

## CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE RESULTANTE DE BIODIGESTOR DE MATERIAIS RECICLÁVEIS.

Eleny da Rocha Queiroz (1); Francisco Gustavo de Alcântara Sousa (2); Vanessa Vieira Passos (3); Francisco Amílcar Moreira Júnior (4).

- <sup>1</sup> *Técnica em Meio Ambiente, Graduanda em Tecnologia em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral, (88) 98866-0292, [queirozeleny@gmail.com](mailto:queirozeleny@gmail.com) ;*
- <sup>2</sup> *Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral, (88) 99469-5661, [guga\\_alcantara@hotmail.com](mailto:guga_alcantara@hotmail.com) ;*
- <sup>3</sup> *Graduanda em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Sobral, (88) 99459-7555, [vanessavi-eira@hotmail.com](mailto:vanessavi-eira@hotmail.com) ;*
- <sup>4</sup> *Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Fortaleza, Especialista em Engenharia Ambiental /Saneamento Básico, Faculdade Integrada do Ceará; Mestre em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Ceará, Professor do Instituto Federal do Ceará- Campus Sobral (85) 996268010, [amilcarmjr@yahoo.com.br](mailto:amilcarmjr@yahoo.com.br) .*

**Resumo do artigo:** A biodigestão anaeróbia é um processo de degradação de resíduos orgânicos por determinados grupos de microrganismos na ausência de oxigênio. Através deste procedimento, resultam três subprodutos: a biomassa, o efluente e o biogás. O efluente é rico em nutrientes oriundos da absorção de compostos na massa líquida durante o processo. O objetivo do presente trabalho foi de caracterizar por meio de análises físico-químicas e microbiológicas o chorume proveniente da biodigestão anaeróbia de resíduos alimentares do Restaurante Acadêmico do IFCE - Campus Sobral. Através dos parâmetros analisados foi possível quantificar a presença destes compostos, como observado, por exemplo, nos valores de Amônia e DQO demonstrando a presença de matéria orgânica no meio, porém não tão elevada como mostra o teor de sólidos voláteis. Já no pH e na alcalinidade é possível visualizar que a degradação ainda continuava ativa, com um favorecimento para o desenvolvimento de bactérias formadoras de metano, visto que o meio encontrava-se neutro. A partir de então há a possibilidade da reuso do efluente como auxiliar no processo produtivo de certas culturas, atentando-se para as que não devem ser comidas cruas, como indica outras literaturas, já que foi detectada a presença de coliformes totais, porém sua utilização na agricultura é viável, haja vista, a presença de nutrientes favoráveis ao desenvolvimento de determinados tipos de plantas.

**Palavras-chave:** Biodigestão anaeróbia, Nutrientes, Reuso.

**ABSTRACT:** Anaerobic biodigestion is a process of degradation of organic residues by certain groups of microorganisms in the absence of oxygen. Through this procedure, three by-products result: biomass, effluent and biogas. The effluent is rich in nutrients from the absorption of compounds in the liquid mass during the process. The objective of the present work was to characterize by means of physico-chemical and microbiological analyzes the slurry coming from the anaerobic biodigestion of food waste from the Academic Restaurant of the IFCE - Campus Sobral. Through the analyzed parameters it was possible to quantify the presence of these compounds, as observed, for example, in the Ammonia and DQO values demonstrating the presence of organic matter in the medium, but not as high as the volatile solids content. Already in the pH and in the alkalinity it is possible to visualize that the degradation still continued active, with a favor for the development of methane-forming bacteria, since the medium was neutral. From then on, it is possible to reuse the effluent as an auxiliary in the production process of certain crops, taking into account those that should not be raw food, as other literature indicates, since the presence of total coliforms was detected, but their use in agriculture it is feasible, given the presence of nutrients favorable to the development of certain types of plants.

**Keywords:** Anaerobic digestion, Nutrients, Reuse.

## INTRODUÇÃO

A Digestão Anaeróbia é um processo biológico, fermentativo, em que microrganismos degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio e produzem um gás que contém metano e dióxido de carbono (AMARAL, 2004).

