

Res., Soc. Dev. 2019; 8(5):e3785811

ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i5.811>

**Estudo do potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás de digestão anaeróbia de resíduos alimentares**

**Study of the potential of generation of electric energy from the biogás of digestion anaerobia of food residues**

**Estudio del potencial de generación de energía eléctrica a partir del biogás de digestión anaeróbia de residuos alimentarios**

**Hugo Maciel da Cruz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9412-2313>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [hugomaciel.unifei@gmail.com](mailto:hugomaciel.unifei@gmail.com)

**Regina Mambeli Barros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3154-2956>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [remambeli@hotmail.com](mailto:remambeli@hotmail.com)

**Ivan Felipe Silva dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7172-2794>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [ivanfelipedeice@hotmail.com](mailto:ivanfelipedeice@hotmail.com)

**Geraldo Lucio Tiago Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2755-4316>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [tiago\\_unifei@hotmail.com](mailto:tiago_unifei@hotmail.com)

Recebido: 27/11/2018 | Revisado: 17/12/2018 | Aceito: 07/03/2019 | Publicado: 08/03/2019

**Resumo**

A fim de encontrar maneiras sustentáveis de destinar os resíduos orgânicos, busca-se atualmente utilizar-se de processos biológicos para tratamento, sendo possível utilizar seus derivados como fonte de energia e adubo. O artigo tem como objetivo analisar os dados de uma pesquisa a qual avaliou o potencial energético do biogás produzido a partir da biodigestão anaeróbia do resíduo alimentar produzido pelo restaurante Sem Nome no município de Itajubá – MG. Foi construído um projeto piloto, constituído por três garrafas PET's, as quais serviram como reatores, além de outros objetos como válvula de gás,

mangueira de alta pressão e controle de temperatura. Foi monitorado a produção de CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Temperatura e Pressão, além da realização de análises físicas e químicas as quais avaliaram os parâmetros como ST, STF, SV, DBO, DQO e pH. A concentração de CH<sub>4</sub> no biogás, assim como o potencial energético, foram estimados teoricamente, devido a falhas no sistema de biodigestão como quedas constantes de temperatura e presença de rupturas nos reatores, causando infiltração de gás atmosférico. Portanto, considerando condições favoráveis para realização da biodigestão anaeróbia, e com base em dados fornecidos pela literatura, estimou-se a produção de CH<sub>4</sub>, assim como o potencial energético do restaurante, conferindo 65,65 L/dia de CH<sub>4</sub> durante a semana e 87,54 L/dia nos fins de semanas e feriados, disponibilizando mensalmente 6.569,86 kWh de energia. Com esses dados, foi possível confirmar a eficiência da metanização como um sistema sustentável de destinação dos resíduos orgânicos, além de auxiliar na geração de energia elétrica.

**Palavra-chave:** Metanização; Biodigestor; Resíduo Orgânico; Potencial Energético.

### **Abstract**

In order to find sustainable ways of allocating organic waste, it is currently sought to use biological processes for treatment, being possible to use their derivatives as energy source and fertilizer. The article aims to analyze the results of a research that evaluated the energy potential of the biogas produced from the anaerobic biodigestion of the food residue produced by the restaurant “Sem Nome” in the municipality of Itajubá – MG. A pilot project was built, consisting of three PET bottles, which served as reactors, in addition to other objects such as gas valve, high pressure hose and temperature control. The production of CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Temperature and Pressure was monitored, as well as physical and chemical analyzes, which evaluated parameters such as ST, STF, SV, BOD, COD and pH. The concentration of CH<sub>4</sub> in the biogas, as well as the energy potential, was theoretically estimated, due to the shortcoming in biodigestion system such as constant temperature drops and the presence of ruptures in the reactors, causing atmospheric gas infiltration. Therefore, assuming favorable conditions for the realization of anaerobic biodigestion and based on data provided by the literature, CH<sub>4</sub> production was estimated as well as the restaurant's energy potential, giving 65.65 L / day of CH<sub>4</sub> during the week and 87.54 L / day on weekends and public holidays, making available a monthly 6,569.86 kWh of energy. With this data, it was possible to confirm the efficiency of methanization as a sustainable system for the disposal of organic waste, as well as to assist in the generation of electric energy.

