

# Cultivo de Plantas Frutíferas

---

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Francisca Gislene Albano-Machado  
Paulo Roberto Coelho Lopes  
(Organizadores)



# Cultivo de Plantas Frutíferas

---

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Francisca Gislene Albano-Machado  
Paulo Roberto Coelho Lopes  
(Organizadores)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Lorena Prestes

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C968 Cultivo de plantas frutíferas [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Francisca Gislene Albano Machado, Paulo Roberto Coelho Lopes. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
 Modo de acesso: World Wide Web.  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-980-6  
 DOI 10.22533/at.ed.806202901

1. Árvores frutíferas – Cultivo I. Silva-Matos, Raíssa Rachel Salustriano. II. Machado, Francisca Gislene Albano. III. Lopes, Paulo Roberto Coelho.

CDD 634

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O cultivo de plantas frutíferas tem crescido anualmente, sendo considerada uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira. Esta atividade contribui para a geração de emprego e renda e também é considerada fonte de alimentação, tornando-se uma questão de segurança nacional. O Brasil frente a sua grande diversidade de climas e solos, apresenta condições ecológicas para produzir uma gama de espécies que passam pelas frutas tropicais, subtropicais e temperadas, tanto nativas como exóticas.

A fruticultura é ser vista como um negócio promissor, então todas as fases que relacionam questões econômicas, ecológicas e técnicas, tornam-se fundamentais antes da implantação do pomar, pois geralmente os custos são elevados e os mercados são exigentes em qualidade e muito competitivos. Um ponto de grande importância atrelado ao cultivo de frutíferas é a melhoria da qualidade nutricional da alimentação, o que resulta na melhoria da saúde das famílias, já que hoje em dia as pessoas buscam características funcionais dos alimentos.

A presente obra “Cultivo de Plantas Frutíferas” contém capítulos onde é possível encontrar informações sobre técnicas para produção de mudas, considerações na escolha da área e instalação do pomar, manejo e adubação do pomar, raleio e poda das plantas, controle de pragas e doenças, período de colheita, armazenamento de frutas, bem como outros fatores pertinentes ao sucesso do cultivo de frutíferas.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Francisca Gislene Albano-Machado  
Paulo Roberto Coelho Lopes

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
POTENCIAL NUTRICIONAL DE FRUTOS DE ROMÃ	
Bianca Schweitzer	
Cristhian Leonardo Fenili	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8062029011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE FRUTOS DE PUPUNHEIRA ( <i>BACTRIS GASIPAES KUNTH</i> )	
Harleson Sidney Almeida Monteiro	
Sinara de Nazaré Santana Brito	
Brenda Karina Rodrigues da Silva	
Artur Vinícius Ferreira dos Santos	
Antonia Benedita da Silva Bronze	
Viviandra Manuelle Monteiro de Castro	
Wenderson Nonato Ferreira da Conceição	
Wanderson Dias Vale	
Evellyn Garcia Brito	
Danilo da Luz Melo	
Meirevalda do Socorro Ferreira Redig	
Victor Ribeiro Vieira	
Ana Caroline Duarte da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8062029012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
TRATAMENTO PRÉ-GERMINATIVO EM SEMENTES DE TAPEREBAZEIRO DE DIFERENTES TAMANHOS NO DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS	
Oscar José Smiderle	
Aline das Graças Souza	
Thiago Komuro Moriyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8062029013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
GERAÇÃO EXPERIMENTAL DE BIOGÁS A PARTIR DE MAÇÃ REFUGO	
Débora Zanete Nesi	
Leonardo do Carmo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8062029014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
PROPIEDADES ANTIULCERATIVAS E GASTROPROTETORAS DA <i>MAYTENUS ILICIFOLIA</i> (ESPINHEIRA SANTA): UMA REVISÃO	
Jamilly Barbosa	
João Paulo de Melo Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8062029015</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>55</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>56</b>

## GERAÇÃO EXPERIMENTAL DE BIOGÁS A PARTIR DE MAÇÃ REFUGO

*Data de aceite: 20/01/2020*

*Data de submissão: 03/11/2019*

### **Débora Zanete Nesi**

Engenheira Bioenergética na Universidade do Oeste de Santa Catarina, campus Xanxerê-SC  
Brasil.

