



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

JAIRO LIMA DO NASCIMENTO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
PROVENIENTES DE RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS PARA
PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE**

REDENÇÃO-CEARÁ-BRASIL

2018

JAIRO LIMA DO NASCIMENTO

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
PROVENIENTES DE RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS PARA
PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. Dr. Hermínio Miguel de Oliveira Filho

REDENÇÃO-CEARÁ-BRASIL

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Nascimento, Jairo Lima do.

N193a

Aproveitamento de resíduos orgânicos alimentares provenientes de restaurantes universitários para produção de eletricidade / Jairo Lima do Nascimento. - Redenção, 2018.

30f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos, Coordenação De Pós-graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Hermínio Miguel de Oliveira Filho.

1. Energia Elétrica. 2. Resíduos Orgânicos. 3. Restaurante Universitário. 4. Biogás. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 621.310

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA

JAIRO LIMA DO NASCIMENTO

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES
PROVENIENTES DE RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS PARA
PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: 18/05/2018

Nota: _____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Hermínio Miguel de Oliveira Filho (Orientador)

Profa. Dra. Maria Cristiane Martins de Souza

Prof. Dr. Juan Carlos Alvarado Alcócer

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Roseli Lima e Francisco Alves; pelo apoio incondicional, dedicação e esforço para me proporcionar sempre o melhor.

A meu professor orientador Hermínio Miguel de Oliveira Filho, que auxiliou com muita paciência e compreensão na realização e conclusão deste trabalho.

Aos amigos de curso, em especial, Alysson Christian e Luana Mateus, os quais me acompanharam nesta jornada e com os quais pude compartilhar diversos conhecimentos.

A Marcelo da Silva Chaves Ribeiro, principalmente pelo constante incentivo durante a realização desse trabalho.

Aos professores e tutores do curso pela dedicação e pelos conhecimentos repassados.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), pela oportunidade para realização do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio à realização do curso por parte da UNILAB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema básico de um biodigestor.....	15
Figura 2 - Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo chinês.....	15
Figura 3 - Biodigestor Chinês em construção	16
Figura 4 - Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano	16
Figura 5 - Biodigestor do tipo Indiano	17
Figura 6 - Modelo esquemático de biodigestor tipo canadense (balão)	18
Figura 7 - Biodigestor canadense (balão)	18
Figura 8 - Reator de metanização de resíduos orgânicos da UFMG	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equivalência de 1m ³ de biogás para diferentes fontes de energia.....	18
Tabela 2 - Distribuição dos empreendimentos de aproveitamento de biogás para geração elétrica no Brasil	20
Tabela 3 - Relação das políticas públicas de maior interesse à tecnologia do biogás e biometano.	21
Tabela 4 - Valores utilizados na estimativa de geração de resíduos no RU da UNILAB	24

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

BIG/ANEEL– Banco de Informações de geração da ANEEL

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IES – Instituição de Ensino Superior

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

PVC – Policloreto de vinila

RU – Restaurante Universitário

SESU – Secretaria de Educação Superior

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFPI – Universidade Federal do Piauí

UNILAB – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Resíduos sólidos	13
2.2 Resíduos orgânicos, biodigestores e biogás	13
3 METODOLOGIA.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 Incentivos legais para utilização de biodigestores no Brasil.....	21
4.2 Utilização de resíduos alimentares de RU's para geração de energia elétrica.....	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ALIMENTARES PROVENIENTES DE RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS PARA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Jairo Lima do Nascimento¹

Hermínio Miguel de Oliveira Filho²

RESUMO

A busca pela sustentabilidade tem sido responsável cada vez mais por impulsionar a sociedade na exploração de formas de geração de energia renovável. Uma dessas formas é a utilização de resíduos orgânicos na geração de biogás para aproveitamento energético. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é apresentar um panorama da situação brasileira acerca do aproveitamento da biomassa de resíduos alimentares para geração de energia elétrica como foco em Restaurantes Universitários. O trabalho em questão consiste em uma pesquisa bibliográfica acerca da geração de energia elétrica por meio da reutilização de resíduos sólidos, especificamente os orgânicos, e da análise de estudos de caso acerca desse tipo de geração em Restaurantes Universitários no Brasil. O estudo mostrou que no Brasil há pouquíssima exploração do potencial energético do biogás obtido a partir de resíduos orgânicos. A participação da geração de energia elétrica por biogás de resíduos sólidos urbanos na matriz energética brasileira é de apenas 0,0771%. O aproveitamento desse potencial apresenta-se como medida interessante na busca da eficiência energética e econômica em universidades brasileiras, uma vez que as despesas com eletricidade ocupam o terceiro lugar no ranking de gastos das universidades. Diversos trabalhos de universidades brasileiras apontam a viabilidade de geração de energia elétrica a partir de biogás do aproveitamento de resíduos orgânicos provenientes de seus RU's. Assim, a utilização desse tipo de estratégia em universidades promove a sustentabilidade nesses espaços, gerando maior eficiência energética e economia de gastos.

Palavras-chave: Energia elétrica. Resíduos orgânicos. Restaurante Universitário. Biogás.

¹ Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo Redenção.