**Keywords:** Methanization; Biodigestor; Organic Residue; Energy Potential.

## Resumen

Con el fin de encontrar formas sostenibles para destinar los residuos orgánicos, se busca actualmente emplear procesos biológicos para su tratamiento, siendo posible utilizar sus derivados como fuente de energía y abono. El artículo tiene como objetivo analizar los datos de una investigación en la que se evaluó el potencial energético del biogás producido a partir de la biodigestión anaeróbica del residuo alimentario producido por el restaurante “Sem Nome” en el municipio de Itajubá - MG. Se construyó un proyecto piloto, constituido por tres botellas PET's, las que sirvieron como reactores, además de otros objetos como válvula de gas, manguera de alta presión y control de temperatura. Se ha monitoreado la producción de CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Temperatura y Presión, además de la realización de análisis físicos y químicos que evaluaron parámetros como ST, STF, SV, DBO, DQO y pH. La concentración de CH<sub>4</sub> en el biogás, como potencial energético, fue estimada teóricamente, debido a fallas en el sistema de biodigestión, como variaciones constantes de temperatura y la presencia de rupturas en el reactor, causando infiltración de gas atmosférico. Por lo tanto, considerando las condiciones favorables para la realización de la biodigestión anaeróbica, y sobre la base de datos proporcionados por la literatura, se estimó la producción de CH<sub>4</sub>, así como el potencial energético del restaurante, otorgando 65,65 L / día de CH<sub>4</sub> durante la semana y 87 , 54 L / día en los fines de semanas y feriados, ofreciendo mensualmente 6.569,86 kWh de energía. Con estos datos, fue posible confirmar la eficiencia de la metanización como un sistema sostenible de destino de los residuos orgánicos, además de auxiliar en la generación de energía eléctrica.

**Palabras clave:** Metanización; Digestor; Residuo Orgánico; Potencial Energético.

## 1. Introdução

O manejo inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) está entre os maiores causadores de problemas ambientais, sociais e econômicos de diversos países. Segundo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, um estudo realizado em abril de 2012 informou que o Brasil coletava cerca de 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia em 90% do total de domicílio, sendo 51,4% desse montante representado pela porção orgânica contabilizando cerca de 94,319 toneladas de resíduo orgânico descartado diariamente de maneira inapropriada no meio ambiente. Segundo CHERNICHARO (2007, apud FERREIRA, 2015), nos sistemas biológicos de tratamento, cerca de 80% da matéria orgânica presente no substrato é convertida em biogás, composto majoritariamente por metano. Assim, devido à sua elevada concentração em consonância ao grande potencial calorífico e potencial de

emissão de GEE cerca de 25 vezes superior ao CO<sub>2</sub>, o metano e por consequência o biogás, torna-se extremamente valioso para fins energéticos caracterizando o método de biodigestão anaeróbia como um destino nobre aos resíduos orgânicos. Afim de encontrar um destino mais nobre e ecologicamente correto aos resíduos orgânicos, esse trabalho teve como objetivo analisar o potencial energético do biogás passível de ser produzido a partir da biodigestão anaeróbia do resíduo alimentar produzido diariamente pelo restaurante Sem Nome na cidade de Itajubá – MG.

O tratamento biológico do resíduo orgânico mediante a digestão anaeróbia pode vir a ser extremamente viável a países como o Brasil, visto que segundo a caracterização nacional de resíduos, publicada na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos orgânicos correspondem a mais de 50% do total de resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil. Somados aos resíduos orgânicos provenientes de atividades agrossilvopastoris e industriais, os dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos indicam que há uma geração anual de 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos. Segundo FERREIRA (2015, apud MATA-ALVAREZ e CECCHI, 1990), em condições favoráveis à metanização, o biogás gerado a partir do resíduo orgânico apresenta cerca de 60% de CH<sub>4</sub>, conforme obtido também em um estudo na Universidade Federal de Minas Gerais, onde foi avaliado um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás, o qual contabilizou um percentual médio de 59% de metano, gerando cerca de 108 kWh.d<sup>-1</sup>, sendo 32 kWh. d<sup>-1</sup> disponível para transformação em eletricidade, podendo assim, abastecer cerca de 7 residências por dia, considerando um consumo médio elétrico nacional (158,9 kWh.mês<sup>-1</sup> – EPE, 2013) (FERREIRA, 2015).

