

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces



Poliana Arruda Fajardo
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces



Poliana Arruda Fajardo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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^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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

O fortalecimento intensivo das ciências biológicas e suas interfaces

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Poliana Arruda Fajardo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F736 O fortalecimento intensivo das ciências biológicas e suas interfaces / Organizadora Poliana Arruda Fajardo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-809-0

DOI 10.22533/at.ed.090211102

1. Ciências biológicas. I. Fajardo, Poliana Arruda (Organizadora). II. Título.

CDD 570

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.

APRESENTAÇÃO

A obra “O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces” apresenta artigos de todo o território nacional que demonstram exatamente essa característica das Ciências Biológicas: suas diversas conexões com outras áreas o que a torna a cada dia mais imprescindível para a construção de uma sociedade mais sustentável.

Assim em seus 19 capítulos este *e-book* apresenta artigos que envolverão o(a) leitor(a) em temas que evidenciam essa interface como: educação em saúde prevenção de patologias a formação inicial de estudantes da área imunologia e imunogenética biodigestão anaeróbia interações moleculares de medicamentos no corpo humano modelo didático de anatomia humana plantas invasoras detecção de bactérias em alimentos crus efeitos de herbicidas em peixes registro de lobo marinho subantártico no litoral paulista otimização de técnicas para estudo de câncer de intestino síndrome metabólica em idosos utilização de música para o trabalho com questões de gênero na disciplina de Biologia do Ensino Médio propriedades físicas do solo em diferentes usos na floresta Amazônica e abordagem do atropelamento de fauna em estudo de impacto ambiental.

Essa variedade de temas corrobora portanto a importância e o fortalecimento das Ciências Biológicas não somente para a pesquisa científica como também para o cotidiano e formação de profissionais da Educação Medicina Farmácia Geologia Educação Física Engenharia de alimentos Engenharia Agrônoma Engenharia Civil e até mesmo Ciências Sociais entre tantos outros.

Considerando-se o exposto e agradecendo a todos(as) os(as) autores(as) bem como à estrutura disponibilizada pela Atena Editora em sua plataforma digital desejo uma ótima leitura bem como ampliação e aprofundamento de conhecimentos com os trabalhos aqui apresentados.

Poliana Arruda Fajardo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DA HIGIENE PESSOAL NA PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS TRANSMITIDAS EM BANHEIROS ESCOLARES: RELATO DE EXPERIÊNCIA BASEADO NO ARCO DE MAGUEREZ

Ana Carla Vilhena Barbosa
Georgia Helena de Oliveira Sotirakis
Juciane Sousa Dias
Maria das Graças Carvalho Almeida
Paulo Elias Gotardelo Audebert Delage

DOI 10.22533/at.ed.0902111021

CAPÍTULO 2..... 11

APLICAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO: EVOLUÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Gabriel Sevilha
Fernanda da Rocha Brando Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.0902111022

CAPÍTULO 3..... 29

ATIVIDADES REALIZADAS PELA LIGA ACADÊMICA DE IMUNOLOGIA BÁSICA E IMUNOGENÉTICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Jeane Eliete Laguila Visentainer
Larissa Danielle Bahls Pinto
Mariana de Souza Terron Monich
Lais Maria Barazzetti Pereira da Silva
Felipe Antonio Carvalho da Costa
Gabriela Franco de Oliveira Barbosa
Maelly Thaís da Silva
Mariana Bonfim Track
Roberta Gabrielly Borges Araújo
Vitória Monteiro de Araújo Vilela
Pedro Henrique Rodrigues do Amaral
Wellington Dias Liziero

DOI 10.22533/at.ed.0902111023

CAPÍTULO 4..... 33

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA EM SUBSTRATO COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO

Gabriela Maria Ferreira Lima Leite
Rubens Perez Calegari
Tamires Marques Faria
Laysa Maciel Lewandowski Meira Prado
Eric Alberto da Silva
Maria Carolina Pastre
Layna Amorim Mota
Antonio Sampaio Baptista

DOI 10.22533/at.ed.0902111024

CAPÍTULO 5	49
CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES MOLECULARES ENTRE METFORMINA E FATOR INTRÍNSECO HUMANO	
Mayse Manuele Freitas Viana Leal	
Dijanah Cota Machado	
Janilson José da Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.0902111025	
CAPÍTULO 6	55
CONFEÇÃO DE MODELO DIDÁTICO USANDO CRÂNIO HUMANO: UMA FERRAMENTA PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA	
Bruna Fátima Sczepanhak	
Jéssica Correia de Oliveira	
Marcia Miranda Torrejais	
Angelica Soares	
DOI 10.22533/at.ed.0902111026	
CAPÍTULO 7	62
EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO METILARSENATO MONOSSÓDICO (MSMA) NA MORFOLOGIA PROTÁTICA DE RATOS WISTAR MACHOS	
Pedro Víctor de Carvalho Costa	
Igor Buzzatto Leite	
Thaís Metzker Pinto	
Juliana Castro Monteiro Pirovani	
DOI 10.22533/at.ed.0902111027	
CAPÍTULO 8	74
EFEITOS DO FORMALDEÍDO SOBRE O APARELHO REPRODUTOR MASCULINO E FEMININO E NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E FETAL DE RATOS WISTAR	
Ana Rosa Crisci	
Júlia Marcolino Perdiz	
Jeovan dos Santos Macedo	
Wilson Roberto Malfará	
Amadeu Pasqualim Neto	
Lucila Costa Zini Angelotti	
DOI 10.22533/at.ed.0902111028	
CAPÍTULO 9	85
EPIDEMIOLOGIA MOLECULAR E DETECÇÃO DE GENES DE ENTEROTOXINAS DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> EM ALIMENTOS CRUS	
Leonardo Copetti da Silva	
Renata de Alcântara Fenner	
Natasha de Oliveira Machado	
Bruna Nathiely Werberich da Costa	
Elisson Furlan Figueiredo	
Carina Sperotto Librelotto	
DOI 10.22533/at.ed.0902111029	

CAPÍTULO 10..... 96

INTRODUÇÃO E OCUPAÇÃO DAS FITO INVASORAS *CRYPTOSTEGIA MADAGASCARIENSIS* BOJER EX DECNER E *PROSOPIS JULIFLORA* (SW.) DC. NO NORDESTE BRASILEIRO

Francisca Renata Alves de Lima

Oriel Herrera Bonilla

Ivina Beatriz Menezes Farias

Natália Morena Fernandes Soltys

Sandro Ferreira do Nascimento

Klever Cavalcante da Silva

DOI 10.22533/at.ed.09021110210

CAPÍTULO 11..... 108

MEDIAÇÃO NO ENSINO E SENSIBILIZAÇÃO EM TEMPOS DE CRISE: RELATO DE EXPERIÊNCIA NO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA – PIBID

