

**Remoção de sólidos e produção de metano na digestão anaeróbia de efluente de
processamento de mandioca¹**

Carlos Alexandre Alves Pessuti², Eliane Hermes³, Dilcemara Cristina Zenatti³,
Rafaela Pachega da Silva⁴

¹Aceito para publicação no 2º Trimestre de 2015

¹Acadêmico de Tecnologia de Biocombustíveis - Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. carlospessuti67@gmail.com;

² Professora da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

elianehermes@yahoo.com.br;

³Professora da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

dilzenatti@gmail.com;

⁴Graduada em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina

pachega.rafaela@gmail.com.

Resumo: O efluente gerado na indústria de processamento de mandioca pode trazer sérios problemas se descartado no ambiente de maneira incorreta. Uma forma adequada de tratamento é a digestão anaeróbia, responsável por reduzir as cargas orgânicas e ainda produzir metano. Deste modo o objetivo deste estudo consistiu na quantificação dos teores de sólidos totais e sólidos voláteis e na quantificação da produção de metano em biodigestor anaeróbio com efluente de processamento de mandioca. Para realizar o processo foi utilizado um reator anaeróbio com alimentação contínua e volume total de 15 L e tempo de detenção hidráulica de 21 dias. A partir do estudo foi possível observar uma redução de 38% dos sólidos totais e 58% de sólidos voláteis. E adjunto a remoção de matéria orgânica foi produzido 354 cm³ de metano para 10,5 L do efluente.

Palavras-chave: matéria orgânica, reator anaeróbio, sólidos voláteis

REMOVAL OF SOLID AND METHANE PRODUCTION IN ANAEROBIC DIGESTION OF CASSAVA PROCESSING WASTEWATER

Abstract: The effluent generated in the cassava processing industry can lead to serious problems if disposed in incorrectly environment. An appropriate form of treatment is anaerobic digestion, responsible for reducing the organic load and still produce methane. Thus the aim of this study was the determination of total and volatile solids and quantification of methane production in anaerobic digester with cassava processing wastewater. To carry out the process, an anaerobic reactor with continuous feed and total volume of 15 L, with hydraulic retention time of 21 days. From the study was observed a reduction of 38% of total solids and 58% of volatile solids. And associate the removal of organic matter was produced 354 cm³ of methane to 10.5 L of effluent.

Keywords: organic matter, anaerobic reactor, volatile solids

Introdução

A geração de efluentes e subprodutos é inevitável a qualquer setor produtivo (PINTO *et al.* 2005). Esta realidade é um problema para as indústrias beneficiadoras da mandioca. O Paraná foi o maior estado produtor de amido de mandioca no ano de 2012, com produção de 374,3 mil toneladas, representando 72% do total nacional. (CEPEA, 2013).

Na fabricação de amido de mandioca, há geração de elevado montante de efluente líquido. Este efluente líquido resultante do processamento da mandioca é constituído por: (1) água de lavagem das raízes que é originária dos lavadores/descascadores; (2) manipueira ou água vegetal que corresponde à água de constituição da raiz, extraída durante a prensagem da massa ralada, na fabricação da farinha; e (3) água de extração de fécula, que corresponde à água de constituição da raiz, diluída com a água de extração. (CEREDA, 2001). Diversos autores estimam o volume de efluente gerado no processamento de uma tonelada de raiz de mandioca destinada à produção de amido. Para Colin *et al.* (2006), este volume é de aproximadamente 1,1 m³. Plevin e Donnelly (2004) afirmam que é gerado em torno de 5 a 7 m³. Já Fioretto (2001) estima a geração de 5 m³ de efluente.

O efluente do processamento de mandioca apresenta em sua composição elevada carga orgânica e a presença de concentrações do íon cianeto (CN^{-1}) e do ácido cianídrico (HCN). Por essa razão, as indústrias de amido são consideradas altamente poluidoras. (FIORETO, 2001). No entanto, os efluentes são formidáveis fontes de carbono, nitrogênio, vitaminas e sais minerais, tornando-os ambientes favoráveis ao desenvolvimento de bactérias anaeróbias e facultativas capazes de converter compostos orgânicos complexos em metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (LIMA *et al.* 2001).