### **Leonardo do Carmo**

Engenheiro Bioenergética na Universidade do Oeste de Santa Catarina, campus Xanxerê-SC.  
Brasil.

**RESUMO:** A sociedade atual busca constantemente formas de gerar energia e com isso suprir a demanda exigida pelo mundo, no entanto uma grande preocupação são os constantes resíduos gerados pelo processo de produção em todos os setores da economia. O presente trabalho pretende trazer uma nova visão sobre a produção de biogás produzido a partir de maçã refugo. Para, tal foram montados biodigestores experimentais onde foi inserida a maçã picada e adicionado água, deixado fermentar por alguns dias, após o início da produção do gás avaliou-se as quantidades de metano, gás carbônico, amônia, e gás sulfídrico, e os valores encontrados para cada parâmetro foram 70,8%, 29,1%, 4,71ppmv e 10,07ppmv respectivamente. O biogás de maçã obtido apresentou boa qualidade em relação aos parâmetros avaliados, sua alta concentração

de metano o torna uma alternativa atraente para o investimento, pois conta com custo baixo para aquisição da matéria prima e um bom rendimento. Já as quantidades de amônia e ácido sulfídrico estão um pouco acima dos encontrados na literatura, mas esse fator não é uma desvantagem, pois pode ser facilmente resolvido com um processo de purificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos. Biogás. Maçã. Energia limpa.

### **BIOGAS GENERATION APPLE FROM SCRAP**

**ABSTRACT:** Today's society is constantly seeking ways to generate energy and supply the demand demanded by the world, but a constant concern is the constant waste generated by the production process in all sectors of the economy. The present work intends to bring a new vision on the production of biogas produced from apple, for this was mounted experimental biodigesters where the apple was inserted chopped and added water, and left to ferment for a few days, after the beginning of the gas production evaluated methane, carbon dioxide, ammonia, and hydrogen sulfide, and the values found for each parameter were 70.8%, 29.1%, 4.71ppmv and 10.07ppmv respectively. The obtained biogas obtained good quality in relation to the evaluated parameters, its high concentration of methane makes it an attractive

alternative for the investment, since it counts on low cost for acquiring the raw material and a good yield. Already the amounts of ammonia and hydrogen sulfide are slightly above those found in the literature, but this factor is not a disadvantage since it can be easily solved with a purification process.

**KEYWORDS:** Waste. Biogas. Apple. Clean energy.

## 1 | INTRODUÇÃO

A sociedade atual anseia por mudanças, por isso é necessário buscar novas fontes para suprir a demanda energética da sociedade. O biogás se encaixa como umas dessas fontes e o fato de ser gerada a partir de substratos residuais de outras áreas da economia, é o que o torna mais vantajoso que as demais alternativas renováveis (CLEAN ENERGY, 2004).

O uso do biogás traz inúmeros benefícios para a natureza, diminui a liberação de gases poluentes, pois sem o devido cuidado a degradação dessas matérias primas geraria apenas CO<sub>2</sub>, que causa danos a atmosfera. E ainda estaria dando um fim adequado aos substratos que muitas vezes é simplesmente descartado de forma inadequada (CLEAN ENERGY, 2004).

O mecanismo de decomposição anaeróbica se desenvolve pela ação de um consórcio de microrganismos, em que um dos produtos finais da degradação é o metano. O biogás, produto da degradação anaeróbica, é composto majoritariamente por metano (50–70%) e CO<sub>2</sub>. Esse gás pode ser coletado dos sistemas de degradação anaeróbica e utilizado como combustível (geração de calor ou energia). Os sistemas mais representativos para tratamento de dejetos animais via degradação anaeróbica são os biodigestores (KUNZ et al., 2006).

