes de formar substrato na presença de valores de pH levemente modificado, ocasionando somente uma ligeira diminuição da atividade das mesmas. A condição ideal de pH seria entre 6,8 e 7,2 com limites de digestão ainda possível entre 6,5 e 7,5 (OLIVEIRA, 1993; FNR, 2010).

Quanto a alcalinidade, é o parâmetro que mede a capacidade de tamponamento dos componentes do digestor. É através desta análise que se tem noção se as quedas dos valores de pH poderão ou não ser impedidas pelo sistema e está relacionada com a presença de bicarbonato de amônio e sais de ácidos voláteis (OLIVEIRA, 1993).

Quando aumenta a concentração dos ácidos voláteis as condições estabilizantes da digestão anaeróbica são prejudicadas, isso pode ocorrer devido há uma sobrecarga orgânica, que pode gerar instabilidade no reator, ocasionando a redução do pH do sistema (OLIVEIRA, 1993; STEIL, 2001). As bactérias metanogênicas são anaeróbicas, que sobrevivem na ausência de oxigênio Este é um parâmetro que raramente afeta o biodigestor visto que há uma grande quantidade de bactérias facultativas presentes, porém concentrações acima 1300 mg L, comprometem o biodigestor (SOUZA, 1984).

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos provenientes da suinocultura utilizados nos experimentos foram coletados em uma granja de suínos da região noroeste do estado e armazenados em garrafas plásticas de 5 litros. Foram coletados 10 litros de resíduos suínos. Os resíduos de alimentos foram obtidos a partir das sobras de um restaurante do município de Horizontina e armazenados em baldes plásticos totalizando cerca de 10 kg. Após a coleta, realizou-se uma triagem para avaliação da composição deste resíduo alimentar e o mesmo foi preparado para utilização, através da fragmentação, trituração utilizando um liquidificador e homogeneização. Este resíduo preparado foi mantido sob refrigeração até o dia seguinte para continuação dos experimentos.

No dia seguinte foram preparados os substratos para testes com as seguintes especificações:

- Teste S: contendo apenas dejetos suíno;
- Teste A: contendo apenas resíduo de alimento;
- Teste SA: contendo uma mistura 1:1 de resíduo suíno e de alimento.

Destes, retirou as alíquotas necessárias de cada teste para a realização das análises, em triplicata.

A densidade dos substratos foi avaliada através da medida de um volume da amostra utilizando uma proveta e o peso do seu conteúdo, utilizando uma Balança de precisão analítica ASTRAL Científica. As avaliações de pH, acidez volátil e alcalinidade foram realizadas utilizando medidor de pH PHOX P1000. Para acidez volátil procedeu-se a titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio 1 N, elevando o pH até 8,3. Para alcalinidade titulou-se com solução padrão de ácido sulfúrico 0,02 N, diminuindo o pH até 4,5. O parâmetro oxigênio dissolvido (OD) foi avaliado no equipamento HI5421-01 Medidor de bancada para DBO e oxigênio dissolvido.

A análise de sólidos foi realizada com objetivo de avaliar os sólidos totais, voláteis e fixos. Foi conduzida a partir da pesagem dos cadinhos em balança de precisão analítica, para identificação do peso dos cadinhos vazios. Após, os cadinhos foram aquecidos na mufla SPLABOR a 550°C, para eliminar qualquer contaminante presente e, posteriormente foram mantidos em dessecador até atingirem a temperatura ambiente. Em seguida as amostras foram adicionadas aos cadinhos na quantidade de  $25 \pm 2$  g, e os conjuntos (cadinho+amostra) foram submetidos ao aquecimento na Estufa de secagem e esterilização DeLeo, a 105°C durante uma hora. Após o tempo na estufa, os cadinhos foram transferidos novamente para o dessecador, até atingirem a temperatura ambiente e foram pesados novamente na balança

analítica e assim encontrando a quantidade de matéria seca (sem umidade) contida na amostra.

