

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2 /
Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-446-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.464210109>

1. Microbiologia. 2. Clínica. 3. Ambiental. 4. Alimentos.
I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.
CDD 579

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O livro “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos 2” é uma obra composta por trabalhos científicos na forma de artigos originais e de revisão, todos relacionados ao cultivo e triagem de micro-organismos.

A Microbiologia é uma área bastante ampla, com interface não só com as Ciências Biológicas, mas também com a área de Saúde, como Medicina, Enfermagem, Medicina comunitária, Nutrição, Farmacologia, Imunologia, Saúde coletiva, Farmácia e áreas correlatas. Ao longo destes 14 capítulos serão discutidos avanços da ciência e serão revistos conceitos importantes dentro da Microbiologia básica e clínica, Bacteriologia, Micologia, Parasitologia, Virologia, além de propor a discussão destes temas de forma atualizada e dinâmica. Este livro será, portanto, muito importante para auxiliar estudantes e profissionais no reconhecimento e caracterização de micro-organismos, na prevenção e no combate a doenças causadas pelos mesmos ou ainda para sua utilização industrial, comercial, medicinal e nutricional.

Esta obra, bem como todas as publicações da Atena Editora, passou pela avaliação de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. Assim, apresentamos ao leitor um trabalho de excelente qualidade, atualizado e devidamente avaliado por pares.

Esperamos que gostem da leitura.


Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FORMAÇÃO DE BIOFILME POR BACTÉRIAS


Marly Marques Rego Neta
Inara Viviane de Oliveira Sena
Antonio Rosa de Sousa Neto
Josie Haydée Lima Ferreira
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101091>

CAPÍTULO 2..... 14

AValiação DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RESIDENCIAIS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO SANTO ANTÔNIO, NA CIDADE DE PORTO VELHO-RO/BRASIL


Deizieny Aires da Silva Almeida
Iasmin Pinheiro de Sousa
Taciára Letícia Oliveira Mendes
Helen Queite Guterres Barros Gazola
Adriele Maiara Carneiro Muniz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101092>

CAPÍTULO 3..... 20

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) DO TIPO UARINI, COMERCIALIZADA NA FEIRA DA MANAUS MODERNA NA CIDADE DE MANAUS-AM


Hualef Sérgio da Silva Pereira
Raynara Inácio de Araújo
Williene Coelho da Silva
Uziel Ferreira Suwa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101093>

CAPÍTULO 4..... 28

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE *Sporothrix brasiliensis*: AGENTE DE ESPOROTRICOSE DE TRANSMISSÃO ZONÓTICA

Fernanda de Andrade Galliano Daros Bastos
Renata Botti Okar
Louise Tamirys Camargo
Regielly Caroline Raimundo Cognialli
Flavio de Queiroz-Telles


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101094>

CAPÍTULO 5..... 38

***Acinetobacter baumannii*: INFECÇÕES ASSOCIADAS, RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA, TRATAMENTO, PREVENÇÃO E CONTROLE**

Ivina Meneses dos Santos e Silva
Júlia Rodrigues Holanda


Rebeca dos Santos Miranda de Oliveira
Antonio Rosa de Sousa Neto
Inara Viviane de Oliveira Sena
Rosângela Nunes Almeida
Kelly Myriam Jimenez de Aliaga
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101095>

CAPÍTULO 6..... 49

BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO EM LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS: PROCESSO DE ISOLAMENTO EM NÓDULOS RADICULARES

Mayan Blanc Amaral
Edevaldo de Castro Monteiro
Tamiris dos Santos Lopes
Thiago Neves Teixeira
Bruno José Rodrigues Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101096>

CAPÍTULO 7..... 55

CAPSAICINA COMO UMA MOLÉCULA BIOATIVA PROMISSORA CONTRA MICRO-ORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA E AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Maria Gabriela Ferreira
Meliza Arantes de Souza Bessa
Ralciane de Paula Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101097>

CAPÍTULO 8..... 69

HIDRÓLISE DO AMIDO DE MILHO: LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS PARA FABRICAÇÃO DE ETANOL

Paulo Henrique Silva Lopes
Adeline Cristina Pereira Rocha
David Lee Nelson
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101098>

CAPÍTULO 9..... 81

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS LABORATORIAIS E CLÍNICOS DE PACIENTE COM SEPSE EM HOSPITAL PRIVADO DE MINAS GERAIS

Mariana de Souza Carvalho
Isadora Moreira Costa do Nascimento Nogueira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101099>

CAPÍTULO 10..... 91

BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ISOLADAS NO MANGUEZAL DO LITORAL DO PARANÁ: ESTUDO PRELIMINAR

Cláudia Cristina da Conceição Munhoz


Matheus Sampaio de Araujo
Juciane Modesto dos Santos
Caroline Alves Cordeiro
Camila Souza Almeida dos Santos
Kassiely Zamarchi
Nigella Mendes de Paula
Gabriela Xavier Schneider
Alessandra Tenório Costa
Danyelle Stringari
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010910>

CAPÍTULO 11..... 106

IDENTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS PRESENTES NO CÓRREGO ALVARENGA DO COMPARTIMENTO DO BRAÇO DO ALVARENGA DO RESERVATÓRIO BILLINGS, NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

Vitoriana Barbosa Veiga Reis
Marta Ângela Marcondes
Mônica Teixeira Andrade Leal
André Contri Dionizio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010911>