O processo de degradação da matéria orgânica inicia-se com a hidrólise do material, gerando como resultado compostos mais simples, que possam ser assimilados pelos microrganismos. Na Acetogênese os produtos formados anteriormente são oxidados a acetato, H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, com o objetivo de fornecer um substrato apropriado aos microrganismos metanogênicos. De todos os produtos originados por estes microrganismos, somente o acetato e o H<sub>2</sub> podem ser assimilados pelas bactérias metanogênicas (SALOMON et al., 2012).

A Metanogênese é a fase onde o processo de degradação do substrato é concluído, o que consiste na transformação de produtos anteriormente formados em CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. A formação do CH<sub>4</sub> acontece por dois mecanismos distintos, conforme descreve Speece (1996). O primeiro consiste na formação do CH<sub>4</sub> a partir do CO<sub>2</sub> e do H<sub>2</sub>, pelo grupo de arqueas hidrogenotróficas. O segundo consiste na produção do CH<sub>4</sub> a partir do acetato, realizado pelo grupo de arqueas acetoclásticas (SALOMON et al., 2012). Na metanogênese, tem-se a fase de formação de metano, sendo o metano o produto da reação que mais nos interessa (KARLSSON et al., 2014).

A geração de biogás provindo de maçã refugo busca aproveitar a energia perdida e ainda ajudar os produtores da fruta, pois caso haja alguma imperfeição na fruta ela será descartada. Esse artigo tem como objetivo analisar a viabilidade técnica da produção de biogás a partir da maçã refugo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A estrutura dos biodigestores foi montada com galões utilizados para armazenamento de água com capacidade de 20L, feitos de termoplástico, que é um polímero artificial que quando aquecido pode ser moldado. Para cada biodigestor foi montado um cano de PVC, policloreto de polivinila, de 40mm de diâmetro e 50cm de comprimento na parte superior do galão por onde ocorreu o abastecimento, no bocal do galão foi acoplado uma mangueira que tem em sua ponta um balão por onde o gás foi coletado. Na lateral do galão foi acoplado um segundo cano de PVC de 40mm de diâmetro e 15cm de comprimento por onde o resíduo foi coletado.

Para que não houvesse nenhuma entrada de ar, foram vedados com silicone todos os entornos dos canos, e durante o processo os canos foram fechados com tampões. Os testes de análises dos gases produzidos foram feitos em duplicata, os biodigestores ficaram no laboratório, em temperatura ambiente. Na figura 1 encontra-se uma foto dos biodigestores montados.



Figura 1 – Biodigestor experimentais montados, antes de serem abastecidos com a maçã refugo picada. A= vista superior, B= vista lateral,

Fonte: Os autores (2018).

Para que o substrato pudesse ser depositado no biodigestor, foi necessário caracterizá-lo quimicamente para conhecer sua composição. Primeiro realizou-se a determinação de nitrogênio total utilizando-se o método do ácido salicílico descrito por Abreu et al. (2009) pelo manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes da Embrapa (2009).

Em seguida foi realizado a determinação do carbono e do pH pelo método indicado por Tedesco et al., (1995) utilizando o medidor de pH (Q400AS).

Por fim foi analisado a quantidade de matéria seca, também seguindo o método descritos por Abreu et al. (2009) pelo manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes da Embrapa (2009).

Para que a maçã refugo fosse introduzido no biodigestor realizou-se uma picagem manual para reduzir a granulometria. A maçã refugo utilizada é proveniente de uma propriedade produtora da fruta localizada no interior de São Joaquim, SC. Na figura 2 pode-se ver a maçã refugo antes da picagem.



Figura 2- Maçã refugo antes da picagem

Fonte: Os autores (2018).

