

**Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)**



**A Dinâmica  
Produtiva da  
Agricultura  
Sustentável**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)

# A Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará



Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

D583 A dinâmica produtiva da agricultura sustentável [recurso eletrônico] /  
Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. –  
Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-639-3  
DOI 10.22533/at.ed.393192309

1. Agricultura. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente  
– Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario.  
CDD 363.7

**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

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

O livro “A Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável” aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 16 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável na atualidade do Brasil.

Este livro dedicado ao desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram diferentes estratégias aplicadas por diversas instituições de pesquisa na procura de soluções sustentáveis frente ao estresse salino, indução de aumento de brotações em frutíferas, drones no monitoramento remoto na cafeicultura, produção de mudas, uso de biogás, otimização de adubos químicos e irrigação. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros.

Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país. Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ADUBAÇÃO COM SILÍCIO NO PIMENTÃO CULTIVADO SOB ESTRESSE SALINO	
Raíra Andrade Pelvine Douglas José Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ALTERNATIVAS PARA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM FRUTEIRAS DE CLIMA TEMPERADO	
Camilo André Pereira Contreras Sánchez Marlon Jocimar Rodrigues da Silva Daniel Callili Bruno Marcos de Paula Macedo Ronnie Tomaz Pereira Victoria Monteiro da Motta Leticia Silva Pereira Basílio Camila Vella Gomes Giovanni Marcello Angeli Gilli Coser Charles Yukihiro Watanabe Sarita Leonel Marco Antonio Tecchio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
ANÁLISE DE PARÂMETROS DE VOOS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA GERAÇÃO DE ORTOMOSAICO PARA CAFEICULTURA	
Luana Mendes Dos Santos Gabriel Araújo e Silva Ferraz Brenon Diennevan Souza Barbosa Marco Thulio Andrade Diogo Tubertini Maciel Diego Bedin Marin Alan Delon Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS A DOSES DE GIBERELINA	
Fábio Santos Matos Camila Lariane Amaro Winy Kelly Lima Pires Victor Alves Amorim Victor Luiz Gonçalves Pereira Larissa Pacheco Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
CUNICULTURA E MAXIMIZAÇÃO DA RENDA INTEGRADA DA PROPRIEDADE RURAL	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger Diuly Bortoluzzi Falcone Geni Salete Pinto De Toledo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923095</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>44</b>
DESERTIFICAÇÃO EM GILBUÉS – PI: DEGRADAÇÃO DOS SOLOS, IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS	
Dalton Melo Macambira Maria do Socorro Lira Monteiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923096</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>56</b>
IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA MINERAÇÃO E DA INDÚSTRIA CERAMISTA NO VALE DO RIO TIJUCAS - SANTA CATARINA	
Annemara Faustino José Francisco Hilbert Odacira Nunes Rafael Francisco Cardoso Juarês José Aumond	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>69</b>
MEIO AMBIENTE E HISTÓRIA: CAPÍTULOS DA MATA ATLÂNTICA NA BAHIA ESCRITOS ENTRE MACHADOS E SERRAS	
Marcos Vinícius Andrade Lima Natane Brito Araújo Marjorie Cseko Nolasco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
PERSPECTIVAS PARA A (RE)PRODUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR À LUZ DO DESENVOLVIMENTO RURAL: POSSIBILIDADES PARA O ESPAÇO RURAL DO ESTADO DA BAHIA	
Marcio Rodrigo Caetano de Azevedo Lopes Ivna Herbênia da Silva Souza Sidney dos Santos Souza Mila Fiuza Wanderley Rocha Márcia Gonçalves Bezerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3931923099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>89</b>
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS DE BOVINOCULTURA LEITEIRA POR MEIO DA CODIGESTÃO COM MACRÓFITAS DA ESPÉCIE <i>SALVINIA</i>	
Leonardo Pereira Lins Laercio Mantovani Frare Paulo Rodrigo Stival Bittencourt Thiago Edwiges Eduardo Eyng Jéssica Yuki de Lima Mito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230910</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>98</b>
PRODUTIVIDADE DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES FONTES DE MAGNÉSIO VIA FOLIAR	
Gabriel Henrique de Aguiar Lopes Lucas Ferreira Ramos André Luis Menezes Sales Vinicius Gabriel Valente Smerine Alexandre Daniel de Souza Júnior Rodrigo Merighi Bega	