CAPÍTULO 12..... 116

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA


Daniela Cristina Souza Oliveira
Ludimila Rodrigues Dayrell
Marcus Henrique Canuto
David Lee Nelson
Arlete Barbosa dos Reis
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010912>

CAPÍTULO 13..... 129

RELATO DE INFESTAÇÃO POR PIOLHOS *Gliricola porcelli* EM PORQUINHO-DA-ÍNDIA (*Cavia porcellus*) EM RONDÔNIA, BRASIL

Ketly Lorrainy Rodrigues de Oliveira Lima
Renato da Silva
Kétury Silva dos Passos
Jussania Barbosa Oliveira
Rafael M. Godoi
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010913>

CAPÍTULO 14..... 134

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS ASSOCIADAS AO BARBATIMÃO (*STRYPHNOENDRON* SP.) NATIVO DO CERRADO

Lavínia Cipriano

Gabriela Moraes Silva
Cristina Paiva de Sousa
Felipe de Paula Nogueira Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010914>

SOBRE A ORGANIZADORA.....	147
ÍNDICE REMISSIVO.....	148

CAPÍTULO 12

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 06/08/2021

Daniela Cristina Souza Oliveira

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9158225865037360>

Ludimila Rodrigues Dayrell

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1248902193106598>

Marcus Henrique Canuto

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7621355940293798>

David Lee Nelson

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4169839363186966>

Arlete Barbosa dos Reis

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0225518466080582>

Vivian Machado Benassi

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8244877867115110>

RESUMO: Os biocombustíveis vêm se tornando uma excelente fonte de energia alternativa. A produção de biogás é uma tecnologia bem estabelecida principalmente para a geração de energia renovável e também para a valorização e tratamento de resíduos orgânicos. O biogás é obtido de um processo biológico, chamado digestão anaeróbica, na qual diferentes microrganismos decompõem a matéria orgânica. O biogás obtido pela digestão anaeróbica dos recursos renováveis pode ser utilizado para a produção de calor, eletricidade ou combustível de transporte. Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica do processo de digestão anaeróbica.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestão anaeróbica; Metano; Bioenergia.

ABSTRACT: Biofuels are becoming an excellent source of alternative energy. Biogas production is a well-established technology primarily for the generation of renewable energy and also for the recovery and treatment of organic waste. Biogas is obtained from a biological process, called anaerobic digestion, in which different microorganisms break down organic matter. Biogas obtained from the anaerobic digestion of renewable resources can be used to produce heat, electricity or transport fuel. This study presents a literature review of the anaerobic digestion process.

KEYWORDS: Biodigestion; Metano; Bioenergy.

1 | INTRODUÇÃO

Em função da crescente demanda de

combustíveis e do aumento da emissão de gases do efeito estufa, faz-se necessário cada vez mais o uso de combustíveis limpos e renováveis (ALVIM; ALVIM; SALES; SALES et al., 2014). O biogás tem sido reconhecido como uma fonte de energia renovável disponível para acelerar consideravelmente o desenvolvimento socioeconômico. Esse pode ser valorizado direta ou indiretamente para diversas aplicações, como a produção de produtos químicos de valor agregado ou como substituição do gás natural (KAPOOR; GHOSH; TYAGI; VIJAY et al., 2020).

Dessa forma, a produção do biogás vem aumentando a cada ano, e tem se mostrado como uma alternativa viável, principalmente para o setor agropecuário, por reduzir a quantidade de efluentes, a emissão de gases na atmosfera e a contaminação do solo. Uma das principais vantagens deste biocombustível é a proximidade entre a produção e a fonte de consumo, diminuindo as perdas na transmissão e distribuição de energia.

O biogás pode ser convertido em energia térmica ou elétrica e a sua aplicação pode ser adaptada à demanda local, além de ser convertido em biometano para utilização em automóveis, caminhões e máquinas agrícolas. Apesar de ter uma participação muito baixa na matriz energética brasileira, cerca de 1%, a capacidade instalada de biogás para geração elétrica cresceu mais de 100% entre 2013 e 2018 (FERNANDES; MARIANI, 2019).

Além dos benefícios decorrentes do tratamento adequado dos resíduos de biogás, o efluente digerido, incluindo a matéria orgânica tratada, pode ser aplicado como fertilizante, reduzindo o uso de fertilizantes artificiais e, conseqüentemente, diminuindo os custos (BRAMLEY; SHIH; FOBI; AXUM *et al.*, 2011).

A tecnologia de digestão anaeróbia é um processo com ampla aplicabilidade para a conversão de resíduos e efluentes orgânicos em biogás, associando o tratamento adequado a uma fonte perpétua de energia renovável. O processo de biodigestão se desenvolve sobre resíduos rurais (esterco), agroindustriais (vinhaça, efluentes das indústrias de laticínios e dos matadouros), domésticos ou comunitários (lama de esgotos) e, também, sobre plantas (aguapé) (MALAJOVICH, 2012; TUNES, 2017).