Segundo Alcântara (2012) a eficiência dos processos de biodigestão anaeróbia depende de diversos fatores, dentre eles: carga orgânica de alimentação, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), concentração de inibidores, composição do substrato, tipo de biodigestor, meio suporte, relação C/N, entre outros.

Nos processos anaeróbios, ou nos sistemas de biodigestão anaeróbia, a degradação da matéria orgânica envolve a atuação de microrganismos procarióticos anaeróbios facultativos e obrigatórios, cujas espécies pertencem ao grupo de bactérias hidrolítico-fermentativas, acetogênicas produtoras de hidrogênio e arqueasmetanogênicas (CÔTÉ et al., 2006; ALVAREZ et al., 2006).

Já Reis (2012) define o biodigestor anaeróbio como câmara fechada onde ocorre o processo de degradação, transformação ou decomposição de matéria orgânica, na ausência de oxigênio. Como subprodutos deste processo, resultam o efluente (chorume), a biomassa e o biogás.

O chorume é formado a partir das reações físicas e químicas a que os materiais depositados estão sujeitos, e da ação de microorganismos na decomposição da matéria orgânica, e sua composição química está condicionada a uma série de fatores sendo variável, dependendo muito dos tipos de resíduos que são depositados no local (LAUERMANN, 2007). Desta forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar físico-químico e microbiologicamente o efluente produzido a partir do processo de biodigestão anaeróbia em um biodigestor construído a partir de materiais recicláveis.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas existem dois tipos de biodigestores em relação ao abastecimento da biomassa: um é de produção descontínua ou batelada e o outro de produção contínua. O modelo utilizado neste experimento, construído a partir de materiais reciclados (Figura 1) é classificado como de produção descontínua que consiste na recarga do lixo orgânico numa única vez.

Após sua construção, o recipiente foi preenchido com resíduos alimentares (cascas de frutas) provenientes do Restaurante Acadêmico do IFCE - Campus Sobral, sendo adicionadas ainda folhas de árvores para manter a relação Carbono/Nitrogênio necessária para a realização do processo, além de solo na cobertura. Finalizada a alimentação nos dias 8 e 9 de Março de 2017, vedou-se o aparelho e após aproximadamente 150 dias realizou-se a coleta.

Há três subprodutos do processo de biodigestão anaeróbia, porém o foco do atual trabalho foi o efluente produzido. O mesmo foi coletado em 26 de Junho do mesmo ano por meio de mecanismo instalado no próprio recipiente utilizando frascos de aproximadamente 1L como mostram as Figuras 2 e 3, e posteriormente a amostra foi levada ao Laboratório de Análises de Água e Efluentes e Laboratório de Análises Microbiológicas de Água e Efluentes (LAAE/LAMAE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Sobral.

**Figura 1:** Biodigestor construído de materiais reciclados



*Fonte: autores, 2017*

Foram definidos os seguintes parâmetros: pH, Cor, Turbidez, Condutividade, Alcalinidade, Cloretos, Série Nitrogenada (Amônia, Nitrito e Nitrato), DQO, Fósforo e Ortofosfato, Sólidos (Totais, Fixos e Voláteis) e Coliformes Totais. Na Tabela 1 encontram-se dispostos suas respectivas metodologias de análise.

**Figura 2:** Dispositivo de coleta do efluente



*Fonte: autores, 2017*

**Figura 3:** Frasco utilizado para coleta



*Fonte: autores, 2017*

**Tabela 1: Parâmetros utilizados e suas respectivas metodologias**

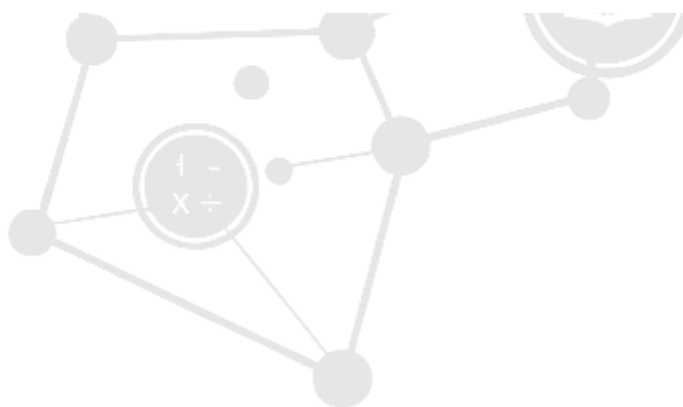
<b>Parâmetro</b>	<b>Metodologia de Análise</b>
pH	Método potenciômetro
Cor Aparente (uH)	Métodos de Comparação visual
Turbidez (NTU)	Método Nefelométrico
Condutividade (uS/cm)	Método potenciômetro
Alcalinidade (mg/L)	Método da Titulação potenciométrica
Cloretos (mg/L)	Método Argentométrico



