

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS ORIUNDOS DE RESÍDUO DE POLPA DE MARACUJÁ E ACEROLA¹

OSMAR EVANDRO TOLEDO BONFIM², ALAN LIMA DOS REIS³, CRISTIANO
VIEIRA DOS SANTOS⁴, WENDEL CLEBER SOARES⁵ & VAGNER AMADO
BELO DE OLIVEIRA⁵

¹Publicado no Ano de 2019;

²Mestrando em Meteorologia na Universidade Federal de Alagoas, osmartoledob@gmail.com;

³Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário de Adamantina- UNIFAI;

⁴Mestrando em Agronegócio e desenvolvimento na Universidade Estadual Paulista;

⁵Professor Titular do Centro Universitário de Adamantina- UNIFEI.

Resumo

Dentre as dificuldades enfrentadas pelo crescimento populacional cita-se a problemática da geração dos resíduos orgânicos, os quais ocupam um grande volume e causam preocupações quanto a sua adequada destinação. O objetivo deste trabalho é propor um levantamento da potencialidade de geração de biogás através do aproveitamento de resíduo de polpa de maracujá e acerola e, simultaneamente, estimar a economia no consumo de energia elétrica que pode ser promovido pela utilização do biogás resultante desses resíduos de polpa. As amostras doadas pela Associação Passiflora de Produtores Rurais de Adamantina e Região (APPRAR) foram acondicionadas em tambores de 200 litros por um período de 62 dias, e a produção de biogás foi contabilizada por um medidor de vazão na saída de fluxo. Os resultados mostraram que o resíduo de polpa de acerola possui o equivalente ao dobro do potencial metanogênico do resíduo de polpa de maracujá, entretanto ambos não propiciaram uma satisfatória economia no consumo de energia elétrica quando comparados à produção de biogás oriunda de rejeitos animais. A proposta, mesmo que de forma tímida, demonstra a importância de prover soluções ao

descarte de resíduos de polpa de frutas, mitigando de fato, futuros problemas ambientais.

Palavra-chave: biodigestor, biofertilizante, energia elétrica.

POTENTIAL ESTIMATE FOR BIOGAS GENERATION FROM RESIDUAL PASSION FRUIT AND ACEROLA PULP

Abstract

Among the difficulties faced by population growth, the problem with organic waste generation which occupies a large volume and causes concerns as to its proper allocation. The objective of this work is to propose a survey of the potential generation of biogas through the use of passion fruit and acerola pulp residue and simultaneously estimate the economy in the consumption of electric energy that can be promoted by the use of biogas from these pulp residues. Samples were donate by the Passiflora Association of Adamantina and Region Producers (PAARP) were conditioned in 200-liter drums for a period of 62 days, in which the biogas production was accounted for by a flow meter. The results showed that the acerola pulp residue has the equivalent of twice the methanogenic potential of the passion fruit pulp residue, but both did not lead to a satisfactory saving in the consumption of electric energy when compared to the biogas production from animal waste. In general, even in a timid manner, this study assumes the importance of providing solutions to the disposal of fruit pulp residues, mitigating in fact, future environmental problems.

Keyword : biodigester, biofertilizer, electricity.

Introdução

O crescente aumento de resíduos orgânicos produzido pelas atividades cotidianas da população pode resultar em graves riscos de contaminação aos recursos naturais e descaracterização de paisagem (PERAZZINI e BITTI, 2010). A preocupação acima evidenciada se refere ao chorume que é exposto como fator contaminante, resultante da decomposição dos resíduos orgânicos e sendo líquido, de cor escura, odor desagradável e altamente tóxico, que pode contaminar seriamente o subsolo

(OLIVEIRA e JUCÁ, 1999) e as águas subterrâneas (BAHIA et al., 2004) com metais pesados e outras substâncias altamente prejudiciais à saúde humana.

O Brasil é o 3º maior produtor de frutas tropicais *in natura* no mundo. Entretanto, na fase de pós-colheita dos frutos as perdas podem representar cerca de 30% (FAO, 2013). Além disso, a taxa de reciclagem dos resíduos varia em torno de 2% em todo o Brasil, e cerca de 40 mil toneladas de alimentos são desperdiçados todos os dias (ABRELPE, 2012).