Destaca-se para o tratamento deste resíduo, a digestão anaeróbia, pois, além da redução da carga orgânica, tem-se o aproveitamento do biogás. Este consiste em um processo biológico em que na ausência de oxigênio atmosférico, as bactérias facultativas ou estritamente anaeróbias degradam compostos orgânicos complexos, que sofrem uma série de processos oxidativos em seqüência e são convertidos em metano, dióxido de carbono e outros subprodutos. Na digestão ocorrem as etapas de hidrólise e fermentação, acidogênese, acetogênese e metanogênese (BASSIN e DEZOTTI, 2008).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de digestão anaeróbia de efluente do processamento de mandioca por meio da remoção de sólidos e quantificação da produção de metano.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido a partir do efluente gerado pela Amidonaria da Cooperativa Agroindustrial C.Vale, unidade de São José, Município de Terra Roxa – Paraná.

Para realizar a digestão anaeróbia foi utilizado um reator com alimentação contínua e volume total de 15 L, com um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 21 dias. Os parâmetros do efluente analisados foram sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) por método gravimétrico de acordo com metodologia descrita por APHA (2005). As análises e a quantificação da produção de metano foram realizadas no Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina.

Para quantificação da produção de metano, utilizou-se um sistema de acordo com o descrito por (FORESTI *et al.* 2005). Neste sistema, a saída de gás do reator é conectada a uma mangueira de silicone, e esta, a um recipiente com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 50 g L^{-1} e pH 12. Outra mangueira de silicone, conectada a solução de NaOH, liga o frasco à uma

proveta graduada de 250 mL. desta maneira, o volume dos gases gerados no reator entra no frasco e desloca a coluna de solução de NaOH na proveta graduada, enquanto o CO₂ e o ácido sulfídrico (H₂S) são absorvidos pela solução de NaOH. Foram feitos três observações por semana durante três semanas, totalizando nove observações, durante o período de 01 de outubro de 2014 à 21 de outubro de 2014.

Resultados e Discussão

Os sólidos totais (ST) compreendem as substâncias ou partículas que se encontram dissolvidas e em suspensão no líquido e são divididas em sólidos voláteis (SV) que representam à fração orgânica e sólidos fixos (SF) que correspondem a fração inorgânica (SAMPAIO *et al.* 2007; DIESEL *et al.* 2002).

O resultado da concentração de ST e SV antes e após o tratamento de digestão anaeróbia e a porcentagem de remoção podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração inicial e final de ST e SV e % de remoção

| Parâmetro | Concentração inicial (mg L⁻¹) | Concentração final (mg L⁻¹) | Eficiência de remoção (%) |
|------------------|---|---|----------------------------------|
| Sólidos totais | 9.163 | 5.649 | 38 |
| Sólidos voláteis | 6.800 | 2.846 | 58 |

A determinação de SV é realizada para caracterização da matéria biodegradável. Quanto maior a quantidade de matéria biodegradável, maior é o potencia de produção do biogás (Labiogas, 2013).

Segundo Lamo e Menezes, 1979 a caracterização físico-química da manipueira é variável dependendo da forma de processamento das raízes, principalmente em relação à matéria orgânica e potencial tóxico. As características do efluente são altamente dependentes do nível de eficiência dos equipamentos utilizados nos processos de extração (COLIN *et al.*, 2007).

Observa-se na Tabela 1 que a remoção de ST foi de 38% e a remoção de SV foi de 58%. O resultado foi satisfatório para sólidos voláteis, porém para sólidos totais os valores

foram inferiores as média de remoção descritas por Colin *et al.* (2007) com uma redução de 67%.

Lins *et al.* (2014) obteve em suas análises de efluente de processamento de mandioca remoção de 35,32% para ST e 60,18% para SV, sendo estes valores próximos aos obtidos no presente estudo.

A Figura 1 mostra a produção de metano. Nota-se que a maior produção de metano ocorreu na oitava medição, com 81 cm³. Possivelmente pelo dia estar com temperaturas mais elevadas. Segundo Mendonça (2009) a temperatura é um dos fatores que influencia na digestão anaeróbia, podendo comprometer diretamente na termodinâmica da reação, alterando a velocidade específica de utilização. A nona observação foi a que obteve a menor produção de metano, com 19 cm³.