Apesar de ser considerada uma estratégia promissora, o processo de digestão anaeróbia deve ser cuidadosamente avaliado antes de ser implementado em larga escala, especialmente em relação às características dos substratos, como matéria orgânica e valor nutricional, macro nutrientes, elementos traços e produção específica de biogás. Esses parâmetros influenciam diretamente alguns outros parâmetros importantes do processo tais como o pH, a acumulação de inibidores potenciais, macro nutrientes, deficiências de elementos traços e também as taxas de degradação (JANKE; LEITE; BATISTA; SILVA *et al.*, 2016). Nesse contexto, tendo em vista o crescimento e importância do setor dos biocombustíveis, o presente estudo busca referenciar a produção de biogás a partir da tecnologia de biodigestão anaeróbia.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biogás

O biogás é composto principalmente por metano e gás carbônico, e pode ser utilizado na geração de energia elétrica, mecânica e no aquecimento (CALZA; DE LIMA; NOGUEIRA; SIQUEIRA *et al.*, 2016). A geração de energia elétrica pode ser feita pela queima do biogás em turbinas e em motores do ciclo de Otto e diesel, devidamente adaptados, sendo considerada uma fonte de energia limpa e própria para uso em propriedades rurais. O biofertilizante por outro lado trata-se de um adubo natural rico em nitrogênio (MARCUCCI, 2018).

De acordo com Granato *et al.* (2002), o biogás proveniente da biodigestão anaeróbia da vinhaça pode ser explorada das seguintes maneiras: (i) queimá-lo completamente na caldeira, gerando vapor para operar todo o mecanismo para esmagar a cana-de-açúcar. Neste caso, os estudos mostram que existe um excedente de 25-28% de todo o bagaço que é geralmente queimado em caldeiras e poderia ser utilizado para outros fins; (ii) um terço do biogás poderia ser purificado, produzindo metano para substituir todos os combustíveis utilizados na indústria agrícola durante a colheita, e os restantes dois terços seriam queimados em caldeiras que fornecem um excedente de 18% do bagaço; (iii) utilizar a totalidade do biogás para acionar uma turbina a gás, conjugada a um gerador elétrico.

O aumento do gás metano é considerado um dos componentes do aquecimento global. Portanto, é essencial reduzir a auto decomposição da biomassa e utilizar o biometano gerado por biomassa para fins úteis sem liberá-lo na atmosfera (DE BHOWMICK; SARMAH; SEN, 2018).

O poder calorífico do biogás é variável estando na faixa de 22.500 a 25.000 kJ/m³, admitindo o metano com cerca de 35.800 kJ/m³. Isto significa um aproveitamento de 6,25 a 10 kWh/m³. Sua potencialidade é demonstrada quando tratado, pois o seu poder calorífico pode chegar a 60% do poder calorífico do gás natural (JORDÃO; PESSÔA; VON SPERLING, 2006; SALOMON; LORA, 2009).

Há um alto potencial na produção de biogás globalmente. Moreda (2016) avaliou um potencial elétrico mínimo de 0,162 TWh/ano no Uruguai, considerando a digestão anaeróbia de resíduos agrícolas, esterco animal, vinhaça, lodo de tratamento de efluentes e resíduos sólidos urbanos.

Lamo (1991) demonstrou o potencial energético de uma tonelada de cana podendo gerar 909,90 x 10³ kcal de energia (álcool e biogás). Entretanto, caso não se aproveite o biogás resultante da biodigestão da vinhaça, deixa-se de recuperar 7,5% do total de energia disponível em uma tonelada de cana.

2.2 Biodigestão anaeróbica

A biodigestão anaeróbia pode ser definida como um processo biológico natural no qual um consórcio de diferentes tipos de microrganismos interagem promovendo a transformação de compostos orgânicos complexos em compostos simples, resultando principalmente, na produção de metano e dióxido de carbono. Como resultado desta fermentação ocorre a liberação de biogás e a produção de biofertilizante (MORAES; ZAIAT; BONOMI, 2015).

Para Fuess (2017), a (bio)digestão anaeróbia compreende um processo biológico natural que ocorre na ausência de oxigênio livre, no qual a matéria orgânica é convertida em uma mistura gasosa a partir da atividade sintrófica de diversas populações de microrganismos. Esta mistura gasosa, conhecida como biogás, é formada principalmente por metano e dióxido de carbono, além de menores frações de hidrogênio nitrogênio e sulfeto de hidrogênio, apresentando grande potencial energético devido à presença do CH_4 e de H_2 .

Esta tecnologia permite o tratamento de resíduos com alta carga orgânica de forma a reduzir seu volume produzindo um biofertilizante rico em nutrientes, e ainda obter um aproveitamento energético através da recuperação dos gases gerados no processo (NEVES, 2016).

Segundo Morais *et al* (2015), a digestão anaeróbica oferece vantagens ambientais e energéticas. Do ponto de vista ambiental, ela reduz a conteúdo de matéria orgânica presente nos resíduos tornando-os menos poluentes quando descartados no meio ambiente. Em relação ao aspecto energético, o processo anaeróbio possibilita a geração de um biogás que pode ser utilizado como fonte alternativa de energia.

O tratamento anaeróbico fornece um método de redução da poluição das operações agrícolas e industriais e, ao mesmo tempo, compensa o uso de combustíveis fósseis pelas operações. Como uma das mais eficientes tecnologias de tratamento de resíduos e efluentes, a digestão anaeróbica tem sido amplamente utilizada para o tratamento da lodo municipal e da aplicação limitada no tratamento de resíduos industriais orgânicos, incluindo resíduos de processamento de frutas e hortaliças, resíduos de embalagem e resíduos agrícolas (CHEN; CHENG; CREAMER, 2008; PARKIN, 1983).

2.3 Etapas do processo de digestão anaeróbica

A conversão anaeróbia da matéria orgânica pode ser dividida em quatro etapas principais, de acordo com as transformações bioquímicas às quais os compostos orgânicos são submetidos: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, de modo que pelo menos cinco grupos de microrganismos participam do processo (FUESS, 2017).