² Professor Doutor do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

ABSTRACT

The search for sustainability has been increasingly responsible for boosting society in exploring forms of renewable energy generation. One of these forms is the use of organic waste in the generation of biogas for taking advantage energy use. In this way, the general objective of this work is to present a picture of the Brazilian situation about the use of biomass from organic waste of food for electricity generation with a focus on University Restaurants. The work in question consists of a bibliographical research about the generation of electric power through the reuse of solid wastes, specifically the organic ones, and analysis of case studies about this type of generation in University Restaurants in Brazil. The study shown that in Brazil there is just little exploration of the energy potential of biogas obtained from organic waste. The participation of electric power generation by biogas of urban solid waste in the Brazilian energy matrix is only 0.0771%. The use of this potential presents itself as an interesting measure in the search of energy and economic efficiency in Brazilian universities, once that the expenses with electricity occupy the third place in the ranking of universities expenses. Several works of Brazilian universities point out to the feasibility of generating electric power from biogas from the use of organic waste from its RU's. Thus, the use of this type of strategy in universities promotes the sustainability in these spaces, generating greater energy efficiency and cost savings.

Keywords: Electric power. Organic waste. University Restaurant. Biogas.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem assumido papel de destaque entre as crescentes demandas da sociedade, impondo novos desafios às agendas dos setores público e privado no esforço coletivo de preservação dos recursos naturais, consoante o objetivo maior de melhoria da qualidade de vida da população atual e das gerações futuras (SESC, 2015).

Um dos vieses na busca da sustentabilidade é a substituição da geração de energia baseada em fontes fósseis, empregando produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis.

As tecnologias a base de fontes renováveis são atrativas não só devido às vantagens ambientais, mas também socioeconômicas. A possibilidade de criação de fontes de suprimento descentralizadas e em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento (MALAU, 2015). Uma dessas fontes consiste nos diversos resíduos sólidos gerados no cotidiano da sociedade.

O meio urbano é caracterizado pela alta produção de resíduos biodegradáveis, tanto de origem domiciliar quanto de áreas comerciais e industriais. Em cidades de grande porte, o percentual desses resíduos vai de 50 a 60%, já em cidades do interior do país a quantidade de matéria orgânica chega a atingir 80% (MAHLER, 2001). Esses resíduos, muitas vezes, são descartados em terrenos baldios, e constituem-se não só em grande preocupação dos municípios quanto ao saneamento ambiental, como também elevado desperdício de nutrientes (VIANA, 2005; LOUREIRO, 2007). O desperdício de comida representa um volume de 26,3 toneladas de comida descartada e só nos restaurantes, bares, lanchonetes e afins, de 15% a 50% do que é preparado para os clientes vai para o lixo (GOULART, 2008).

No ano de 2015, estimou-se que sejam produzidas cerca de 180 mil toneladas de lixo urbano por dia no Brasil, das quais a maior parte era representada por alimentos. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), um terço dos alimentos produzidos no mundo se transforma em lixo antes de chegar ao prato. (SESC, 2015).

Quando se trata dos restaurantes universitários o desperdício se mostra bastante significativo e pode ser facilmente notado dentro dos recipientes coletores de resíduos e na devolução das bandejas de refeição (BRADACZ, 2003). Além de evidenciar o quanto de

alimentos é perdido todos os dias, é necessário medir essas perdas, saber onde elas ocorrem e quanto custam (ARANTES, 2017).

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é apresentar um panorama da situação brasileira acerca do aproveitamento da biomassa de resíduos alimentares para geração de energia elétrica como foco em Restaurantes Universitários. Como objetivos específicos têm-se:

- a) levantar dados de geração de energia elétrica a partir de biogás no Brasil;
- b) apresentar os incentivos à produção de biogás como forma de destinação final de resíduos orgânicos;
- c) levantar dados de aproveitamento de resíduos alimentares de RU's para geração de biogás e aproveitamento na forma de energia elétrica em IES;
- d) comparar a realidade observada através desses dados com a realidade da UNILAB e propor um estudo acerca da utilização de resíduos alimentares dos RU's de seus campi para geração e aproveitamento de biogás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos sólidos

A geração de resíduos sólidos é uma consequência natural da vida humana. Resíduo sólido é todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade (ABNT, 2004). Entre os diversos problemas ambientais existentes, em sua maioria gerados pelo desenvolvimento econômico das últimas décadas, os resíduos sólidos urbanos têm-se tornado um dos maiores desafios da atualidade (KINASZ et al, 2015 *apud* DOMINGUES *et al.* 2016).

Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2010, a definição de resíduos sólidos é:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

O acelerado avanço tecnológico e o crescimento da população conduziram a um aumento na produção de bens e serviços. Dessa forma, ao passo em que estes bens e serviços têm sido produzidos e consumidos, acarretam como consequência uma geração cada vez maior de resíduos, os quais, coletados ou dispostos inadequadamente, implicam em significativos impactos à saúde pública e ao meio ambiente. Assim, a destinação adequada de resíduos sólidos é um aspecto que deve ser tratado com ações mais intensas para combater a crise ambiental (DOMINGUES *et al.* 2016).

2.2 Resíduos orgânicos, biodigestores e biogás

No Brasil, cerca de metade (51,4%) dos resíduos urbanos gerados são representados por resíduos orgânicos (BRASIL, 2010 *apud* ROCHA, 2016). Normalmente materiais putrescíveis, que constituem basicamente de restos de animais ou vegetais e são provenientes de diversas fontes, doméstica ou urbana (restos alimentares, podas e varrição de ruas e praças), agrícola ou industrial (resíduos da indústria alimentícia, indústria madeireira,

frigoríficos, dentre outros), de saneamento básico (lodos de estação e tratamento de esgoto), entre outras (ROCHA, 2016).