DOI 10.22533/at.ed.39319230911

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>106</b>
RECOMENDAÇÃO DE IRRIGAÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO	
Fábio Santos Matos	
Camila Lariane Amaro	
Liana Verônica Rossato	
Diego Braga de Oliveira	
Lino Carlos Borges Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230912</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>115</b>
SÉRIES TEMPORAIS DE NDVI E SAVI EM ÁREA DE CULTIVO CONVENCIONAL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Thayná Loritz Lopes Ferreira de Araujo e Silva	
Gustavo Henrique Mendes Brito	
Mylene Marques Dorneles	
Maurício Oliveira Barros	
Ivandro José De Freitas Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230913</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>123</b>
SILICATO DE CALCIO COMO AMENIZADOR DE ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE PIMENTÃO	
Raíra Andrade Pelvine	
Douglas José Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230914</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>134</b>
USO DE PESTICIDAS NA AGRICULTURA: IMPACTOS E CAMINHO A SEGUIR	
Taliane Maria da Silva Teófilo	
Tatiane Severo Silva	
Tiago da Silva Teófilo	
Maria Vivianne Freitas Gomes de Miranda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230915</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>140</b>
UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOAMENTE PILOTADA PARA MAPEAMENTO DE USO DE SOLO EM UMA ÁREA DE CAFEZEIROS	
Luana Mendes Dos Santos	
Gabriel Araújo e Silva Ferraz	
Brenon Diennevan Souza Barbosa	
Letícia Aparecida Gonçalves Xavier	
Sthéfany Airane Dos Santos	
Diogo Tubertini Maciel	
Lucas Santos Santana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39319230916</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>145</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>146</b>



## PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS DE BOVINOCULTURA LEITEIRA POR MEIO DA CODIGESTÃO COM MACRÓFITAS DA ESPÉCIE *SALVINIA*

### **Leonardo Pereira Lins**

Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná – UTFPR  
Medianeira – Paraná  
Foz do Iguaçu – Paraná

### **Laercio Mantovani Frare**

Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – UTFPR  
Medianeira – Paraná

### **Paulo Rodrigo Stival Bittencourt**

Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – UTFPR  
Medianeira – Paraná

### **Thiago Edwiges**

Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – UTFPR  
Medianeira – Paraná

### **Eduardo Eyng**

Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – UTFPR  
Medianeira – Paraná

### **Jéssica Yuki de Lima Mito**

Centro Internacional de  
Energias Renováveis – Biogás  
Foz do Iguaçu – Paraná

Como consequência deste processo, existe a necessidade da destinação adequada dos resíduos produzidos. Em muitos casos não há uma preocupação em tratá-los, resultando então em impactos ambientais, como por exemplo, a eutrofização. Entretanto, é possível extrair todo o potencial energético embutido nesses resíduos por meio de tratamento anaeróbio, que ocorre em biodigestores. Durante o processo de tratamento são gerados dois produtos: o biogás e o biofertilizante que, utilizado corretamente, é um rico produto para adubação de áreas agrícolas, que pode trazer ganhos de eficiência na produção agrícola e econômica. Contudo, pela codigestão é possível misturar diversos tipos de biomassas. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de produção de biogás da planta aquática flutuante: espécie *Salvinia* em codigestão com efluente de uma bovinocultura leiteira. Foram analisados sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e sólidos fixos (SF), e o Potencial Bioquímico de Metano (PBM). Foram testadas amostras do efluente bovino, macrófita pura, e mais quatro misturas definidas pelo teor de ST, variando em 6, 7, 8 e 9 (%). Os resultados mostraram que em termos de volume de biogás, não houve diferença entre a amostra do efluente bovino puro e a mistura com 6%. E na estimativa da produção diária de biogás na propriedade, verificou-se uma diferença desprezível entre as amostras do dejetos bovino com a mistura de

**RESUMO:** Em decorrência da urgência de atender a demanda mundial de alimentos, tem-se ampliado a criação de animais por confinamento.