Andreza Aquino Pereira

Karolina Felizardo dos Santos

Antônio Maxuel Lima da Silva

Ednalva da Silva Santos

Dayana Menezes dos Santos

Vanda Lúcia Roseno Batista

Francisco Walison dos Santos Machi

DOI 10.22533/at.ed.09021110211

CAPÍTULO 12..... 120

NÍVEIS PROTEICOS DE PEIXE-ZEBRA (*DANIO RERIO*) EXPOSTOS A DUAS FORMULAÇÕES DE HERBICIDA

Taisson Kroth Thomé da Cruz

Manoel Francisco Mendes Lassen

Tamiris Rosso Storck

Aline Monique Blank do Amaral

Dionatan de Pellegrin

Vania Lucia Loro

DOI 10.22533/at.ed.09021110212

CAPÍTULO 13..... 127

REGISTROS DE LOBO-MARINHO SUBANTÁRTICO (*ARCTOCEPHALUS TROPICALIS*) NA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 1998 E 2007

André Fabiano de Castro Vicente

Fernando Siqueira Alvarenga

DOI 10.22533/at.ed.09021110213

CAPÍTULO 14..... 132

OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REAL TIME-PCR PARA ANÁLISE QUANTITATIVA DA EXPRESSÃO DE GENES RELACIONADOS AO CÂNCER DE INTESTINO

Rafaela Ansiliero

César Milton Baratto

DOI 10.22533/at.ed.09021110214

CAPÍTULO 15..... 145

PERFIL MICROBIOLÓGICO E SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA A SAÚDE DAS UTIS DO HOSPITAL LAURO WANDERLEY - UFPB EM 2018

Thaís de Souza de Matos

DOI 10.22533/at.ed.09021110215

CAPÍTULO 16..... 153

PREVALÊNCIA DA SÍNDROME METABÓLICA EM IDOSOS FREQUENTADORES DO LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA E PRÁTICA ESPORTIVA DA UNIVERSIDADE DE MARÍLIA/SP

Jaqueline Catarina Martins

Carolina Pereira de Moura

Guilherme da Silva Araujo

DOI 10.22533/at.ed.09021110216

CAPÍTULO 17..... 166

PROBLEMATIZANDO AS QUESTÕES DE GÊNERO E AS SEXUALIDADES ATRAVÉS DA MÚSICA NO ENSINO BIOLOGIA

Alan Belizário Cruz

Gizeuda Fernandes da Silva Araújo

Lara Rhayanne Fernandes Xavier

Maria Jamilis da Silva Santos

Maria Eudair Oliveira da Silva

Maria Edilania da Silva Serafim Pereira

Socorro Marcia Gomes Torres

Francileide Vieira Figueiredo

Cicero Magerbio Gomes Torres

DOI 10.22533/at.ed.09021110217

CAPÍTULO 18..... 178

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES USO DA TERRA NO DE ESTADO DE RORAIMA BRASIL

Arnoldo Marcílio Gonçalves dos Santos

Alcides Gatto

Sônia Sena Alfaia

Fabiana Piontekowski Ribeiro

Marco Bruno Xavier Valadão

DOI 10.22533/at.ed.09021110218

CAPÍTULO 19..... 190

ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE E MEDIDAS MITIGADORAS. ESTUDO DE CASO DA BR-101/BA

Nadine Helena Leal

Maria Dolores Alves dos Santos Domit

Joyce Silvestre

DOI 10.22533/at.ed.09021110219

SOBRE A ORGANIZADORA.....	198
ÍNDICE REMISSIVO.....	199

CAPÍTULO 4

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA EM SUBSTRATO COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Gabriela Maria Ferreira Lima Leite

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2553569199329022>

Rubens Perez Calegari

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
da Universidade de São Paulo (CENA/USP)
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2093983053635310>

Tamires Marques Faria

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
– IPEN São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5998246240645965>

Laysa Maciel Lewandowski Meira Prado

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5258234091215856>

Eric Alberto da Silva

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- IPEN São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3055034567220220>

Maria Carolina Pastre

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4696452538092610>

Layna Amorim Mota

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
da Universidade de São Paulo (CENA/USP)
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4393735649802894>

Antonio Sampaio Baptista

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0950215838168495>

RESUMO: A agroindústria sucroenergética possui vários desafios dentre eles transformar passivos ambientais em ativos gerando riquezas diminuindo custos com gestão de resíduos e melhorando os índices de sustentabilidade desse setor. Entre esses passivos ambientais a vinhaça se caracteriza pelo alto volume gerado e altas concentrações de material orgânico. Nesse contexto verifica-se a necessidade de dar uma finalidade nobre para esse subproduto. A biodigestão anaeróbia é uma tecnologia que proporciona a redução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) neutralização do pH e promove a produção do biogás o qual é classificado como biocombustível. Neste estudo foram utilizados dois biorreatores (R1 e R2) do tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) com capacidade de 50 litros e volume útil de 34 5 litros cada operados sob temperatura de 38 °C com tempo de retenção hidráulica de 24 horas por 63 dias. Foram avaliadas duas dosagens de suplementação da vinhaça com sulfato de ferro (FeSO_4) 500 mg L⁻¹ (T2) e 1.000 mg L⁻¹ (T3).

Também foi conduzido um tratamento controle sem a adição do sulfato de ferro (T1). Os ensaios foram realizados em triplicatas sendo que cada ensaio teve a duração de 7 dias. Os resultados obtidos demonstraram que as produções de biogás foram 68,23 ($\pm 2,98$) L dia⁻¹, 68,06 ($\pm 0,84$) L dia⁻¹ e 66,80 ($\pm 0,81$) L dia⁻¹ para T1, T2 e T3 respectivamente. O teor de metano foi 61,97% ($\pm 0,05$), 60,41% ($\pm 0,32$) e 61,65% ($\pm 1,45$) para T1, T2 e T3 respectivamente. A maior remoção de DQO foi observada em T2 (70,11 \pm 2,02%). Todos os tratamentos apresentaram relação DQO/Sulfato menor que 0,67 e o T2 apresentou a menor relação (0,41). Os valores de pH foram 7,81 (T1), 7,74 (T2) e 7,79 (T3). A relação alcalinidade intermediária/alcalinidade parcial (AI/AP) na vinhaça submetida ao T1 foi de 0,11 ($\pm 0,01$) nos tratamentos T2 e T3 a relação foi de 0,12 ($\pm 0,01$). Dentre os três tratamentos a concentração de ácidos voláteis totais (AVT) foi maior para o T1 (387,74 \pm 84,47 mg de CH³COOH L⁻¹) e menor para o T3 (310,78 \pm 19,67 mg de CH³COOH L⁻¹). Não houve acúmulo de ácidos orgânicos no processo sendo que o T1 apresentou a menor concentração de ácido acético (211,93 \pm 70,93) mg L⁻¹ e o T2 a maior concentração (280,15 \pm 64,38) mg L⁻¹ em relação aos três tratamentos estudados. A utilização da solução de FeSO⁴ não permitiu atingir o aumento da produtividade e da qualidade do biogás obtido no processo de biodigestão anaeróbia da vinhaça. Entretanto o processo foi estável e não se verificou acúmulo de ácidos voláteis e nem colapso no biorreator.