Um dos principais desafios da indústria alimentícia é promover a sustentabilidade por meio do máximo aproveitamento da matéria-prima e principalmente de seus resíduos. Deste modo, a literatura normalmente propõe como alternativa, o aproveitamento de resíduos orgânicos para a geração de biofertilizantes, a fim de ser utilizado na agricultura (GONÇALVES, 2005), na produção de biogás (BARRERA, 2003) e na produção de etanol (ORTEGA et al., 2008).

Segundo Moura e Selvam (2006) as condições climáticas do Brasil são favoráveis para se produzir a energia derivada dos resíduos orgânicos e liberar o biogás e biofertilizantes. A implantação de um biodigestor oferece inúmeras vantagens para o meio ambiente, pois o aproveitamento de efluentes orgânicos domiciliares ou industriais para geração de biogás permite o usuário economizar outros combustíveis e simultaneamente, contribuir para o controle da poluição ambiental.

A energia oriunda da queima do biogás demonstra-se uma boa concorrente para a energia elétrica, energia solar, térmico e as demais, uma vez que a mesma agrega vantagens de ser a que menos agride o meio ambiente, além de gerar receita com seu subproduto, o biofertilizante (PANNIRSELVAM et al, 2015).

No município de Adamantina (SP), destaca-se a Associação Passiflora de Produtores Rurais de Adamantina e Região (APPRAR), atuando no processamento de polpa de frutas. Os resíduos finais da produção industrial vêm causando preocupação quanto ao seu descarte. Em períodos de safra os valores chegam a aproximadamente 1500 kg/dia. A solução encontrada pela associação se concentra na doação *in natura* para os produtores utilizarem como fertilizante ou alimentação animal.

Nesse contexto, busca-se neste trabalho, propor um levantamento da potencialidade de geração de biogás através do aproveitamento de resíduo de polpa de maracujá e acerola produzida pela APPRAR. Além de, simultaneamente, estimar a

economia no consumo de energia elétrica que pode ser promovido pela utilização do biogás oriundo desses resíduos de polpa.

Materiais e Métodos

Foram implantados dois tambores com capacidade total de 200 litros que simulam perfeitamente as condições de um equipamento como o biodigestor. Em cada tambor foi adicionado 150 litros de água e cerca de 50 quilos de resíduos de polpa, acoplado com um manômetro, um filtro purificador de sulfeto de hidrogênio (H_2S) e um medidor de vazão na saída final do biogás (Figura 01). Os resíduos de polpa de maracujá e acerola permaneceram por um período de acondicionamento de 62 dias, em que semanalmente eram acompanhadas as alterações nos medidores de vazão. Os testes ocorreram separadamente com propósito de constatar o poder metanogênico de cada tipo de resíduos de polpa de frutas.

Os tambores foram dispostos na horta da Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI) campus II, em um lugar aberto e distante de acesso de pessoas para que não houvesse perigo de vazamento e dissipação de biogás. O período dos testes foi de Junho/2015 a Agosto/2015, em que predominou um clima frio e seco na região de Adamantina.



Figura 01. Sistema completo para teste das amostras de polpa de frutas. Fonte: Autor 2015

A alimentação dos tambores ocorreu pelo modo batelada, em que o biodigestor é alimentado uma única vez até todo o material ser digerido, salientando que não houve repetições devido à sazonalidade da produção de polpa de frutas de maracujá e acerola.

O fluxograma abaixo (Figura 02) ilustra as etapas do processo do biogás provenientes dos resíduos de frutas.

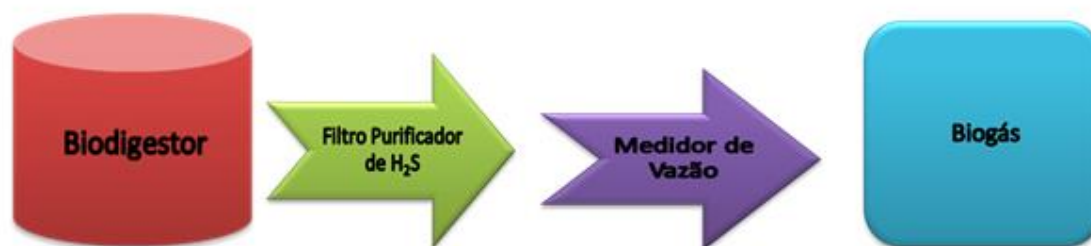


Figura 02. Sistema de produção de biogás no período de 60 dias. Fonte Autor (2015).