Nesse processo é um consórcio de microrganismos (bactérias acidogênicas, bactérias acetogênicas e arqueas metanogênicas) que são responsáveis por cada fase do

processo e que devem estar em perfeito equilíbrio dentro do sistema para a produção de biogás a partir de materiais orgânicos (KOTHARI, R.; PANDEY, A.; KUMAR, S.; TYAGI, V. *et al.*, 2014). Os microrganismos fermentativos são os primeiros a atuar nesse complexo processo de degradação de substratos e são aqueles que obtêm o maior benefício energético (MORAES; ZAIAT; BONOMI, 2015).

2.3.1 Hidrólise

A primeira etapa na digestão anaeróbia é a hidrólise dos polímeros de cadeia longa, realizada pelas bactérias fermentativas hidrolíticas. Devido à incapacidade de bactérias em assimilar a matéria orgânica particulada, ocorre a hidrólise de materiais particulados complexos (polímeros) em materiais dissolvidos mais simples (moléculas menores). Os principais compostos a serem hidrolisados são a celulose, as proteínas e os lipídios. A hidrólise destes polímeros complexos, alguns dos quais são insolúveis, é catalisada por enzimas sintetizadas pelas bactérias fermentativas, tais como proteases e lipases (CASTRO E SILVA, 2014).

Os pré-tratamentos biológicos, químicos, mecânicos ou uma combinação destes podem ser utilizados para acelerar a etapa da hidrólise, pois eles podem causar a lise ou desintegração das células de lodo e permitir a liberação de matéria intracelular permitindo maior acessibilidade dos microrganismos anaeróbios, reduzindo assim o tempo de retenção no digestor (FERRER; PONSÁ; VÁZQUEZ; FONT, 2008).

Múltiplos fatores influenciam na taxa de hidrólise do substrato, como temperatura operacional do reator, tempo de residência e composição do substrato, tamanho das partículas, pH do meio e, até mesmo, a concentração de ácidos orgânicos voláteis provenientes da hidrólise. As bactérias fermentativas hidrolíticas se constituem numa grande mistura de espécies, muitas são anaeróbias estritas, como as do gênero *Clostridium*, e algumas são facultativas, como as do gênero *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Escherichia* (CASTRO E SILVA, 2014).

2.3.2 Acidogênese

Nesta fase, a maioria das bactérias acidogênicas converte os produtos de hidrólise da matéria orgânica complexa em ácidos orgânicos voláteis (principalmente acético, propiônico e butírico), álcoois (principalmente etanol), corpos cetônicos (principalmente acetona), dióxido de carbono e hidrogênio. Tais reações biológicas são termodinamicamente favoráveis, e assim, os microrganismos acidogênicos apresentam o menor tempo de geração mínimo e as maiores taxas de crescimento. Portanto, a acidogênese limitará o processo apenas se o substrato a ser degradado não for prontamente hidrolisado (MORAES; ZAIAT; BONOMI, 2015).

Os principais gêneros de bactérias fermentativas acidogênicas são: *Clostridium*,

Bacteroides, *Ruminococcus*, *Butyribacterium*, *Propionibacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Desulfobacter* e *Micrococcus* (CASTRO E SILVA, 2014).

2.3.3 Acetogênese

Na acetogênese, bactérias acetogênicas transformam ácidos orgânicos e álcoois em ácido acético, H₂ e CO₂ (FUESS, 2017). As bactérias acetogênicas responsáveis por essa fase são: *Syntrophobacter wolinii* e *Sytrphomonos wolfei*. Outras bactérias são: *Clostridium* spp., *Peptococcus anerobus*, *Lactobacillus* e *Actinomyces* (MOLINO; NANNA; DING; BIKSON *et al.*, 2013; TUNES, 2017).

2.3.4 Metanogênese

Nesta etapa, o acetato, o hidrogênio e o dióxido de carbono são convertidos em gás metano e dióxido de carbono através da ação de microrganismos metanogênicos, que também são classificados como arqueas metanogênicas, responsáveis pela fase limitante do processo (TUNES, 2017).

As arqueas metanogênicas são anaeróbias estritas que incluem: *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus* e *Methanosarcina* (MOLINO; NANNA; DING; BIKSON *et al.*, 2013). Os principais gêneros do grupo das metanogênicas acetoclásticas são: *Methanosarcinas* e as *Methanosaetas*. Os gêneros mais comuns de metanogênicas hidrogenotróficas em reatores anaeróbios são: *Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Methanobrevibacter*, *Methanoculleus* e *Methanocorpusculum* (CASTRO E SILVA, 2014).

2.4 Fatores que interferem na biodigestão anaeróbica

O processo de digestão anaeróbica pode ser afetado por condições operacionais e ambientais, o que conseqüentemente influenciará na formação do metano. Logo, é necessário assegurar uma melhor condição ambiental aos microrganismos estabelecendo os melhores parâmetros operacionais para assegurar que o processo autorregulador ocorra de maneira estável (RAJESHWARI; BALAKRISHNAN; KANSAL; LATA *et al.*, 2000).

Os fatores ambientais que influenciam a digestão anaeróbica envolvem, principalmente, temperatura, pH, alcalinidade, macro nutrientes adequados (N, P, SO₄⁻²) e micronutrientes (traços de metais), tempo metabólico adequado e uma fonte de carbono (para síntese e energia) (MORAES; ZAIAT; BONOMI, 2015).