Algumas atividades antrópicas como a criação de animais, o processo produtivo de algumas indústrias como a de produção de cana, cerveja, papel e celulose, dentre outras, além dos alimentos que são produzidos e jogados fora, geram uma enorme quantidade de resíduos orgânicos que precisam de um tratamento adequado (ROCHA, 2016).

As tecnologias de recuperação energética incluem tratamentos térmicos como a incineração, pirólise, criogenia e gaseificação, além de processos não térmicos como hidrólise, a fermentação e a digestão anaeróbia, para a produção de biogás em biodigestores ou em aterros sanitários (LOPES, 2015).

Os processos de tratamento para a fração orgânica dos resíduos sólidos mais utilizados atualmente são a compostagem e a digestão anaeróbia, sendo a última uma alternativa mais atraente e sustentável para o tratamento desse tipo de resíduo, devido à emissão de CO₂, associado aos tratamentos aeróbios. Nos países em desenvolvimento, ainda se utiliza a disposição em aterros sanitários como alternativa de gestão para tal resíduo.

A digestão anaeróbia desses resíduos orgânicos é realizada no interior de estruturas conhecidas como biodigestores. O biodigestor é uma tecnologia antiga, mas não muito difundida que apresenta diversas vantagens para seus usuários e para o meio ambiente. Trata-se de um equipamento que, utilizando-se de biomassa de origens diversas e da ação de bactérias metanogênicas, produz biogás e biofertilizantes (OLIVEIRA; ALCÓCER; XAVIER, 2016).

Basicamente, o biodigestor é uma câmara fechada onde a biomassa é fermentada, pela ação de bactérias metanogênicas, sem a presença de ar. Como resultado da fermentação anaeróbica, é gerado biogás e um material que pode ser usado como fertilizante. Como mostra a Figura 1, o biodigestor anaeróbico é composto, essencialmente, por uma caixa de entrada do material orgânico, um recipiente para abrigar e permitir a digestão da biomassa, o gasômetro para armazenar o biogás e a caixa de saída (LOPES, 2015). A Figura 1 apresenta o esquema básico de um biodigestor.

Segundo Gaspar (2003 *apud* OLIVEIRA; ALCÓCER; XAVIER, 2016), existem diversos tipos de biodigestores, sendo os mais utilizados os chineses e os indianos. Ambos possuem suas peculiaridades, entretanto os dois tem o objetivo de criar a condição anaeróbia para que os resíduos orgânicos sejam completamente degradados. Além dos dois tipos supracitados, Lopes (2015) cita ainda o biodigestor do tipo balão (canadense).

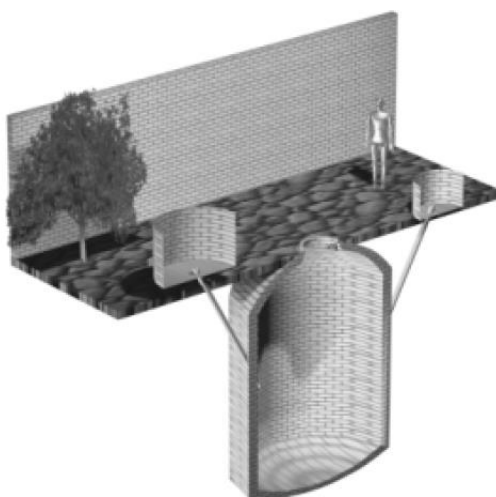
Figura 1 - Esquema básico de um biodigestor



Fonte: LOPES, 2015.

O modelo de biodigestor chinês (Figura 2 e 3) é formado por uma câmara cilíndrica em alvenaria (tijolo) para a fermentação, com teto abobado, impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que aumentos de pressão em seu interior resultantes do acúmulo de biogás resultarão em deslocamentos do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre descompressão (DEGANUTTI *et al.*, 2002).

Figura 2 - Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo chinês



Fonte: DEGANUTTI *et al.*, 2002.

O modelo indiano (Figuras 4 e 5), por sua vez, é caracterizado por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. A função da parede divisória faz com que o material circule por todo o interior

da câmara de fermentação. O modelo indiano possui pressão de operação constante, ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, portanto, mantendo a pressão no interior deste constante. O fato de o gasômetro estar disposto ou sobre o substrato ou sobre o selo d'água, reduz as perdas durante o processo de produção do gás (DEGANUTTI *et al.*, 2002).

Figura 3 - Biodigestor Chinês em construção



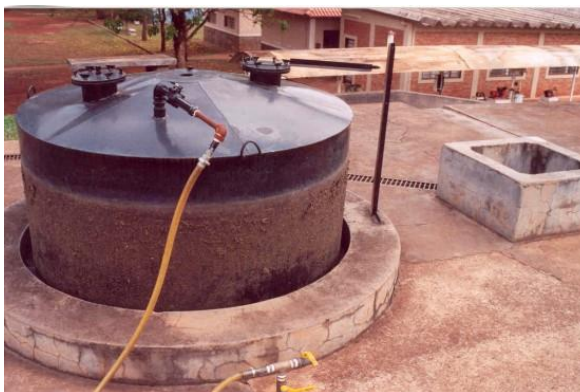
Fonte: Canales (2008).