8%. Nessas características apresentadas, a codigestão com a espécie estudada, não seria viável de implantação quanto ao rendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** metano, plantas aquáticas, potencial energético.

## BIOGAS PRODUCTION FROM DAIRY CATTLE CULTURE RESIDUES BY MEANS OF CODIGESTION WITH MACROPHITES OF THE SPECIES *SALVINIA*

**ABSTRACT:** Due to the urgency of meeting the world food demand, the breeding of animals by confinement has been expanded. As a consequence of this process, there is a concern with the destination of the waste produced. In many cases there is no concern to treat them, resulting in environmental impacts, such as eutrophication. However, it is possible to extract all the energetic potential embedded in these residues through anaerobic treatment, which occurs in biodigesters. During the treatment process two products are produced: biogas and biofertilizer, which is used correctly, is a rich product for fertilization of agricultural areas, which can bring efficiency gains in agricultural and economic production. However, by codigestion it is possible to mix several types of biomass. The objective of this work was to evaluate the biogas production potential of the biogas floating aquatic plant: *Salvinia* species in codigestion with effluent from dairy cattle. Total Solids (TS), Volatile Solids (VS) and Solids Fixed (FS) and Biochemical Potential of Methane (BMP) were analyzed. Samples of bovine effluent, pure macrophyte, and four other mixtures defined by TS content, ranging from 6, 7, 8 and 9% were tested. The results showed that in terms of biogas volume, there was no difference between the sample of the pure bovine effluent and the 6% mixture. And in the estimation of the daily production of biogas in the property, there was a negligible difference between the samples of the bovine waste with the 8% mixture. In these characteristics presented, the codigestion with the species studied, would not be viable implantation as to the yield.

**KEYWORDS:** Methane, aquatic plants, energy potential.

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos está cada vez maior e não diferente disso, a demanda por energia também segue a mesma situação, no entanto, a produção de alimentos pode trazer novas fontes de geração de energia.

Em razão do aumento da demanda de alimentos, principalmente daquelas atividades relacionadas à produção de leite, houve várias transformações visando o aumento da produtividade. Estas mudanças ocorreram, conseqüentemente, com a adoção de técnicas de melhoramento das condições de nutrição e genética dos animais, e, sobretudo na adoção de sistemas intensivos de produção que resultam cada vez mais em áreas de confinamentos menores, mas com elevado número de animais (MACHADO *et al.*, 2009).

Em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, o volume de dejetos

produzidos diariamente é significativo. Por sua vez, são ricos em matéria orgânica e agentes patogênicos, dessa forma, seu manejo inadequado pode acarretar em impactos ambientais (AMARAL *et al.*, 2004), além de desconforto e perigo à saúde (BUENO, 2010). No entanto, se há a possibilidade de se utilizar os resíduos dessas atividades para a geração de energia, o potencial energético existente é enorme.

De acordo com Bueno (2010), uma alternativa eficiente para o tratamento desses resíduos é a biodigestão anaeróbia que ocorre em biodigestores. Além do tratamento do resíduo há o aproveitamento do biogás, que é produzido no biodigestor, uma vez que se trata de um combustível rico em metano e com alto poder calorífico, e que pode ser utilizado na geração de energia térmica, elétrica e veicular, e do biofertilizante na aplicação de áreas cultiváveis. Os usos desses produtos acarretam ganhos econômicos, ambientais e sociais (LINS, MITO e FERNANDES, 2015).

