

# INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA AGROPECUÁRIA

Bruno César Góes | Fernando Ferrari Putti  
Adriano Bortolotti da Silva  
organizadores



**Bruno César Góes**  
**Fernando Ferrari Putti**  
**Adriano Bortolotti da Silva**  
Organizadores

# **Inovação sustentável na agropecuária**



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

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

I58 Inovação sustentável na agropecuária [livro eletrônico] / Organizadores Bruno César Góes, Fernando Ferrari Putti, Adriano Bortolotti da Silva. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 101p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-98-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319987>

1. Agricultura. 2. Agronegócio. 3. Inovações tecnológicas. I. Góes, Bruno César. II. Putti, Fernando Ferrari. III. Silva, Adriano Bortolotti da.

CDD 630

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



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **APRESENTAÇÃO**

Sabemos que a atividade agropecuária deve ser renovada constantemente em todos os seus processos de produção. Inovar, além de necessário, faz parte do DNA dos produtores rurais e de todos os agentes envolvidos na criação de animais e produção de fibras e alimentos.

Atualmente, as inovações percebidas no campo buscam alinhar-se às exigências globais por modelos produtivos menos agressivos e mais sustentáveis ao ambiente. Nesse cenário, os impactos econômicos proporcionado pelas inserções de inovação e de novas tecnologias no agronegócio brasileiro promovem, entre outros, o aumento e a eficiência na utilização dos recursos naturais disponíveis. Consequentemente, o desenvolvimento econômico e sustentável de uma região.

A inovação ocorre em produtos, processos, modelo de negócio e marketing. Entretanto, em relação à legislação brasileira no aspecto da inovação, há um gargalo quanto a implementação eficaz de políticas públicas e legislação adequada e este tema. Mesmo assim, novas tecnologias somam-se ao agronegócio e as propriedades rurais estão se tornando cada vez mais conectadas ao digital, acompanhando os avanços da atualidade e absorvendo os conceitos de internet das coisas (IoT) e gerenciamento de grande quantidade de informação (Big Data), por exemplo.

A agricultura 4.0 é uma realidade e se consolidou no campo, informação em tempo real que auxilia na tomada de decisão com reflexo na melhoria da qualidade e produtividade de forma mais eficiente e sustentável. Ressalte-se que a inovação não se resume a utilização de novos softwares e equipamentos, novos métodos produtivos também o são. Práticas de integração lavoura-pecuária-floresta, incorporação de práticas conservacionistas e utilização de biodigestores, por exemplo, trazem soluções sustentáveis à atividade agropecuária e soluções adequadas ao tratamento de resíduo e ao uso e conservação de recursos naturais.

Todos estes assuntos e as nuances das diversas inovações sustentáveis na agricultura estão cuidadosamente detalhados e distribuídos em oito capítulos deste livro.

**Prof. Dr. Josué Ferreira Silva Júnior**  
**Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>6</b>
Impactos econômicos das inovações tecnológicas no agronegócio brasileiro	6
<b>Capítulo II .....</b>	<b>15</b>
Aspectos jurídicos da inovação	15
<b>Capítulo III.....</b>	<b>30</b>
Tecnologia digital na agricultura	30
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>41</b>
Principais conceitos da agricultura 4.0	41
<b>Capítulo V.....</b>	<b>52</b>
Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta	52
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>66</b>
Agricultura conservacionista: conceitos e principais desafios	66
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>75</b>
Utilização de biodigestores no tratamento de dejetos e efluentes da suinocultura	75
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>89</b>
Irrigação de precisão 4.0	89
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>99</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>101</b>

## Utilização de biodigestores no tratamento de dejetos e efluentes da suinocultura

 10.46420/9786588319987cap7

Willian Aparecido Leoti Zanetti<sup>1</sup> 

Daniel Borges Cardoso<sup>2</sup> 

Beatriz Rodrigues de Godoy<sup>1</sup> 

Fernando Ferrari Putti<sup>1</sup> 

Bruno César Góes<sup>2\*</sup> 

### INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade importante do agronegócio brasileiro, empregando mais 849,3 mil pessoas direta e indiretamente, de acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS, produzindo o equivalente a 4,12 milhões de toneladas em 2019, ocupando a quarta posição no ranking mundial de produtores suínos (ABCS, 2019).

O estado de Minas Gerais possui o quarto maior plantel de suínos do país, com cerca de 5,2 milhões animais, aumentando a participação no plantel nacional nos últimos anos, saltando de 10,4% no ano de 2003 para 12,66% em 2008, registrando números inferiores apenas quando comparado em relação aos três estados da região sul do Brasil, Santa Catarina, Paraná e Rio grande do Sul, com 19,2%, 16,6% e 13,8%, respectivamente (IBGE, 2018).

Uma das principais questões ambientais em evidência nos últimos anos, é o estímulo para redução de resíduos orgânicos bem como na sua destinação, culminando em diversos estudos científicos que visam analisar o potencial nutricional em virtude do processo de decomposição e reciclagem dos nutrientes na produção de matéria orgânica, além de evitar danos ao meio ambiente (Fukuda, 2013).

A digestão anaeróbia por sua vez, oferece uma maneira alternativa de produção de energia, bem como também na possibilidade de solução dos problemas oriundos do acúmulo de resíduos humanos, animais, urbanos e industriais, diminuindo o potencial de poluição ambiental desses dejetos, quando descartados de maneira incorreta, além de possibilitar na produção de fertilizantes naturais para agricultura, os chamados biofertilizantes (Al Seadi et al., 2013).