## 2. Metodologia

### 2.1. *Biodigestor experimental*

O desenvolvimento da pesquisa iniciou com a elaboração de um projeto piloto a fim de estudar quantitativamente a produção de metano a partir da decomposição anaeróbia dos resíduos de alimentos amostrados. Para tanto, utilizou-se de garrafas PET's retornáveis para armazenamento do substrato e posteriormente do biogás produzido. Buscou-se utilizar para a construção dos reatores, materiais de baixo custo e com grande disponibilidade. Assim utilizou-se dos seguintes equipamentos.

- 3 garras PET's retornável com tampas.

- 1,5 m de mangueira alta pressão, Ar e Água, 300 Psi 5/16”.
- 3 Registro (torneira) para gás P13.
- 6 abraçadeiras para mangueira.
- Durepoxi
- Veda Rosca 3/4 “
- Cola de Silicone.
- Adesivo de contato.
- 3 Válvulas de Pneu de bicicleta. (Pino)
- Termostato com aquecedor automático, 100 W.
- Caixa organizadora 45L.
- Câmara de ar.

Perfurou-se as tampas de cada garrafa na espessura necessária para que introduzisse as válvulas e selou-as nas respectivas tampas com auxílio de veda rosca, cola silicone e adesivo de contato (Figura 1). Em seguida, instalou-se os registros em uma das extremidades das mangueiras e alocou as outras extremidades às válvulas anteriormente coladas às tampas.

**Figure 1 - Tampa do reator**



Fonte: Autor

A fim de garantir a vedação completa da tampa, utilizou-se de uma camada de borracha entre a superfície da tampa e do pino.

Os reatores foram construídos buscando evitar qualquer circunstância que permitisse contato do ar atmosférico com o ambiente interno das garrafas, para que as condições favorecessem o processo de biodigestão anaeróbia.

### ***2.1. Preparação do Substrato***

Afim de manter a melhor condição do substrato, foi realizada uma relação da porcentagem de sólidos no resíduo de alimento e no lodo inoculador, oriundo de um biodigestor da empresa FANIA, presente em Itajubá – MG, para que o substrato final

inoculado permanecesse com uma porcentagem de sólidos totais próximo a 12. Para tanto, através de metodologias convencionais realizou-se análise de sólidos totais das amostras e obteve-se a porcentagem necessária para permitir condições de maior eficiência na biodigestão e maior número de resíduo degradado.

Em seguida, preparou-se 3,5 litros de substrato com as relações adquiridas anteriormente, com 16,8 % referente ao resíduo de alimento e 83,2% ao lodo inoculador. Após triturado e diluído, o substrato foi inserido aos reatores sendo 1 litro para cada recipiente, e o restante utilizado para realização das análises físicas e químicas. Com o auxílio do veda rosca e durepoxi, realizou-se o selamento das garrafas a fim de proporcionar condição favorável à metanização (Figura 2).

**Figure 2 - Reatores**



Fonte: Autor

Após concluído a montagem dos reatores, levou-se os mesmos para uma caixa contendo água a 35°C. No mesmo local, os reatores permaneceram até o fim do processo. A figura 3 apresenta uma imagem contendo os biodigestores e o aparato experimental do presente trabalho.

**Figura 3 - Biodigestor**



Fonte: Autor

Após concluída a montagem do biodigestor iniciou-se a etapa das análises físico químicas da amostra. A seguir estão listadas todas as análises desenvolvidas.

