

VICTOR DUTRA DE OLIVEIRA

*Centro Universitário Lusíada - UNILUS,
Santos - SP, Brasil.*

PAULO PINHAL JUNIOR

*Centro Universitário Lusíada - UNILUS,
Santos - SP, Brasil.*

CLEI DE BARBERI DE SOUZA

*Centro Universitário Lusíada - UNILUS,
Santos - SP, Brasil.*

*Recebido em junho de 2017.
Aprovado em agosto de 2017.*

CONSTRUÇÃO DE BIODIGESTOR PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM DIFERENTES POTENCIAIS HIDROGENIÔNICOS

RESUMO

As fontes de energia não renováveis são altamente poluidoras, tornando o estudo da produção de energia sustentável a partir de biogás essencial com impactos positivos financeiros e principalmente ambientais. Neste contexto, o estudo dos processos de geração de energia sustentável a partir de biodigestores torna-se relevante. O objetivo do trabalho foi construir biodigestores abastecidos com matéria orgânica alcalina e ácida, capazes de produzir gás combustível, em um ambiente alcalino e outro ácido, respectivamente, visando comprovar que em um ambiente alcalino será produzido pressão-gás metano com maior eficiência se comparado com o biodigestor controle, de ambiente com pH ácido. Esse trabalho, também visa sugerir uma possibilidade para o grande problema de desperdício alimentar exagerado da atualidade, propondo uma solução viável e de baixo custo.

Palavras-Chave: Biotecnologia, Biodigestor, Energia sustentável.

CONSTRUCTION OF BIODIGESTOR FOR PRODUCTION OF BIOGAS IN DIFFERENT HYDROGENI ONIC POTENTIALS

ABSTRACT

The non-renewable energy sources are highly polluting, making the study of sustainable energy production from biogas essential, with positive financial impact and mainly environmental. In this context, the study of sustainable energy generation processes from biodigesters becomes relevant. The objective was to build digesters supplied with alkaline and acidic organic material, capable of producing oxidizing gas, in an alkaline environment and another acid, respectively, in order to prove that in an alkaline environment is produced methane-pressure gas with greater efficiency compared to the control digester of at acidic pH environment. This work, also aims to suggest a possibility for exaggerated large food waste problem today, providing a viable and cost-effective solution.

Keywords: Biotechnology, Biodigesters, Sustainable Energy.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as discussões sobre a busca de fontes renováveis de energia de baixo custo e benefícios ambientais foram intensificadas, devido ao crescimento sem precedentes da população mundial e ao modelo de consumo, baseado principalmente na utilização de fontes não renováveis de energia e exploração indiscriminada dos recursos naturais (PNRS, 2012; METZ, 2013).

A poluição gerada nos grandes centros urbanos tem origem, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, basicamente gasolina e diesel, que são substâncias de origem mineral formada pelos compostos de carbono, provenientes da decomposição de materiais orgânicos, a qual perdura milhões de anos. Neste contexto, a poluição atmosférica urbana vem sendo um dos maiores problemas que assolam a sociedade, não só dos países industrializados, mas também daqueles em desenvolvimento. Com o aumento das emissões atmosféricas nas últimas décadas, são notáveis os impactos causados pela poluição atmosférica nas comunidades e no meio ambiente, que são afetados negativamente de modo constante pelos níveis elevados de poluição do ar, visto que a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distriuição de emissões veiculares e industriais, bem como a intensidade das mesmas revela-se de crucial importância para estudo destas emissões (PARI SOTO et al., 2013). Para tanto, torna-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas de alternativas energéticas sustentáveis aprimoradas visando principalmente à diminuição da emissão de poluentes atmosféricos.

A biodegradação é o processo pelo qual microrganismos anaeróbios como as bactérias, num ambiente desprovido de oxigênio (biodegrador), degradam a matéria orgânica, obtendo como subprodutos o biogás, uma fonte alternativa de energia sustentável, produto com alto valor agregado. Os microrganismos anaeróbios podem ser divididos em dois grupos de pH, os acidogênicos e os metanogênicos. A faixa ótima de pH para o primeiro grupo é entre 5,5 e 6,5, enquanto para o segundo é entre 7,8 e 8,2. A faixa ótima de pH para esta associação é de 6,6 a 7,4, devendo ser evitados valores abaixo de 6 e acima de 8. O teor de CO₂ no biogás é dependente do pH, a queda de pH pode significar em alto teor de CO₂ (LEIGH et al., 2011).