2.4.1 Temperatura

A temperatura causa efeitos significativos nas comunidades microbianas, interferindo na estabilidade do processo e na produção do biogás (KWIETNIEWSKA; TYS, 2014). De acordo Pinto (1999), as várias experiências já realizadas indicam uma correlação entre a produtividade do processo de digestão anaeróbica e a faixa de temperatura de operação.

Os microrganismos devem ser adaptados à faixa de temperatura de trabalho, o que permite classificá-los também com relação a este parâmetro.

Em relação à temperatura, a biodigestão anaeróbia é geralmente classificada em processos psicrófilos (10 a 20 °C), mesofílicos (20 a 40 °C) e termófilos (45 a 65 °C) (KWIETNIEWSKA; TYS, 2014). Abaixo de 10 °C o processo é, em geral, interrompido, sendo que a produção de gás aumenta com a elevação da temperatura (PINTO, 1999). Devido aos gastos com energia e estabilidade do processo a digestão anaeróbia mesofílica é mais utilizada. No entanto, a digestão anaeróbia termofílica é mais eficiente em termos da remoção da matéria orgânica e produção de metano (FERRER; PONSÁ; VÁZQUEZ; FONT, 2008).

2.4.2 pH

O pH mede a concentração de ácidos em sistemas aquosos, ou seja, a concentração de íons de hidrogênio livre em solução (KOTHARI, R.; PANDEY, A. K.; KUMAR, S.; TYAGI, V. V. *et al.*, 2014). Cada microrganismo cresce a uma faixa de pH característica e o máximo crescimento microbiano ocorre em um valor de pH ótimo. A faixa de pH ideal para a digestão anaeróbia é bem estreita, sendo está de 6,8 a 7,2 (WARD; HOBBS; HOLLIMAN; JONES, 2008).

Quando se trata de valores de pH, as bactérias acetogênicas e arqueas metanogênicas são as mais exigentes e com maiores dificuldades de se adaptar às mudanças de alterações ambientais. Isso porque, as bactérias acetogênicas produzem ácidos orgânicos voláteis que são convertidos em ácido acético, hidrogênio e dióxido de carbono, o que resulta em uma acidificação do meio que influencia negativamente a atividade dos microrganismos metanogênicos (MONTAÑÉS; PÉREZ; SOLERA, 2014).

A taxa de crescimento de arqueas metanogênicas é reduzida em ambientes com pH inferiores a 6,6, ao passo que um pH muito alcalino pode levar a desintegração dos grânulos microbianos e subsequente fracasso do processo, portanto o pH ideal para a fase metanogênica está em torno de 7,0 (WARD; HOBBS; HOLLIMAN; JONES, 2008).

2.4.3 Tempo de retenção hidráulica

O tempo de retenção hidráulica (TRH) pode ser definido como o tempo necessário para a completa degradação da matéria orgânica ou o tempo que a matéria orgânica permanece no digestor, sendo diretamente proporcional a sua taxa de degradação e ocorre quando a produção de gás é máxima, definindo a melhor qualidade digestora. Varia conforme a temperatura e a composição do resíduo. Vale citar que, o TRH depende do substrato, tipo de digestor, além de outros fatores. Kothari *et al.* (2014) relatam um TRH de 10 a 40 dias para biodigestão em condições mesofílicas e que resíduos compostos por celulose e hemicelulose exigem maior TRH, podendo variar de até 50 dias em alguns

tipos de digestores rurais, e em apenas algumas horas em certos digestores industriais (SALOMON, 2007).

2.4.4 Inóculo

Como a biodigestão compreende num processo complexo que exige a presença de diferentes espécies microbianas, faz-se necessário utilizar um inóculo apropriado, que contenha os microrganismos necessários para que o processo de degradação possa ser estabelecido. O inóculo não só proporciona um consórcio microbiano variado, como também macro e micro nutrientes e capacidade de neutralização (YANG; XU; GE; LI, 2015).

A concentração de inóculo é importante para o processo e varia de acordo com o material utilizado para ativar a população microbiana. De fato, o tipo de inóculo afeta a população microbiana no processo, bem como a diferença na composição físico-química e na capacidade de produção de biogás (DE VRIEZE; RAPORT; WILLEMS; VERBRUGGE *et al.*, 2015; SILVA; ABUD, 2016).

O inóculo deve possuir uma ampla composição trófica de modo a garantir a biodegradação de qualquer tipo de substrato. Frequentemente, as lamas digeridas constituem o tipo de inóculo mais usados em processos de biodigestão. No entanto, a utilização do material digerido (produto final resultante do processo) é preferível relativamente a outras fontes de inóculo, como lamas ativadas (suspensas ou granulares), esterco de gado e fluidos de ruminantes, pois possuem populações microbianas metanogênicas já perfeitamente desenvolvidas e adaptadas ao ambiente anaeróbio, reduzindo assim o risco de inibição. Inóculos provenientes de reatores com composições de alimentação específicas deverão ser misturados com diferentes tipos de inóculo, inclusive inóculos mesofílicos e termofílicos (ANGELIDAKI; ALVES; BOLZONELLA; BORZACCONI *et al.*, 2009; YANG; XU; GE; LI, 2015).