- pH
- Demanda Química de Oxigênio (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
- Nitrogênio Total (NT)
- Sólidos Totais (ST)
- Sólidos Totais Fixos (STF)
- Sólidos Voláteis (SV)

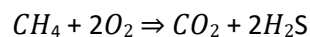
Tais procedimentos, foram realizados no Laboratório de análises físico químicas da Universidade Federal de Itajubá, tomando como referência a literatura de Greenberg (2005). As análises realizadas são caracterizadas como análises de entradas, ou seja, análises físico químicas do substrato anterior à biodigestão. Os mesmos procedimentos laboratoriais foram repetidos após a metanização a fim de observar o comportamento de cada parâmetro antes e depois do experimento. Durante 4 meses no qual o substrato sofreu a biodigestão foram realizadas 5 medições do biogás produzido, sendo 4 delas realizadas no primeiro mês, e a 5ª realizada no último dia de funcionamento do biodigestor. As medidas foram analisadas de acordo com a disponibilidade do proprietário do aparelho multianalisador de gases (*Landtec GEM5000*) com medidas de gás disponível de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CO além da pressão interna do reator, visto que a universidade atualmente não possui esse medidor em funcionamento. Após obtidos os dados, constatou-se uma concentração de metano abaixo do esperado, sendo inapropriada a realização do cálculo energético. Com o objetivo de se obter o potencial energético do restaurante, optou-se por fazer uma estimativa energética teórica do resíduo analisado.

### ***2.1. Estimativa do potencial energético teórico do restaurante***

Com base em dados de trabalhos já realizados, como uma dissertação de mestrado da Universidade Federal de Minas Gerais, na qual avaliou-se um sistema de metanização de resíduos alimentares, foi possível estimar alguns dados como a eficiência de redução da DQO em 70%, valor no qual em condições favoráveis encontra-se entre 60% a 80% e a eficiência do motor em 33%, que segundo a Associação Brasileira de Biogás e Biometano varia de 30% a 40%.

Segundo CHERNICHARO (2007), a partir da estimativa de degradação de DQO no reator é possível estimar a produção de metano. Assim, de acordo com a equação a seguir e

conhecendo a DQO inicial do substrato e o quanto reduziu no decorrer do tempo, é possível relacionar com a produção de metano durante a degradação.



$$(16g) + (64g) \Rightarrow (44g) + (36g) \quad (1)$$

Sendo cada 16 gramas de CH<sub>4</sub> produzido e retirado da fase líquida correspondente a remoção de 64g de DQO do despejo. Nas condições normais de temperatura e pressão isso corresponde a 350 milímetro de CH<sub>4</sub> para cada grama de DQO degradada. Assim, para determinar a produção teórica de metano utilizou-se das equações a seguir conforme consultado na literatura, onde : DQO<sub>total</sub> = DQO total do resíduo [kg/d], V<sub>res</sub> = Volume de resíduo produzido por dia [m<sup>3</sup>/d], DQO<sub>inicial</sub> = DQO do substrato inicialmente [kg/L], DQO<sub>rem</sub> = DQO removida durante a degradação [kg/d], E<sub>red</sub> = Eficiência de redução da DQO [70%], Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> = Quantidade de Metano produzida a partir da degradação da DQO [m<sup>3</sup>/d] e f<sub>p</sub> = Fator de produção de metano em m<sup>3</sup> por kg de DQO removida [0,35 kg/m<sup>3</sup>].

$$DQO_{total} = V_{res} \times DQO_{inicial} \quad (2)$$

$$DQO_{rem} = DQO_{total} \times E_{red} \quad (3)$$

$$Q_{CH_4} = DQO_{rem} \times f_p \quad (4)$$

Após estimado a produção de metano, foi possível através da equação 8 estimar a potência gerada a partir do biogás produzido.

$$P = \frac{Q_{CH_4} \times \eta \times PCI_{CH_4}}{24 \times 3600} \quad (5)$$

Sendo:

η: Eficiência do motor [33%].

PCI<sub>CH<sub>4</sub></sub>: Poder Calorífico Inferior do Metano [kJ/m<sup>3</sup>].