Ainda na análise de sólidos, na sequência os mesmos cadinhos foram então submetidos à calcinação em mufla, durante uma hora a 550°C, e após esse tempo foram levados novamente ao dessecador e finalmente foram pesados na balança analítica a fim de obter o peso final do sólido, caracterizado pela quantidade de sólidos fixos presentes na amostra. Para encontrar os valores dos sólidos, utilizou-se as seguintes equações:

$$\text{Sólidos Totais ou Matéria Seca} = \text{Sólidos Voláteis} + \text{Sólidos Fixos}$$

$$\text{Sólidos Voláteis} = ((\text{PESO após a estufa}) - (\text{PESO após a calcinação})) / \text{Vol. de amostra}$$

$$\text{Sólidos Fixos} = ((\text{PESO após a calcinação}) - (\text{PESO cadinho sem a.})) / \text{Vol. de amostra}$$

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos de alimentos utilizados nas análises eram em sua maioria frutas, melancia e melão em maior quantidade, abacaxi e mamão. Também foram utilizadas as cascas de beterraba, cenoura, tomate, cascas de ovo, batatinha e restos de arroz cozido e salada de batata. Após o preparo e homogeneização, essa mistura adquiriu uma caracterização do tipo pastosa com grande formação de líquido devido a presença em maior quantidade de alimentos que possuem bastante água, como melancia e melão. Os valores médios de densidade obtidos para os três substratos foram 0,99 g/ml para as amostras de dejetos suínos, 1,01 g/ml para a mistura de alimentos com dejetos suínos e 1,02 g/ml para as amostras de alimentos e esta informação foi útil para os cálculos envolvidos em diferentes análises.

A média dos resultados obtidos em relação ao pH foram 7,8, 5,1 e 6,5 para dejetos suínos (S), resíduos alimentícios (A) e a mistura (SA), respectivamente. A amostra de alimentos mostrou-se com um caráter mais ácido que as demais e também com maior discrepância em relação a condição ideal de pH seria entre 6,8 e 7,2 com limites de digestão ainda possível entre 6,5 e 7,5 (OLIVEIRA, 1993; FNR, 2010). Quanto a amostra dos dejetos, o pH obtido encontra-se um pouco acima do valor esperado e a mistura encontra-se no limite mais baixo de pH para um processo de digestão considerado satisfatório. Estes resultados demonstram que a mistura de resíduos pode ser uma boa alternativa para controlar o pH, porém novos testes com diferentes proporções devem ser avaliados para a otimização da melhor condição de alimentação.

Avaliando o parâmetro da acidez volátil, os resultados das análises obtidos foram de 213,6 mg de CH<sub>3</sub>COOH/L para o dejetos suíno, 1818,3 mg de CH<sub>3</sub>COOH/L para a amostra de

alimento e 2284,2 mg de  $\text{CH}_3\text{COOH/L}$  para a mistura, não apresentando desta forma uma concentração tóxica ao processo de biodigestão anaeróbica, pois segundo Souza (1984), concentrações de até 6000 a 8000 mg/L não são tóxicas à biodigestão anaeróbica, desde que o pH seja mantido próximo a neutralidade. Para alcalinidade os valores encontrados foram de 3834,2 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para o dejetos suíno, 1913,4 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para alimento e 1205,2 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para a mistura. Segundo Souza (1984), a melhor faixa de concentração fica entre 2500 a 5000 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , pois confere um bom tamponamento do meio a digestão. Sendo assim, apenas a alimentação por dejetos suínos estaria de acordo com o recomendado, considerando este parâmetro.

O oxigênio dissolvido é concentração de oxigênio presente em uma substância, os valores encontrados para as amostras de dejetos suínos, alimentos e mistura de alimentos e dejetos suínos foram respectivamente 0,04 mg/L, 0,17 mg/L e 1,72 mg/L. De acordo com Souza (1984), este é um parâmetro que raramente afeta o biodigestor, já que existem bactérias facultativas, que removem rapidamente o oxigênio dissolvido dentro de certos limites, no entanto, valores acima de 1300 mg/L comprometem o biodigestor, portanto para as três amostras o valor está de acordo com o recomendado.

Por fim, considerando o parâmetro da quantidade de sólidos presente nas amostras, os resultados encontrados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Concentrações de sólidos totais, voláteis e fixos nas amostras testadas.