PALAVRAS - CHAVE: Vinhaça, biodigestão anaeróbia, sulfato de ferro, biogás

ANAEROBIC BIODIGESTION IN SUBSTRATE WITH HIGH SULFATE CONCENTRATIONS

ABSTRACT: The agroindustry has several challenges including transforming environmental liabilities into assets, generating wealth, reducing costs with waste management and improving the sustainability indexes of this sector. Among these environmental liabilities, vinasse is characterized by the huge volume generated and high concentrations of organic material. In this context, there is a need to give a noble purpose to this by-product. Anaerobic biodigestion is a technology that reduces the Chemical Oxygen Demand (COD), neutralizes the pH and promotes the production of biogas, which is classified as biofuel. In this study, two UASB-type bioreactors (R1 and R2) were used (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) with a capacity of 50 liters and a useful volume of 34.5 liters each, operated under a temperature of 38 °C with hydraulic retention time of 24 hours for 63 days. Two dosages of supplementation of vinasse with iron sulfate (FeSO⁴) 500 mg L⁻¹ (T2) and 1.000 mg L⁻¹ (T3) were evaluated. A control treatment was also conducted without the addition of iron sulfate (T1). The trials were carried out in triplicates with each trial lasting 7 days. The results obtained demonstrated that the biogas production was 68.23 (± 2.98) L dia⁻¹, 68.06 (± 0.84) L dia⁻¹ and 66.80 (± 0.81) L dia⁻¹ for T1, T2 and T3 respectively. The methane content was 61.97% (± 0.05), 60.41% (± 0.32) and 61.65% (± 1.45) for T1, T2 and T3 respectively. The highest COD removal was observed in T2 (70.11 \pm 2.02%). All treatments had a COD/Sulfate ratio less than 0.67 and T2 had the lowest ratio (0.41). The pH values were 7.81 (T1), 7.74 (T2) and 7.79 (T3). The intermediate alkalinity / partial alkalinity (AI / AP) ratio in vinasse submitted to T1 was 0.11 (± 0.01) in treatments T2 and T3 the ratio was 0.12 (± 0.01). Among the three treatments, the concentration of total volatile acids (AVT) was higher for T1 (387.74 \pm 84.47 mg of CH₃COOH L⁻¹) and lower for T3 (310.78 \pm 19.67 mg of CH₃COOH L⁻¹). There was no accumulation of

organic acids in the process with T1 having the lowest concentration of acetic acid (211.93 ± 70.93) mg L⁻¹ and T2 having the highest concentration (280.15 ± 64.38) mg L⁻¹ in relation to the three treatments studied. The use of the FeSO₄ solution did not allow to achieve an increase in the productivity and quality of the biogas obtained in the anaerobic biodigestion process of vinasse. However the process was stable and there was no accumulation of volatile acids or collapse in the bioreactor.

KEYWORDS: Vinasse anaerobic digestion iron sulfate biogás

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil com o propósito de estimular a adoção de tecnologias com melhores índices de sustentabilidade (econômica ambiental e social) contribuindo ainda para a redução das emissões de gases de efeito estufa no país tendo como objetivo ampliar a participação dos biocombustíveis na matriz de transportes brasileira elaborou a nova política nacional de biocombustíveis (RenovaBio) instituída pelo Decreto Lei 13.576/2017 (BRASIL 2017) que é uma política de estado de descarbonização das atividades de transporte. A cadeia da agroindústria sucroenergética contribui positivamente para a redução de emissão dos gases do efeito estufa para a atmosfera por meio da remoção do CO₂ através da fotossíntese para a produção de biomassa.

No entanto o setor sucroenergético precisa superar desafios para proporcionar de fato uma atividade totalmente limpa e sustentável. Isto porque gera grandes volumes de resíduos. A vinhaça gerada na etapa de destilação é o mais importante deles tanto em volume quanto em potencial poluidor (GRANATO e SILVA 2002). Além da elevada proporção em que é produzida considerado que é o efluente de maior volume da indústria do etanol pode representar um problema ecológico devido à sua elevada carga orgânica demanda química de oxigênio (DQO) de aproximadamente 35.000 mg L⁻¹ composta pelo residual dos carboidratos não consumidos na fermentação alcoólica e também pela elevada concentração de sais e ácidos orgânicos (CORTEZ et al. 2014; SYDNEY et al. 2014; CETESB 2006). Com isso surge a preocupação relacionada ao destino final desse subproduto. Devido a sua composição faz-se possível o uso da vinhaça para a produção de biogás através da biodigestão anaeróbia processo responsável pela redução da DQO e manutenção da composição nutricional de minerais presentes na vinhaça além de proporcionar um biofertilizante e a produção do biogás (CHERNICHARO 2007).

Diferentes abordagens têm sido aplicadas para melhorar a produção de biogás em biodigestores. Devido à necessidade de aprimorar e melhorar o processo de Metanogênese tem-se aumentado o interesse em diversas técnicas. Entre essas a suplementação de aditivos inorgânicos e biológicos tem mostrado bons resultados na melhora do desempenho (ROMERO-GUIZA et al. 2016). Fornecer condições ao meio é de suma importância considerando que um determinado fator provoca desequilíbrio no processo afetando principalmente as arqueias metanogênicas que por serem mais

sensíveis às condições de meio deixam de produzir o biogás ocasionando o aumento na concentração dos ácidos orgânicos voláteis e de outros produtos intermediários inibindo ainda mais a produção do biogás (OLIVEIRA 2009; MEYSTRE 2007).

Quando se objetiva a produção de biogás quanto maior a concentração de sulfeto maior a interferência nas rotas de biodegradação da matéria orgânica. Quando um sistema apresenta uma quantidade excessiva de sulfato e matéria orgânica é insuficiente para a redução completa do mesmo o H_2 disponível é usado pelas bactérias redutoras de sulfato (BRS) afetando então a produção de biogás (ROBINSON; TIEDJE 1984).

No estudo de Erdirencelebi et al. (2007) foi avaliada a remoção de matéria orgânica juntamente com dados de redução de sulfato em dois estudos de tratamento anaeróbio usando diferentes configurações de reatores. Um reator anaeróbio de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) reator de tanque completamente agitado (CSTR) e reator de batelada (BR) usando acetato e glicose como substratos.