Assim, foi possível comparar a potência teórica estimada com o gasto energético do restaurante.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1. Dados do experimento

Após encerrado as medições percebeu-se uma produção de metano extremamente inferior ao esperado em consonância com concentrações indesejadas dos outros gases. Na



Tabela 1 é possível perceber a variação da concentração dos diferentes gases e da pressão interna de cada reator.

**Tabela 1 - Medição do Biogás (Reator 1)**

<b>Data</b>	<b>CH<sub>4</sub> (%)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (ppm)</b>	<b>H<sub>2</sub>S (ppm)</b>	<b>Bal (%)</b>	<b>Pressão (mb)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
27/10/2017	0,1	0,1	21	2	5	78,8	0	33
17/11/2017	0,5	30,5	13,2	>>>	958	55,8	0,37	34
24/11/2017	1,2	33,2	8,5	1668	769	57,1	0	34
01/12/2017	0,2	15,7	12,5	272	675	71,6	0	34
27/02/2018	1	20,9	-	-	-	77,4	0	34

Fonte: Autor

É importante observar a parcela de O<sub>2</sub> elevada, próxima a porcentagem de oxigênio no ar atmosférico. Essa condição pode ser devido a presença de rupturas no reator, permitindo a infiltração de ar prejudicando o processo de degradação anaeróbia. Esse fato, explica a baixa porcentagem de metano produzida além da variação da temperatura ocorrida por quedas constantes de energia no local de armazenamento do reator durante o processo.

Na Tabela 2 está apresentado os dados do reator 2 o qual apresentou algumas semelhanças com os demais.

**Tabela 2 - Medição do Biogás (Reator 1)**

<b>Data</b>	<b>CH<sub>4</sub> (%)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (ppm)</b>	<b>H<sub>2</sub>S (ppm)</b>	<b>Bal (%)</b>	<b>Pressão (mb)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
27/10/2017	0,2	46,1	10	94	11	43,7	62,9	33
17/11/2017	0,4	61,7	7,5	1016	720	30,4	57,9	34
24/11/2017	0,9	38,4	12,6	>>>	1118	48,1	28,5	34
01/12/2017	1,3	70,5	4,9	1654	2841	23,3	83,4	34
27/02/2018	1,5	83,7	-	-	-	15,5	151,4	34

Fonte: Autor

Como visto anteriormente na figura 1 a qual mostra o biodigestor estudado, os 3 reatores foram aquecidos da mesma maneira, por isso as quedas de temperatura ocorridas, prejudicaram o processo dos 3 reatores. Assim a justificativa para baixa concentração de metano é a mesma para ambos os reatores. O que difere do reator 1 e 2 é a menor porcentagem de O<sub>2</sub> no interior do reator. Essa condição provocou maior atividade metabólica assim como maior concentração dos gases como o H<sub>2</sub>S, o qual foi mais significativo no reator 2.

No reator 3 mostrado na figura 3, as mesmas condições de irregularidades foram observadas, justificando sua baixa produção de metano, sendo até mesmo incapaz de ser determinada na ultima medição.

**Tabela 3 - Medição do Biogás (Reator 3)**

<b>Data</b>	<b>CH<sub>4</sub> (%)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (%)</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>	<b>CO (ppm)</b>	<b>H<sub>2</sub>S (ppm)</b>	<b>Bal (%)</b>	<b>Pressão (mb)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
27/10/2017	0,1	3,2	18	60	30	78,3	0,06	33
17/11/2017	0,6	12,4	14,4	81	754	72,6	0	34
24/11/2017	1	10,2	13,8	111	226	75	0	34
01/12/2017	0,2	11,7	11	143	538	77,1	0,50	34
27/02/2018	0	4,7	-	-	-	78,6	0,95	34