Quando não há o tratamento eficiente desses resíduos, que são lançados em corpos hídricos pode ocorrer o fenômeno de eutrofização, que é caracterizado pelo alto teor de nutrientes (nitrogênio e fósforo). De acordo com Thomann e Mueller (1987), a eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, conforme observado na Figura 1, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam consideradas como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo hídrico.

A multiplicação destas plantas aquáticas pode trazer prejuízos ambientais e comerciais como, por exemplo, dificultar a navegação de barcos e na geração de energia em hidrelétricas. Essas plantas podem ser denominadas de macrófitas aquáticas e são consideradas um tipo de biomassa vegetal.

No entanto Cui e Cheng (2014) citam algumas vantagens em relação às plantas aquáticas: possuem um potencial enorme para produção de energias alternativas, como etanol, butanol e principalmente o biogás; a absorção de elevadas taxas de nutrientes e o alto rendimento de biomassa. E concluem que, a adição desta biomassa poderia melhorar substancialmente a produção de biogás em aproximadamente 44%.



Figura 1. Lagoa com elevada quantidade de plantas aquáticas (macrófitas) em sua superfície.

Diante disso e considerando a elevada quantidade de macrófitas existentes nos rios e lagos da região Oeste do Paraná, o número de propriedades rurais com atividade de bovinocultura leiteira, e o objetivo de se agregar valor a essa planta aquática na produção de biogás, foram realizados ensaios laboratoriais a fim de avaliar o potencial bioquímico de metano (PBM) dessa biomassa vegetal, por meio da codigestão com efluente da bovinocultura leiteira. A codigestão pode promover a potencialização da produção de biogás por meio da digestão anaeróbia e ainda propiciar o cultivo da biomassa vegetal a ser utilizada como co-substrato no biofertilizante residual gerado no biodigestor (LYERLY, 2004).

Assim sendo, este trabalho tem o objetivo de avaliar o potencial de produção de biogás e metano de amostras puras e da mistura em codigestão de bovinocultura leiteira com macrófitas da espécie *Salvinia*, que foram coletadas em uma propriedade rural no município de Marechal Cândido Rondon, oeste do Paraná.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Todos os ensaios foram realizados no laboratório do Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás-ER), localizado em Foz do Iguaçu-PR. As amostras de biomassa vegetal – macrófita aquática flutuante da espécie *Salvinia* foram coletadas em uma lagoa. A biomassa animal, um efluente de bovinocultura leiteira, foi coletada no confinamento bovino leiteiro, de uma propriedade rural no município de Marechal Cândido Rondon-PR. A propriedade possui uma produção diária 0,6 m<sup>3</sup> de dejetos bovinos.

Logo após a coleta, as macrófitas foram submetidas a uma rápida lavagem para remover os sólidos grosseiros de suas raízes e folhas. Depois de limpas, foram

acondicionadas em um recipiente para secagem ao sol e, por fim, trituradas. A escolha por secar as macrófitas, antes da sua utilização foi para evitar a introdução de água dentro do biodigestor, pois poderia corroborar com a diluição das biomassas pelo excesso de água no sistema. Além do mais, a área para estocagem das amostras secas é menor do que a necessária para as úmidas e também pela facilidade na trituração. Já o efluente bovino foi coletado na caixa de homogeneização, o qual já estava diluído com água. Normalmente, este efluente é encaminhado para um biodigestor instalado na propriedade.

No laboratório foram realizados ensaios físico-químicos para determinação dos sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF) e sólidos voláteis (SV) das amostras coletadas, além do ensaio de Potencial Bioquímico de Metano (PBM).

Para realização do ensaio de PBM é necessário o uso de inóculo, que é um lodo rico em microorganismos. O inóculo utilizado foi preparado laboratório, a partir da mistura de porções iguais (v/v) de efluentes de suínos e bovinos, acondicionado em reator de material inoxidável, com agitação constante e temperatura controlada na faixa de  $37,0 \pm 2,0$  °C. O inóculo recebeu alimentação diária balanceada, na proporção de 0,5 g de SV para cada litro de inóculo.