Reatores anaeróbios de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) alimentados com glicose foram examinados estudando a porcentagem de uso de demanda química de oxigênio por bactérias redutoras de sulfato em taxas variáveis de DQO/SO_4^{2-} . Entre os três tipos de reatores anaeróbios para a remoção de sulfato alimentados com glicose e acetato como substratos os reatores UASB alimentados com glicose apresentaram o mais alto nível de remoção de matéria orgânica juntamente com uma redução de sulfato. Os CSTRs alimentados com acetato apresentaram menores atividades de redução de sulfato. A glicose mostrou ser um substrato ligeiramente melhor para bactérias redutoras de sulfato em comparação ao acetato. O sulfato foi removido mais lentamente mas também com mais eficiência com taxas crescentes de DQO/SO_4^{2-} .

Assim o objetivo deste estudo foi avaliar duas concentrações (500 mg L^{-1} e 1.000 mg L^{-1}) de sulfato de ferro ($FeSO_4$) na vinhaça exposta ao processo de biodigestão anaeróbia em reatores de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) sob temperatura mesofílica ($38 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) inoculado com lodo granular a fim de avaliar a produção e composição do biogás além de averiguar o comportamento do processo de biodigestão anaeróbia quando submetido a essas condições.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Substrato

Foi utilizado como substrato rico em sulfato a vinhaça que é um resíduo tradicionalmente obtido de processo de produção de etanol. O material foi coletado de uma usina de etanol e açúcar localizada em Iracemápolis-SP Brasil. Essa matéria-prima foi coleta com aproximadamente $18 \text{ }^\circ\text{Brix}$ e concentrada até $50 \pm 2 \text{ }^\circ\text{Brix}$ por aquecimento e evaporação. Esse procedimento foi adotado apenas para facilitar o armazenamento do

material o qual foi armazenado em galões de polietileno sob temperatura de $6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Antes de ser utilizada no processo de biodigestão a vinhaça foi diluída em água filtrada de modo que se ajustasse a concentração para 3,2% de sólidos solúveis que é a concentração média da vinhaça após o processo de destilação do vinho. Após a diluição o pH da vinhaça era corrigido até a faixa ideal de 6,8 – 7,2 com adição de bicarbonato de sódio comercial (NaHCO_3).

2.2 Inóculo

Trata-se de um lodo metanogênico ativo granular obtido de um reator anaeróbio termofílico em operação no tratamento de vinhaça de uma unidade industrial na região de Pradópolis/SP. O volume de inóculo utilizado foi de 50% do volume do reator. Por se tratar de um inóculo retirado de um reator em operação o período de adaptação foi curto e já havia sido utilizado por outras pesquisas no laboratório. Sendo assim o inóculo não necessitou de adaptação para se estabilizar até o início do estudo.

2.3 Reatores

Foram utilizados dois reatores de aço inox tipo UASB (*Up-flow Anaerobic Sludge Blanket*) com capacidade de 50 L e volume útil de 34,5 L. Os reatores continham separadores trifásicos saída para gás e duas saídas para efluente na parte superior. Enquanto na parte inferior continha entrada para afluente e ao lado do reator cinco pontos para saída de amostra.

2.4 Procedimento experimental

A condução dos ensaios de biodigestão ocorreu de forma contínua durante 63 dias com alimentação em batelada cada reator foi alimentado diariamente com 5 L de vinhaça. O tempo de detenção hidráulica do reator foi de 7 dias. Foram testadas a vinhaça e vinhaça com a adição de duas dosagens 500 mg L^{-1} (T2) e 1.000 (T3) mg L^{-1} de sulfato de ferro (FeSO_4) da marca Synth com peso molecular (P.M) 489,90 g e também um tratamento controle (T1) sem a adição do FeSO_4 . Os bioensaios foram realizados em triplicatas por tratamento. O experimento foi conduzido utilizando dois biorreatores R1 e R2 com 5 ensaios distribuídos de forma aleatória conforme demonstrado na Tabela 1. Cada ensaio teve a duração de 7 dias e após o período de casa ensaio os reatores foram alimentados somente com vinhaça durante 7 dias (1 TDH) a fim de substituir todo o volume de vinhaça existente no reator. Somente após essa etapa era dado início ao ensaio com um novo tratamento.

BIORREADORES	ENSAIOS				
	1	2	3	4	5
REATOR 1 (R1)	T1R1	T2R3	T3R1	T3R3	T1R2
REATOR 2 (R2)	T2R1	T3R2	T2R2	T1R3	-

Tabela 1- Descrição dos tratamentos e sequência de realização dos ensaios de biodigestão anaeróbia.

T1 – controle; T2 –500 mg L⁻¹ FeSO₄; T3 – 1000 mg L⁻¹ FeSO₄; R – repetições

2.5 Métodos analíticos

A avaliação do processo de biodigestão anaeróbia foi realizada através do monitoramento do afluente (substrato) efluente (biodigestado) e do biogás gerado em cada reator. O monitoramento foi realizado durante os 7 dias de duração de cada ensaio e os parâmetros foram avaliados duas vezes na semana (2º e 6º dia).

2.5.1 Parâmetros de monitoramento

Os parâmetros pH e demanda química de oxigênio (DQO) foram mensurados de acordo com APHA (2012) alcalinidade total por JENKINS et al. (1983) e acidez total por DILALLO e ALBERTSON (1961).

2.5.2 Teor de sulfato e ácidos orgânicos

As concentrações de sulfato e ácidos orgânicos (ácido acético ácido butírico ácido propiônico e ácido succínico) presente no afluente e efluente foram analisados por um cromatógrafo de íons modelo IC 930 Compact da *Metrohm®* equipado com a coluna *Metrosep A Supp 5 250/4.0* à 25 °C para análise do teor sulfato e a coluna *Metrosep Organic Acid* à 25 °C para ácidos orgânicos. As análises foram realizadas seguindo-se o método descrito pelo fabricante (EITH et al. 2006). Primeiramente as amostras foram centrifugadas sob 860 g durante 10 minutos posteriormente diluídas 5 vezes com água ultrapura e filtradas em unidades filtrantes de membrana PTFE hidrofóbico com porosidade de 0 45 µm.

2.5.3 Volume de biogás

A produção volumétrica de biogás foi mensurada em tempo real durante todos os ensaios com auxílio do medidor de gás úmido modelo *Wet Tip Gas Meter®* da marca *Archaea Press* o qual emitia sinal elétrico para um controlador lógico programável (CLP) captado por um sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Este sistema de aquisição de dados permitia obter informações sobre a produção de biogás no tempo uma vez por segundo. No entanto para o estudo foi considerado resultados médios acumulados

no intervalo de 60 minutos (1 h).

2.5.4 Composição do biogás

O teor de metano foi analisado por cromatografia de fase gasosa com o auxílio do cromatógrafo gasoso modelo CG-2014 da Shimadzu® equipado com detector de ionização em chamas “Flame Ionization Detector” e Coluna SH-Rt-Q-BOND sob temperatura de 150 °C. As análises foram realizadas seguindo-se a metodologia descrita pelo fabricante (SHIMADZU 2014). Para realizar a análise foram coletadas 60 mL do biogás diretamente retiradas do bioreator utilizando seringa (INJEX) de rosca acoplada a torneira de 3 vias Luer Lock no intuito de aprisionar o gás. Posteriormente foram injetados no cromatógrafo gasoso as análises foram realizadas em triplicata.