Fonte: Autor

Conforme justificado anteriormente, durante o período de biodigestão constou-se irregularidades na vedação dos reatores causando infiltração do ar atmosférico nos biodigestores impossibilitando o processo completo de metanização. Entende-se que a presença de oxigênio dentro dos reatores tenha criado condições favoráveis para dispersão de bactérias aeróbias, causando assim, intensa disputa entre os microrganismos pela biomassa ali presente, tornando a metanização restrita explicando assim a baixa produção de metano e elevada concentração de oxigênio, semelhante as condições atmosféricas. O processo biológico de degradação anaeróbia da matéria orgânica é composto por um sensível ecossistema microbiológico, de processos metabólicos complexos. Um consórcio de microrganismos, interdependes, busca o equilíbrio ambiental da biocenose anaeróbia, de maneira sintrófica e dinâmica (FERREIRA, 2015). Assim o experimento ficou sujeito a condições capazes de prejudicar a biodigestão anaeróbia, pois além do ambiente aeróbio provocado pela entrada de ar atmosférico no reator, o biodigestor sofreu com quedas de temperatura durante os meses de janeiro e fevereiro, devido a falhas no sistema de fonte de energia. A alternância de temperatura influencia no metabolismo das bactérias metanogênicas, visto que o processo de metanização mesofílico possui maior eficiência em temperaturas elevadas, em torno de 37°C. Logo é possível relacionar a baixa produção de CH<sub>4</sub> com a queda de temperatura e a presença de oxigênio no ambiente de degradação. As análises físicas e químicas de entrada e saída mostradas a seguir são compatíveis com as possíveis respostas para a baixa produção de CH<sub>4</sub>.

Na Tabela 4 é possível perceber as análises físicas e químicas de entrada, as quais foram realizadas antes de introduzir o substrato nos reatores.

**Tabela 4 - Análises de entrada**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH	5.52
Sólidos Totais (ST)	12,26% ou 122,6 mg/l
Sólidos Fixos (SF)	0,8984% ou 9 mg/l

Sólidos Voláteis (SV)	11,37% ou 113,7 mg/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	10893 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	2118 mg/l

Fonte: Autor

Essas análises são de grande importância para que se estime posteriormente o potencial de geração de energia elétrica a partir da redução da DQO. A variação dos demais parâmetros estão diretamente relacionadas a eficiência da biodigestão.

A seguir, está representado na Tabela 5 as análises de saída, as quais foram determinadas após a abertura do reator.

**Tabela 5 - Análises de saída**

PARÂMETROS	RESULTADOS		
	Reator 1	Reator 2	Reator3
pH	5,84	5,74	6,18
Sólidos Totais (ST)	7,41%	8,42%	5,51%
Sólidos Fixos (SF)	0,54%	0,61%	0,40%
Sólidos Voláteis (SV)	6,86%	6,36%	4,16%
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	7212 mg/L	6586 mg/L	6518 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	5161 mg/L	5673 mg/L	7595 mg/L

Fonte: Autor

É importante observar a redução considerável de alguns parâmetros como DQO e ST, os quais representam uma significativa eficiência da degradação da matéria orgânica presente no substrato.

### **3.2. Estimativa teórica**

Com base na produção diária de resíduos do restaurante de 30 litros por dia durante a semana, e 40 litros por dia nos finais de semana e feriados, somado as condições teóricas adotadas assim como uma DQO inicial medida de 10893 mg/L, obteve-se uma produção de 65,65 litros por dia de CH<sub>4</sub> durante a semana e 87,54 litros por dia de CH<sub>4</sub> nos fins de semanas e feriados. Considerando uma concentração de metano em torno de 60% no biogás, estima-se que os 40% restantes se refere aos outros gases medidos como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e umidade. Com base no biogás estimado, foi possível analisar seu potencial energético a fim de comparar a disponibilidade energética gerada pela biodigestão anaeróbia dos resíduos de alimento, com a potência consumida pelo restaurante em análise. Assim, considerando uma produção diária de biogás, a potência [kW] gerada por um motor de eficiência igual a 33%

com funcionamento constante durante o mês é de 8,926 kW durante as semanas e 11,903 kW em fins de semanas e feriados. Com o biogás estimado diariamente, e considerando um funcionamento do motor de 24h por dia seria possível disponibilizar uma energia mensal média de 6.569,86 kWh, capaz de suprimir a necessidade elétrica do restaurante além de gerar um crédito energético no valor de R\$1.841,85, considerando um consumo médio do restaurante de 4029,2 kWh além de um custo de R\$0,72497 por kWh.