No ensaio de PBM, realizado conforme as normas técnicas VDI 4630 (2006) e DIN 38414 (1985), as amostras e o inóculo foram medidos e incubados em frascos digestores de vidro de volume igual a 250 mL, acoplados a tubos graduados de 500 mL, denominados eudiômetros (Figura 2), com divisões de escala de 1 mL. A massa das amostras foi calculada e medida com base na determinação dos SV, na proporção de 1:3 (substrato:inóculo). O padrão positivo utilizado foi a celulose microcristalina da marca Sigma-Aldrich® e o padrão negativo o inóculo puro. O teste de fermentação foi realizado em triplicata, no regime de batelada e com temperatura controlada na faixa de  $37,0 \pm 2,0$  °C.

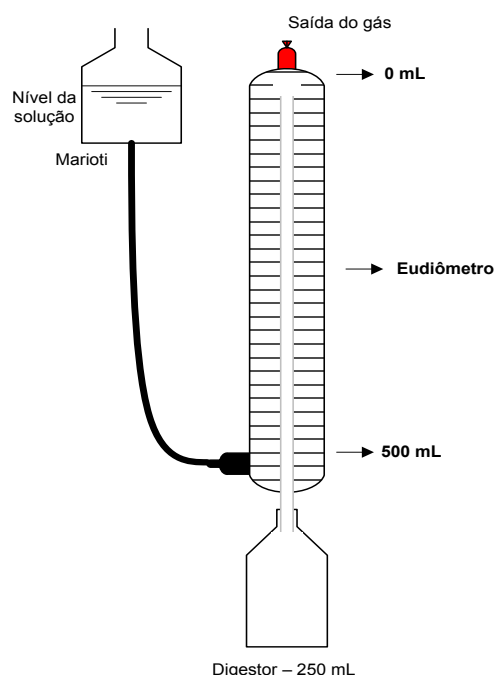




Figura 2. Ilustração do sistema contendo digestor, eudiômetro e frasco de nível.

Com base nos resultados dos ensaios físico-químicos, foram preparadas quatro amostras adicionais, denominadas de mistura 1, mistura 2, mistura 3 e mistura 4, para o ensaio de PBM. O objetivo dessas misturas foi adicionar uma quantidade de macrófitas ao efluente de bovinocultura (codigestão). As misturas se deram em função da alteração da massa utilizada de cada amostra (efluente bovino + macrófita) resultando na percentagem final de ST. Foram incubadas as seguintes amostras: macrófita seca, efluente bovino, mistura 1 (6% ST), mistura 2 (7% ST), mistura 3 (8% ST) e mistura 4 (9% ST).

O volume de biogás gerado durante o período de fermentação foi mensurado na escala graduada dos eudiômetros e foi normalizado nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Para medir a composição do biogás utilizou-se o analisador portátil de gases marca Dräger®, modelo X-am 7000. Os resultados foram expressos em litros normalizados por kg de sólidos voláteis ( $L_N \text{ kg}_{SV}^{-1}$ ).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de PBM teve duração de 30 dias. As curvas de produção de biogás das amostras analisadas podem ser observadas na Figura 3.