Figura 4 - Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano



Fonte: DEGANUTTI *et al.*, 2002.

Figura 5 - Biodigestor do tipo Indiano



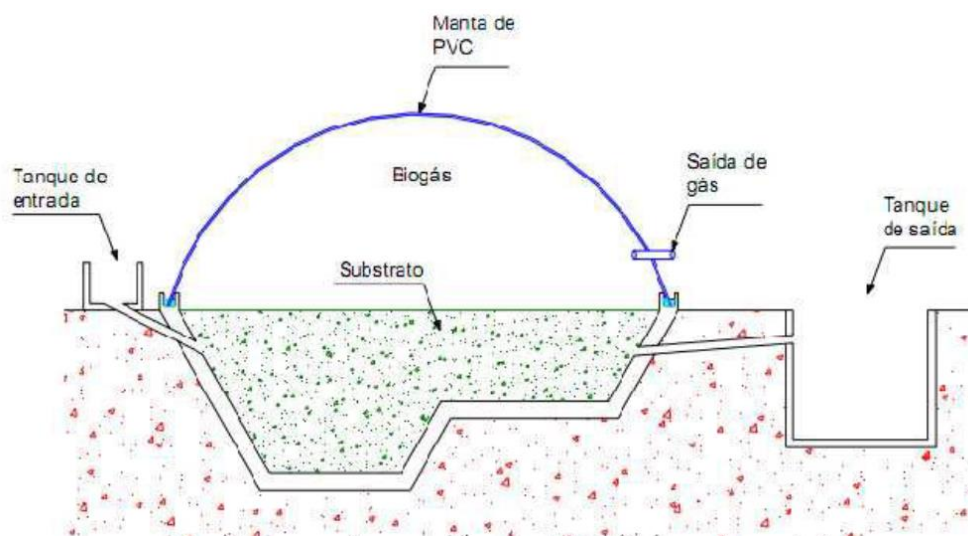
Fonte: VIEIRA, 2010.

Por fim, o modelo canadense, conhecido ainda como modelo da marinha ou ainda biodigestor balão (Figuras 6 e 7) é um modelo horizontal com sua área de exposição ao sol ampliada, o que proporciona maior produção de biogás. Sua cúpula é de plástico maleável, tipo PVC, que infla com a produção de gás. Pode ser construído enterrado ou não. Esse modelo com cobertura em lona de PVC, em substituição às campânulas (metálica ou fibra de vidro), vem sendo bastante utilizada devido aos menores custos e facilidade de implantação (LINDEMEYER, 2008 *apud* LOPES, 2015).

O produto da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos ocorrida no interior dos biodigestores é conhecido com biogás. O biogás é composto basicamente de uma mistura de gases contendo principalmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), encontrando-se ainda em menores proporções gás sulfídrico e nitrogênio. Desses componentes o gás metano compõe cerca de 65% da mistura (DEGANUTTI *et al.*, 2002; COLDEBELLA, 2006 *apud* ROCHA, 2016).

Em função da participação percentual do metano na composição do biogás, o poder calorífico deste pode variar de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico. Esse poder calorífico pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico se eliminado todo o gás carbônico da mistura (DEGANUTTI *et al.*, 2002). A Tabela 1 apresenta uma equivalência energética entre o biogás e alguns combustíveis.

Figura 6 - Modelo esquemático de biodigestor tipo canadense (balão)



Fonte: VERDÉRIO JÚNIOR, 2015.

Figura 7 - Biodigestor canadense (balão)



Fonte: Teixeira (2009)

Tabela 1 - Equivalência de 1m³ de biogás para diferentes fontes de energia

Fonte energética	1m³ de biogás
Gasolina	0,61 litro
Diesel	0,55 litro
GLP	0,45 litro
Álcool	0,79 litro
Elettricidade	1,43 kw

Fonte: BARREIRA, 2011 *apud* ZAVADINACK, 2016.

3 METODOLOGIA

O trabalho em questão consiste em uma pesquisa bibliográfica acerca da geração de energia elétrica por meio da reutilização de resíduos sólidos, especificamente os orgânicos, e da análise de estudos de caso acerca desse tipo de geração em Restaurantes Universitários no Brasil. Para tal, utilizou-se como objeto de trabalho a produção científica disponível acerca do tema em artigos, periódicos, livros, normas vigentes e relatórios de órgãos reguladores de energia elétrica no Brasil. A busca foi realizada predominantemente na internet através de dispositivos de busca, utilizando descritores tais como: resíduos sólidos urbanos, aproveitamento de resíduos orgânicos, métodos de geração de energia elétrica a partir de biogás, potencial energético dos resíduos orgânicos e biogás proveniente de biodigestores utilizando restos alimentares de Restaurantes Universitários. Uma vez de posse das referências, buscou-se analisar os aspectos atuais deste tipo de geração de energia elétrica no Brasil. Adicionalmente, foram analisados um potencial não muito disseminado em grande parte do território brasileiro, referente à utilização de biodigestores para geração elétrica como forma de aproveitamento de resíduos alimentares em Restaurantes Universitários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aproveitamento de biogás proveniente da biodigestão de resíduos orgânicos é um potencial ainda pouquíssimo explorado no Brasil. De acordo com dados do BIG - Banco de Informação de Geração da ANEEL (2018), atualmente o Brasil possui uma potência instalada de 158.956.762 kW. Desse montante apenas 8,82% (14.614.193 kW) corresponde a energia proveniente de biomassa. Por sua vez, do total de energia gerada a partir de biomassa, apenas 0,92%, ou seja, o equivalente a 131.551 kW, provém do aproveitamento de resíduos sólidos urbanos. Esta quantia por sua vez, equivale a uma minúscula parcela de 0,0771% da potência instalada no País. Dos vinte empreendimentos que aproveitam biomassa de resíduos sólidos urbanos, dezenove utilizam biogás. Ainda de acordo com a ANEEL (2018) nenhuma das instalações é registrada como micro/minigeração.