Amônia (mg/L)	Método Fotométrico da Nesslerização direta
Nitrito (mg/L)	Método do Colorimétrico
Nitrato (m/L)	Método do Salicilato de sódio
DQO (mg/L)	Método de Refluxação fechada
Fósforo (mg/L)	Método do ácido ascórbico com digestão com persulfato de potássio
Ortofosfato (m/L)	
Sólidos Totais (mg/L)	Método secagem a 103-105°C
Sólidos Fixos ((mg/L)	Método secagem a 103-105°C, com calcinação.
Sólidos Voláteis (mg/L)	Método secagem a 103-105°C, com calcinação.
Coliformes Totais (mg/L)	Método dos tubos múltiplos NMP

*Fonte: Autor (2017)*

Os estudos foram realizados entre os dias 26 e 29 de Junho sendo divididos em três amostras: 01 - Bruta, 02 - Com diluição de 1% (10mL da amostra bruta em 1000mL de água) e 03 - Com diluição de 10% (100mL da amostra bruta em 1000mL de água).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O chorume é constituído basicamente por água rica em sais, metais pesados e matéria orgânica. As concentrações desses constituintes variam de acordo com a composição dos próprios resíduos sólidos depositados e com as condições ambientais como a precipitação, umidade, a temperatura e o pH do meio (COSTA, 2002). Os resultados dos parâmetros analisados encontram-se na Tabela 02.

**Tabela 02:** Resultados das análises do chorume.

Parâmetro	Amostra Bruta	Amostra 1%	Amostra 10%
pH	7,04	7,72	7,49
CorAparente (uH)	700	5,0	100
Turbidez (NTU)	5,75	0,11	0,21
Condutividade (uS/cm)	6960	57,03	912,4
Alcalinidade (mg/L)	1776	30	198
Cloretos (mg/L)	684,2	4,3	93,9
Amônia (mg/L)	17,51	2,53	12,64
Nitrito (mg/L)	0,07	Ausente	0,001
Nitrato (m/L)	2,9	0,02	0,15
DQO (mg/L)	809,3	Ausente	36
Fósforo (mg/L)	1,32	0,12	0,37
Ortofosfato (m/L)	2,57	0,22	1,18
Sólidos Totais (mg/L)	4,175	0,06	0,447
Sólidos Fixos ((mg/L)	3,0	0,002	0,278
Sólidos Voláteis (mg/L)	1,175	0,058	0,169
Coliformes Totais (mg/L)	32NMP/100mL	-	-

Fonte: Autor (2017)

## **pH**

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$ , dando uma indicação sobre a condição de acidez neutralidade ou alcalinidade do meio (Von Sperling, 2005). Conforme Reis (2012) Cada micro-organismo possui uma faixa específica de pH onde o seu crescimento é favorável, havendo um valor considerado ótimo, no qual a taxa de crescimento é máxima.

Os microrganismos metanogênicos (formadores de metano) tem um bom crescimento na faixa neutra entre 6,5 e 7,5. Os dados obtidos para as três amostras 7,04, 7,72 e 7,49 respectivamente mostram que o meio encontrava-se neutro favorecendo o processo de degradação e a ação destes na formação de possível biogás.

## **Cor**

Para Silva (2013) a cor está associada ao grau de redução que a intensidade da luz sofre ao atravessar o meio. Esta redução ocorre devido à presença de sólidos dissolvidos, coloidais e em suspensão. Segundo Philippi Jr et al. (2012), este parâmetro está associado em decorrência da presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Entre os coloides orgânicos podem ser mencionados os ácidos húmicos e fúlvicos, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, entre outros substratos.