2.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dados longitudinais sendo 3 tratamentos com 3 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de F da análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com auxílio do software SAS 9.8® (SAS INSTITUTE 1985).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Degradação de matéria orgânica e relação DQO/Sulfato

Em relação a concentração de DQO efluente os resultados obtidos durante a operação dos reatores demonstraram que o tratamento controle (T1) apresentou a maior concentração final de DQO ($10.534,89 \pm 400,25 \text{ mg L}^{-1}$) e o menor percentual de remoção ($64,59 \pm 1,35 \%$). Neste caso também foi observada a maior relação DQO/Sulfato (0,53) dentre os tratamentos avaliados. Por outro lado o substrato submetido ao T2 ($500 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$) apresentou as menores concentração residuais de DQO ($8892,70 \text{ mg L}^{-1} \pm 491,28$) e a maior percentual de remoção ($70,11 \pm 2,02 \%$) também foi observado a menor relação DQO/Sulfato (0,41) (Tabela 2).

	DQO ($\text{mg L}^{-1} \text{ O}_2$)	Remoção de DQO (%)	Sulfato mg L^{-1}	DQO/Sulfato
T1	$10.534,89 \pm 400,25$	$64,59 \pm 1,35$	$19.695,45 \pm 37,56$	0,53
T2	$8.892,70 \pm 491,28$	$70,11 \pm 2,02$	$21.590,36 \pm 469,26$	0,41
T3	$9.323,98 \pm 373,10$	$68,66 \pm 1,25$	$21.482,25 \pm 760,20$	0,43

Tabela 2 – Valores médios da DQO efluente, remoção de DQO, sulfato e relação DQO/Sulfato nos tratamentos T1 controle, T2 500 mg L^{-1} de FeSO_4 e T3 1.000 mg L^{-1} de FeSO_4

O sulfato é o composto mais importante a ser monitorado nos processos anaeróbios pois é capaz de favorecer a população de bactérias redutoras de sulfato (BRS) que competem com as bactérias acetogênicas no consumo do propionato e com as arqueias hidrogenotróficas pelo H_2 (ESPAÑA-GAMBOA et al. 2012). A concentração de sulfato encontrado na vinhaça afluyente foi de 3.896 83 $mg L^{-1}$ ($\pm 8 80$). Os resultados obtidos em todos tratamentos mostram o aumento elevado teor de sulfato durante o processo de biodigestão anaeróbia. Sendo que o T1 expressou o aumento de sulfato de 405 42 % o T2 454 04 % e o T3 451 28 %.

A relação 0 67 de DQO/Sulfato no caso de águas residuais subjetivamente existe sulfato considerável disponível para a biomassa redutora de sulfato eliminar completamente a matéria orgânica. Em contrapartida quando as razões DQO/Sulfato for inferior a 0 67 a quantidade de matéria orgânica na água residual é insuficiente para a redução completa do sulfato. Entretanto para águas residuais com relação DQO/Sulfato superiores a 0 67 a remoção completa da matéria orgânica só pode ser atingida em condições de redução do sulfato e ocorrer Metanogênese simultaneamente (RINZEMA; LETTINGA 1988a). Jeong e colaboradores (2008) em seu estudo utilizando lodo ativado residual pré-tratado e não tratado termicamente em várias concentrações de sulfato (50 100 500 1000 5000 $mg L^{-1}$) e razões DQO/Sulfato (116 58 11 6 5 8 1 16) respectivamente observou que à medida que a razão DQO/Sulfato aumentou as eficiências de remoção de DQO para lodo ativado de resíduos não tratado e pré-tratado termicamente também aumentaram. Quando as razões DQO/Sulfato estavam abaixo de 10 as taxas de produção de metano diminuíram. Assim sendo quando o valor DQO de Sulfato contendo águas residuais afluentes é alto ele pode reduzir o papel das BRS (JEONG 2008). Comumente não há problemas para tratamentos metanogênicos em águas residuais contendo razão DQO/Sulfato maior que 10 (RINZEMA; LETTINGA 1988b).

Em outro estudo Guerrero et al. (2013) avaliaram a influência do teor de sulfato e do pH na biodigestão anaeróbia de águas residuais de curtumes reais usando diferentes concentrações de sulfato (SO_4^{-2}) sob várias condições de pH. Assim observaram que a alta Atividade Metanogênica Específica (AME) foi constatada nos valores mais elevados da razão DQO/Sulfato pois para valores abaixo de 0 77 não houve diferenças significativas entre AME em pH 6 4 e 6 8. Isso pode ser explicado pelos baixos valores de DQO/Sulfato (3 33 1 67 1 00 0 77 e 0 63) utilizado.

Foi apontado que a razão mínima teórica DQO/Sulfato na qual as BRS contra arqueias metanogênicas são favorecidas é 0 87 (GREBEN et al. 2000). No estudo de Guerrero et al. (2013) as BRS foram favorecidas nas duas razões DQO/Sulfato mais baixas estudadas (0 63 e 0 77).

No presente estudo os tratamentos T2 e T3 que foram submetidos as concentrações de 500 $mg L^{-1}$ e 1.000 $mg L^{-1}$ de $FeSO_4$ respectivamente apresentaram menor razão DQO/Sulfato (0 41 e 0 43) isto pode estar associado ao impacto causado pelo aumento

da concentração de sulfato. Curiosamente o tratamento T2 que foi suplementado com a menor concentração de FeSO_4 apresentou menor relação DQO/Sulfato (0,41) e maior concentração do teor de sulfato ($21.590,36 \pm 469,26$). Possivelmente neste tratamento o sulfato não foi degradado tendo maior concentração em sua composição.

3.2 Monitoramento do processo por pH alcalinidade e acidez volátil total

No tocante aos valores de pH os resultados observados aos tratamentos T1 (controle) T2 (500 mg L^{-1}) e T3 (1.000 mg L^{-1}) foram: 7,81; 7,74; 7,79 respectivamente (Tabela 3) indicando que o uso da solução de FeSO_4 não promoveu interferência nos valores de pH dos substratos investigados.

No processo de biodigestão anaeróbia os valores ótimos de pH para as reações enzimáticas ocorrem entre 6,2 e 7,6 (MCCARTY 1964) embora seja possível alcançar estabilidade na formação de metano na faixa 6,0 a 8,2 (SPEECE 2008). Hulshoff-Pol e colaboradores (2001) relatam que tanto em condições mesófilas como termofílicas o lodo granular é menos inibido pelo H_2S em pH baixo ou neutro ao passo que a inibição é muito similar em altos valores de pH.