#### **4. Considerações finais**

A partir das informações obtidas com o desenvolvimento do presente trabalho, informações como, potencial de geração de metano e energia elétrica e capacidade de degradação da matéria orgânica auxiliam futuras pesquisas a estimar e estudar a metanização de resíduos orgânicos. Essas informações são de grande importância, visto que a produção de resíduo no Brasil e o descarte inapropriado de grande parte desse resíduo são significante e apresentam grande potencial de geração de renda além da amenização dos impactos ambientais e sociais.

O aproveitamento energético a partir da biodigestão anaeróbia de resíduos de alimentos se mostra atualmente como um nobre método de reutilização do lixo orgânico, o qual representa atualmente cerca de 51,4 % do resíduo produzido no Brasil. Assim, encontrou-se nesse trabalho informações teóricas capazes de confirmar a eficiência do método de aproveitamento energético. Os dados adquiridos experimentalmente como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (ST), foram afetados por erros durante o processo, destacando-se a infiltração de gás atmosférico dentro do reator, causando assim disputa entre os microrganismos pela biomassa disponível e a alternância na temperatura, provocando queda no metabolismo das bactérias responsáveis pela produção de CH<sub>4</sub>, diminuindo assim sua eficiência. Portanto os dados referentes a produção de biogás e seu potencial energético foram teóricos e apresentaram valores satisfatórios, como uma produção de 65,65 litros por dia de CH<sub>4</sub> durante a semana e 87,54 litros por dia de CH<sub>4</sub> nos fins de semanas e feriados, disponibilizando assim uma potência de 8,926 kW durante as semanas e 11,903 kW em fins de semanas e feriados, além de um crédito energético R\$1.841,85. Dessa forma, o método estudado para reaproveitar o resíduo produzido se mostrou eficiente ao analisá-lo teoricamente, enfatizando sua importância nos métodos de energia alternativa além da possibilidade de uso agrônomo a partir da sobra do processo, dispositivo altamente abordado nos dias atuais. Sabendo-se da grande quantidade de material orgânico descartado de maneira incorreta, causando inúmeros transtornos ambientais, sociais e econômicos, a metanização

como forma de tratamento desses resíduos ocupa uma considerável colocação ao se estudar maneiras de amenizar esses impactos. No que se diz respeito ao aproveitamento acadêmico após encerrada a pesquisa, pode-se considerar uma admirável oportunidade de se aprofundar profissionalmente no meio científico e acadêmico, abrindo caminhos para futuras descobertas capazes de disponibilizar à sociedade benefícios que venham auxiliar na melhoria da qualidade de vida e maior igualdade entre os povos.

Por fim, sugere-se futuramente a replicação do experimento a fim de identificar condições em que se possa obter a maior eficiência do processo, tanto na produção de metano quanto na redução da matéria orgânica, atentando aos fatores que possam prejudicar o procedimento.

### **Agradecimentos**

Agradeço a todos os colaboradores, que de forma gratificante auxiliaram na realização desse trabalho, em especial a Universidade Federal de Itajubá, instituição fornecedora do Laboratório de Resíduos Sólidos, Hidrogeologia e Qualidade da Água (LABRES), em consonância com a FAPEMIG, órgão financiador, os quais auxiliaram técnica e economicamente na realização da pesquisa.

### **Referências**

Brasil coleta 193,5 toneladas de resíduos sólidos/dia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, São Paulo, 26 de abr. de 2012. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13932](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932). Acesso em: 21/02/2019.

Brasil. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, DF, Ago 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm). Acesso em: 21/02/2019.

Ferreira, Bernardo Ornelas. "Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás." *Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte* (2015).

### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Hugo Maciel da Cruz – 70%

Regina Mambeli Barros – 10%

Ivan Felipe Silva dos Santos – 10%