Os esterco bovinos, de aves e suínos podem ser utilizados como inóculo, pois contém uma grande massa microbiana de microrganismos acidogênicos e metanogênicos fundamentais na digestão anaeróbia. Estes podem acelerar a partida do processo, principalmente quando os resíduos são materiais difíceis de serem digeridos em decorrência dos elevados teores de celulose e lignina. Pandey *et al* (2011) ressaltam que o esterco bovino é um inóculo em potencial, uma vez que as *Arqueas* metanogênicas representam cerca de 40% de sua microfauna.

Barcelos (2009) investigou o potencial de aplicação do esterco bovino, suíno e rúmen bovino como inóculo da digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos (RSU). Comparou-se o desempenho desses diferentes inóculos e também com biorreator testemunha, na qual o meio de reação consistia apenas de FORSUP (fração orgânica de resíduos sólidos urbanos preparada), água e tampão. E observou que a maior produção total de biogás aconteceu no biodigestor inoculado com rúmen bovino (144 L), seguido da testemunha

(137 L), esterco suíno (122 L) e, por último, esterco bovino (117 L). Concluiu que, apesar da partida da digestão anaeróbia não ter sido acelerada, os inóculos podem ser utilizados, pois auxiliaram na manutenção do pH e umidade e favoreceram a elevada produção de biogás.

Bueno (2010) comparou dois biodigestores em batelada para a produção de biogás utilizando esterco bovino em duas concentrações 1:2 e 1:1 (esterco: água). E, para a aclimatação, os substratos foram colocados em biodigestores vedados e, para a remoção de traços de O₂, permaneceram em repouso por 24 horas, à temperatura de 20 °C. O autor concluiu que o volume produzido de biogás foi maior para a diluição 1:2, evidenciando que a diluição tem papel fundamental na produção de biogás.

Syaichurrozi (2018). utilizou fluido ruminal como inóculo na co-digestão do *Salvinia molesta* e palha de arroz. Neste estudo, o líquido do rúmen em condições frescas foi obtido do matadouro de vacas na Serang City, província de Banten, na Indonésia. O líquido ruminal continha *Clostridium sp.*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium butyricum* e Arqueas metanogênicas ricas.

Barros e colaboradores (2016) utilizaram resíduos de suinocultura para arranque de reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), em experimento com processo de digestão anaeróbia com posterior alimentação dos reatores utilizando-se vinhaça natural, proveniente de plantio de cana em Ribeirão Preto, São Paulo. O volume de lodo de resíduos da suinocultura atingiu 30% do volume de cada reator, com o restante sendo preenchido pela vinhaça natural. A média da eficiência de remoção de DQO foi de aproximadamente 70 a 80%, tendo atingido até 82% de eficiência máxima pelos reatores UASB. Este estudo, que também analisou a conversão anaeróbia da vinhaça em biometano com aumento gradual da carga orgânica em dois reatores UASB, com volumes de 40,5 e 21,5 litros e com operação em temperatura mesófila, verificou produções máximas de metano na ordem de 0,19 L (g DQO total removido), alcançadas após 140 dias de operação dos reatores. (BARROS; DUDA; OLIVEIRA, 2016)

2.4.5 Inibidores da biodigestão anaeróbica

Substâncias inibitórias são frequentemente encontradas como a principal causa de perturbação e falha do reator anaeróbico, uma vez que estão presentes em concentrações substanciais em águas residuais e lodo. Uma grande variedade de substâncias tem sido relatada como inibidora aos processos de digestão anaeróbica. Um material pode ser julgado inibidor quando causa uma mudança adversa na população microbiana ou inibição do crescimento bacteriano. A inibição é geralmente indicada por uma diminuição da taxa de estado estável de produção e acúmulo de ácidos orgânicos (Kroeker et al., 1979).

Os inibidores frequentemente presentes em digestores anaeróbicos incluem amônia, sulfeto, íons de metal leve, metais pesados e orgânicos. O acúmulo dessas substâncias

pode causar instabilidade e perturbações no sistema, como indicado pela redução da produção de biogás e/ou teor de metano de biogás, e possível falha do reator. (CHEN; CHENG; CREAMER, 2008).

Várias estratégias com o intuito de minimizar a interferência desses inibidores, vem sendo empregadas. Como por exemplo, a codigestão com outros resíduos, controle de pH, a adaptação dos microrganismos às substâncias inibitórias e a incorporação de métodos para remover ou neutralizar toxicantes antes da digestão anaeróbica podem melhorar significativamente a eficiência do tratamento de resíduos.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As crescentes preocupações globais com o meio ambiente sobre o aumento da quantidade de resíduos, o aquecimento global e a dependência de combustíveis fósseis como principal fonte de energia vem incitando pesquisas sobre o processo de digestão anaeróbica.

Por meio deste estudo, se nota que a conjectura e a metodologia da produção de biogás através da biodigestão anaeróbica são maduras e bem desenvolvidas. A biodigestão anaeróbica dos compostos e resíduos orgânicos para a produção de biogás é descrita como uma tecnologia que pode auxiliar a diminuir a dependência de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, fornece energia com menores impactos ambientais. Entretanto, essa tecnologia ainda carece de novas pesquisas de investigação de melhores substratos e otimização do processo.

Um das grandes vantagens da produção de biogás através da biodigestão anaeróbica, além da geração de energia renovável, baixo consumo de energia, valorização e tratamento de resíduos orgânicos e produção de um biofertilizante, é a possibilidade de obtenção de um biocombustível que pode ser produzido de forma descentralizada e local, isso contribui para a diversificação da matriz energética. Ou seja, ocorre a proximidade entre a produção e a fonte de consumo, diminuindo as perdas na transmissão e distribuição de energia, ocasionando a redução de custos energéticos.