	Sólidos totais (g/L)	Sólidos voláteis (g/L)	Sólidos Fixos (g/L)
Suíno (S)	422,7	420,1	2,6
Alimento (A)	143,5	85,8	57,7
Suíno e alimento (SA)	270,4	254,6	15,9

Observa-se que o substrato composto de dejetos suínos têm maiores concentrações tanto de sólidos totais quanto de sólidos voláteis, porém possui o menor teor de sólidos fixos. Já o substrato composto de resíduos de alimentos possuem uma carga mais baixa em sólidos totais e voláteis, entretanto com maior concentração de sólidos fixos. Valores intermediários são obtidos no substrato que contém a mistura de resíduos (SA). Considerando uma proporção mínima recomendada 120 g de sólidos voláteis para 1000 g de matéria seca (ST), encontrou-se 422,9 g, 84,3 g e 252,8 g para dejetos suínos, alimentos e para a mistura de dejetos suínos e alimentos, respectivamente. Com isto, nota-se que o biodigestor alimentado por alimentos tem baixa probabilidade de geração de biogás, por estar abaixo da proporção



recomendada enquanto que a alimentação por dejetos suínos tem a maior probabilidade de geração do biogás em relação às amostras analisadas neste estudo (ALVES, et al., 2010).

Através das análises realizadas observa-se que os diferentes tipos de alimentações avaliados para a biodigestão anaeróbica tendem a ser eficazes para a produção de biogás considerando os parâmetros analisados, entretanto, destaca-se o substrato composto de dejetos suínos, por possuir melhores resultados na maioria dos parâmetros. Na alimentação por dejetos suínos, tem-se um valor de pH bem próximo ao desejado, um elevado peso de sólidos voláteis, uma concentração de oxigênio dissolvido quase nula, se mantém dentro do intervalo de alcalinidade e um teor de acidez volátil extremamente baixo de acordo com sua faixa. Sendo assim, esta alimentação pode ser considerada um bom substrato para o processo de biodigestão anaeróbica (SALES, 2017). Resultados semelhantes foram encontrados por (RIZZONI, 2012) na avaliação de dejetos suínos, evidenciando a sua importância e eficácia no biodigestor.

Já a alimentação por mistura, encontra-se com um pH no limite desejado, uma excelente quantidade de sólidos voláteis, a maior concentração de oxigênio dissolvido, um tamponamento menos estável que os demais e o mais alto teor de acidez volátil. Em outros testes realizados, a proporção mais satisfatória de uma mistura com características semelhantes a este estudo, foi de 75% de suíno para 25% de alimentos (SALES, 2017). De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, estima-se que se utilizada esta proporção, a tendência seria a obtenção de resultados satisfatórios.

Quanto a alimentação por resíduos de alimentos, obteve-se um caráter mais ácido na avaliação de pH em função de uma grande presença de alimentos ácidos como abacaxi e laranja. Para melhor eficiência dos sistema, provavelmente deveriam ser selecionados resíduos com menor teor deste tipo de alimento, pois o pH baixo pode vir a comprometer o funcionamento do biodigestor (OLIVEIRA, 1993; FNR, 2010). Ainda em relação aos alimentos foi obtido a mais baixa concentração de sólidos voláteis, baixa concentração de oxigênio dissolvido e acidez volátil além de um tamponamento baixo. Um estudo mais aprofundado deve ser realizado para avaliação da viabilidade de geração de biogás partindo apenas de resíduos alimentícios.

## CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, observou-se que as alimentações contendo os dejetos suínos ou a mistura se destacaram por apresentar os melhores resultados nas análises, embora

a mistura indique uma possível instabilidade no sistema. Já a alimentação com resíduos de alimentos, além de instabilidade possui o mais baixo teor de sólidos voláteis.

Para uma produção eficaz de biogás é preciso que o resíduo digerido não sofra variações significativas que possam interromper a biodigestão anaeróbica, no decorrer do tempo do processo. Possivelmente uma mistura contendo uma proporção maior de dejetos suínos e menor de alimentos apresenta resultados mais satisfatórios. Para tanto, são necessários novos testes incluindo diferentes proporções de resíduos suínos e resíduos de alimentos, bem como, o monitoramento da produção do biogás para cada um dos substratos no biodigestor.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e a bolsa concedida pela FAPERGS.