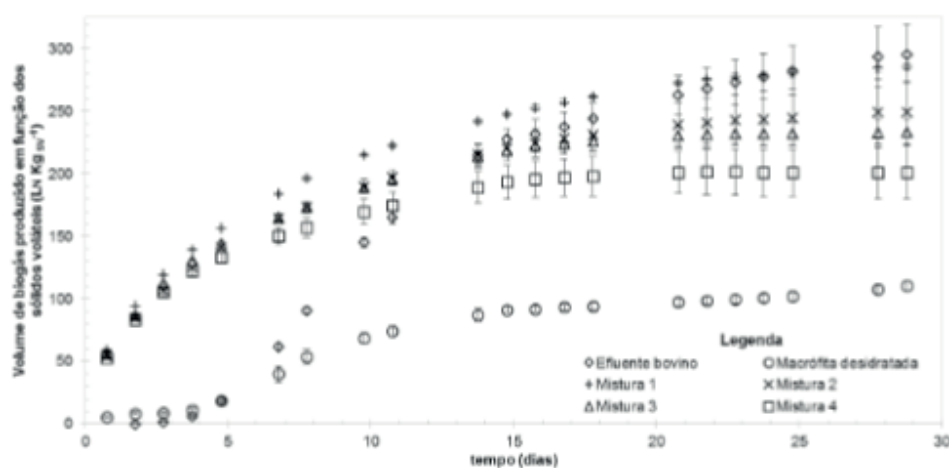


Figura 3. Produção de biogás e metano das amostras analisadas.

De acordo com os resultados médios apresentados para a produção de biogás, na Tabela 1, pode-se verificar que não há diferença significativa entre o volume de

biogás produzido ao utilizar apenas o efluente bovino quando comparado com a mistura 1. Quando são comparadas as misturas 1 e 2, também não apresentam diferença significativa. Ou seja, a mudança de 6 para 7% não causou alteração significativa no volume de biogás produzido.

Ao comparar a produção de metano verifica-se que para o efluente bovino e as amostras 1 e 2 não diferiram estatisticamente. Novamente, a macrófita pura teve uma produção de metano inferior a todas as outras amostras.

Amostra	Produção de biogás $L_N \text{ kg}_{sv}^{-1}$	Produção de metano $L_N \text{ kg}_{sv}^{-1}$
Efluente bovino	297,50 a	174ac
Amostra 1 – 6%	286,07 ab	197a
Amostra 2 – 7%	249,61 bc	178ab
Amostra 3 – 8%	233,93 cd	162bcd
Amostra 4 – 9%	202,63 d	143d
Macrófita	111,25 e	48e

Tabela 1. Produção de biogás e metano das amostras analisadas.

Obs. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Buss (2015), que também realizou ensaios de PBM com amostras de dejetos bovinos, mas com amostras de macrófitas aquáticas das espécies *Wolffia brasiliensis* e *Lemna minuta*, encontrou resultados superiores, para a amostra de *W. brasiliensis*, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

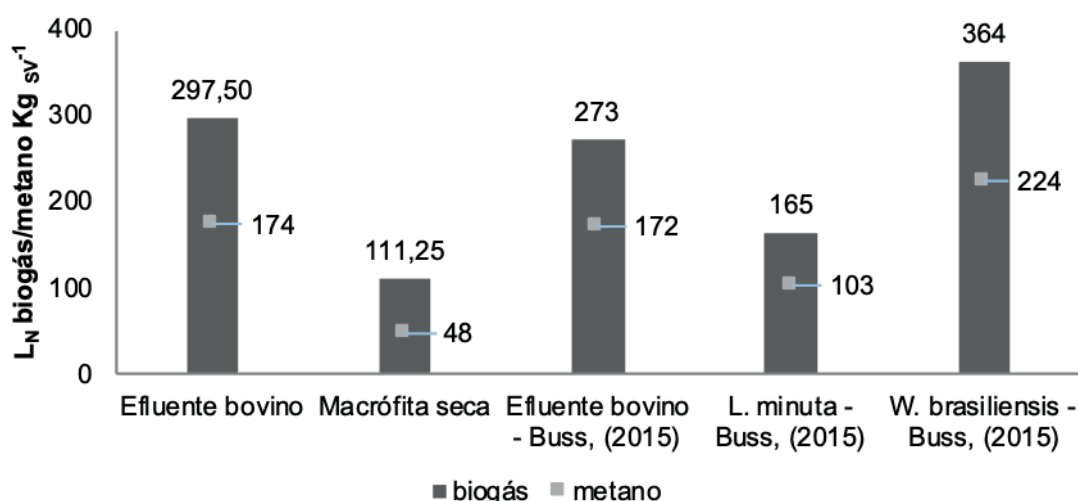


Figura 4. Comparação dos resultados da produção de biogás das amostras analisadas.

