

Fernanda Beltrame Hernandes<sup>1</sup>, Osvaldo Kuczman<sup>2</sup>, Bruna de Villa<sup>3</sup>, Dayane Taine Freitag<sup>1</sup>, Diandra Ganascine<sup>2</sup>, Luciene Kazue Tokura<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Graduação em Engenharia Agrícola, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: fernandabeltramehernandes@gmail.com, dayane\_freitag@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: osvaldokuczman@hotmail.com, diandraganascini@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura - PPGEA, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: bruna.devilla.58@hotmail.com, lucienetokura@gmail.com

**RESUMO:** Diante do crescimento populacional a geração de resíduos alimentares tem aumentado substancialmente no decorrer dos anos. O trabalho propõe a alternativa de tratamento e geração de energia com o resíduo. O biodigestor foi alimentado com excedentes de alimentação do Restaurante Popular de Cascavel-PR, para a partida foi utilizado inóculo suíno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestão anaeróbia, biogás, resíduo sólido urbano.

## ANAEROBIC TREATMENT OF FOOD WASTE

**ABSTRACT:** The population growth and food waste generation has increased substantially over the years. That study proposes the alternative of treatment and energy generation with the residue. The biodigestor was supplied with food surpluses from the Popular Restaurant of Cascavel-PR, swine inoculum was used for the beginning.

**KEY WORDS:** Anaerobic biodigestion, biogas, urban solid waste.

## INTRODUÇÃO

Anualmente são desperdiçados cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos a nível mundial, os quais não só causam grandes perdas econômicas como também tem impacto significativo nos recursos naturais. Estima-se que as consequências econômicas diretas do desperdício de alimentos atingem o montante de 750 mil milhões de dólares por ano (Fao, 2013).

Em 2014 o governador da Califórnia introduziu uma nova lei que obriga o setor comercial do estado, incluindo restaurantes, supermercados, locais de grandes dimensões e processadores de alimentos separar os restos de comida e providenciar serviço de reciclagem de produtos orgânicos (Biocycle, 2014) essa medida será

implantada a partir de 2016 e deverá reduzir substancialmente o lixo orgânico não tratado.

A disposição de resíduo sólido urbano (RSU) no Brasil aumentou 1,8% entre 2010 e 2011, enquanto a população cresceu a uma taxa de 0,9% ao ano. A disposição per capita de RSU é de 381,6 kg/pessoa ano. Em 2011 foram coletados 55,5 milhões de toneladas de RSU no Brasil, dos quais 41,94% tiveram um tratamento não apropriado e 58,06% foram destinados para aterros sanitários, com menor impacto ambiental (Abrelpe, 2011). Em 2010, foi aprovada a Lei Nacional dos Resíduos Sólidos, na qual, todos os municípios do Brasil devem dar uma destinação correta ao RSU, ou seja, o mesmo tem que ser destinado, no mínimo para aterros sanitários. Com isso, verifica-se que há um enorme potencial para o tratamento de RSU, demandando novas tecnologias de tratamento. Uma delas seria a biodigestão anaeróbia em reatores controlados de restos de alimentos que constituem o RSU, que constituem 51,5% da massa total de RSU (Abrelpe, 2011).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Biorreatores do Grupo de Pesquisa em Energia na Agricultura e as análises realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (RHESA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Cascavel/PR.

O protótipo de biodigestor possui volume de 408 L (Figura 1). Este é de mistura completa, operado com alimentação semi-contínua, com sistema de agitação e temperatura constante de  $29 \pm 0,5$  °C. O protótipo ainda foi equipado com boiler e manômetro de tubo em U. É alimentado com restos de ingestão (sobras de pratos) do Restaurante Popular de Cascavel que é liquefeita a 22000 rpm, é alimentado com 2L da mistura, sendo 900 g de restos de ingestão e o restante completo com água.



**Figura 1.** Protótipo e balão de biogás.

**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

A partida do biodigestor deu-se em 2014 e, para auxílio da fermentação, foi utilizado como inóculo, efluente de biodigestor da suinocultura. A alimentação (de segunda à sexta-feira, dias de funcionamento do restaurante) foi aumentada gradativamente até que houvesse estabilização do processo. Os indicadores de estabilidade para o aumento diário de carga orgânica foram o pH, relação acidez volátil (AV) e alcalinidade total (AT) (AV/AT) e produção de biogás.