Os resíduos sólidos urbanos são constituintes domiciliares e comerciais, de varrição e serviços, em cuja composição gravimétrica as frações mais representativas são formadas por restos de alimentos, papel, papelão e plástico. A temática ambiental enquadra-se nesse tipo de pesquisa social, pelo fato de que os indivíduos, enquanto as comunidades estão envolvidas, na problemática do desperdício do lixo abriado, desta forma a possibilidade de compreender melhor o meio ambiente, quando permitem a identificação dos próprios problemas ambientais a fim de chegar a soluções. Neste contexto, para a minimização da problemática dos resíduos alimentares em abundância, uma solução seria a utilização de biodegradores. A construção do biodegrador está correlacionada com produção de um gás natural e limpo com potencial calorífico. A produção desse gás é proveniente de bactérias produtoras de metano, no qual em pH básico a produção desse gás é mais favorável, e apresenta como característica o fato de ser limpo não acarretando risco a atmosfera. Além da produção de um gás não poluidor, há outra vantagem que o desenvolvimento de um biodegrador apresenta um suporte a solução do problema do desperdício de alimentos, pois estes resíduos alimentares poderão ser utilizados para o abastecimento do biodegrador visando à produção de gás. O grande volume de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos desperdiçados anualmente no mundo causa enorme perda econômica, e tem impacto significativo nos recursos naturais dos quais a humanidade depende para se alimentar (ALIMENTOS, 2010).

DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS

O desperdício de alimentos pode ser a sobra ou resto de alimentos, que são influenciados por uma série de fatores como planejamento inadequado do número de refeições a ser produzida, frequência diária dos usuários, preferências alimentares, treinamento dos funcionários na produção e no racionamento. O desperdício envolve perdas que variam desde alimentos que não são utilizados, até preparações prontas, que não chegam a ser vendidas e/ou servidas e ainda as que sobram nos pratos dos clientes e têm como destino o lixo (PARISOTO et al., 2013).

O descarte alimentar está agregado à cultura brasileira contribuindo para a diminuição dos recursos nutricionais ofertados à grande parte das famílias, sendo este fator agravante nas populações mais carentes. Produzimos cerca de 140 toneladas de alimentos por ano, somos um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo, e ao mesmo tempo, temos milhões de excluídos, sem acesso ao alimento em quantidade e/ou qualidade. O desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos induz ao mau aproveitamento, o que ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares (MARCHETTO et al., 2008).

O Brasil está entre os dez países que mais desperdiçam alimentos, cerca de 35% da produção agrícola vão para o lixo, o que daria para alimentar mais de 10 milhões de pessoas. Estima-se que da área de produção até a mesa, cerca de 30% a 40% de alguns produtos como, verduras, folhas e frutas sejam jogados fora. Isso sem contabilizar o que não passa pelo controle de qualidade das indústrias, mas que certamente poderia estar na mesa de qualquer brasileiro, especialmente na mesa dos 54 milhões que vivem abaixo da linha de pobreza. Sabe-se que o desperdício de alimentos neste país é resultado de falhas deixadas pelo próprio processo de desenvolvimento. É evidente, ainda que o problema do desperdício de alimentos seja um fenômeno que faz parte de um quadro maior, que compreende todas as consequências do complexo mundo moderno em que vivemos. No Brasil, 60% de todo o lixo domiciliar são compostos por alimento. Isso representa a cada ano um volume de 26,3 milhões de toneladas de restos de alimentos desperdiçados. O alimento descartado representa mais da metade do lixo produzido por ano no Brasil. Só nos restaurantes, bares, lanchonetes e afins, de 15% a 50% do preparado para os clientes vão para o lixo, o que daria para alimentar diariamente mais de 10 milhões de pessoas. Acompanhando o trajeto da comida dos brasileiros, da lavoura aos pratos, o informativo traz estatísticas, histórias e mostra as soluções possíveis já adotadas por diversos setores da sociedade, entre produtores e distribuidores de alimentos, além dos dados comuns. Para a solução deste problema há o tacógrafo, um aparelho que mede o tempo de uso, a distância percorrida e a velocidade desenvolvida pelo caminhão, porém conscientização da população em si é a melhor solução em relação a essa questão (LEIGH et al., 2011).