Para a realização das análises desejadas foram coletadas amostras diariamente durante o período de estudo. O primeiro teste realizado foi à determinação de amônia ( $\text{NH}_4$ ), seguindo pela determinação de ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e gás metano ( $\text{CH}_4$ ). Todos estes testes foram realizados seguindo o método indicado pelo manual de análise do biogás da Embrapa (KUNZ, 2006) Alfakit com o auxílio

do Biofoto. A metodologia indicada nesse manual é a colorimétrica que podem ser realizadas através cartelas de cores por comparação visual ou fotocolorímetro, nesse estudo foi utilizado o fotocolorímetro.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do substrato (maçã refugo) pode ser observada na Tabela 1.

Amostra	C org. %	N (g/Kg)	pH	A.S	M.U	M.S
1	30,36	2,10	4,06	1,09	91,17	8,82
2	26,48	1,44	4,06	0,90	91,06	8,93
3	31,42	1,60	4,06	-	-	-
Média	29,42	1,71	4,06	1,00	91,12	8,88

Tabela 1 – Caracterização química e física das amostras de Maçã refugo utilizada na elaboração experimental do biogás.

Fonte: Os autores (2018). Onde: C org.= Carbono orgânico, N= Nitrogênio, A.S= Amostra seca, M.U= Matéria úmida, M.S= Matéria seca, M1= amostra de maçã 1, M2 = amostra de maçã 2, M3 = amostra de maçã 3, - = para as análises físicas não foi utilizado uma terceira amostra.

Para que ocorra uma boa digestão do substrato é necessário que a relação de C:N fique entre 20 a 30:1 ou seja, de 20 a 30 partes de carbono para uma de nitrogênio (KARLSSON et al., 2014). Seguindo essa relação percebe-se que a maçã refugo possui uma boa relação de C:N, estando um pouco acima do esperado, mais ainda sim o valor é aceitável. Em relação ao pH este não se encontra em um valor aceitável mais pode ser facilmente resolvido com uma correção de pH, esta pode ser feita quimicamente ou ainda pode ser acrescentado uma outra fonte de substrato que possa estabilizar a maçã refugo.

O valor de matéria úmida encontrada é alto, isso significa que não será necessário acrescentar uma grande quantidade de água no biodigestor. Cada biodigestor recebeu uma quantidade de substrato e uma de água. Na tabela 2 encontram-se as quantidades que foram abastecidas e na figura 3 pode-se ver os biodigestores abastecidos.

BIODIGESTOR	1º ABASTECIMENTO kg	1º DILUIÇÃO L	2º ABASTECIMENTO Kg	2º DILUIÇÃO L
M1	0,50065	2	1,07987	1,5
M2	0,50064	2	1,06252	1,5
M3	0,50033	2	1,09365	1,5

Tabela 2 – Quantidades de abastecimento do substrato, a maçã refugo, e a quantidade de água utilizada para a diluição.

Fonte: Os autores (2018).



Figura 3- Biodigestores experimentais abastecidos com o substrato pronto, a maçã refugo picada.

Fonte: Os autores (2018).

Os biodigestores foram abastecidos pela primeira vez no dia 30/04/2018, no entanto não houve a produção do biogás de imediato, pois as maçãs não se encontravam em um estado de decomposição avançada, ou seja, não continha as bactérias metanogênicas necessárias para dar início ao processo de decomposição, mais no segundo abastecimento realizado no dia 09/05/2018 houve a produção dois dias após o abastecimento.

Com os resultados obtidos na caracterização dos substratos observou-se que o pH não se encontrava no valor desejado pois para que haja um bom rendimento com as bactérias metanogênicas o pH deve estar entre 6,6 e 7,4, mas também pode se chegar a um boa taxa de desenvolvimento das bactérias com o pH entre 6,0 e 8,0 (CHERNICHARO, 1997).

Para aumentar o pH foi utilizado uma solução tampão que continha  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , Fosfato dissódico,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  Fosfato monossódico indicado por Oliveira (2011). Para saber qual a quantidade necessária para obter-se o pH desejado foram realizadas várias tentativas com quantidades diferentes de cada produto até chegar-se ao valor de 4mg de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  e 4mg  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  para cada 35g de maçã.