Nesse sentido, a atividade da suinocultura intensiva é uma prática com alto potencial poluidor em razão da presença de grande quantidade de contaminantes nos dejetos e efluentes dos suínos, sendo estes, quando despejados de maneira inadequada, degradam o meio ambiente, poluindo a água de mananciais

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã, SP

<sup>2</sup> Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Faculdade de Agronomia, Alfenas, MG

\*Autor(a) Correspondente: bruno.goes@unifenas.br

e lençóis freáticos com a elevada carga de nutrientes, matéria orgânica e metais pesados (Kunz et al., 2005; Vivan et al., 2010).

Por sua vez, estima-se que a geração de dejetos e efluentes por suíno, ocorra com valores compreendidos entre 5,7 e 7,6 L suíno/dia, representando cerca de 9% da massa corpórea do animal (Angonese et al., 2006). Desse modo, os dejetos de suínos podem poluir o meio ambiente de diferentes maneiras em razão de suas características químicas, dispondo-se quanto aos sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos fixos, sólidos sedimentares, nitrogênio total, fósforo total e potássio total (Costa et al., 2018).

Outro problema causado pelo descarte inadequado desses dejetos é contaminação dos seres humanos por meio de bactérias do grupo coliforme, além da proliferação de moscas, ratos, baratas entre outros agentes transmissores de doenças (Ito et al., 2016).

Sendo assim, a utilização da tecnologia de biodigestores anaeróbios para diferentes substratos, foi bastante impulsionada em meados da década de 1970 e 1980, porém foi a partir de 1990 que essa técnica se difundiu como forma alternativa de agregação de valor aos dejetos e efluentes como meio de biofertilizantes aplicados na agricultura e fonte de geração de energia pela emissão de gás metano (Fukuda, 2013; Kunz et al., 2005).

Além de colaborar com a redução do lançamento dos dejetos e efluentes no meio ambiente, tornam-se insumos para a produção agrícola, resultando em ganhos financeiros e econômicos ao produtor rural, diminuindo os custos com fertilizantes químicos, e utilizando o biofertilizante nas lavouras (Gaspar, 2003).

Outro potencial decorrente da implantação de biodigestores, é a possibilidade da geração de energia alternativa por meio do biogás, metano, resultado do processo de degradação anaeróbia da matéria orgânica (Dominiak et al., 2016).

Dessa maneira, o desenvolvimento da tecnologia dos biodigestores, representa um avanço na solução dos problemas decorrentes da atividade da suinocultura, evitando a contaminação ambiental, por meio de seus dejetos, agregando-se ao fato do aproveitamento do subproduto para geração de energia e biofertilizantes (Costa et al., 2018).

São vários os modelos de biodigestores no mercado, entre eles: chinês, indiano e canadense; sendo estes classificados de acordo com potencial de fornecimento de biomassa: de fluxos contínuos, de alimentação contínua e os de batelada, no qual o fornecimento da biomassa é realizado apenas no início do processo de biodigestão (Khalid et al., 2011).

Por sua vez, o modelo canadense é mais adotado para implementação dos biodigestores em razão do baixo custo de construção e pela viabilidade para pequenas e grandes propriedades (Costa et al., 2018; Kunz et al., 2005).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo trazer um panorama da situação econômica da suinocultura mundial e brasileira, bem como os principais aspectos ambientais relacionados a atividade e os principais tipo de biodigestores utilizados para o reaproveitamento dos efluente e dejetos dos suínos.

## **ASPECTOS ECONÔMICOS DA SUINOCULTURA**

A carne suína é uma das principais fontes de proteína de origem animal, sendo considerada uma das mais importantes do mundo, uma vez que seu consumo mundial representa cerca de 40,1% do consumo de carnes, seguido da carne de frango e bovina com 33,3% e 21,4%, respectivamente (Nascimento, 2020).

A China, por sua vez, representa o principal mercado produtor e consumidor da carne suína, responsável por quase metade da produção mundial, produzindo o equivalente a 41,13 milhões de toneladas em 2018, o que representa aproximadamente 41,3%, seguido da União Europeia (UE) com 22,6% e Estados Unidos (EUA) com 11,9% da produção mundial de carne suína (Miele et al., 2011; Martins et al., 2019).

Nesse sentido, o Brasil ocupa a quarta posição entre os produtores de carne suína no mundo, com uma parcela de aproximadamente 4% do mercado mundial, com mais de 4,43 milhões de toneladas produzidas em 2020, significando um incremento de 11,37% em relação ao ano de 2019 (Embrapa, 2020).

A região Sul do Brasil se destaca como maior produtora de suínos do país, tendo o estado de Santa Catarina como maior produtor, com cerca de 1,12 milhões de toneladas, seguido de Paraná, com mais de 841 mil toneladas e Rio Grande do Sul, com 760 mil toneladas produzidas em 2019, e em quarto lugar, o estado de Minas Gerais, com mais de 500 mil toneladas (IBGE, 2019).

## **ASPECTOS AMBIENTAIS**

A produção de suínos é uma das atividades de maior impacto ambiental sendo considerada pelos órgãos de controle ambiental, como potencial causadora de degradação do meio ambiente. Nesse sentido, o grande desafio consiste na definição de um sistema que seja capaz reduzir os impactos ambientais de modo eficiente, ressaltando a importância de continuidade as atividades cadeia produtiva, mas com o uso coerente dos recursos naturais, preservando a qualidade ambiental (Barros et al., 2019; Oliveira, 2004).

Na Constituição Federal do Brasil de 1988, no artigo 225 consta que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1998).

No Relatório Brundtland, encontra-se que o desenvolvimento sustentável deve ser percebido como:

“ (...) um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se

harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas” (Ipiranga et al., 1988).

Sabe-se que o documento jurídico mais importante de um país é a Constituição, e que as demais leis, quando criadas, não podem contrariá-la. Nesse sentido o Direito Ambiental, atua como via de proteção dos recursos ambientais, por meio de aspectos da legislação ambiental reafirmando-se que nenhuma lei é isolada e que tem um papel importante do contexto local ao global (Romulo, 2013).