Já para Triscari *et al.*, (2009), que também utilizaram plantas aquáticas secas, em 5 diferentes tipos de concentração (0,5 a 2,0%), obtiveram aumento considerável na produção de metano e biogás.

Para uma completa avaliação do potencial de produção de biogás, analisou-se a produção de biogás e metano em litros por quilograma de massa fresca, ou seja, quantos litros que será produzido a cada quilograma de dejetos na propriedade, em relação à quantidade de SV. Sendo assim, diferente do encontrado quando avaliado somente a produção de biogás, em  $L_N \text{ kg}_{\text{SV}}^{-1}$ , a maior produção foi para a amostra mistura 3, com aproximadamente 12,8 L. As outras misturas também produziram uma quantidade maior de biogás do que a amostra de dejetos bovino sem a adição da biomassa, que foi de 11,4 L.

Portanto, como a produção de dejetos na propriedade é de aproximadamente  $0,6 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$  e a densidade do dejetos bovino é de aproximadamente,  $1 \text{ kg L}^{-1}$ , conforme Blanco *et al.*, (2013), a estimativa de produção diária de biogás da mistura 3 foi de  $7,7 \text{ m}^3$ . Para a amostra de dejetos bovino a produção estimada foi de  $6,8 \text{ m}^3$ .

## 4 | CONCLUSÃO

Uma vez que não há diferença entre o efluente bovino puro e com 6% de macrófitas em termos de volume de biogás, pode-se optar pela presença de macrófitas pela composição do metano na mistura (maior potencial de metano).

Na estimativa da produção diária de biogás na propriedade, verificou-se uma diferença muito baixa entre as estimativas da produção diária do dejetos bovino com a mistura 3. E caso houvesse a possibilidade de se implantar a codigestão com a espécie estudada, nessas características, não seria viável sua implantação quanto ao rendimento.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. M. C. do et al. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 34, n. 6, Dez. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782004000600035&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600035&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 30 Jun. 2016.
- BLANCO, M. F. de J.; ZENATTI, D. C.; FEIDEN, A.; WEBER, R.; TIETZ, C. M.; GIACOBBO, G. **Produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite e cama de aviário**. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/download/9609/7060>>. Acesso em 19 jan. 2017.
- BUENO, R. F. **Comparação entre biodigestores operados em escala piloto para produção de biogás alimentado com estrume bovino**. Holos Environment, v. 10, n. 1, p. 111-125, 2010.
- BUSS, V. M. **Macrófitas aquáticas flutuantes: avaliação e indicativo do seu potencial bioenergético**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ciência e Biotecnologia, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira – UNOESC, 2015.
- CUI, W., CHENG, J. J. (2015), **Growing duckweed for biofuel production: a review**. Plant Biology, 17: 16–23. Disponível em: <<http://10.1111/plb.12216>>. Acesso em: 13 jun. 2016.
- LINS, L. P.; MITO, J. Y. L.; FERNANDES, D. M. **Composição Média do biogás de diferentes tipos de biomassa**. <[http://www.sbera.org.br/4sigera/files/4.28\\_JessicaYukiLimaMito.pdf](http://www.sbera.org.br/4sigera/files/4.28_JessicaYukiLimaMito.pdf)>. Acesso em 14

jun. 2016.

LYERLY, C. N. **Swine Wastewater Treatment in an Integrated System of Anaerobic Digestion and Duckweed Nutrient Removal: Pilot Study.** Thesis of Masters in Science Biological and Agricultural Engineering, submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University. Raleigh, p. 104, 2004.