A produção do biogás começou 2 dias após o abastecimento, no final do primeiro dia de produção (Figura 4) foram retirados os balões e analisados os parâmetros desejados.



Figura 4- Biodigestores de maçã abastecidos e com o biogás armazenado nos balões.

Fonte: Os autores (2018).

Na tabela 3 pode-se observar os resultados obtidos na primeira e segunda medição de amônia,  $\text{NH}_4$ , ácido sulfídrico,  $\text{H}_2\text{S}$ , gás carbônico,  $\text{CO}_2$ , e gás metano,  $\text{CH}_4$ , respectivamente.

<b>PARAMETROS</b>	<b>BIODIGESTORES</b>			
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>Média</b>
$\text{NH}_4(1)$	6,67	2,69	2,70	4,02
$\text{NH}_4(2)$	5,13	6,09	5,99	5,74
<b>Média</b>	<b>5,90</b>	<b>4,39</b>	<b>4,35</b>	<b>4,88</b>
$\text{H}_2\text{S}$	9,05	11,12	10,57	10,25
$\text{H}_2\text{S}$	10,45	1,72	17,50	9,89
<b>Média</b>	<b>9,75</b>	<b>6,42</b>	<b>14,04</b>	<b>10,07</b>
$\text{CO}_2(1)$	40	25	22,5	29,2
$\text{CO}_2(2)$	35	30	22,5	29,2
<b>Média</b>	<b>37,5</b>	<b>27,5</b>	<b>22,5</b>	<b>29,2</b>
$\text{CH}_4(1)$	60	75	77,5	70,8
$\text{CH}_4(2)$	65	70	77,5	70,8
<b>Média</b>	<b>62,5</b>	<b>72,5</b>	<b>77,5</b>	<b>70,8</b>

Tabela 3– Análises de Amônia, ácido sulfídrico, gás carbônico e gás metano do biogás produzido pela maçã refugo, valores em ppmv para  $\text{NH}_4$  e  $\text{H}_2\text{S}$ , e em porcentagem (%) para  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ .

Fonte: Os autores (2018). Onde: (1)= primeira medição, (2)= segunda medição

A tabela 4 traz os valores obtidos por alguns autores para os parâmetros avaliados nesse estudo, os valores encontrados para a amônia e para o ácido sulfídrico estão um pouco acima dos descritos pelos mesmos, mas vale lembrar que a maioria dos autores se baseia para a avaliação, em dejetos ou lodo, e ainda não possui um estudo aprofundado sobre esses parâmetros para frutas, mas se pode considerar esses parâmetros aceitáveis, pois passando por uma simples purificação estarão aptos ao uso.

Já as quantidades de gás carbônico e metano estão muito mais que satisfatórias, pois encacham-se, e no caso do metano até ultrapassam os parâmetros comparativos, e esse é o fator que mais implica para a utilização desse gás, pois não há nenhum processo que possa aumentar o teor de metano que é o fator que se espera obter melhor resultado.

Composição	Resíduos Orgânicos (CASTAÑÓN,2002)	Diferentes Fontes (AL SEADI et al., 2008)	Diferentes Fontes (BIRKMOSE et al., 2007)	Média Geral (ZACHOW 2000)
NH4	0,1-0,5	<1	-	0,1-0,5
H2S	0,1-0,5	<1	-	0,1-0,5
CO2	25-40	25-45	25-45	25-40
CH4	40-75	50-75	55-75	50-75

Tabela 4– Diversos valores para os parâmetros analisado

Fonte: NETO e SOUZA, 2016. Adaptado pelos autores (2018). Onde: - = valores não encontrados.