Conforme os dados encontrados, a amostra bruta (valor de 700 uH) e a diluição de 10% (com valor de 100 uH) estavam elevadas. Segundo Bassani apud Moreira Junior (2015) o valor máximo para este parâmetro estabelecido em legislação é 75mg/Pt/L para lançamento em corpo hídrico, visto que valores superiores podem alterar as reações biológicas. Desta forma, apenas o valor referente à diluição de 1%, 5uH, encontrava-se dentro do padrão.

## **Turbidez**

Para turbidez não foram obtidos valores altos 5,75NTU, 0,11NTU e 0,21NTU respectivamente. A Resolução CONAMA 430/2011, estabelece um valor de 100 NTU para lançamento de águas residuárias. Como os valores encontram-se abaixo, este parâmetro, encontrava-se em acordo com a legislação.

## **Alcalinidade**

Von Sperling (2005) define alcalinidade como quantidade de íons que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade de neutralização de ácidos. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^-$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ).

Foram encontrados valores para alcalinidade de 1776 mg/L, 30 mg/L e 198mg/L, respectivamente. Moreira Junior (2015) encontrou valores elevados de alcalinidade nos seus lisímetros e o mesmo justificou que o experimento ainda estava bastante ativo no processo de degradação, e não propriamente em metanogênese, sendo a alcalinidade elevada, a responsável pela manutenção da normalidade nos valores de pH.

## **Cloretos**

Os cloretos são indicadores da evolução do tratamento biológico e dos processos que ocorrem dentro do aterro, assim como também indicam a presença de sais minerais nos resíduos aterrados, de origem doméstica ou mesmo associados a atividades industriais e comerciais (CATAPRETA, 2008).

Os resultados para este parâmetro foram elevados 684,2 mg/L, 4,3 mg/L e 93,9 mg/L. Silva (2013) em seu experimento, analisando o lisímetro 03 o qual foi preenchido 100% com material orgânico também encontrou valores elevados sendo o menor deles de 1252,4 mg/L.

## **Série Nitrogenada (Amônia, Nitrito e Nitrato)**

O nitrogênio pode ser encontrado como nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as últimas, duas oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio (PHILIPPI JR et al., 2012).

Por meio dos resultados foi possível perceber que foi degradada uma pequena parcela da matéria orgânica como mostra o valor na Tabela 02. Porém valores para amônia ainda permanecem elevados, caracterizando a presença de matéria a ser consumida.



## **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Segundo Catapreta (2008) valores elevados de DQO foram encontrados por diferentes autores em efluentes de aterros sanitários, chegando até mesmo entre 45.000 mg/L e 120.000mg/L. Isso ocorre devido às características dos líquidos nos resíduos, pois em aterros novos há disponibilidade de matéria orgânica facilmente degradável.

O resultado obtido para amostra bruta (809,3 mg/L) indica que o processo ainda encontrava-se em processo de degradação e que há matéria disponível para continuidade do processo, como também é observado na elevada presença de nitrogênio amoniacal.

## **Fósforo e Ortofosfato**

Assim como o nitrogênio, o fósforo é um dos macro-nutrientes fundamentais aos processos energéticos dos seres vivos e nutrientes, no entanto, em corpos aquáticos, sua presença ocasiona poluição e contaminação (BASSANI apud SILVA, 2013). De acordo com Von Sperling (2005) os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples.

Os valores encontrados para Fósforo não foram tão elevados como mostra a Tabela 02. As análises indicaram uma maior concentração de Ortofosfato, o que segundo Von Sperling, torna-se mais fácil a absorção pelos microrganismos.

## **Série de Sólidos (Totais, Fixos e Voláteis)**

A presença de frações de sólidos no chorume pode servir como base para a determinação da concentração de material orgânico existente. Dentre as frações de sólidos, a caracterização da fração orgânica é indicada pelo teor de sólidos voláteis. (MOREIRA JUNIOR, 2015).