ALIMENTOS ÁCIDOS E ALCALINOS

Os microrganismos desempenham papel importante aos animais ruminantes, através de suas atividades sobre os componentes da dieta transformando as substâncias indigeríveis como celulose, lignina e outros compostos em ácidos orgânicos, aminoácidos e vitaminas bem como substâncias que estimulam o crescimento e a produção de carne, leite e lã, segundo Oliveira e colaboradores (2007). Em relação ao controle do pH, se ele estiver muito ácido as bactérias metanogênicas são eliminadas, a quantidade de água interfere na produção do biogás, no qual o volume adequado deve apresentar a proporção específica de (1:1). O que pode interferir na qualidade e quantidade da produção desse gás natural varia de acordo com o tipo de matéria orgânica utilizada, tempo de retenção do “combustível” (responsável pelo rendimento do biodigestor), presença de substâncias

tóxica no qual pode eliminar as bactérias decompositoras comprometendo o processo de produção do biogás (LEIGH et al., 2011).

Os alimentos que não passam pelo processo de cozimento são, normalmente, acidificados e estocados sob condições de resfriamento. Essa prática baseia-se no princípio de que o pH e a temperatura do alimento inibem o crescimento microbiano (REVI STA-FI, 2008).

Os resíduos alimentares são utilizados como combustível pelas bactérias tendo intuito de produzir energia. Uma vez que a relação carbono/nitrogênio é um fator muito importante, o material vegetal é uma das melhores matérias-primas, pois é fonte rica em carbono devido ao seu alto teor de carboidratos (METZ, 2013).

A variação do pH de cada alimento está apresentada no quadro 1, com indicação de alimentos específicos os quais corroborariam com a produção do biogás, e alimentos que possuem um potencial negativo para a produção do mesmo. O conhecimento do pH alimentar é de suma importância para o desenvolvimento do projeto, para o conhecimento de quais produtos corroborariam, e quais interfeririam com a produção de pressão-biogás, uma vez que de acordo com a literatura um pH alcalino há produção de biogás com excelência

Quadro 1 - Valores de pH de alimentos.

FAIXA DE PH	ALIMENTOS	pH
Baixa acidez	Ovos inteiros	7,1-7,9
	Ovos congelados	8,5-9,5
	Leite	6,3-8,5
	Queijo Camembert	7,4
	Queijo Cheddar	6,9
	Queijo Roquefort	6,5-6,9
	Bacon	5,6-6,6
	Carne de carcaças	7,0
	Carne vermelha	5,4-6,2
	Presunto	5,9-6,1
	Vegetais enlatados	5,4-6,4
	Galinha	5,6-6,4
	Peixe	6,6-6,8
	Crustáceos	6,8-7,0
	Leite	6,3-6,5
	Manteiga	6,1-6,4
	Batatas	5,6-6,2
	Arroz	6,0-6,7
Pão	5,3-5,8	
Média acidez	Vegetais fermentados	3,9-5,1
	Queijo Cottage	4,5
	Bananas	4,5-5,2
	Vagem	4,6-5,2 4,6-5,6
Ácido	Maionese	3,0-4,1
	Tomates	4,0
Muito ácido	Picles em conserva	3,5-3,9
	Sucos de frutas	3,1-3,3
	Chucrutes	3,0-3,5
	Frutas cítricas	2,9-3,3
	Maçã	

Fonte: Revista-Fi (2008).

BACTÉRIAS METANOGENICAS

Para o processo de metanogênese, algumas espécies utilizam H₂ e CO₂. Como consomem hidrogênio durante o metabolismo, estas são denominadas hidrogenotróficas; pertencem a este grupo as ordens Methanococcales, Methanobacteriales, Methanomicrobiales e Methanopyrales. Outras espécies consomem compostos de metil (CH₃-), como metanol e

metalaminas; estas são denominadas metilotróficas. Pertencem a este grupo espécies de Methanosarcinales (LEIGH et al., 2011).