### REFERÊNCIAS

- ALVES, E. E. N.; INOUE, K. R. A.; BORGES, A. C. **Biodigestores: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais.** II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2010.
- ALVES, M. V.; SANTOS, J. C. P.; GOIS, D. T.; ALBERTON, J. V.; BARETTA, D. **Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 2, p. 589-598, 2008.
- RIZZONI, Leandro Becaletet et al. **Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, v. 9, n. 18, p. 1-20, 2012.
- FAO - Food and Agriculture Organization. **Food wastage footprint: Impacts on natural resources.** Organization of the United Nations. p.63. Italia, Roma. 2013.
- FERREIRA, Jandira.; **Produção de biogás e funcionamento de biodigestores no ensino de ciências.** Anais: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.
- FERREIRA, B. O. **Avaliação de um sistema de metanização de resíduos orgânicos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2015. 124f.
- FNR. Fachagentur Nachwachsende Rohstoff e. V. **Guia prático do biogás: Geração e utilização.** Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor (BMELV), 2010.
- GUERI, M. V. D., SOUZA, S. N. M., KUCZMAN, O., SCHIRMER W. N., BURATTO, W. G., RIBEIRO, C. B., BESINELLA, G. B. **Digestão anaeróbica de resíduos alimentares**

**utilizando ensaios BMP.** Universidade Federal do Paraná. BIOFIX Scientific Journal v. 3 n. 1 p. 08-16 2018 DOI: [dx.doi.org/10.5380/biofix.v3i1.55831](https://dx.doi.org/10.5380/biofix.v3i1.55831)

HERRERO, Jaime Martí. **Biodigestores familiares: guia de diseño y manual de instalación.** La paz: GTZ-Energia. Bolivia, 2008.

KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUMI, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, C. E.; KOCH, F. F.; PEDROSO, A. G. **Manual básico de biogás.** Lageado: Ed. da Univates, 2014.

LEITE, V. D. et al. **Tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos.** Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 13: 190, 2009.

LIMA, P. C. R. **Biogás da suinocultura: Uma importante fonte de geração de energia.** Câmara dos Deputados. Consultoria legislativa. Brasília – DF. 2007.

NETO, E. D. D., ALVARENGA, L. H., de Melo Costa, L., NASCIMENTO, P. H., Silveira, R. Z., & de Melo Leite, L. H. (2010). **Implementação e avaliação de um biodigestor de produção descontínua.** *e-xacta*, 3(2)

OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1993. (EMBRAPA CNPSA.Documento, 27).

ROCHA, Camila Marçal. **Proposta de implantação de um biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares.** 2016.

SALES, J. C. F. Digestão anaeróbia de dejetos suínos e resíduos de alimentos em biodigestor canadense. Dissertação de Pós Graduação. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal-PB, 2017.

SILVA, W. T. L. D., NOVAES, A. P. D., KUROKI, V., MARTELLI, L. F. D. A., & MAGNONI JÚNIOR, L. (2012). **Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola.** *Química Nova*, 35(1), 35-40.

SHUBEITA, F.M.; WEBBER, T.; FERNANDES, R.; MARCON, C. POEHL, L. B. **Um Estudo sobre Monitoramento e Controle de Biodigestores de Pequena Escala.** PUCRS, Porto Alegre, RS. 2014.

SOUZA, M. E. **Fatores que influenciam na digestão anaeróbia.** Revista DAE, v. 44, n. 137, p. 88-94, 1984.

SOARES, F. V.; PINA, M. A. J. S.; PERICOLI, V. E. N. A. **Análise da produção e aplicações do biogás.** CIPPEX, 2018.

STEYER, J. et al. **On-line measurements of COD, TOC, VFA, total and partial alkalinity in anaerobic digestion processes using infrared spectrometry.** Water Science and Technology, vol. 45, n. 10, pp. 133-138, 2002.



De 07/10/2020 a 09/10/2020 ISSN - 2526-2769



STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbica de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos.** Universidade Estadual Paulista Instituto de Química. Campus Araraquara -SP. 2001.