Desse modo, desde 1988 até hoje, vários eventos, reuniões, conferências, acordos, tratados, leis, entre outros, ampliaram o horizonte sobre as políticas ambientais e destacando-se dois momentos históricos das políticas de preservação e conservação do meio ambiente: a Agenda 21, Protocolo de Quioto e a ECO-92 (Pott et al., 2017).

Em 1998 foi criada a Lei de Crimes Ambientais (9605/98) que tem como finalidade principal a reparação do dano ambiental, responsabilizando criminalmente os indivíduos e empresas (por meio dos executivos) que poluírem o meio ambiente, atuando a Lei de tanto de maneira preventiva, a ocorrência do dano pelo temor da pena e da indenização, quanto repressiva, uma vez causado o dano (Brasil, 1998).

Em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi editada pela Lei nº 12.305, que estabeleceu a destinação correta de resíduos sendo responsabilidade comum ao governo, empresas, atores sociais do processo de produção e comércio tal como a sociedade pelo gerenciamento adequado com o menor impacto ambiental possível (Brasil, 2010; Almeida et al., 2016).

Por meio das jurisprudências das decisões nos anos seguintes, a gestão ambiental, foi vista como o processo de mediação de interesses e conflitos (potenciais ou explícitos) entre atores sociais que agem sobre os meios físico-natural, tendo como o principal objetivo ter o impacto ambiental das atividades, a partir de técnicas menos agressivas que minimizem ou reduzam ao máximo os efeitos. Garantindo assim o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, inclusive em áreas já degradadas ou afetadas, se deve desenvolver e implementar programas e projetos de recuperação da biodiversidade natural (Quintas, 2006; Jacobi, 2003).

Com o avanço do tema - entre discussões e novos significados - ações de gestão ambiental e sustentabilidade começaram a ser implementadas na agricultura, de modo que esses fatores fizeram com que nos últimos anos haja a evolução do pensamento empresarial junto com a evolução das questões ambientais. Isso pode mostrar que a sociedade e empresas vem se esforçando para que esse assunto não seja tratado apenas nas esferas ambientalistas, acadêmicas ou governamentais (Jacobi, 2003).

## **EFLUENTES E DEJETOS**

A partir dessa mudança de pensamento, o uso da terra para atender as necessidades do homem, dentro das normas ambientais, faz com que haja um norteamento do manejo para garantia de perpetuação da qualidade e da quantidade de água, do solo, com a manutenção da biodiversidade, além dos valores estéticos da paisagem. Diferente do que era observado há quase duas décadas atrás, especialmente para

os desejos da suinocultura, que afetava diretamente esses recursos naturais. Além disso, se comparado com sistemas de tratamento de dejetos líquidos convencionais o biodigestor oferece um menor custo (Oliveira, 2004).

Os dejetos de suínos podem ser compostos por urina, fezes, resíduos de ração, cerdas, poeira e material particulado, água (desperdício dos bebedouros, limpeza, chuva), além de outros materiais gerados no processo produtivo (sangue, por exemplo). Esses excretos possuem três elementos principais: o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Usualmente, esses dejetos em forma líquida são descartados em pulverização de plantas como adubo; já os dejetos na forma sólida, ou oriundos de cama sobreposta, podem contribuir para os aumentos dos teores de matéria orgânica do solo; contudo o fato é que caso não ocorra a absorção correta, a tendência é que ocorra a lixiviação deste nutriente para as camadas mais profundas do solo podendo atingir o lençol freático e provocando problemas de contaminação (Oliveira, 2004; Barros et al., 2019).

Outro ponto de desafio para os produtores e empresas do setor da suinocultura é que os dejetos possuem odor desagradável (poluição olfativa), há nesses resíduos a emissão dos gases de efeito estufa ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) e características físicas, químicas e biológicas muito variáveis e, por outro lado, possuem um potencial energia aproveitável. Para contribuir com isso, a implantação de um biodigestor em granjas de suínos se torna viável, pois em sua atuação se consegue extrair o biogás (energia de baixo custo) e tratar adequadamente os dejetos (Winckler et al., 2017; Barros et al., 2019).

## **REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS**

Os biodigestores são câmaras que realizam a digestão anaeróbia (obtenção de energia a partir de reações químicas sem o envolvimento do oxigênio) da matéria orgânica (nesse caso o dejetos suíno) produzindo biogás e biofertilizante (processo denominado biodigestão). O biofertilizante é riquíssimo em micronutrientes e o biogás pode ser utilizado como energia térmica ou elétrica, de modo que não se dependa de concessionárias de energias elétricas (Bonturi et al., 2012; Hahn et al., 2012; Silva et al 2018).

A digestão anaeróbica consiste na transformação da matéria orgânica - consideradas compostos complexos - em substâncias mais simples (metano e dióxido de carbono), por meio de diferentes microorganismos. É importante salientar que a utilização de tal processo tem um viés ambientalmente sustentável e energeticamente econômico, sendo um processo com grande potencial de melhorias para um desempenho mais eficiente (Araújo, 2010; Silva et al 2018).

Esse desenvolvimento de tecnologias alternativas para o manejo e o tratamento de dejetos suínos é uma solução efetiva para regiões com problemas de alta concentração da produção de suínos. Estima-se que um metro cúbico de biogás se necessita de 12 quilos de esterco suíno; e que uma granja de terminação de suínos com 1.200 animais, produz aproximadamente 5.400 litros de dejetos por dia (Barreira, 2011; Oliveira, 2004).

Nessas regiões que predominam as criações de suínos o uso do biodigestor se torna um importante aliado na sustentabilidade ambiental. De modo que se tenham todas as vantagens competitivas de um biodigestor e uma melhor gestão ambiental com agregação de valor aos dejetos, se requer monitoramento do processo para se obter um bom composto orgânico, mão-de-obra qualificada para essa finalidade e que entenda a finalidade do manejo corretor dos dejetos.