A ação das bactérias metanogênicas são amplamente favorecidas em pH entre 7,5 e 8,0. Segundo a normativa PAES 413:2001 de engenharia agrícola da Filippine (Filipina), a faixa ideal de pH que favorece o metabolismo das bactérias metanogênicas está entre 7,0 e 8,5, sendo pH < 6,2, altamente tóxica para esses microrganismos (OLIVEIRA; GONZALES, 2009).

Com o valor de pH do substrato se apresentando próximo ao neutro os níveis de nitrogênio amoniacal de até 750 mg/L não serão considerados tóxicos para as bactérias metanogênicas (ARRUDA; XAVIER, 2010). Para que a biodigestão anaeróbia ocorra satisfatoriamente, o pH do sistema deve ser mantido entre 6 e 8, podendo ser considerado ótimo de 7 a 7,2, pois as bactérias metanogênicas são sensíveis a presença de ambientes ácidos (PAULINO, 2012).

As bactérias metanogênicas podem ser divididas em dois grupos, conforme a temperatura do substrato. As bactérias mesofílicas se desenvolvem em temperaturas na faixa de 20°C a 45°C. A temperatura ideal para este grupo gira em torno de 36,5°C. As bactérias termofílicas se desenvolvem em temperaturas superiores a 45°C. Elas possuem maior velocidade de digestão, o que reduz o tempo de retenção de sólidos no digestor. A temperatura ideal para este grupo gira em torno de 56°C. Embora o tempo de retenção seja diferente para os dois grupos, o grau de decomposição da matéria é o mesmo. Nota-se também que o grupo das bactérias mesofílicas tem uma maior capacidade de tamponamento e é mais robusto a alterações ou acúmulo de substâncias inibidoras (METZ, 2013).

PROCESSO DE BIODIGESTÃO

A digestão é um processo biológico causado por ação bacteriana. As bactérias anaeróbias, responsáveis pelo processo de digestão, não sobrevivem em ambientes com oxigênio. Desta maneira, devido à presença de oxigênio na mistura da matéria prima, decorre um tempo até que as bactérias aeróbias consumam o oxigênio presente, para então o processo de digestão se iniciar. A produção de biogás pelas bactérias metanogênicas é função da temperatura operacional do biodigestor. Temperaturas mais elevadas resultam em processos mais eficientes. A queda da temperatura leva ao retardamento do processo de digestão. Para 15°C a produção de biogás é pequena e em torno de 10°C a produção cai para parâmetros bem reduzidos. A variação brusca de 14°C também exerce grande influência no processo. Variações de 3°C já interfere, e por isso não são recomendadas (PAULINO, 2012).

O processo de digestão pode ser definido em três fases distintas: A primeira fase ou fase de liquefação é quando ocorre a transformação de compostos complexos em substâncias mais simples. Esta etapa é realizada por bactérias que possuem capacidade enzimática de decomposição de carboidratos, gorduras e proteínas. A reação predominante nesta fase é a conversão de polissacarídeos insolúveis em matéria orgânica solúvel. A segunda fase é conhecida como acidogênese e acetogênese, ou ainda fase ácida. Nesta fase os aminoácidos, monossacarídeos, ácidos graxos e glicíceróis, obtidos na primeira fase, tornam-se substratos para as bactérias saprofíticas, que são facultativas. Estas bactérias são responsáveis pela formação de ácidos orgânicos simples, de baixo peso molecular, como o ácido fórmico, acético, propanóico e butílico, ou mesmo acetatos e hidrogênio, liberando produtos de degradação intermediária, como o CO₂ e H₂O. A terceira fase é gaseificação, onde as bactérias metanogênicas metabolizam os ácidos voláteis produzidos na fase anterior. Nesta fase ocorre a produção do gás metano e do dióxido de carbono. Entre os produtos finais também são encontrados, entre outros, o gás sulfídrico (H₂S), água (H₂O) e a amônia (NH₃) (METZ, 2013).