MACHADO, C. R. et al. **Produção de biogás utilizando dejetos de bovinos leiteiros com diferentes tempos de armazenamento com exposição ao ar.** Disponível em: <<http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/t105.pdf>>. Acesso em 10 jun. 2016.

THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control.** Person. 1ª edition. 1987.

TRISCARI, P.; HENDERSON, S.; REINHOLD, D. **Anaerobic digestion of dairy manure combined with duckweed (Lemnaceae).** In: 2009 ASABE Annual International Meeting, Reno, Nevada, USA, Paper. 2009.

VDI – VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. Vergärung organischer stoffe – substratcharakterisierung, probenahme – stoffdatenaerhebung, gärversuche. German. 2006.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**JORGE GONZÁLEZAGUILERA:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**ALAN MARIO ZUFFO:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido giberélico 15, 30, 32, 35

Adubação foliar 98, 99, 104

Agricultura familiar 43, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Água 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 16, 32, 49, 52, 53, 64, 87, 93, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 123, 124, 125, 126, 128, 131, 136

### B

Bahia 52, 69, 71, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Biocombustível 106

Biomassa total 30, 33, 34, 35, 109, 110, 111

### C

Café 23, 24, 140, 142, 144

Capsicum Annuum L 1, 2, 123, 124

Cerâmica 56, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67

Coelhos 38, 39, 40, 41, 42, 43

Controle 3, 6, 20, 64, 78, 102, 103, 125, 128, 134, 135, 136, 137, 142, 145

### D

Degradação ambiental 44, 45, 49, 50, 55, 59, 60, 63, 66, 67, 70, 76

Desenvolvimento regional 56

Desenvolvimento rural 40, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Desenvolvimento sustentável 31, 42, 44, 53, 55, 83, 87, 88

Drone 23

### E

Estresse salino 1, 3, 9, 11, 123, 125, 131, 132

Exploração Madeireira 69, 74, 79

### F

Frutas 13, 14

### G

Governança Participativa 69

### H

Hidrolato 13, 18, 19

História agrária 69, 80

### I

Impactos ambientais e socioeconômicos 56, 57

Ingredientes alternativos 38, 40

## **J**

Jatropha curcas 36, 106, 107, 113, 114

## **M**

Manejo 3, 10, 11, 16, 20, 21, 23, 32, 35, 77, 91, 99, 100, 125, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 145

Metano 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96

MIP 134, 135, 136, 137

Monitoramento 24, 115, 116, 118, 120, 136, 143

## **N**

Natureza 2, 44, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 124

Nutrição de plantas 1, 3, 98, 123, 125

## **P**

Pau d'algo 13, 18, 19, 21

Plantas aquáticas 90, 91, 95

Potencial energético 89, 90, 91, 107

Pragas 17, 134, 135, 136, 137, 138

Produtividade 2, 3, 4, 6, 10, 19, 23, 29, 31, 35, 49, 81, 82, 85, 90, 98, 99, 100, 102, 103, 108, 115, 116, 120, 124, 125, 126, 128, 132, 135

## **Q**

Quebra de dormência 13, 16, 17, 20

## **R**

Reguladores vegetais 30, 32

## **S**

Saccharum Officinarum 115, 116

Sensoriamento remoto 54, 115, 116, 119, 121, 122, 141

Silicato de Cálcio 1, 4, 10, 123, 126, 132

Silício 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Sistemas de aeronaves não tripuladas 23, 141

Sobreposição 22, 23, 24, 25, 26, 27

Sociedade 10, 44, 46, 47, 48, 53, 54, 62, 63, 69, 77, 79, 132

Solanaceae 1, 2, 123, 124

Sustentabilidade 3, 38, 39, 47, 62, 81, 85, 88, 125, 136

## **T**

Terras Agrícolas 49, 134, 135

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-639-3



9 788572 476393