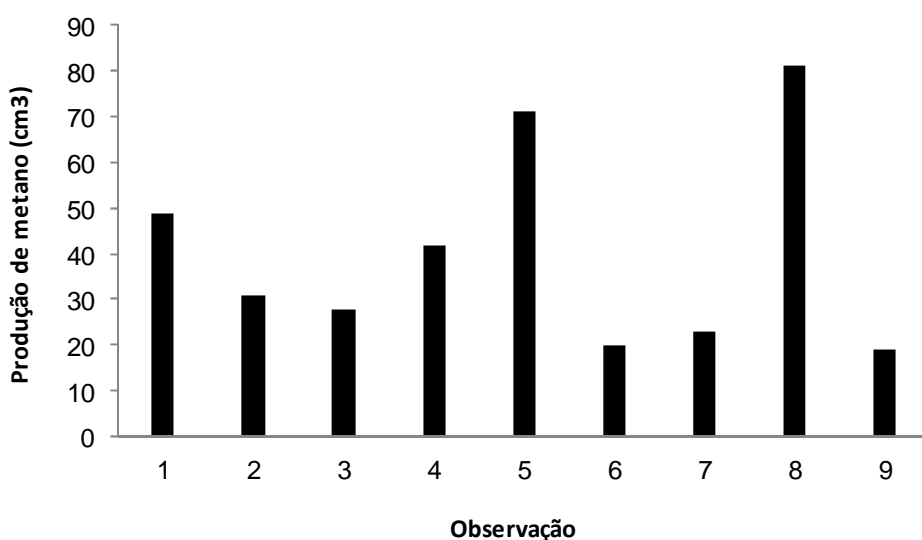


Figura 1 - Produção de metano durante o processo de digestão anaeróbia

No total de 21 dias foram produzidos 364 cm³ de metano, um valor bastante significativo, uma vez que foi adicionado neste período 10,5 L do efluente. Transformando a quantidade de efluente adicionado ao reator para 1000 L, teríamos uma produção de aproximadamente 35 m³ de metano, um valor substancialmente relevante para uma empresa com grande volume de efluente suprir boa parte da energia consumida em seus processos.

Conclusão

O tratamento do efluente de processamento de mandioca por meio da digestão anaeróbia é uma ótima alternativa para redução de ST e SV, bem como a produção de metano.

A remoção de ST foi de 38% e a de SV foi de 58%.

A produção de metano foi de 364 cm³ para 10,5L de efluente em um período de 21 dias de processo.

Referências

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). 21th ed, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.

BASSIN, J. P.; DEZOTTI, M. Tratamento primário, secundário e terciário de efluentes. In: DEZOTTI, M. (Coord.) **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro, 2008. 360p.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Produção de fécula fica estagnada e margem diminui em 2012**. Piracicaba, 2013.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. v. 4. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, p.13-37.

COLIN, X.; FARINET J. L.; ROJAS, O.; ALAZARD, D. **Anaerobic treatment of cassava starch extraction wastewater using a horizontal flow filter with bamboo as support**. Bioresource Technology, Colombia, v. 98, p. 1602-1607, set. 2006.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de Tecnologias sobre dejetos suínos**. EMBRAPA 2002. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/18937117/Dejetos-Suinos>> Acessado em: 05 out, 2014.

FIORETTO, R. A. Tratamentos Físicos e Biológicos da Manipueira. In: CEREDA, M. P. (Coord.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. v. 4. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, p.138-160.

FORESTI, E.; ZAIAT, M.; MORAES, E. M.; ADORNO, T. A. M.; PAIM, A. P.; RODRIGUES, J. A. D.; RATUSNEI, M. S.; CANTO, S. C.; DAMASCENO, L. H. S.; BORZANI, W. **Métodos e análises físico-químicas de rotina de águas residuárias tratadas biologicamente**. Instituto Mauá de Tecnologia, USP. São Paulo, 2005.

Laboratório de Biogás do Parque Tecnológico de Itaipu - PTI. Disponível em: <<http://www.cierbiogas.org/labiogas/index.php/br/>>. Acessado em: 20 jul. 2014.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial - Processos fermentativos e enzimáticos**, 2001.

LINS, M. A.; HERMES, E.; ZENATTI, D. C.; PESSUTI, C. A. A.; BERGER, J. S.; GONÇALVES, M. P.; CANAN, A. L. **Produção de metano a partir de efluentes agroindustriais associados com glicerol bruto**. In: anais 2º simbiomercosul, Foz do Iguaçu, 2014.

PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; ANDRADE, A. M. R.; FRAGA, S. L. P.; TEIXEIRA, R. B. **Fermentação em estado sólido: Uma alternativa para o aproveitamento e valorização de**

resíduos agroindústrias tropicais. Embrapa, 2005. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Fermentacaoalternativaaproveitamentoevalorizacao-de-residuos-agroindustriaistropicais>> Acessado em: 10 out. 2014.

PLEVIN, R.; DONNELLY, D. **Converting waste to energy and profit: Tapioca starch power in Thailand.** Renewable Energy World. p. 74-81, 2004.

SAMPAIO, S.C.; SILVESTRO, M.G.; FRIGO, E.P., BORGES, C.M. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.4, 2007, p.557-562.