Na produção de biogás, se comparado com outros biocombustíveis, pode ser utilizado uma gama de substratos, desde que sejam biodegradáveis. Além disso, o biogás pode ser convertido em energia térmica ou elétrica. Também pode ser convertido em biometano para utilização em automóveis, caminhões e máquinas agrícolas. Contudo, o desenvolvimento desse setor é fundamental para atingir altos níveis de amadurecimento tecnológico, possibilitando a ampliação do processo de biodigestão.

AGRADECIMENTOS

À UFVJM e ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis pela estrutura e recursos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento

de Pesquisa de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos à FAPEMIG, CAPES e a toda equipe de discentes e docentes que colaboraram com o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVIM, J. C.; ALVIM, F.; SALES, V. H. G.; SALES, P. *et al.* Biorrefinarias: Conceitos, classificação, matérias primas e produtos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 1, n. 3, p. 61-77, 2014.

ANGELIDAKI, I.; ALVES, M.; BOLZONELLA, D.; BORZACCONI, L. *et al.* Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. **Water science and technology**, 59, n. 5, p. 927-934, 2009.

BARCELOS, B. R. d. Avaliação de diferentes inóculos na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos. 2009.

BARROS, V. G. d.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. d. Biomethane production from vinasse in upflow anaerobic sludge blanket reactors inoculated with granular sludge. **Brazilian Journal of Microbiology**, 47, n. 3, p. 628-639, 2016/07/01/ 2016.

BRAMLEY, J.; SHIH, J.; FOBI, L.; AXUM, T. *et al.* Agricultural biogas in the United States. A Market Assessment. **Tufts University Urban & Environmental Policy & Planning.–Field Project Team**, 6, 2011.

BUENO, R. d. F. Comparação entre biodigestores operados em escala piloto para produção de biogás alimentado com estrume bovino. **Holos Environment**, 10, n. 1, p. 111-125, 2010.

CALZA, L. F.; DE LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C. *et al.* Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola**, 35, n. 6, 2016.

CASTRO E SILVA, P. **Desempenho de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente como unidade de tratamento para efluente da suinocultura**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais) (mestrado) -, Universidade Federal de Lavras.

CHEN, Y.; CHENG, J. J.; CREAMER, K. S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. **Bioresource Technology**, 99, n. 10, p. 4044-4064, 2008/07/01/ 2008.

DE BHOWMICK, G.; SARMAH, A. K.; SEN, R. Lignocellulosic biorefinery as a model for sustainable development of biofuels and value added products. **Bioresource Technology**, 247, p. 1144-1154, 2018/01/01/ 2018.

DE VRIEZE, J.; RAPORT, L.; WILLEMS, B.; VERBRUGGE, S. *et al.* Inoculum selection influences the biochemical methane potential of agro-industrial substrates. **Microbial biotechnology**, 8, n. 5, p. 776-786, 2015.

FERNANDES, G.; MARIANI, L. O alto potencial de produção e uso fará do biogás a próxima fronteira da energia renovável no Brasil? 2019.

FERRER, I.; PONSÁ, S.; VÁZQUEZ, F.; FONT, X. Increasing biogas production by thermal (70 C) sludge pre-treatment prior to thermophilic anaerobic digestion. **Biochemical Engineering Journal**, 42, n. 2, p. 186-192, 2008.

FUESS, L. T. **Biodigestão anaeróbia termofílica de vinhaça em sistemas combinados do tipo acidogênico-metanogênico para potencialização da recuperação de bioenergia em biorrefinarias de cana-de-açúcar de primeira geração**. 2017. -, Universidade de São Paulo.

GRANATO, E. F.; SILVA, C. L. Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

JANKE, L.; LEITE, A. F.; BATISTA, K.; SILVA, W. *et al.* Enhancing biogas production from vinasse in sugarcane biorefineries: Effects of urea and trace elements supplementation on process performance and stability. **Bioresour Technol**, 217, p. 10-20, Oct 2016.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.; VON SPERLING, M. Tratamento de esgotos domésticos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. **Eng. Sanit. Ambiente., Rio de Janeiro**, 11, n. 1, 2006.

KAPOOR, R.; GHOSH, P.; TYAGI, B.; VIJAY, V. K. *et al.* Advances in biogas valorization and utilization systems: A comprehensive review. **Journal of Cleaner Production**, 273, p. 123052, 2020/11/10/ 2020.

KOTHARI, R.; PANDEY, A.; KUMAR, S.; TYAGI, V. *et al.* Different aspects of dry anaerobic digestion for bio-energy: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 39, p. 174-195, 2014.

KOTHARI, R.; PANDEY, A. K.; KUMAR, S.; TYAGI, V. V. *et al.* Different aspects of dry anaerobic digestion for bio-energy: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 39, p. 174-195, 2014.

KWIETNIEWSKA, E.; TYS, J. Process characteristics, inhibition factors and methane yields of anaerobic digestion process, with particular focus on microalgal biomass fermentation. **Renewable and sustainable energy reviews**, 34, p. 491-500, 2014.

LAMO, P. Sistema produtor de gás metano através de tratamento de efluentes industriais. **METHAX/BIOPAQCODISTIL**, Piracicaba, 1991.