## TIPOS DE BIODIGESTORES

Com o crescimento brasileiro do setor agropecuário, o emprego de biodigestores vem se mostrando uma importante ferramenta tecnológica para questões de gerenciamento dos resíduos provenientes da produção, ou mesmo, dejetos. Em que, por meio da ação de digestão anaeróbica por microrganismos, pode atuar como uma solução eficiente na diminuição da pressão ambiental provocada pelas atividades, além de produzir produtos como biogás e biofertilizantes, que podem favorecer trazer inúmeros benefícios (Rodrigues et al., 2019).

De forma que, com a tendência atual com a necessidade de intensificar os sistemas de produção de alimentos, com a implantação cada vez mais de sistemas de confinamentos totais, como no caso de suínos, que é uma das espécies que apresenta maior geração de volume de dejetos em parâmetros de unidade de área ocupada. Acaba afligindo os produtores quanto ao manejo correto, destino final adequado e que possa reduzir as interferências ao meio ambiente (Bonega et al., 2018).

O que direciona o emprego dos biodigestores como uma alternativa eficiente e que pode proporcionar a redução de diversos impactos. Tornando-se viável quanto a destino dos dejetos animais, além de poder contribuir com a redução de custo relacionados com energia, em resposta da transformação do biogás, que é constituído em maior proporção principalmente de Metano (CH<sub>4</sub>) e Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Além de adubos(biofertilizantes), a matéria orgânica proveniente após da fermentação, rica em nitrogênio (Côrtes et al., 2019).

Apresentando diversas vantagens que vai além da produção de biogás e biofertilizantes, até a redução da pressão sobre recursos hídricos e meio ambiente, redução de odores nas propriedades agrícolas, diminuição de patógenos e coliformes, produção de gás, energia limpa e uma infinidade de aplicações (Pereira et al., 2018).

**Quadro 1.** Componentes presentes no sistema do biodigestor anaeróbico e suas funções. Fonte: Adaptado de Salomom et al. (2007).

Componentes	Funções
Tanque de Entrada	Deposição dos dejetos
Tubo de Carga	Local em que é realizado a introdução dos resíduos no digestor
Digestor	Processa a fermentação da matéria orgânica

<b>Componentes</b>	<b>Funções</b>
Septo	Constituí por ser uma parede dentro do digestor que divide e direciona o fluxo dos resíduos
Gasômetro	Câmara em que é acumulado o biogás
Tubo de Descarga	Local pelo qual é expelido o resíduo líquido após o processo de fermentação
Leito de secagem	Local em que é recolhimento o resíduo líquido e realizado a secagem para transformação em biofertilizantes
Saída do Biogás	Tubulação de condução para o destino final do biogás

Tendo em vista que os biodigestores anaeróbicos compreendem por ser um equipamento fechado, que deve ser disposto em local que possa ser relativamente quente e sem a presença de oxigênio (Tietz et al., 2014). Podendo ser constituído na maior parte por uma estrutura física basicamente composta pelos seguintes componentes observados no Quadro 1, podendo alterar conforme o modelo empregado.

Considerando que os biodigestores podem ser classificados de acordo com o seu abastecimento, em contínuos e em batelada. Sendo os contínuos caracterizado pelo processo de alimentação periodicamente em períodos curtos de tempo, devido possuir compartimento de entrada e de saída da matéria orgânica. Já o em batelada, o abastecimento é realizado em um único período e somente é alimentado novamente após o período de digestão total do material introduzido (Freitas et al., 2020).

De forma que a biodigestão anaeróbia empregada pelos microorganismos ocorre por meio da degradação ou decomposição da biomassa, em um processo de 4 fases normalmente: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (Soares et al., 2017).

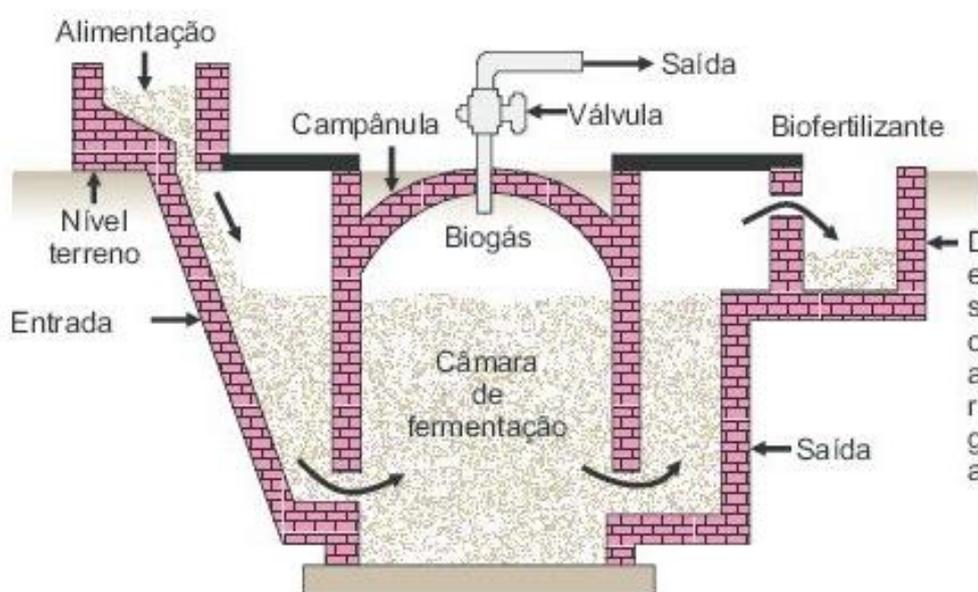
No qual é realizado na fase 1, etapa de hidrólise, a transformação das moléculas complexas das cadeias carbônicas de proteínas, lipídios e carboidratos para mais simples, aminoácidos, açúcares, glicerol e ácidos graxos como produtos finais desta reação. Na fase 2, Acidogênese, as bactérias convertem os compostos reduzidos da fase anterior em ácido acético, ácidos graxos, dióxido de carbono, dentre outros compostos. Após na fase 3, acetogênese, ocorre a formação de substratos para a produção do metano, a partir da fermentação de hidratos de carbono, liberando hidrogênio e CO<sub>2</sub>. Por fim, na última etapa, metanogênese, ocorre o resultado final do processo, com a produção de metano (CH<sub>4</sub>) por meio de bactérias acetotróficas e hidrogenotróficas (Cremonez et al., 2013; Lopes et al., 2020).