Em relação aos dados supracitados é importante observar a centralização desse tipo de empreendimento nas regiões sudeste e sul, onde estão 18 desses empreendimentos. Apenas um está localizado no Nordeste, no Estado da Bahia. A Tabela 2 apresenta a distribuição desses empreendimentos por região e estado.

Tabela 2 - Distribuição dos empreendimentos de aproveitamento de biogás para geração elétrica no Brasil

Região	Estado	Número de empreendimentos
Nordeste	Bahia	1
	Minas Gerais	5
Sudeste	Rio de Janeiro	2
	São Paulo	8
	Paraná	1
Sul	Santa Catarina	1
	Rio Grande do Sul	1

Fonte: baseado em ANEEL, 2018.

Adicionalmente, no Ceará, foi recentemente inaugurada uma planta de produção de biogás a partir de efluentes de um aterro sanitário. A usina é chamada Gás Natural Renovável Fortaleza (GNR Fortaleza) e está localizada no Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia (ASMOC). Embora não esteja completamente instalada e em pleno

funcionamento, a usina terá capacidade para gerar 150.000 m³ de biometano por dia, e a produção de biogás, segundo estimativas, ampliará a oferta de gás em 20% para as indústrias, comércios, residências e postos de gás natural veicular (GNV). (FONTENELE, 2018; PINHEIRO, 2016; FREITAS; LIRA; SILVA, 2017)

4.1 Incentivos legais para utilização de biodigestores no Brasil

No tocante aos mecanismos existentes para impulsionar a utilização de biodigestores no Brasil, a Tabela 3 apresenta algumas das políticas públicas consideradas mais relevantes para os usos energéticos do biogás e biometano, tendo em vista que são os produtos da utilização de biodigestores.

Tabela 3 - Relação das políticas públicas de maior interesse à tecnologia do biogás e biometano.

Nome	Descrição	Entidade
Lei nº 10.438/2002	Institui o PROINFA	ANEEL
Decreto nº 5163/2004	Regulamenta comercialização da energia elétrica	MME
Resolução nº 357 (2005)	Regulamenta condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos	CONAMA e MMA
Lei nº 12.114/2009	Institui o Fundo Clima – Política Nacional sobre Mudanças do Clima	MME e MMA
Decreto nº 7.343/2010	Regulamenta o Fundo Clima	MMA
Decreto 7.390/2010	Orienta o uso de biodigestores para tratamento de dejetos e aproveitamento de biogás	MAPA, MMA e MME
Lei nº 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS	MMA
Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a PNRS	MME, MMA e MAPA
Resolução nº 430 (2011)	Complementa a resolução 357	CONAMA e MMA
Lei nº 12.490/2011	Incentiva a geração de energia elétrica a partir de biomassa	MME E MAPA
Resolução Normativa nº 482 (2012)	Geração distribuída – Marco regulatório	ANEEL

(continua)

Tabela 3 - Relação das políticas públicas de maior interesse à tecnologia do biogás e biometano.

(conclusão)

Nome	Descrição	Entidade
Nota Técnica nº13 (2014)	Inclui o biogás e biometano nos estudos de demanda energética para 2030	EPE
Resolução nº 8 (2015)	Trata do uso do biometano como combustível veicular	ANP
Portaria nº 44 (2015)	Contratação da energia de geradores próprios de unidades consumidoras	MME
Resolução nº 687 (2015)	Altera e complementa a resolução 482/2012 – Insere o autoconsumo remoto e geração compartilhada. Aumento da minigeração de 1 MW para 5 MW	ANEEL
Portaria nº 538 (2015)	Programa de Desenvolvimento de Geração Distribuída e Energia Elétrica – ProGD	MME e ANEEL

Fonte: adaptação de GUERI *et al.*, 2016.

4.2 Utilização de resíduos alimentares de RU's para geração de energia elétrica

De acordo com a ANEEL (BRASIL, 2016) o gasto com energia elétrica representa um dos principais itens de custeio das Instituições Públicas de Educação Superior e que parte considerável dessa despesa poderia ser evitada através de ações de eficiência energética e por meio da implantação de sistemas de geração própria de energia (micro ou minigeração). De acordo com a Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação, o valor total pago, em 2015, apenas pelas Universidades Federais, foi de cerca de R\$ 430 milhões. Segundo a SESu, as despesas com energia elétrica dessas instituições despontam como o terceiro maior grupo e representam cerca de 9% dos gastos apurados em 2015. Constata-se, também, que parte considerável desse gasto se refere ao uso de equipamentos ineficientes e altos índices de desperdício de energia (BRASIL, 2016).