Para se estimar a economia no consumo de energia elétrica gerados pela produção do biogás, utilizou-se os parâmetros de equivalência energética de acordo com Deganutti et al. (2002) (Tabela 01), em que relaciona a equivalência de 01 m³ de biogás produzido com os outros tipos de combustíveis.

Tabela 01. Equivalência energética do biogás para cada 01 m³ produzido. Fonte: Deganutti et. al. (2002).

Combustível	Deganutti et al. (2002)
Gasolina	0,6L
Querosene	0,57 L
Óleo diesel	0,55 L
Gás liquefeito	0,45 kg
Etanol	0,79 L
Lenha	1, 538 kg
Energia elétrica	1, 428 kWh

Resultados e discussões

Observando a Tabela 02 abaixo, através do teste realizado com os dois tipos de resíduos de polpa acondicionados nos tambores de 200 litros, pode-se constatar que o potencial metanogênico da acerola é o dobro do maracujá (0,1 m³ e 0,05 m³ respectivamente), quando adotado o mesmo período de acondicionamento e as mesmas condições externas. Alguns estudos utilizando rejeitos de polpa de mamão (SOUSA e HALAZS, 2006), bagaço de goiaba (PERAZZINI e BITTI, 2010) e polpa de banana (PANNIRSELVAM et al, 2015) demonstram a possibilidade de geração do biogás empregando resíduos de polpa de frutas, porém os autores evidenciam que os custos

para a produção de biogás provenientes de polpa de frutas são mais elevados quando comparados ao biogás oriundos de dejetos animais.

Tabela 02. Acondicionamento das amostras

Acondicionamento das amostras		
Resíduo de Polpa	Maracujá	Acerola
Quantidade de polpa (kg)	51,85	52,10
Água (litros)	150	150
Tempo de condicionamento (dias)	62	62
Produção de Biogás (m ³)	0,05	0,1
Temperatura de saída (°C)	22	23
pH	4,8	4
Odor	Sim	Não

Na saída do biofertilizante, o resíduo de polpa de acerola apresentou-se com potencial hidrogeniônico (pH) mais ácido quando comparado ao resíduo de polpa de maracujá. De acordo com Santos (1991) o pH do biofertilizante pode variar de 7,0 a 8,0 e também ser inferior quando a fermentação for incompleta. Contudo o autor avaliou a composição química de um biofertilizante obtido através da fermentação de esterco de gado leiteiro.

Na análise sensorial, notou-se um odor forte e característico de putrefação, apenas na amostra de polpa de maracujá, já no atributo cor do biofertilizante não houve distinção entre as amostras. Segundo Gonçalves et al. (2009) verifica-se a qualidade do biofertilizante através da cor e odor, no qual os biofertilizantes serão de má qualidade quando possuir um odor de putrefação e a espuma que se forma na superfície tender a uma cor negra, sugerindo o descarte do biofertilizante.

Semanalmente, foi realizado um acompanhamento efetivo das amostras com intuito de verificar as alterações nos medidores de vazão, indicando assim a produção inicial do biogás. Para o resíduo de polpa de acerola, a produção de biogás sucedeu-se após 25 dias (Figura 03), já no resíduo de polpa de maracujá, a alteração no medidor de vazão ocorreu após 37 dias (Figura 03). Destacando que os dois medidores de vazão foram calibrados para iniciar a contagem a partir de 0,75.