Com relação à alcalinidade total os resultados obtidos demonstraram que o T2 (500 mg L^{-1} de FeSO_4) apresentou os maiores teores médios ($1.741,92 \pm 706,64 \text{ mg L}^{-1}$) do que os demais tratamentos T1 ($1.283,41 \pm 102,38 \text{ mg L}^{-1}$) e T3 ($1.361,81 \pm 21,85 \text{ mg L}^{-1}$) respectivamente. Para sistemas anaeróbios em condições mesofílicas McCarty (1964) indica que alcalinidade a bicarbonato desejável fica em torno de $2.500 - 5.000 \text{ mg L}^{-1}$. Estes valores são referências para reatores UASB com fluxo contínuo. Porém mesmo quando não alimentados com fluxo contínuo e recirculando substrato promove maior produção de alcalinidade. Todos os tratamentos apresentaram valores menores do que indicado pela literatura (Tabela 3). O que pode ser justificado pela ausência de recirculação do substrato nos reatores R1 e R2.

Parâmetros	T1 (Controle)	T2 ($500 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$)	T3 ($1.000 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$)
pH	7,81	7,74	7,79
AT (mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$1283,41 \pm 102,38$	$1741,92 \pm 706,64$	$1361,81 \pm 21,85$
AI (mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$125,83 \pm 18,03$	$178,89 \pm 39,55$	$147,55 \pm 26,48$
AP (mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$1157,58 \pm 91,82$	$1593,04 \pm 668,23$	$1214,25 \pm 47,81$
AI/AP	$0,11 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,02$
AVT (mg $\text{CH}_3\text{COOH L}^{-1}$)	$387,74 \pm 84,47$	$355,06 \pm 29,49$	$310,78 \pm 19,67$

Tabela 3 -Valores da média de alcalinidade total (AT) alcalinidade intermediária (AI) alcalinidade parcial (AP) e relação AI/AP em todos os tratamentos

Em relação à alcalinidade intermediária (AI) obtiveram os seguintes: no processo de biodigestão submetido ao T1 os teores de alcalinidade intermediária foram $125,83 \pm 18$

03 mg L⁻¹. Estes teores foram menores do que os encontrados em T2 (178 89 ± 39 55 mg L⁻¹) e T3 (147 55 ± 26 48 mg L⁻¹) (Tabela 4). Isto indica que a população de bactérias acetogênicas no processo de biodigestão submetida ao T1 teve maior habilidade em converter ácidos em acetatos do que as populações desses microrganismos submetidas às condições do T2 e T3. Os teores de Al no biodigestado submetido ao T2 (500 mg L⁻¹ de FeSO₄) foi 42 17 % maior do que os valores desse parâmetro no reator submetido ao tratamento controle (T1). Já o T3 (1.000 mg L⁻¹ de FeSO₄) expressou o acréscimo de 17 26 % em relação ao T1.

Ademais a relação Al/AP é um importante indicador do equilíbrio do processo anaeróbio (FORESTI 1994). Relações Al/AP superiores a 0 3 são indesejáveis ao processo pois indicam a ocorrência de distúrbios no processo de digestão anaeróbia (RIPLEY 1986).

A instabilidade do processo anaeróbio ocorre quando a velocidade de produção de ácidos for maior que seu consumo acarretando queda do pH e inibição das atividades de arqueias metanogênicas sensíveis às mudanças nas condições ambientais. Para que haja estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia a faixa de ácidos voláteis totais (AVT) recomendada é de 50 a 500 mg L⁻¹ (GERARDI 2003).

A concentração média de AVT no efluente foi 387 74 (± 84 47); 355 06 (± 29 49) e 310 78 (± 19 67) mg CH₃COOH L⁻¹ para T1 T2 e T3 respectivamente resultando na redução de 89 16 % 90 08 % 91 31 % para o T1 T2 e T3 respectivamente considerando que a concentração de AVT na vinhaça afluente foi de 3.577 64 mg CH₃COOH L⁻¹. O T3 com a maior concentração de FeSO₄ apresentou a menor concentração de AVT em comparação aos outros tratamentos porém as porcentagens de redução em todos os tratamentos foram próximas.

3.3 Produção e consumo de ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são substâncias de suma importância no processo de biodigestão anaeróbia. Servem como base para monitoramento assim como para eficiência de produção de biogás. Nota-se na Tabela 4 que o ácido propiônico não foi detectado e os teores dos ácidos succínico acético e butírico sofreram diminuição em todos os tratamentos.

Tratamentos	Succínico (mg L ⁻¹)	Acético (mg L ⁻¹)	Butírico (mg L ⁻¹)	Propiônico (mg L ⁻¹)
T1	42,57 ± 0,08	211,93 ± 70,93	38,36 ± 0,59	ND
T2	62,33 ± 1,61	280,15 ± 64,38	42,56 ± 4,99	ND
T3	52,61 ± 1,52	255,42 ± 9,46	46,48 ± 0,84	ND

ND: não detectado

Tabela 4: Concentração de ácidos orgânicos e desvio padrão no efluente obtido em todos os tratamentos

A concentração de ácido succínico na vinhaça afluente foi de 1.274 95 mg L⁻¹

obtendo a redução da de 96 7% 95 11% e 95 9% para T1 T2 e T3 respectivamente. Avaliando os teores de ácido acético é o possível observar que os tratamentos com a suplementação de FeSO_4 T2 e T3 apresentaram os maiores teores desse ácido de modo que o T2 com 500 mg L^{-1} de FeSO_4 foi o que apresentou maior concentração. Schmidt et al. (2014) em seus estudos observaram que a deficiência de Ferro (Fe) não causou aumento de ácido acético. A concentração de ácido acético na vinhaça afluyente foi de 456 90 mg L^{-1} resultando em remoções de 53 62% 38 68% 44 09% para T1 T2 e T3 respectivamente. Devido a vinhaça ser um substrato de composição variada nota-se que a concentração de ácido acético encontrado no material utilizado para o processo de biodigestão anaeróbia não apresentou concentração elevada. Porém quando utilizaram a concentração de 100 mg L^{-1} de Fe juntamente com 0 7 mg L^{-1} Níquel constataram o acréscimo geral na concentração de ácidos orgânicos voláteis concluindo que somente o uso desses elementos não é suficiente para manter um processo estável e que outros elementos também podem estar em deficiência. Silverio (2017) em seu estudo caracterizou a vinhaça afluyente obtendo 1.641 9 mg L^{-1} de ácido acético em sua composição. Nos primeiros dias (1^o-6^o) verificou-se eficiência no consumo de ácido acético atingindo no 2^o dia a concentração de 441 99 mg L^{-1} alcançando a redução de 65 94 % de ácido acético porém após esse período observou o aumento das concentrações de ácidos orgânicos no reator. Todavia no presente estudo não foi observado acúmulo de ácido acético no reator mas também não foi apresentado consumo eficiente pois a remoção desse elemento foi relativamente pequena considerando a concentração do efluente.