Com base nessa informação e diante do exposto até aqui, a utilização de resíduos alimentares de Restaurantes Universitários na produção de biogás para aproveitamento energético apresenta-se como uma medida de eficiência energética interessante no sentido de estratégia sustentável. Bochnia *et al.* (2013) realizaram um estudo em um campus de uma instituição federal de ensino em Curitiba/PR e constataram um desperdício de 6.700 kg/mês. Costa *et al.* (2004) constatou uma geração de resíduos alimentares de 450,71 kg/semana em

um RU da UEPB em Campina Grande/PB. Tais resíduos podem ser aproveitados na geração de energia elétrica nestas universidades contribuindo tanto nos âmbitos econômico e de eficiência energética quanto na contribuição científica acerca destes possíveis aproveitamentos. Para isso são necessárias análises de viabilidade técnica e econômica considerando as particularidades de cada local.

Em seu estudo, Rocha (2016) avaliou um potencial energético de 514,8 kWh por mês, considerando uma geração de biogás de 10,4 m³ gerado a partir de um fluxo de resíduos orgânicos de 2235 kg/mês. Esses resíduos são provenientes das sobras do RU da Universidade Federal de Juiz de Fora. Segundo a autora a energia estimada é suficiente para suprir a demanda diária de 19 residências ou manter um fogão aceso no período de 23 horas por dia.

Ferreira (2015) avaliou o desempenho de um sistema de metanização de resíduos, com vistas ao aproveitamento energético do biogás e a sua aplicabilidade, no Campus Pampulha da UFMG. O sistema estudado pelo autor é composto por uma plataforma de metanização de resíduos (pMethar) (Figura 5), uma plataforma de aproveitamento energético de biogás, além de unidades de tratamento e aproveitamento dos subprodutos sólido (lodo) e líquido do tratamento.

Figura 8 - Reator de metanização de resíduos orgânicos da UFMG



Fonte: FERREIRA, 2015.

Em seu trabalho, Ferreira (2015) observou que em condições ideais de operação o sistema apresentou rendimento de produção de metano da ordem de 400 m³ CH₄ /tSV, o que pode resultar na produção de 23 m³ de CH₄ a partir do tratamento de cerca de 500 kg de resíduos alimentares por dia. Ainda segundo o autor, com esse volume diário de biogás, em média, é possível gerar 1.712 kWh/mês, o que é suficiente para atender a toda a demanda

energética da planta e, cerca de 1.056 kWh/mês, excedentes, estariam disponíveis para suprir parte da demanda elétrica do entorno (e.g.: edifícios, iluminação pública). Em um cenário ótimo de produção e consumo, a plataforma teria potencial de gerar até 2.218 kWh/mês, sendo 15% da energia utilizada em seu autoconsumo e 1.824 kWh/mês disponíveis para utilização energética da universidade.

A UNILAB da mesma maneira que os exemplos citados previamente pode beneficiar-se da utilização dos resíduos orgânicos de seus RU's na geração de energia elétrica bem como nos casos citados neste trabalho. Para isso basta-se a realização de uma avaliação de potencial e viabilidade deste tipo de geração de energia.

Os Restaurantes Universitários da UNILAB ofertam as refeições de almoço e jantar de segunda a sexta, e apenas almoço aos sábados, totalizando 11 ofertas de refeições por semana. Considerando-se a quantidade de alunos de cursos presenciais de graduação (3.976) e pós-graduação (104), somados ao número de servidores (622), estima-se que em torno de 4.702 pessoas frequentam diariamente os *campi* da universidade (UNILAB, 2018). Em uma análise bem superficial, tomando como exemplo a situação apresentada por Bochnia *et al.* (2013) na qual, na instituição estudada, 12.000 pessoas frequentam diariamente a universidade, localizada em Curitiba, mas apenas 4.000 utilizam o Restaurante Universitário, ou seja, cerca de 33% dos frequentadores diários. Os autores estimam ainda uma quantidade de resíduo orgânico gerada por refeição de 44g. Aplicando-se essas condições (33% do total de frequentadores diários da UNILAB que utilizam o RU e geram em cada refeição 44 g de resíduos) e considerando o funcionamento apenas de segunda a sexta e que cada usuário realiza apenas uma refeição por dia no RU, têm-se uma geração de resíduos orgânicos alimentares de 1502,34 kg/mês. A Tabela 4 apresenta os valores considerados nessa análise de forma sintetizada.

Tabela 4 - Valores utilizados na estimativa de geração de resíduos no RU da UNILAB

Dados	Quantidade
Nº de usuários do RU por dia (-)	1552
Nº de refeições por dia (-)	1552
Produção de resíduo por refeição (g)	44
Geração diária de resíduos (kg)	68,29
Dias de funcionamento do RU (-)	22
Geração mensal de resíduos (kg)	1502,34

Fonte: autor.

Deve-se ressaltar que a análise anterior é extremamente superficial haja vista que não leva em conta os usuários que fazem mais de uma refeição por dia, e também ignora as refeições oferecidas aos sábados. Cabe salientar ainda que nesse quantitativo levou-se em conta apenas a quantidade de resíduo que o usuário deixa no prato, sem levar em consideração o resíduo gerado pela parcela de alimento que é produzida e não distribuída (parcela remanescente nos balcões ao fim do serviço de distribuição) fatores que tendem a elevar o desperdício.