Como pode ser observado na Tabela 02, as frações referentes aos Sólidos Fixos é maior que os valores para Sólidos Voláteis o que caracteriza a baixa presença de matéria orgânica, apesar de resultados para DQO e Amônia indicarem a sua presença, os resultados para sólidos mostram que esse valor é pequeno.

## **Coliformes totais**

A análise realizada demonstrou uma densidade de 32NMP/100mL, desta forma percebe-se que pode haver a presença de microrganismos patogênicos, tornando assim necessário um tratamento deste efluente antes da disposição final, ou uma possibilidade de reuso.

### **Reuso de efluentes**

Uma das principais formas de reuso de efluentes é na agricultura. Segundo Kiehl apud Alcantara (2012) a maior diferença entre fertilizantes orgânicos e minerais está na facilidade desses últimos terem seus nutrientes solubilizados no solo quando aplicados.

A Resolução nº 02 de 02/02/2017 Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Ceará dispõe sobre os padrões e condições de lançamentos de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, bem como estabelece parâmetros para sua reutilização na agricultura desde que este não seja de origem sanitária.

Estoppey (2010) avaliou em experimento na Índia, diversos biodigestores anaeróbios no tratamento de resíduos provenientes das cozinhas de algumas comunidades. A pesquisa mostrou que o biogás gerado continha cerca de 65 % de metano, sendo utilizado por diversas comunidades locais. Além disso, análises físico-químicas mostraram que o efluente gerado é rico em nitrogênio e fósforo.

De acordo com o autor, a alta porcentagem de nitrogênio na forma de amônia obtida através do processo anaeróbio aumenta a viabilidade do efluente como fertilizante. No entanto, a presença de microrganismos do tipo E. Coli e coliformes totais, indicou que o efluente deve ser utilizado apenas em culturas que não são comidos crus.

## CONCLUSÃO

A caracterização de um efluente por meio de análises garante um conhecimento concreto dos constituintes presentes no meio líquido e norteia práticas que devem ser adotadas para sua destinação final, sendo necessário, contudo, um tratamento para adequar aos padrões estabelecidos ou seu reuso.

Os resultados para pH, mostraram que o meio encontrava-se em estado favorável para o crescimento de bactérias metanogênicas. Referente à cor, observou-se que caso objetivasse seu lançamento, deveria ser feita uma diluição maior que 10%, adequando este valor à legislação. Já para turbidez, os valores encontrados mostra que está em conformidade com os padrões.

Para alcalinidade, em comparativo com Moreira Junior (2015), os elevados resultados indicam ainda um processo de degradação da matéria. Quanto a cloretos o valor elevado para amostra bruta, indica, segundo a literatura, que há forte presença de sais minerais no líquido analisado.

A série nitrogenada, por meio do elevado valor de amônia quando comparado com nitrato, que ainda há matéria orgânica para ser consumida, como visto pelo elevado valor de DQO. Os valores para fósforo e ortofosfato, nutrientes essenciais no metabolismo dos organismos, os valores foram encontrados bem baixos .

Quanto à possibilidade de reusodevem-se ser estudados os parâmetros para adequar-se a resolução do COEMA, ou tratamento caso seja realizado lançamento. Recomenda-se a utilização do efluente como auxiliar na fertilização de culturas que não devem ser comidas cruas, e estudar o desenvolvimento da produção em comparação com adubação normal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Fernando Luciano Merli do. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos: um panorama tecnológico atual.** / Fernando Luciano Merli do Amaral. 107p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Mitigação de Impactos Ambientais. São Paulo, 2004.

ALVAREZ, R.; VILLCA, S.; LIDÉN, G. **Biogas production from llama and cow manure at high altitude.** Biomass and Bioenergy, Aberdeen, v.30, n.3, p.66-75, 2006.

CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. **Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries.** Bioresource Technology, Oxford, v.97, n.1, p.686-691, 2006.

ALCANTARA, Michael Steinhorst. **Avaliação de biodigestor tubular na degradação anaeróbia de cama de frango de corte.** 61p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Cascavel – PR, 2012.

REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio.**

Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2012. 79f

CERPCH - CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. Fontes Renováveis: Biodigestor. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/biodigestor.php>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

LAUERMANN, Andressa. **Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argissolo da depressão central do rio grande do sul.** 72p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2007.