Existindo uma gama de modelo de biodigestores, que possibilitam a realização desse processo, necessitando apenas adequar de acordo com as necessidades e o custo a ser investido. Assim, dentre os modelos existentes de biodigestores, os mais comuns e empregados são o de modelo Indiano, Chinês e Canadense (Santos et al., 2017).

## BIODIGESTOR MODELO CHINÊS

Este tipo de biodigestor é caracterizado pela sua construção ser de uma câmara cilíndrica quase que totalmente em alvenaria, possuir um teto em forma de abóboda, ou seja, em forma de arco. Apresenta um custo menor em relação a outros modelos em decorrência de não ser necessário o emprego de gasômetro em chapa de aço, resultado da alvenaria presente na sua estrutura. Seu funcionamento é baseado em princípios de prensa hidráulica, permitindo em situações de aumento de pressão em seu interior, no deslocamento do biogás presente na câmara de fermentação para o compartimento de saída, assim como, pode ocorrer descompressão em sentido contrário (Bonturi et al., 2012; Frigo et al., 2015).

Possui vantagens em relação ocupação de espaço, custo, menor interferência de variação de temperatura, no entanto pode apresentar problemas com vazamentos de biogás, se sua estrutura não apresentar boa vedação (Fernandes Filho et al., 2018). A Figura 1 representa as suas características.

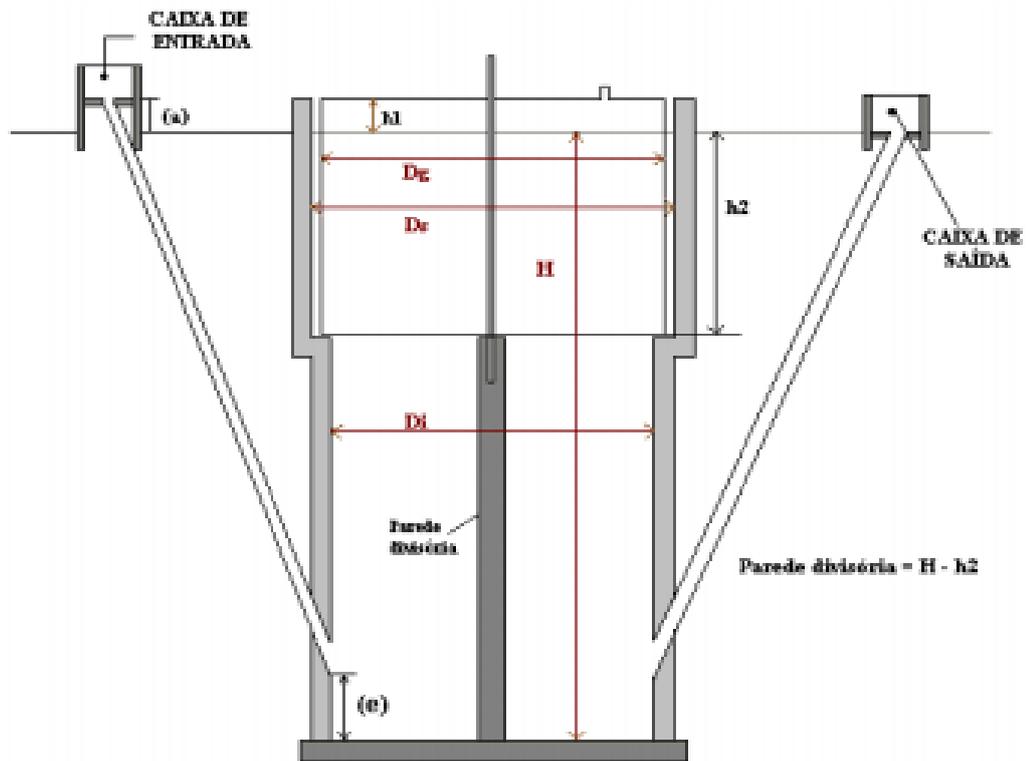


**Figura 1.** Representação de um biodigestor modelo Chinês. Fonte: (Emas Junior, 2020).

## BIODIGESTOR MODELO INDIANO

Este modelo é caracterizado principalmente por possuir campânula flutuante atuando como gasômetro feita em chapa de aço, no qual pode ser introduzida na parte superior da biomassa que está em fermentação ou externamente em um selo d'água. Construído verticalmente em alvenaria e revestido por cimento, em que é dividido em duas câmaras, sendo uma ligada ao tubo de entrada da biomassa e a outra ao de saída (Silva et al., 2018; Tanaka et al., 2020).

Apresenta vantagens por fácil construção e menor ocupação de espaço, no entanto dependendo o material como o gasômetro em metal, pode aumentar os custos de construção (Moura et al., 2017). Na Figura 2 é disposto a visualização deste modelo.