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

A criação de fontes alternativas para produção de energia tem sido alvo de grande interesse nos setores ligados à indústria e ao meio-ambiente, devido à importância de novos mecanismos de produção de energia. Para tanto, a criação de biodigestores tem sido alvo de estudos com os mais variados intuitos, como a produção de biogás, biofertilizantes e avaliação dos benefícios ambientais, com a melhoria das condições de diminuição das emissões de gases poluentes na atmosfera, principalmente o metano, liberado da matéria orgânica em decomposição. Sendo assim, os biodigestores vêm se destacando cada vez mais pela sua importância na produção de biogás com apreciável poder calorífico, já que para essa aplicabilidade é necessária uma maior quantidade de gás metano produzido. Dessa forma, com a crescente demanda por fontes energéticas renováveis no cenário mundial, o estudo de fontes alternativas de produção de energia torna-se notadamente relevante. Uma vez que, além de fornecer uma solução viável para os debates correntes da atualidade, como a diminuição do aquecimento global e destinação dos resíduos sólidos orgânicos, como as sobras de alimentos; auxiliando na reprodução de modelos mais acessíveis e com potencial para geração de energia elétrica a partir da queima de biogás.

OBJETIVO

Construção de biodigestor com funcionalidade alcalina e ácida, fazendo análise da melhor caracterização da composição de substrato e valor de pH, visando a maior produção de pressão-gás.

METODOLOGIA

Para confeccionar um biodigestor funcional para o desenvolvimento dos experimentos visando atingir o objetivo do trabalho, previamente, foram construídos dois biodigestores denominados o 1º (primeiro) e 2º (segundo), gerando um aprimoramento nos planos de confecção, sendo assim, tornou-se funcionalmente correto somente o de 3º (terceiro), sendo confeccionado em duplicata denominados: Biodigestor-3º e Biodigestor-control e.

Para confecção do biodigestor 3º a metodologia foi à mesma utilizada nos protótipos anteriores, porém houve algumas modificações. Para tanto, foi utilizado garrafão de 20L, pois ele tem uma capacidade excelente de armazenamento, e apresenta uma grande resistência quando nele possui pressão, não “estourando” ou cedendo.

Foram feitas duas aberturas nas extremidades superior do garrafão uma para a introdução de uma válvula de esfera (Figura 1-A), utilizada para evasão do gás, esta seria uma forma de controle de pressão, seguida de uma mangueira de 50cm comprimento e 470mm de diâmetro. Na segunda abertura superior (Figura 1-B), foi introduzido um manômetro (WINTERS®) mais sensível, diretamente no garrafão, enquanto que no segundo protótipo esse manômetro, menos sensível, ficava na ponta da mangueira e não agregado ao próprio galão. Foi feita, também, uma abertura na extremidade inferior do garrafão (Figura 1-C), visando ser acrescentada uma única torneira, tendo como finalidade a vazão de chorume, sendo essa uma torneira simples de filtro de água, vedando o garrafão. No biodigestor 3º, funcional, foi utilizado cola de vedação que se mostrou mais eficaz que a cola de silicone, anteriormente utilizada.

Figura 1: Biodigestor 3º mostrando as três aberturas com suas respectivas funções: A) válvula de esfera, B) Introdução de manômetro (Winters®), C) Válvula com torneira e mangueira para vazão de chorume.



Os dois protótipos de biodigestores construídos nesta fase do trabalho são idênticos, bem vedados, com tampa própria para o garrafão e resistentes a vazamentos. Estando prontos para serem utilizados no processo de biodigestão de matéria orgânica visando a produção de pressão-gás (Figura 2). Destacando que os procedimentos a seguir foram realizados por duas vezes.

Figura 2: Biodigestor - 3º e Biodigestor - controle.



Ambos biodigestores controle e o 3º tiveram um abastecimento teste para aferir sua funcionalidade na produção de pressão-gás: biodigestor-controle, com matéria orgânica, alimentos, como: 1,5L de água, 1Kg de casca de melancia, 1Kg de casca de abacaxi e 800g de arroz cozido. O biodigestor 3º com alimentos alcalinos, com pH 7,0, são eles: 2Kg de cenoura cozida, 2,4Kg batata doce cozida, 600g de abóbora cozida, 400g de repolho cozido e a 1,5L de água. Após mostrarem-se eficientes, ambos os biodigestores

3º e controle, foram abastecidos de acordo com a proposta do trabalho, com resíduos alcalinos e ácidos, respectivamente.