MALAJOVICH, M. A. Biotecnologia 2011. **Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT**, 2012.

MARCUCCI, L. W. Otimização da produção de biogás em biodigestores batelada. 2018.

MOLINO, A.; NANNA, F.; DING, Y.; BIKSON, B. *et al.* Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste. **Fuel**, 103, p. 1003-1009, 2013.

MONTAÑÉS, R.; PÉREZ, M.; SOLERA, R. Anaerobic mesophilic co-digestion of sewage sludge and sugar beet pulp lixiviation in batch reactors: Effect of pH control. **Chemical Engineering Journal**, 255, p. 492-499, 2014.

MORAES, B. S.; ZAIAT, M.; BONOMI, A. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 44, p. 888-903, 2015.

MOREDA, I. L. The potential of biogas production in Uruguay. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 54, p. 1580-1591, 2016/02/01/ 2016.

NEVES, N. Produção de hidrogênio e metano via codigestão anaeróbia em reatores de dois estágios a partir de resíduo alimentar e lodo do tratamento de vinhaça. 2016.

PANDEY, P. K.; NDEGWA, P. M.; SOUPIR, M. L.; ALLDREDGE, J. R. *et al.* Efficacies of inocula on the startup of anaerobic reactors treating dairy manure under stirred and unstirred conditions. **Biomass and Bioenergy**, 35, n. 7, p. 2705-2720, 2011/07/01/ 2011.

PARKIN, G., 1983, **Response of methane fermentation to continuous addition of selected industrial toxicants**. 729-743.

PINTO, C. P. Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável. **São Paulo, Faculdade de engenharia mecânica, Universidade Estadual de Campinas**, 1999.

RAJESHWARI, K.; BALAKRISHNAN, M.; KANSAL, A.; LATA, K. *et al.* State-of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment. **Renewable and sustainable energy reviews**, 4, n. 2, p. 135-156, 2000.

SALOMON, K. R. **Avaliação técnico-econômica e ambiental da utilização do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade**. 2007. -, UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.

SALOMON, K. R.; LORA, E. E. S. Estimate of the electric energy generating potential for different sources of biogas in Brazil. **Biomass and Bioenergy**, 33, n. 9, p. 1101-1107, 2009.

SILVA, C. E. d. F.; ABUD, A. K. d. S. Anaerobic biodigestion of sugarcane vinasse under mesophilic conditions using manure as inoculum. **Revista Ambiente & Água**, 11, p. 763-777, 2016.

SYAICHURROZI, I. Biogas production from co-digestion *Salvinia molesta* and rice straw and kinetics. **Renewable Energy**, 115, p. 76-86, 2018/01/01/ 2018.

TUNES, C. R. Produção de biogás a partir da digestão anaeróbica de efluentes orgânicos em reator UASB. 2017.

WARD, A. J.; HOBBS, P. J.; HOLLIMAN, P. J.; JONES, D. L. Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. **Bioresour Technol**, 99, n. 17, p. 7928-7940, 2008/11/01/ 2008.

YANG, L.; XU, F.; GE, X.; LI, Y. Challenges and strategies for solid-state anaerobic digestion of lignocellulosic biomass. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 44, p. 824-834, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acinetobacter baumannii 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48

Amazônia 18

Amido 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 137

Amilases 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

B

Bactérias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 22, 23, 24, 25, 38, 40, 45, 46, 49, 50, 51, 54, 55, 60, 63, 70, 81, 82, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 100, 110, 119, 120, 121, 122, 130, 134, 135, 138, 140, 142, 144, 145

Bactérias Gram negativas 55, 63

Bactérias Gram positivas 55

Bactérias simbióticas 49

Barbatimão 134, 135, 136, 142, 145, 146

Billings 106, 107, 108, 109, 110

Biodigestão anaeróbica 116, 119, 121, 124, 125

Bioenergia 116, 127

Biofilme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Biosurfactante 92, 95, 98, 99, 100, 105

C

Capsaicina 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66

Caracterização morfocultural 49, 53

Cemitério 14, 15, 17, 18, 19

Cerrado 65, 67, 134, 135, 136, 137, 145, 146

Clostridium difficile 81

Coliformes 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 110, 115

Contaminação 7, 14, 17, 19, 24, 25, 92, 114, 117, 141

E

Enterobactérias 106, 108, 112, 114

Enzimas 11, 44, 69, 70, 73, 74, 75, 77, 78, 98, 120

Esporotricose 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35

F

Farinha de mandioca 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

Fungos 25, 33, 34, 50, 55, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 81, 130, 134, 135, 142, 144, 146

H

Hidrólise de milho 75

I

Infecções associadas 38, 40, 41, 42

Ivermectina 130, 132

K

Klebsiela sp 81

M

Metano 116, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128

P

Patógenos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 30, 55, 63, 64, 129, 130, 132, 134, 135, 141, 142

Pediculoses 130

Petróleo 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101

Pets não convencionais 130, 132

Piolhos 129, 130, 131, 132

Prevenção e controle 38, 40, 45, 147

Proteus sp 61, 81

R

Ramnolipídeos 92

Reservatório 7, 15, 25, 106, 107, 108

Resistência antimicrobiana 38, 40, 42, 56

S

Segurança alimentar 20, 25, 27

Sepsis 81, 90

Serratia sp 81

Sporothrix brasiliensis 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37

Stryphnodendron sp 134, 135, 140

T


Transmissão felina 28, 30

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021