**Figura 2.** Representação de um biodigestor modelo Indiano. Fonte: (Frigo et al., 2015).

### **BIODIGESTOR MODELO CANADENSE**

Este modelo basicamente é caracterizado pela sua construção de base retangular, sendo sua caixa de carga em alvenaria e a cobertura em geomembrana sintética de polietileno, que infla com a produção do gás. Possui uma área maior de exposição solar, possibilitado uma maior formação de biogás. Dispõe ainda de registro que permite o controle de saída do biogás e um queimador (Veloso et al., 2018; Alcócer et al., 2020).

É um modelo bem difundido pelo Brasil, por vantagens de produção maior de biogás, fácil instalação e limpeza, emprego em diversos tipos de propriedade, de pequeno, médio e grande porte (Fernandes Filho et al., 2018). No entanto, apresenta desvantagem em relação ao custo cúpula. A Figura 3 ilustra sua representação.

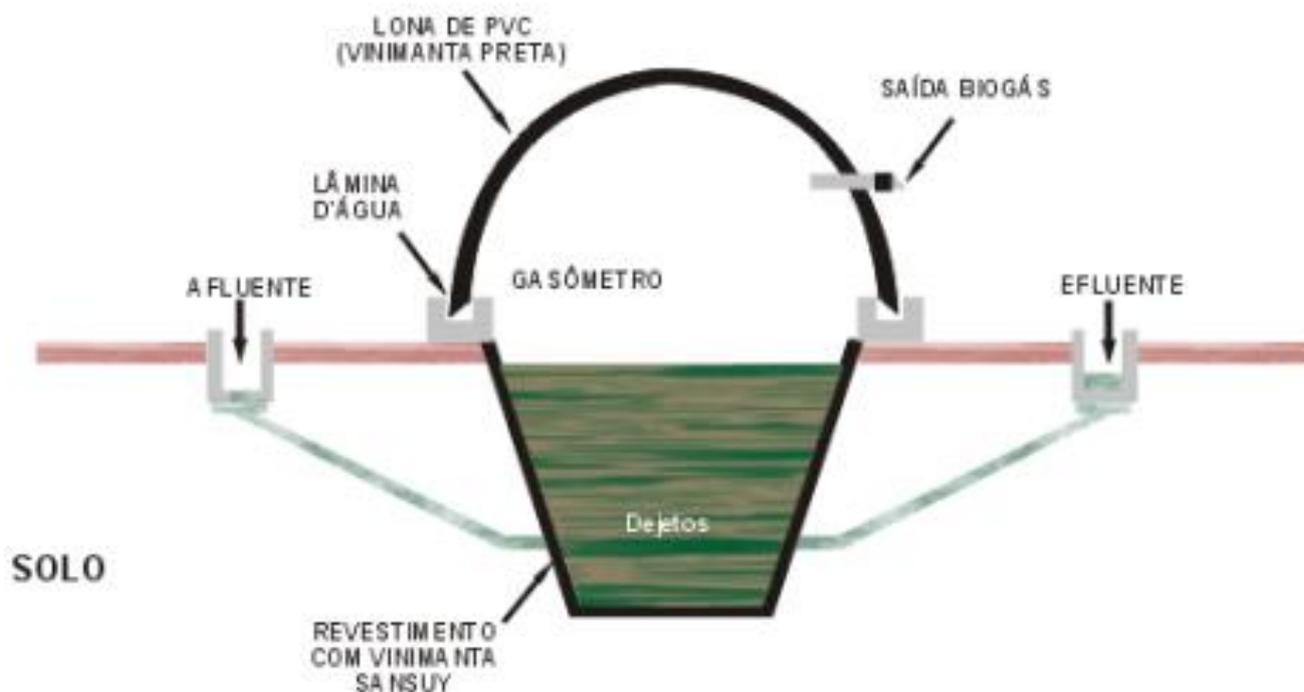


Figura 3. Representação de um biodigestor modelo Canadense. Fonte: (Frigo et al., 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de biodigestores atualmente é uma realidade em muitas propriedades rurais do Brasil, devido as características climáticas o modelo canadense é o mais utilizado. Entretanto o ainda existe um potencial muito grande a ser explorado, pois ainda precisa se difundir ainda mais sobre as vantagens de ter um biodigestor na propriedade. Além disso, não existe linhas de crédito rural específicos para a implementação de técnicas sustentáveis.

Como observado ao longo desse capítulo a suinocultura apresenta grande potencial para a produção, visto o volume gerado diário de matéria orgânica. Dessa forma, uma forma sustentável ambientalmente e econômica do produtor reduzir os impactos ambientais e custos de sua produção.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Mosaic e Mosaic Fertilizantes pela concessão do auxílio financeiro para realização do projeto “Biodigestores no tratamento de resíduos de suínos para geração de energia e biofertilizantes para pequenas propriedades na região de Alfenas-MG” do Edital da Água 2020.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCS (2019). Dados de Mercado da Suinocultura. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. Brasília, DF: ABSC.
- Al Seadi T et al. (2013). Biogas digestate quality and utilization. *The Biogas Handbook*. Elsevier, 1(1): 267–301.
- Alcócer JCA et al. (2020). Uso do biodigestor na suinocultura: uma alternativa à sustentabilidade ambiental na região do maciço de Baturité, Ceará. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 9(2): 783-818.
- Almeida CR et al. (2016). Estudo da viabilidade da implantação de biodigestor no município de Hortolândia para geração de biogás. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*, 6(1): 35-52.
- Angonese AR et al. (2006). Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(3): 745–750.
- Araújo EP et al. (2010). Estudos de geração de biogás com base em parâmetros microbiológicos em uma célula experimental de resíduos sólidos urbanos. *Revista de Tecnologia de Fortaleza*, 31(2): 230-238.
- Barreira P (2011). Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. 3 ed. São Paulo: Ícone. 106p.
- Barros EC et al. (2019). Potencial agronômico dos dejetos suínos. Embrapa: Suínos e Aves, 52p.
- Benega RM et al. (2018). Utilização do biodigestor para tratamento de dejetos da suinocultura. *Ciência Veterinária UniFil*, 1(1): 136-144.
- Bonturi GL et al. (2012). Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: Análise de vantagens socioambientais. *Revista Ciências do Ambiente*, 8(2): 88-95.
- BRASIL (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 15 maio 2021.
- BRASIL (1998). Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências: seção 1, n. 147, Brasília, DF, p. 1, 13 fev. 1998.
- BRASIL (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2010.
- Calza LF et al. (2015). Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(6): 990-997.
- Cmmad (1988). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