No segundo abastecimento do biodigestor 3º, com resíduos alcalinos, foi usado um total de 26Kg: 18,7Kg de arroz cozido; 6,9Kg de feijão; 1,0Kg de batata doce cozida, e 11 ovos cozidos (200g) e 2,5L de água. Alimentos com uma alta capacidade de fermentação foram utilizados para o abastecimento, a fim de que produziisse uma concentração de biogás em abundância.

Foi realizado o segundo abastecimento do biodigestor-controle a partir de alimentos ácidos: 1,20Kg molho de tomate (Quero®); 1L de leite (Italac®), e 2,5L de água.

Foi priorizada a comparação entre a eficiência dos biodigestores, um abastecido exclusivamente com alimentos ácidos (biodigestor-controle) e outro foi abastecido com alimentos básicos (biodigestor-3º). O molho de tomate é um alimento que possui o pH de aproximadamente 4,0 (ácido), enquanto o leite, possui o pH aproximado de 6,38, porém após o processo de fermentação láctea ele acaba sofrendo alterações bioquímicas tornando-se um ácido lácteo, se tornando um combustível altamente potente se encaixando nos parâmetros de alimentos possivelmente ácidos para ser utilizado no biodigestor controle.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O protótipo de biodigestor primeiro não foi obtido resultados, pois ele não saiu da montagem, pois a montagem apresentou falhas e erros que poderiam comprometer o objetivo final.

No protótipo de biodigestor secundário, houve uma pequena produção de pressão-gás e a formação de biofilme. Com uma fita bioquímica o pH do chorume foi medido estando em pH 4,0 devido a fermentação ácida e a pressão foi obtida pela fita de pH, e uma pressão de 1,25 PSI obtida no manômetro como mostra a figura 6, sendo esse mesmo menos sensível ao outro manômetro que utilizamos na atualização para o terceiro biodigestor.

Figura 6: Resultado de pH e pressão, biodigestor secundário.



No sobrenadante do chorume, do biodigestor segundo, observou-se a formação de biofilme, indicando crescimento bacteriano (resultado não apresentados), e processo de fermentação devido às características sensoriais do chorume (Figura 7). Também foi

observado na abertura da válvula da mangueira, uma pequena pressão de ar saía do interior do biodigestor, sugerindo gás produzido. Porém os resultados deveriam ser melhores.

Figura 7: Chorume com biofilme.



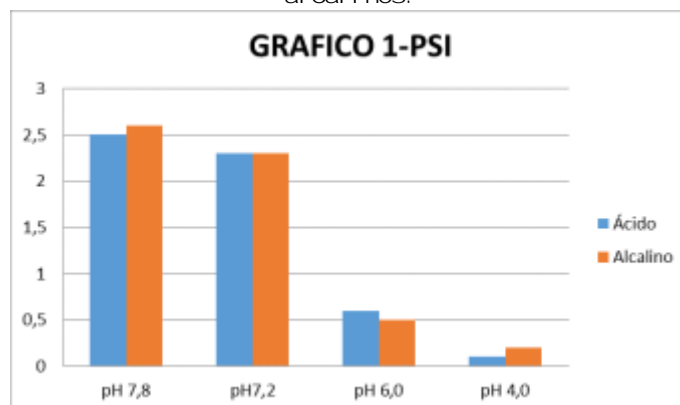
Na metodologia usando o biodigestor 3^o e controle, foi priorizada a estabilização do pH que se apresentou instável no 3^o. A princípio, ambos biodigestores foram abastecidos com os seus respectivos alimentos, alcalinos e ácidos, foi observado durante o andamento do estudo que apesar da produção de pressão-gás havia uma variação de pH, por conta que após, aproximadamente, 21 dias a fermentação anaeróbia converte o meio alcalino para um meio ácido, sendo assim foi utilizado o bicarbonato de sódio para manter estável o pH alcalino no biodigestor 3^o.