No tocante à concentração de ácido butírico os resultados obtidos foram satisfatórios pois demonstraram que esse ácido foi consumido e não acumulado no reator evidenciando o processo de transformação do ácido butírico em ácido acético que também foi consumido evitando acidez no meio. A concentração de ácido butírico expresso na vinhaça afluyente foi de 1.351 96 mg L^{-1} obtendo redução de 97 16% 96 85% e 96 56 % para o T1 T2 e T3 respetivamente. Constata-se que o T3 com 1.000 mg L^{-1} de FeSO_4 foi o que apresentou maior concentração de ácido butírico possivelmente a conversão para acetato utilizando essa concentração foi menos eficiente em relação aos outros tratamentos.

Estudos anteriores relataram concentrações de ácido acético de até 1.370 e 6.000 mg L^{-1} ; ácido butírico entre 886 e 1193 mg L^{-1} ; e concentrações de ácido propiônico como 2.800 e 3.009 mg L^{-1} (LEITE et al. 2015; GOODWIN; STUART 1994; ESPAÑA-GAMBOA et al. 2012; LÓPEZ-LÓPEZ et al. 2015). Assim nota-se que no presente estudo não foi observado acúmulo de nenhum desses ácidos durante o processo de biodigestão anaeróbia.

3.4 Produção de biogás e teor de metano

Durante o período operacional a média de todos os tratamentos considerando as repetições foram: 68 23 (± 2 98) L 68 06 (± 0 84) L e 66 80 (± 0 81) L para T1 T2 e

T3 respectivamente (Tabela 5). Esses resultados demonstram que não foram observadas diferenças no potencial de produção de biogás dos reatores mesmo operando com substrato (afluentes) com concentrações altas de sulfato (SO_4^{-2}).

Tratamentos	BIOGÁS (L)							CV (%)
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
T1	64,40 aA	66,20 Aa	69,43 aA	67,73 aA	70,27 aA	69,67 aA	69,87 aA	7,69
T2	62,40 aA	63,77 aA	66,37 aA	71,93 aA	70,87 aA	68,27 aA	75,50 aA	6,7
T3	63,30 aA	63,77 aA	64,53 aAB	67,83 aAB	67,60 aAB	68,37 aAB	72,20 aB	4,13
CV (%)	4,99	4,72	6,53	4,47	4,13	6,19	10,56	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey a 5 % de nível de significância; Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey a 5 % de nível de significância; T1: Controle; T2 500 mg L⁻¹ de FeSO₄; T3: 1.000 mg L⁻¹ FeSO₄; CV: Coeficiente de variação.

Tabela 5: Produção de biogás durante o período dos ensaios com três repetições de 7 dias de operação cada ensaio

Considerando que a carga orgânica expressa através da DQO no efluente foi em média de 29.744 52 mg L⁻¹ pode-se estimar que a produção de média de biogás por grama de DQO foi de 0 46 L g⁻¹; 0 46 L g⁻¹ e 0 45 L g⁻¹ nos tratamentos T1 T2 e T3 respectivamente.

No tocante às concentrações de metano (CH₄) o teor médio observado no biogás obtido em T1 foi 61 97 (±0 05)% T2 60 41 (± 0 32)% e T3 61 65 (±1 45)% (Figura 1).

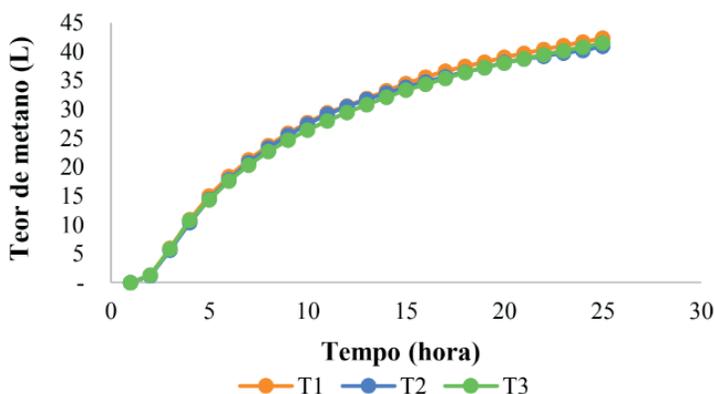


Figura 1 - Cinética dos tratamentos T1 (controle); T2 (500 mg L⁻¹ FeSO₄) e T3 (1000 mg L⁻¹ FeSO₄) em relação ao teor de metano durante 24 horas por meio da biodigestão anaeróbia

De acordo com Souza et al. (2005) e Coelho et al. (2006) o biogás proveniente dos processos de biodigestão anaeróbia possui como composição típica 60 % de metano 35 % de dióxido de carbono e 5 % de uma mistura de hidrogênio. Contudo esses valores sofrem variação dependendo do tipo de substrato utilizado. Dependendo da eficiência do processo influenciado por fatores como carga orgânica pressão e temperatura durante a fermentação biogás pode conter entre 40 e 80% de metano.

Observa-se na Figura 2 que na 5ª hora obteve-se o maior volume em litros por hora tanto de biogás quanto em teor de metano em todos os tratamentos avaliados. Isto significa que nesse momento possivelmente ocorreu a maior taxa de transformação da matéria orgânica em biogás. Esses resultados demonstram que a produtividade de metano e de biogás ($\text{g L}^{-1} \text{h}^{-1}$) não sofreram interferências dos tratamentos ministrados. Conforme a literatura quanto maior a eficiência do tratamento maior será a produção de metano pelo sistema e a capacidade de obtenção de energia (JIANG et al. 2013; DENG et al. 2014).

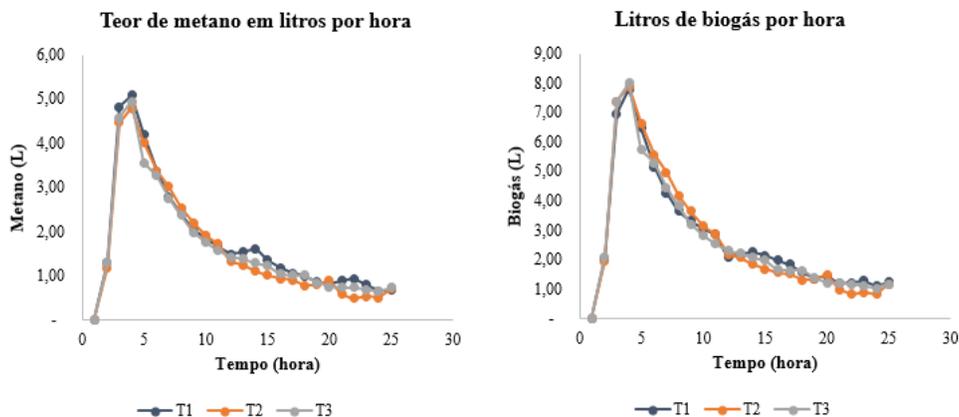


Figura 2 - Comparação do teor de metano e produção de biogás por hora em cada tratamento: T1 (controle); T2 (500 mg L⁻¹ FeSO₄) e T3 (1000 mg L⁻¹ FeSO₄)