As análises para a obtenção das variáveis de monitoramento de aumento de carga e estabilidade e das frações sólidas foram realizadas conforme APHA (1998), a demanda química de oxigênio conforme APHA (2005) e a quantificação de metano pelo analisador de biogás portátil LANDTEC modelo GEM 5000. Para a quantificação da concentração da carga orgânica de entrada e saída do biodigestor foram utilizados os sólidos voláteis (SV). Foram realizadas análises em quatro amostras de afluente e efluente do biodigestor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do inóculo dá-se com potencial hidrogeniônico (pH) próximo à neutralidade e baixa concentração de sólidos, conforme a Tabela 1.

Em meados de 2015 houve estagnação da carga para começar tempo de retenção hidráulica (TRH). Ao final deste período, com a relação AV/AT igual a 0,04, constatou-se que o biodigestor estava subutilizado, portanto, a carga estava abaixo de sua capacidade de digestão. Iniciou-se um novo período de aumento de carga com o objetivo de adequar a carga orgânica à capacidade do biodigestor que se estendeu até

final de 2015 com a relação AV/AT de 0,25. Este valor da relação AV/AT é considerado adequado em relação à estabilidade na produção e consumo de ácidos na fermentação anaeróbia de acordo com Silva (1977) e Sánchez et al. (2005).

**Tabela 1.** Características do inóculo quanto à acidez, sólidos e nutrientes

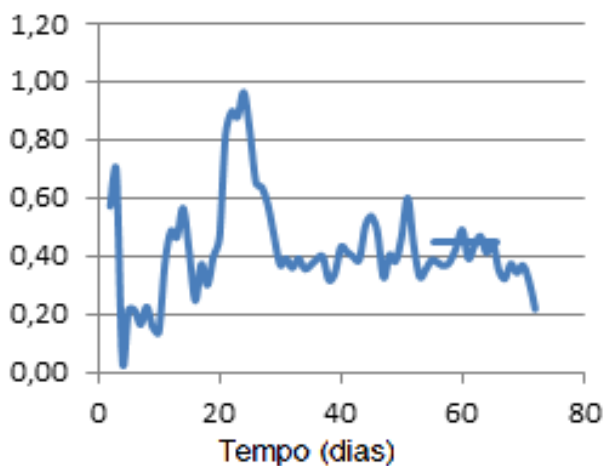
Características	Quantidades
pH	7,83
ST (g L <sup>-1</sup> )	2,55
STF (g L <sup>-1</sup> )	1,84
STV (g L <sup>-1</sup> )	0,71
Zn (mg L <sup>-1</sup> )	5,92
Fe (mg L <sup>-1</sup> )	1,53
Cu (mg L <sup>-1</sup> )	1,46
Mn (mg L <sup>-1</sup> )	1,58
K (mg L <sup>-1</sup> )	467,67
Mg (mg L <sup>-1</sup> )	66,18
Na (mg L <sup>-1</sup> )	167,03
Ca (mg L <sup>-1</sup> )	285,17

Observou no final de dezembro que o pH estava em decréscimo, então tomou-se a decisão de cortar a carga do biodigestor até que o pH estabilizasse. No começo de janeiro foi notada estabilidade, e retomada a carga com 0,30 g SVL<sup>-1</sup>rd<sup>-1</sup> que foi acrescida gradativamente mais uma vez.

Durante o período de operação do biodigestor ocorreu queda de pH de 7,25 para 5,90, por este motivo ocorreram alguns períodos de instabilização fora do previsto. Segundo Li et al. (2014), a queda pode ser atribuída a alta taxa de hidrólise e o acúmulo de ácidos graxos voláteis e que, no pH abaixo de 6,5, cessa a produção de biogás. Em outro momento, com o pH baixo de 5,8, o teor de metano era de 50% e o de gás carbônico era de 47%, resultado típico de fermentações sob stress de ácidos graxos voláteis. Para corrigir o pH a valores adequados à fermentação anaeróbia, de 6,5 a 7,2, (Appelsa et al., 2011 e Zhao et al., 2008) foi adicionado cal hidratada diluída.