Neste contexto, o biodigestor - 3^o alimentado com alimentos alcalinos foi controlado o pH alcalino no seu interior, por meio da suplementação de bicarbonato de sódio (Kitano®), utilizando 1,0mL de bicarbonato diluído com água. Com isso, o pH se manteve estável, ou seja, alcalino, acima ou próximo de 7,0, o qual, foi observado que neste valor de pH havia a produção de pressão-gás. De forma que, foi corroborado com os dados da literatura que este é o pH ideal para o crescimento bacteriano e consequentemente, produção de pressão-gás.

A importância da pesquisa de qual microrganismo se trata a fermentação por meio a um estudo sobre a identificação microbiana do biofilme, é de suma importância, bem como saber qual a temperatura favorece o seu crescimento. Com base na literatura foi observada que a temperatura ideal para a fermentação, está em torno de 25°C a 31°C, propiciando a fermentação, consequentemente a formação de pressão, e consequentemente, o biogás. Em trabalhos futuros, serão testadas temperaturas, visando chegar à temperatura ótima para a produção do biogás, bem como será realizado os testes microbiológicos para detectar e identificar os microrganismos que formaram o biofilme (OLIVEIRA; GONZALES, 2009).

A variação estudada do pH e sua influência correlacionada a digestão alimentar decorrente das atividades microbianas em ambientes anaeróbios, foi observado quando o pH interferiu diretamente na produção de pressão (gráfico 1).

Gráfico 1: Observação da alteração de PSI no biodigestor abastecido com alimentos ácidos e alcalinos.

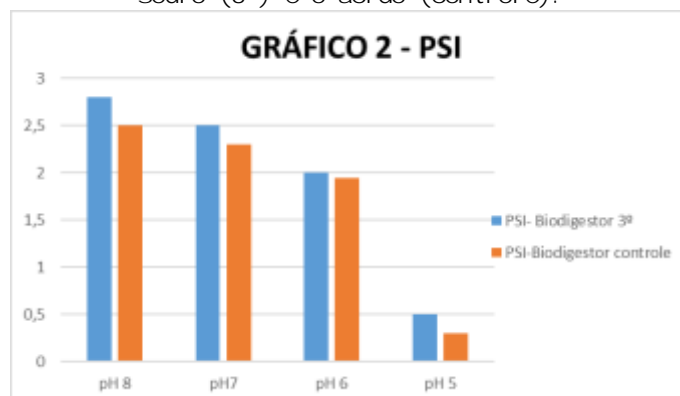


Os resultados de produção de pressão nos biodigestores 3º e controle, abastecidos com matéria orgânica ácida e alcalina, indicam que o substrato utilizado no experimento a partir do processo fermentativo, foi uma mistura de vários alimentos, tanto os de caráter ácido, quanto alimentos de caráter alcalino. A pressão produzida foi mensurada com o auxílio de manômetro e o potencial hidrogeniônico (pH) com uma fita indicadora. Não foram observadas diferenças na pressão produzida entre ambos os biodigestores, somente quando o pH se encontrava em 7,8 foi demonstrado uma produção maior de pressão, segundo dados da literatura, ambientes alcalinos se produzem maior concentração de pressão-gás (PAULINO, 2012; XAVIER 2010).

Neste estudo, também, pode ser observado que a característica alimentícia inicial (ácida ou alcalina), não interfere significativamente no resultado final, uma vez que com o passar do tempo de incubação, no caso, neste trabalho com aproximadamente 21 dias, o ambiente alcalino do interior do biodigestor, em sistema anaeróbio, foi confirmado e demonstrado a sua conversão para um ambiente ácido, pela aferição do pH do chorume.

Além de, no processo de monitoramento da produção de pressão-gás, dos biodigestores 3º abastecido com alimentos alcalinos e suplementado com bicarbonato de sódio e o controle. Foi apresentada uma diferença na produção de pressão-gás, onde o biodigestor - controle produziu menos pressão comparado ao biodigestor - 3º (gráfico 2).

Gráfico 2: Observação da alteração de PSI entre os biodigestores alcalinos com bicarbonato de sódio (3º) e o ácido (controle).