- Côrtes DA et al. (2019). Biodigestores rurais e sua importância na sustentabilidade ambiental. *Humanidades & tecnologia em revista*, 18(1): 97-108.
- Costa AA et al. (2018). Tratamento do dejetos de suíno por biodigestão anaeróbia. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(3): 801-823.
- Cremonez PA et al. (2013). Biodigestão anaeróbia no tratamento de resíduos lignocelulósicos. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 2(1): 21-35.
- Dominiak AL et al. (2016). Projeto e implantação de sistemas de geração de biogás em pequenas propriedades rurais como fonte alternativa de energia. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Monografia), Curitiba. 56f.
- Emas JR (2021). Tipos de biodigestor: entenda o funcionamento e qual é o melhor para você. Disponível em: <https://emasjr.com.br/entenda-os-tipos-de-biodigestor-e-qual-e-o-mais-adequado-para-voce>.
- Embrapa (2020). Estatística: desempenho da produção. Embrapa Suínos e Aves. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 15 maio 2021.
- Farret FA (2010). Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica. 2. ed. Santa Maria, RS: Editora UFSM. 242p.
- Fernandes Filho AC et al. (2018). Utilização de biodigestores para geração de energia elétrica a partir de dejetos de suínos no Brasil. *Inovae*, 6(1): 67-84.
- Freitas LR et al. (2020). Construção de experimento de baixo custo e de alto interesse social: montagem de biodigestor caseiro. *Brazilian Journal of Development*, 6(5): 30099-30106.
- Frigo KDA et al. (2015). Biodigestores: seus modelos e aplicações. *Revista Acta Iguazu*, 4(1): 57-65.
- Fukuda JC (2013). Projeto de instalação de um biodigestor de baixo custo na sede de uma unidade de conservação. Pós-Graduação em Formas Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras (Monografia), Lavras. 51f.
- Gaspar RMBL (2003). Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR. Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação), Florianópolis. 119f.
- Gusmão MMFCC (2008). Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação), Florianópolis. 170p.
- Hahn L et al. (2012). Persistência de patógenos e do antibiótico salinomycin em pilhas de compostagem de cama de aviário. *Archivos de zootecnia, Córdoba*, 61(234): 279-285.
- IBGE (2018). Suinocultura: estatística da produção pecuária. Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 83p.
- IBGE (2019). Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Brasília.

- Ipiranga ASR et al. (2011). Introdução. RAM, Revista de Administração Mackenzie (Online), São Paulo, 12(3): 13-20.
- Ito M et al. (2016). Impactos ambientais da suinocultura. Bando Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, BNDES Setorial, 44(1): 125–156.
- Jacobi T (2003). Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisas, 1(118): 189-205.
- Khalid A et al. (2011). The anaerobic digestion of solid organic waste. Waste Management, 31(8): 1737–1744.
- Kunz A et al. (2005). Biodigestor para tratamento de dejetos de suínos: influência da temperatura ambiente. Embrapa Suínos e Aves, 1(1): 1–5.
- Lopes MC et al. (2020). Benefícios que podem ser oportunizados com o emprego de um biodigestor de pequeno porte em pequenas propriedades rurais do norte de Minas Gerais. Recital –Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, 2(1): 153-165.
- Martins FM et al. (2019). O abalo sísmico que mudou o rumo do mercado global de carnes. Anuário 2020. Suinocultura Industrial, 6(291): 14-19.
- Miele M et al. (2011). O desenvolvimento da suinocultura brasileira nos últimos 35 anos. In: Souza JCPVB et al. (Ed.). Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. p. 85-102.
- Moura RS et al. (2017). Análise da viabilidade do uso de biodigestores em propriedades rurais. For Science: revista científica do IFMG, 5(3): 1-16.
- Nascimento H. (2020). A produção e o consumo de carne suína no mundo. Suinocultura industrial. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/a-producao-e-o-consumo-de-carne-suina-no-mundo/20200512-110921-k561>. Acesso em: 13 maio 2021.
- Oliveira PAV (2004). Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Embrapa: Suínos e Aves. 109p.
- Pereira LC et al. (2018). Estudo comparativo de biogás produzido com resíduos animais. Revista Brasileira de Energias Renováveis, 7(4): 406- 422.
- Pott CM et al. (2017). Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Estudos Avançados, 31(89): 271-283.
- Quintas JS (2006). Introdução à gestão ambiental pública. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2 ed. Brasília: IBAMA, 134p.
- Rodrigues NS et al. (2019). Uso de biodigestores para impulsionar a sustentabilidade ambiental. Brazilian Journal of Development, 5(1): 462-487.
- Romulo S (2013). Direito ambiental. Fundação Getúlio Vargas, Direto Rio. 181p.
- Salomom KR et al. (2007). Biomassa. Itajubá: FAPEPE. 36 p.