Além disso, o valor de geração de resíduo por refeição de 44g (BOCHNIA *et al.*, 2013) pode não ser o mais adequado à realidade local na qual se insere a UNILAB. Outro fator que influencia a geração de resíduos segundo Almeida *et al.* (2008) é o cardápio oferecido pelos RU's. Em seu estudo, em dias nos quais os pratos possuem menos aceitação do público a quantidade gerada de resíduos observada foi maior. Por fim, como observado ainda em Rocha (2016) o calendário acadêmico da universidade também influencia a geração de resíduos nos RU's, uma vez que em períodos de férias o montante de resíduos gerados é reduzido. Todos esses fatores são importantes para determinação do potencial a ser aproveitado desses resíduos.

Dessa forma, é necessário um estudo quantitativo detalhado acerca dessa geração de resíduos orgânicos e da viabilidade do aproveitamento de tais resíduos na geração de energia elétrica. Uma vez atestada a viabilidade e implantado um sistema de aproveitamento energético dos resíduos seria possível utilizar a energia gerada para alimentar instalações específicas da universidade, como o próprio RU, ou partes destas.

Melo *et al.* (2015) analisando a viabilidade técnica deste tipo de aproveitamento em três unidades do RU do campus Ministro Portella da UFPI, afirmou que a energia passível de ser gerada, equivalente a 1148,172 kWh/dia, seria capaz de realizar a iluminação de pelo menos uma das unidades estudadas.

Nesse mesmo contexto, Lima e Tavares (2017) avaliaram um potencial de geração elétrica da ordem de 408,69 kWh a partir dos resíduos do RU da UEMA, o que seria equivalente ao consumo feito pelas diversas TVs e ventiladores que existem no RU.

Deve-se salientar que *a priori*, ainda como elemento deste trabalho, pretendeu-se desenvolver uma análise de potencial de produção de eletricidade pelo aproveitamento de biogás gerado a partir de resíduos orgânicos alimentares gerados no RU da UNILAB. Para tal seriam necessários dados acerca da produção de resíduos no estabelecimento. Entretanto, até o fechamento deste trabalho não foram obtidos tais dados embora os mesmos tenham sido solicitados aos setores competentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, conclui-se que o potencial da utilização de resíduos orgânicos para produção de eletricidade ainda é pouco utilizado no Brasil, com apenas 0,0771% de participação na matriz energética do país. Observou-se também que este tipo de produção é predominante na região sudeste do país.

Foi observado ainda a presença de vários estudos sobre a utilização de resíduos orgânicos de restaurantes universitários para produção de eletricidade, no Brasil. Entretanto, notou-se a ausência de informações a respeito de custos de implantação e retorno de investimento em tais estudos, os quais limitavam-se a realização da avaliação do potencial de elétrico obtido com o aproveitamento dos resíduos orgânicos.

Por fim, uma vez que não foi possível a realização dessa parte devido à falta de dados, sugere-se para trabalhos futuros a realização de uma avaliação de viabilidade técnica para a produção de eletricidade a partir da geração de biogás utilizando resíduos orgânicos alimentares provenientes do RU da UNILAB.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Tomás Dias *et al.* Relação entre o cardápio do restaurante universitário e desperdício. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, [S. l.], v. 4, n. 1, jul. 2008. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/download/127/92>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

ARANTES, Cyntia Andrade. Desperdício de alimentos e geração de resíduos sólidos biodegradáveis no restaurante universitário do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia/MG. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [s.l.], v. 5, n. 11, 19 set. 2017. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/1566/1558>. Acesso em: 15 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10004**. Resíduos Sólidos– Classificação, 2004.

BOCHNIA, João *et al.* A gestão de resíduos sólidos gerados no restaurante universitário de uma instituição de ensino superior. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p.81-89, mar-abr 2013. Bimestral. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=2538&article=795&mode=pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BRADACZ, Dulce-cléa. **Modelo de gestão da qualidade para o controle de desperdício de alimentos em unidades de alimentação e nutrição**. 2003. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85188/225881.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

BRASIL, 2010. Lei nº 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **BIG - Banco de Informações de Geração**. 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 9 maio 2018.

BRASIL. Assessoria de Imprensa. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Chamada de P&D incentiva minigeração em Instituições Públicas de Ensino Superior**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/chamada-de-projeto-de-p-d-visa-atrair-acoes-de-eficiencia-energetica-nas-instituicoes-publicas-de-ensino-superior/656877?inheritRedirect=false>. Acesso em: 29 abr. 2018.

CANALES, Carlos. **Taller práctico demostrativo de tecnología de bio-gas en Empedrado**. 2008. Disponível em: <<http://proyectosdaee.minenergia.cl/muestraproyecto.php?idProyecto=191>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

COSTA, Fabiana Xavier *et al.* Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, jul-dez. 2004. Semestral. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50060102>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

DEGANUTTI, Roberto, PALHACI, Maria do Carmo Jampaulo Plácido, ROSSI, Marco *et al.* Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. **Anais...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100031&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 18 abr. 2018.

DOMINGUES, Cristiane Ferreira Silva *et al.* Geração de resíduos sólidos orgânicos em um restaurante universitário de São Paulo/SP. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 5, p.58-73, jan-maio, 2016. Semestral.