Quando o pH foi mantido alcalino, a pressão se manteve em valores maiores que 2,5 PSI, com a acidificação do meio as bactérias metanogênicas não sobrevivem, pois, as

bactérias metanogênicas são sensíveis a presença de ambientes ácidos (PAULINO, 2012). Diminuindo assim o processo fermentativo e, conseqüentemente a produção de pressão-gás. O T_{pH} ideal para as bactérias metanogênicas é 7,2, no entanto foi observado neste trabalho, um aumento na produção de pressão-gás com o pH que variaram entre 6,0 a 8,0, confirmando assim os dados da literatura que as bactérias metanogênicas são sensíveis à pH ácido (XAVIER, 2010).

CONCLUSÃO

A importância da utilização de biodigestores, por ser uma tecnologia limpa e barata, vem de encontro com a necessidade da solução do alto nível de desperdício alimentar, assim trazendo benefícios em forma de gás metano, biogás e fertilizantes.

São várias as vantagens da tecnologia anaeróbia (utilizando o biodigestor como ferramenta) para a produção de biogás, entre elas o baixo consumo de energia (diferente de processos termoquímicos de conversão da biomassa, nos quais há necessidade de alto aporte de calor), baixos custos de instalação e operação, tolerância a elevadas cargas de matéria orgânica, dentre outras.

De acordo com os resultados iniciais deste trabalho pode-se dizer que o segundo biodigestor foi construído de forma eficiente, pois apresentou processo fermentativo e houve geração de pressão, sugerindo presença de gás. O Biodigestor 3 e o biodigestor controle foram projetados de forma melhorada se comparado ao segundo.

Os resultados obtidos envolvendo os biodigestores 3º e controle foram importantes, pela aplicação da logística, e o contexto relacionado à prioritária, já que conseguimos alcançar o objetivo inicial que era a confecção dos biodigestores funcionais para corroborar com dados da literatura.

Com o avanço do projeto e das pesquisas, foi concluído que o meio (pH) interfere de forma direta com a produção do biogás, tendo também suma importância os alimentos utilizados e a temperatura, fatores esses que se correlacionam ao pH do meio, interferindo na qualidade e quantidade da produção de biogás.

REFERÊNCIAS

ALIMENTOS, Banco de. Dados alarmantes sobre desperdício de alimentos no mundo: Banco de Alimentos minimiza o problema há 13 anos. 2010. Disponível em: <<http://www.bancodealimentosrs.org.br/Noticia/352/Dados-alarmantes-sobre-desperdicio-de-alimentos-no-mundo-Banco-de-Alimentos-minimiza-o-problema-ha-13-anos>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

FAUSTINO et al. Tratamento de Resíduo Orgânico e Produção de Biogás. 2009. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/biocom/2009/trabalhos/-5-5457.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

GOULART, Rita Maria Monteiro.

[Http://www.usjt.br/proex/arquivos/produtos_academicos/285_54.pdf](http://www.usjt.br/proex/arquivos/produtos_academicos/285_54.pdf). 2008. Disponível em: <http://www.usjt.br/proex/arquivos/produtos_academicos/285_54.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

LEIGH, John A. et al. Metanogênicas e biogás. 2011. Disponível em:

<<http://www.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoloveduras/2011/Metanogenicas.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

METZ, Hugo Leonardo et al. CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR CASEIRO PARA DEMONSTRAÇÃO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE EM ESCOLAS SITUADAS EM MEIOS URBANOS. 2013. Disponível em: <file:///D:/Downloads/TCC_-_Versão_2.1_-_Corrigida_Final_(2).pdf>. Acesso em: 19 fev. 2016.

OLIVEIRA, Rafael Del e o e. Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono. 2009. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-26042010-091847/?&lang=br>. Acesso em: 20 jun. 2014.

PARI SOTO, Débora Fabiano et al. REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM UM RESTAURANTE POPULAR. 2013. Disponível em: <https://www.unochapeco.edu.br/statistic/data/portal/download/2729.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

PAULINO, Jaime. Hipercidez. 2012. Disponível em: <http://www.pucsp.br/interespe/download/aci_dez_faz_mal_a_saude_jaime_paulino.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2017.

REVISTA-FI. Segurança alimentar. 2008. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/54.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

XAVIER, Fabiana Arruda. Mi croorganismos e suas pesquisas de campo. 2010. Disponível em: <http://www.processoseducativos.ufscar.br/ic_02_2010>. Acesso em: 29 fev. 2016.