- Santos DF et al. (2017). Biodigestores como alternativa à sustentabilidade ambiental no campo brasileiro: Um balanço bibliográfico acerca dos modelos indiano, chinês e batelada. *Ciência Agrícola*, 15(Sup.): 35-39.
- Silva ML et al. (2018). Biodigestor como uma tecnologia de aproveitamento dos dejetos de suínos: Alternativa sustentável no município de Barreira, Ceará. *Interdisciplinary Scientific Journal*, 5(3): 1-14.
- Soares CMT et al. (2017). Fatores que influenciam o processo de digestão anaeróbia na produção de biogás. *Nativa*, 5(1): 522-528.
- Tanaka GC et al. (2020). Simulação de um modelo de otimização de biodigestores para a produção sustentável de bioenergia. *Brazilian Journals of Business*, 2(2): 1140-1150.
- Tietz CM et al. (2014). Influência da temperatura na produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 3(1): 80-96.
- Veloso AV et al. (2018). Custo energético de construção de biodigestores para o manejo e tratamento de resíduos da suinocultura. *Revista Energia na Agricultura*, 33(4): 330-337.
- Vivan M et al. (2010). Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(3): 320-325.
- Winckler ST et al. (2017). Impactos socioambientais da suinocultura no oeste catarinense e a iniciativa de implantação de biodigestores pelo Projeto Alto Uruguai. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 41(1): 237-251.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

agricultura, 11, 19, 20, 21, 23, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 67, 68, 70, 72, 76, 77, 79, 91  
 Agricultura inteligente, 33  
 agronegócio, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 26, 31, 32, 34, 36, 38, 43, 47, 49, 53, 55, 57, 58, 76  
 agropecuária, 21, 37, 45, 46, 53, 61, 70  
 água, 18, 20, 23, 26, 27, 34, 36, 45, 55, 57, 68, 71, 76, 79, 80, 83, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

### B

biodigestores, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 85  
 biogás, 20, 77, 80, 81, 82, 83, 84  
 biológica, 20, 58  
 Biossegurança, 24, 26

### C

conservacionista, 67, 68, 69, 70, 71, 72

### D

desafio, 10, 17, 31, 35, 37, 43, 48, 55, 57, 58, 72, 78, 80  
 desenvolvimento, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 36, 38, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 67, 72, 77, 78, 80, 91, 92, 94  
 digitais, 31, 32, 35, 37, 38, 49

### E

economia, 6, 7, 8, 9, 10, 23, 31, 37, 43, 46, 47, 53, 93  
 estratégias, 8, 10, 11, 16, 17, 20, 55, 56, 58

### F

Floresta, 20, 59, 69, 70

### G

gargalos, 8, 16, 22, 23, 27, 49  
 globalização, 6, 32

### I

impacto ambiental, 11, 57, 78, 79  
 inovações, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 45, 53, 92  
 Inteligência Artificial, 32, 47  
 inteligência humana, 32  
 Internet das coisas, 34  
 irrigação, 20, 34, 36, 37, 45, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97  
 Irrigação de precisão, 90, 91

### L

Lavoura, 20, 59, 69, 70  
 legislações, 21, 22, 23, 27

### M

máquinas, 20, 25, 32, 33, 35, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 59, 72, 90, 93, 96  
 meio ambiente, 17, 18, 20, 21, 23, 27, 45, 46, 49, 55, 56, 58, 59, 76, 77, 78, 79, 81  
 mercado, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 19, 22, 24, 26, 35, 48, 53, 55, 59, 77, 78, 96  
 modelagem, 32, 33, 35  
 modelos matemáticos, 31, 32, 33, 34

### N

negócio, 11, 16, 17

### P

Pecuária, 20, 59, 69, 70  
 pesquisa, 7, 8, 9, 16, 17, 21, 22, 25, 26, 38, 62, 97  
 plantio, 18, 19, 26, 34, 37, 44, 49, 59, 60, 61, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 91  
 Plantio Direto, 19, 68, 71, 72  
 produção agrícola, 18, 31, 38, 42, 43, 53, 54, 57, 59, 67, 68, 69, 77, 90, 92  
 produtividade, 6, 8, 9, 10, 12, 18, 20, 21, 23, 31, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 67, 68, 72, 90  
 produtivo, 6, 8, 20, 24, 27, 46, 56, 57, 58, 59, 62, 80, 90

produtores, 10, 11, 12, 18, 21, 23, 31, 43, 44, 45,  
46, 49, 61, 62, 67, 72, 76, 78, 80, 81, 90, 91,  
95, 96

**R**

recursos naturais, 19, 31, 48, 49, 55, 56, 57, 58,  
59, 67, 78, 80  
revolução tecnológica, 43, 45

**S**

sensoriamento remoto, 35, 47, 96  
sistemas integrados, 68, 69, 70, 96  
*startups*, 34, 91

**T**

técnicas, 8, 16, 18, 20, 32, 35, 42, 44, 47, 50, 56,  
57, 59, 62, 67, 68, 70, 72, 79, 85, 91  
tecnologias, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 22, 31, 32, 34,  
37, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 53, 54,  
57, 62, 67, 80, 90, 96

**U**

uso sustentável, 21, 58, 93

**V**

variações climáticas, 91

## SOBRE OS ORGANIZADORES



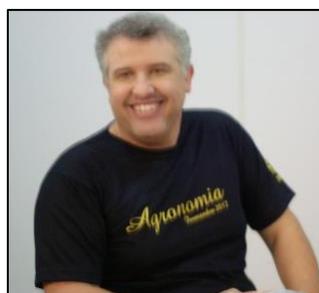
  **Bruno César Góes**

Graduado em Administração pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2016). Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2019). Doutor em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2020). Docente da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Campus de Alfenas-MG.



  **Fernando Ferrari Putti**

Graduado em Administração pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2012). Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu (2014). Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu (2015). Docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), da Faculdade de Ciências e Engenharia, Campus de Tupã-SP.



  **Adriano Bortolotti da Silva**

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1997), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (2001) e doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (2006). Atualmente é professor da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS). Coordenador do Mestrado Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária e do Doutorado em Agricultura Sustentável.



ISBN 978-658831998-7



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)