FERREIRA, Bernardo Ornelas. **Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento energético do biogás**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1132M.PDF>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

FONTENELE, Cristina. A partir do lixo, oferta de gás natural será 50% maior em dois anos no Ceará. **O Povo**. Fortaleza, 17 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/economia/2018/04/a-partir-do-lixo-oferta-de-gas-natural-sera-50-maior-em-dois-anos-no.html>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

FREITAS, Francisco Cláudio Costa de; LIRA, Marcos Antonio Tavares; SILVA, Emerson Mariano da. Aproveitamento do RSU de Fortaleza em uma perspectiva de geração de energia. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: Utfpr, 2017. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/viewFile/256/180>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

GOULART, R. M. M. Desperdício de alimentos: um problema de saúde pública. **Revista Integração** , n 54, p. 285 - 288. Jul./Ago./Set. 2008.

GUERI, Matheus Vitor Diniz *et al.* Políticas Nacionais de Incentivo ao Uso Energético do Biogás e Biometano. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 5, n. 5, p.160-171, 2016. Trimestral. Edição Especial - Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/viewFile/15982/10876>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

LIMA, Emmerson Xavier; TAVARES, Guilherme Mendes. Proposta de produção de biogás e geração de energia por meio dos resíduos orgânicos do restaurante universitário/UEMA. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 5., 2017, Joinville. **Anais...** . Joinville: Univille/udesc, 2017. Disponível em: <<https://even3.azureedge.net/anais/43312.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

LOPES, Alexandre Oliveira Filippo. **Geração de Energia Elétrica a Partir dos Resíduos Sólidos Orgânicos Portuários**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

LOUREIRO, D. C., *et al.* Compostagem e Vermicompostagem domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1043 – 1048, 2007.

MAHLER, C. Lixo: o que fazer com ele? **Revista do CREA**, Rio de Janeiro, n.33, p. 10 –13, jan/fev, 2001.

MALAU, Fernandes; DOMINGOS, Daniel. Utilização de Resíduos Alimentares para Produção de Energia Elétrica. In: PRÊMIO ODEBRECHT PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ANGOLA, 2015. **Anais...**, 2015. Disponível em: <https://issuu.com/ericacardosocarvalho/docs/utilizacao_de_residuos_alimentar_pa>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MELO, Rejanne Alves de *et al.* Análise da viabilidade técnica de geração de energia elétrica por biogás proveniente de resíduos orgânicos. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2015, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: CONFEA, 2015. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/Eletricista_analise_da_viabilidade_tecnica_de_geracao_de_energia_eletrica_por_biogas_proveniente_de_residuos_organicos.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2018.

OLIVEIRA, Jangirglédia de; ALCÓCER, Juan Carlos Alvarado; XAVIER, Antônio Roberto. Produção de biogás a partir de biodigestores: estratégia sustentável para a Macrorregião do Maciço de Baturité-CE. In: XAVIER, Antônio Roberto; ALCÓCER, Juan Carlos Alvarado; OLIVEIRA, Jangirglédia de (Org.). **Educação, ciência, tecnologia e inovação: estratégias sustentáveis**. Fortaleza: Impreco, 2016. p. 146-162.

PINHEIRO, Yohanna. Usina de biogás em Caucaia tem investimento de R\$ 100 mi. **Diário do Nordeste**. Fortaleza, 12 abr. 2016. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/usina-de-biogas-em-caucaia-tem-investimento-de-r-100-mi-1.1528760>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

ROCHA, Camila Marçal da. **Proposta de Implantação de um Biodigestor Anaeróbico de Resíduos Alimentares**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TCC-camila-final-pdf.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

SESC (Rio de Janeiro). **Guia de gestão dos resíduos sólidos nos restaurantes da SESC: atividade nutrição**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sesc, 2015. Disponível em: <http://www.sesc.com.br/wps/wcm/connect/011c0a3e-8c79-4478-84a2-64796209dcd8/GuiaResiduosSolidos_2015.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=011c0a3e-8c79-4478-84a2-64796209dcd8>. Acesso em: 02 mar. 2018.

TEIXEIRA, Ricardo Marandino. **Tecnologia verde: Biodigestor anaeróbico**. 2009. Disponível em: <<http://verdefato.blogspot.com.br/2009/04/biodigestor-anaerobico-biogas-embrapa.html>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

UNILAB. **Unilab em números**. 2018. Disponível em: <<http://www.unilab.edu.br/unilab-em-numeros/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

VERDÉRIO JÚNIOR, Sílvio Aparecido. **Formas de geração de energia**. Bauru: Abcde, 2015. 65 slides, color. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/JuNNioRe/gerao-de-energia-eltrica-28903279>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

VIANA, E. *et al.* Resíduos sólidos alimentares do lixo domiciliar: Estudo do uso na alimentação de frangos de corte. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 10, n. 1, p. 203 -211, 2005.

VIEIRA, Marconi. **Escoamento de dejetos diluídos por gravidade é o método mais indicado** **Escoamento de dejetos diluídos por gravidade é o método mais indicado**. 2010. Disponível em: <<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/agroindustrias/energia-alternativa-energia/construcao-operacao-biodigestores-manejo-dejetos/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

ZAVADINACK, Murilo. **Perspectiva da produção de biogás no estado do Paraná**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45578/MURILO_ZAVADINACK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 abr. 2018.