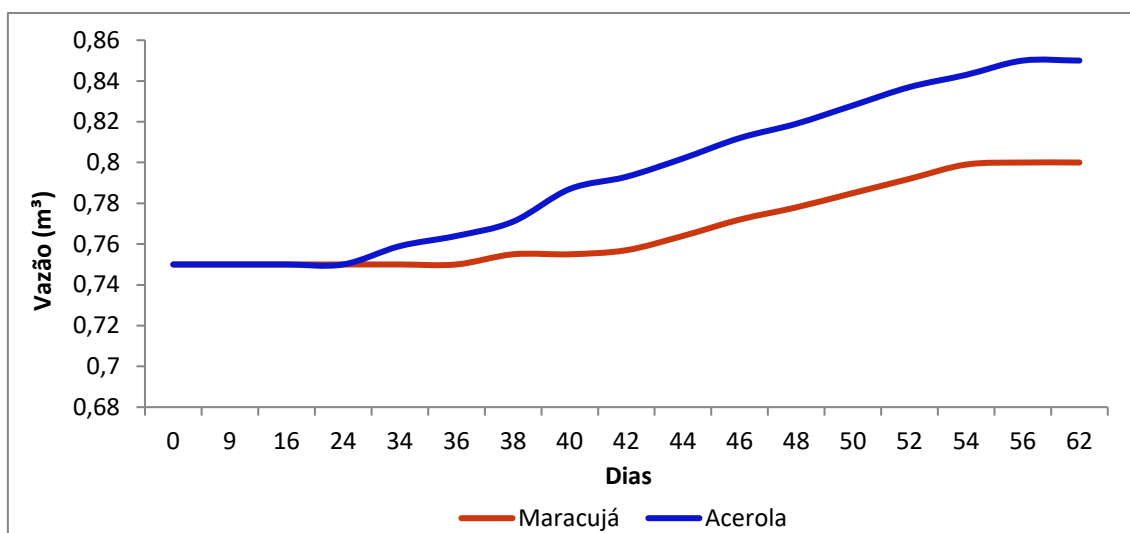


Figura 03. Acompanhamento semanal da produção de biogás.

Para se realizar os cálculos de análise econômica de energia elétrica gerada pela produção do biogás, levou-se em consideração que os resíduos finais da produção de polpa de frutas da APPRAR girem em torno de 1500 kg/dia no período de 30 dias. Utilizou-se também o valor de consumo de energia elétrica de R\$ 0,57202 para cada 1 kWh empregado pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL).

A estimativa final da economia no consumo de energia elétrica utilizando 1500 kg diários de resíduo de polpa de acerola, obteve um valor de economia mensal em torno de R\$70,53 (Tabela 03). Por outro lado, a redução no consumo de energia elétrica apresentou-se menor, cerca de R\$ 38,40 quando estimado com base em 1500 kg diários de resíduos de polpa de maracujá (Tabela 04). Isso se deve ao fato do potencial metanogênico da polpa de acerola se apresentar maior que da polpa do maracujá.

Tabela 03. Estimativa consumo de energia elétrica com base no resíduo de polpa de acerola

Cálculo da redução do consumo de energia elétrica		
Resíduo de Polpa de Acerola	52,1 kg	0,1 m ³
Resíduos diários	1500 kg	2,88 m ³
Equivalência biogás	1m ³	1,428 kWh
Equivalência resíduos diários	2,88m ³	4,11 kWh
Equivalência energética mensal	30 dias	123,30 kWh
Preço kWh (CPFL 09/2015)	1 kwh	0,57202
Economia Mensal		R\$70,53

Tabela 04. Estimativa consumo de energia elétrica com base no resíduo de polpa de maracujá

Cálculo da redução do consumo de energia elétrica		
Resíduo de Polpa de Maracujá	51,85 kg	0,05 m ³
Resíduos diários	1500 kg	1,55 m ³
Equivalência biogás	1m ³	1,428 kWh
Equivalência resíduos diários	1,55 m ³	2,22 kWh
Equivalência energética mensal	30 dias	66,60 kWh
Preço kWh (CPFL 09/2015)	1 kwh	0,57202
Economia Mensal		R\$ 38,40

Quando comparados a estudos que estimam a produção de biogás provenientes da suinocultura (SOUZA et al., 2004; MARTINS e DE OLIVEIRA, 2011) e bovinocultura (COLDEBELLA, 2006) fica evidente que a quantidade de biogás gerado exclusivamente de resíduos de polpa de frutas é muito menor que os provindos dos dejetos animais. Isso ocorre pelo fato de que os dejetos animais (suinocultura, bovinocultura, avicultura), possuem um potencial maior para produção do biogás em consequência de mais de 70% dos sólidos encontrados nesses dejetos serem voláteis.