Segundo Gülzow (2010) a produção estimada de biogás para o bagaço de maçã é de 100Nm<sup>3</sup>/t de substrato, para esse estudo estima-se que foi produzido 0,0012m<sup>3</sup> de gás para cada 1,500kg de maçã, pois cada balão tem um volume de 0,80L o processo encheu 2 balões para cada biodigestor, acredita-se que poderia haver uma maior produção, no entanto como os biodigestores estavam em ambiente natural, com a queda da temperatura houve a parada da produção.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostra que é viável tecnicamente a produção de biogás a partir de maçã refugo, sendo assim traz uma alternativa possível e sustentável para o uso de resíduos de frutas. Nesse caso foi estudado a fruta inteira, mas também pode ser usado o bagaço ou outras partes.

O biogás de maçã obtido apresenta boa qualidade em relação aos parâmetros avaliados, sua alta concentração de metano o torna uma alternativa atraente para o investimento, pois conta com custo baixo para aquisição da matéria prima e um bom rendimento. Já as quantidades de amônia e ácido sulfídrico estão um pouco acima dos encontrados na literatura, mas esse fator não é uma desvantagem pois pode ser

facilmente resolvido com um processo de purificação.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M.F.de; CASSIO JUNIOR, H.A.; SILVA, F.C. da. Et al., Análises químicas de fertilizantes orgânicos (urbanos). In: SILVA, F. C. **MANUAL DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLOS, PLANTAS E FERTILIZANTES**. Brasília: Embrapa, 2009, p. 339-429

CHERNICHARO, C. A. L., **Princípios de tratamento biológico de águas residuais: Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte. MG: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. V. 5. 246p.

CLEAN ENERGY. **Biogás – Parte 1**. Disponível em: <<http://cleanenergy.blogspot.com/2004/11/obiogsparte-1-introduo-o-biogs-tem.html>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

GÜLZOW, **GUIA Prático do Biogás: Geração e Utilização**. 5 ed. 2010. 235p.

KARLSSON, T, et al. **Manual Básico de Biogás**. Lajeado, 2014. 63 p.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, L.; PICCININ, L. S. **Manual de análise: biogás. EMBRAPA Suínos e Aves/ Alfakit Ltda**, 2006.

OLIVEIRA, Rui Manuel Caetano. **Valorização do Bagaço de uva: Avaliação da potencialidade de produção de Biogás**. 2011. 78 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2011.

SALOMON, K. R.; LORA, E. E. S.; ROCHA, M. H.; LEME M. M. V.; Biocombustíveis de Primeira Geração: Biogás. In: Lora, E. E. Silva I; Venturini, O. J. **Biocombustíveis – Volume I**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012, p. 311-358

SPEECE, R. E. **Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters. Vanderbilt University. Published by Archea Preess**. USA, 1996, 146p.

TEDESCO, M. J; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. rev. e Ampl. Porto Alegre: Departamento de solos. UFRGS. 1995, 170p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Antiulcerativas 44

Arecaceae 9, 21

### B

*Bactris gasipaes* Kunth 8, 10, 18, 21

Biogás 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Biometria 23

### E

Energia Limpa 35

Espinheira santa 44, 45, 46, 47

### F

Flavonoides 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51

Frutas exóticas 1

Fruticultura 9, 20, 23, 33, 34, 55

Frutos 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 48, 55

### G

Gastrite 44, 45, 47, 49, 52

Gastroprotetoras 44

Geração experimental 35

### M

Maçã 6, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42

*Maytenus illicifolia* 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

### P

Palmeira 9, 10

Plantas medicinais 6, 44, 45, 47, 52, 53, 54

Plântulas 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34

Potencial nutricional 1

*Punica granatum*, L. 1, 2

Pupunheira 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21

### R

Resíduos 35, 42

Romã 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

## S

Spondias mombin 22, 23, 25, 33, 34

## T

Taperebazeiro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Teores minerais 1, 3

Tratamento pré-germinativo 22, 25

## U

Úlceras 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

## V

Variabilidade 8, 9, 10, 14, 15, 20, 54

Vigor de plântulas 23, 34

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**