Encontrou-se valores de AV/AT oscilantes durante o período, conforme apresenta a Figura 2. Segundo Barana (2000) o reator mostra-se estável enquanto os valores da relação AV/AT estão entre 0,1 a 0,3; em 0,4 indicam instabilidade e acima de 0,8 o reator começa a entrar em colapso. Portanto o gráfico revela que o biodigestor

esteve perto de um colapso, mas se reestabeleceu devido à suspensão da alimentação até retomar o equilíbrio ácido/base.



**Figura 2.** Relação AV/AT

Tais resultados podem ser explicados devido às alterações repentinas de temperatura, por inadequação do termostato. Segundo Gao et al. (2011), o processo anaeróbio ocorre em uma ampla faixa de temperatura; porém, mudanças repentinas de alguns graus na temperatura resultam em choques térmicos, que interferem negativamente.

Outrossim pelas características da carga de alimentação, tendo em vista que estas não possuem a mesma composição diária e pode conter alto teor de lipídeos, o qual na biodigestão gera ácidos graxos. Cammarota e Freire (2006) e Chen et al. (2008) dizem em seus trabalhos sobre água residuária de abatedouros, que a inibição (e/ou o retardamento) dos processos de digestão anaeróbia dá-se devido principalmente à presença de óleos e gorduras, que podem ser considerados inibitórios por provocarem mudanças adversas na população microbiana ou causarem a inibição do crescimento bacteriano.

**Tabela 2.** Carga orgânica de entrada e eficiência de remoção de carga.

Carga orgânica		Eficiência de Remoção	
DQO (g/Lr/d)	SV (g/Lr/d)	DQO (%)	SV (%)
0,29	0,22	87,92	88,24
0,32	0,33	86,19	91,36
0,43	0,36	88,56	92,48

As remoções de DQO e SV apresentam-se levemente elevadas, com valores médios de 87 e 91%, respectivamente, portanto o biodigestor cumpre a função de estabilizar a matéria orgânica, reduzindo seu potencial poluidor (Tabela 2).

As produções de metano por grama de DQO e sólidos voláteis removidos apresentam valores médios de 0,42 e 0,46 L, respectivamente, conforme mostra a Tabela 3. O metano representa uma fração de 45 a 65% do biogás de RSU (Armando, 2013), no biogás estudado obteve-se concentração de metano de 56% e, portanto, mostra-se significativa.

**Tabela 3.** Produção específica de biogás

Carga orgânica	Produção específica de Metano	
SV (g/Lr/d)	L (gDQOr)	L (gSVr)
0,22	0,479	0,631
0,33	0,444	0,411
0,36	0,325	0,367
0,33	0,420	0,411

### CONCLUSÕES

O biodigestor apresenta eficiência acima de 80% de remoção de DQO e de 90% de remoção de sólidos voláteis.

O RSU apresenta potencial de tratamento por biodigestão anaeróbia e para geração de energia.

### REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Edição 2011. São Paulo, 2011.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association**. Washington, 20a edição, 1.193p, 1998.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, 21a edição, 1.600p. 2005.

ARMANDO, M. C. **Avaliação do potencial do biogás gerado e sistemas de aproveitamento energético no aterro sanitário do município de Toledo-PR.** 2013. 118f. Dissertação (Mestre em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, Paraná. 2013.

BARANA, A. C; CEREDA, M. P. *Cassava wastewater* (Manipueira) treatment using a two-phase anaerobic digester. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 20, n. 02, 2000.

BIOCYCLE WORD. **California's new laws to accelerate organics recycling.** West coast conference 2015. Portland, 2014.

CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 2195–2210, 2006.

CHEN Y.; CHENG, J. J.; CREAMER, K. S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 4044–4064, 2008.

FAO. **Desperdícios de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade.** Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Roma, 2013.

GAO, W. J.; LEUNG, K. T.; QIN, W. S.; LIAO, B. Q. Effects of temperature and shock on the performance and microbial community structure of a submerged anaerobic membrane bioreactor. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 102, n. 19, p. 8733–8740, 2011.

PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; PRIMAVESI, O. Ruminant methane emission related aspects in cattle production systems. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24–32, 2005.