Uma solução para potencializar a produção de biogás oriunda de resíduos de polpa de frutas destacado neste estudo, seria adicionar uma quantidade de dejetos animais junto aos tambores.

Conclusão

Conclui-se que o resíduo de polpa de acerola demonstrou-se com maior potencial na geração de biogás quando comparado ao resíduo de polpa de maracujá, entretanto esse potencial mostra-se mínimo quando comparados a trabalhos com enfoque de geração de biogás oriundos de dejetos animais. Contudo, o consumo de eletricidade proveniente do biogás dentro do próprio sistema, incentiva a geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis de forma descentralizada, minimizando a importação de energia das concessionárias.

De modo geral, mesmo que de forma tímida algo deste gênero se torna inédito na região, e assume a importância de prover soluções ao descarte de resíduos de polpa de frutas, mitigando de fato, futuros problemas ambientais.

Referências

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Segundo Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2012.
- BAHIA, V. E.; LUIZ, J. G.; FENZL, N. Influência do depósito sanitário metropolitano de Belém (Aurá) sobre as águas subterrâneas da área. **Revista de Águas Subterrâneas, Curitiba-PR**, v. 18, p. 89-102, 2004.
- BARRERA, P. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: **Editora Ícone**, 2003.106 p.
- COLDEBELLA, A.. The viability of using Biogas from bovine culture and swine culture to the generation of electric power and irrigation for rural properties. 2006. 74 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia)** - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel, 2006.
- DEGANUTTI, R., PALHACI, M. C. J. P.; ROSSI, M. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. **In Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, Campinas (SP) [online]. 2002.
- Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). Food wastage footprint: Impacts on Natural Resources. **The Natural Resources Management and Environment Department**. France, 2013.
- GONÇALVES, M. M.; SCHLEDCK, G. SCHWENGBER, J. E. Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, p.7, 2009.
- GONÇALVES, M. S.; Gestão de resíduos orgânicos. Porto, Portugal: **Editora Principia** 2005, 104 p.
- MARTINS, F. M.; DE OLIVEIRA, P. A. V. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011.

- MOURA, J. P.; SELVAM, P.V. P. Estudo comparativo da viabilidade de produção de geléia usando frutas tropicais para agricultura familiar e micro-usina. **In: Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006, Campinas [online]. 2006
- OLIVEIRA, F. J. S.; JUCÁ, J. F.T. Estudo da contaminação do subsolo da região do aterro de resíduos sólidos de Muribeca, PE. **In: Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental**. Salvador, p. 455-460, 1999.
- ORTEGA, E.; WATANABE, M.; CAVALETT, O. A produção de etanol em micro e mini-destilarias. **Biomassa para Energia**. Organizadores: Cortez LA, Lora, E., Gomez, E. Editora da Unicamp, Campinas, SP. Páginas, 475-492, 2008.
- PANNIRSELVAM, P.V.; MARIE, C.; MATHIAS, J.M.; TAMIL, S.S. Estudo de sistema integrado de gestão tecnológica e bioeconomia: Inovação de produtos de frutas tropicais e bioenergia. **IN: 5th International Workshop – Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2015.
- PERAZZINI, H.; BITTI, M.T. Recuperação e utilização de resíduos sólidos orgânicos provenientes da indústria de processamento de frutas na produção de etanol. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, vol.6, N.10, 2010.
- SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.13, n4, p. 275 – 279. 1991
- SOUSA, R. C. HALASZ, M.R. Recuperação e reaproveitamento de rejeitos de mamão. **Revista Educação e Tecnologia**, n2, 2006.
- SOUZA, S.N.M.; PEREIRA, W.C.; NOGUEIRA, C. E.C.; PAVAN, A.A.; SORDI, A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, v. 26, n. 2, p. 127-133, 2004.