4 | CONCLUSÃO

Neste estudo os tratamentos com o uso da solução de sulfato de ferro (FeSO₄) na concentração de 500 e 1.000 mg L⁻¹ para a suplementação da vinhaça não permitiram observar aumento da produtividade e da qualidade em teor de metano no biogás obtido em processo de biodigestão anaeróbia da vinhaça visto que todos os tratamentos apresentaram respostas semelhantes. Sendo a maior porcentagem (70 11 ± 2 02%) de remoção da matéria orgânica atingida foi para o tratamento T2 (500 mg L⁻¹ de FeSO₄). Todos os tratamentos estudados apresentaram razão DQO/Sulfato inferior a 0 67 e se manteve estável durante o processo de biodigestão anaeróbia. Posto isto os resultados

obtidos neste estudo mostram que a condução do processo de biodigestão da vinhaça com suplementação de 500 e 1.000 mg L⁻¹ não causou colapso no reator e se manteve estável.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22^a ed. Washington: American Public Health Association 2012. 1935 p.

BRASIL. LEI Nº 13.576 DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. **Disponível em** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. Norma Técnica P4.231** 2006.

CHERNICHARO C. A. L. de. **Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: DESA-UFMG 2007. 359 p.

COELHO S. T.; GOLDEMBERG J.; LUCON O.; GUARDABASSI P. Brazilian sugarcane ethanol: lessonslearned. **Energy for SustainableDevelopment** v. 10 n. 2 p. 26-29 2006.

CORTEZ L. A. B.; ROSSEL C. E. V.; JORDAN R. A.; LEAL M. R. L. V.; LORA E. E. S. R&d needs in the industrial production of vinasse. **Sugarcanebioethanol - R & D for productivity and sustainability** p. 619–636 2014.

DENG Y.; XU J.; LIU Y.; MANCL K. (2014) Biogas as a sustainableenergysource in China: Regional developmentstrategyapplication and decisionmaking. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** v. 35 p. 294-303.

DILALLO R.; ALBERTSON O. E. Volatile Acids by Direct Titration. **ENERGIGASSVERIGE. Biogas in Sweden**. 4. v. 33 p. 356–365 Abril 1961.

EITH C; KOLB M; SEUBERT A &VIEHWEGERM K. H. **Práticas em Cromatografia de íons: Uma Introdução**. 2006. 142 p. Metrohm 2006.

ERDIRENCELEBI D.; OZTURK I.; COKGOR E.U.; TONUĞ G.U. Degree of sulfate-reducingactivities on COD removal in various reactor configurations in anaerobicglucose and acetate-fedreactors. **Clean Soil Air Water** 2007 35 178–182.

ESPAÑA-GAMBOA E. I. MIJANGOS-CORTÉS J. O.; HERNÁNDEZ-ZÁRATE G.; MALDONADO J. A.; ALZATE-GAVIRIA L. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. **Biotechnology for Biofuels** v. 5 p. 82-90. 2012. DOI: 10.1186/1754-6834-5-8

FORESTI E. Fundamentos do processo de digestão anaerobia In: Universidad de la República. **Tratamientoanaerobio**. Montevideo s.n 1994. p.97-110.

GERARDI M. H. **A microbiologia do digestor anaeróbico** John Wiley & Sons Inc. Hoboken Nova Jersey (2003).

- GRANATO E. F.; SILVA C. L. **Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça**. ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL 4. Campinas 2002.
- GOODWIN J. A. S.; STUART J. B. Anaerobic digestion of malt whisky distillery pot ale using up flow anaerobic sludge blanket reactors. **Bioresource Technology** v. 49. p. 75-81. 1994.
- GREBEN H.A.; MAREE J.P.; SINGMIN Y. AND MNQANQENI S. Biological sulphate removal from acid mine effluent using ethanol as carbon and energy source. **Water Sci. Technol.** 2000 42 (3-4) 339-344.
- GUERRERO L.; CHAMY R.; JEISON D.; MONTALVO S.; HUILIÑIR C. (2013) Behavior of the anaerobic treatment of tannery wastewater at different initial pH values and sulfate concentrations. **J Environ Sci Heal A** 48(9):1073-1078
- HULSHOFF-POL L. W.; LEANS P. N. L.; WEIJMA J.; STAMS A. J.M. New developments in reactor and process technology for sulfate reduction. **Water Science and Technology** v. 44 n.8 0. 67-76 2001.
- JENKINS S.R.; MORGAN J.M.; SAWYER C.L. *Measuring anaerobic sludge digestion and growth by a simple alkalimetric titration*. **Journal of water pollution control federation** v.55 n.5 p. 448-453. 1983.
- JEONG T. Y.; CHA G. C.; SEO Y. C. JEON C.; CHOI S. S (2008) Effect of COD/ sulfate ratios on batch anaerobic digestion using waste activated sludge. **J Ind Eng Chem** 14(5):693-697
- JIANG X.; HAYASHI J.; SUN Z.Y.; YANG L.; TANG Y.Q.; OSHIBE H.; OSAKA N.; KIDA K. (2013) Improving biogas production from protein-rich distillery wastewater by decreasing ammonia inhibition. **Process Biochemistry** v. 48 p. 1778-1784.
- LEITE A. F.; JANKE L.; ZUOPENG L. V.; RICHNOW H. H.; NIKOLAUSZ M. Improved monitoring of semi-continuous anaerobic digestion of sugarcane waste: effects of increasing organic loading rate on methanogenic community dynamics. **International Journal of Molecular Sciences** v. 16 p. 23210-23226. 2015.
- LÓPEZ-LÓPEZ A.; BECERRIL E. L.; CONTRERAS M. E. R.; GARCIA E. V. Influence of alkalinity and VFAs on the performance of an UASB reactor with recirculation for the treatment of tequila vinasses. **Environmental Technology** v. 36 p. 2468-2476. 2015.
- MCCARTY P. L.; Anaerobic waste treatment fundamentals. **Public Works** v.95 n.9 10 11 e 12 1964.
- MEYSTRE J. A. **Partida de um reator UASB em escala piloto para tratamento de efluente doméstico**: estudo de caso para a região da Serra da Mantiqueira. 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá Itajubá 2007.
- OLIVEIRA R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. 2009. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos São Carlos 2009.

RINZEMA A.; LETTINGA G. The effect of sulphide on the anaerobic degradation of propionate
Environ. Technol. Pags 83-88 1988^a.

RINZEMA A.; LETTINGA G. in: **DL WISE (Ed.) Biotreatment systems** vol.III CRC Press Boca Raton FL 1988b.

RIPLEY L. E.; BOYLE W. C.; CONVERSE J. C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal Water Pollution Control Federation** v. 58 n. 5 p. 406-411 1986.

ROBINSON J. A.; TIEDJE J. M.; Competition between sulfate-reducing and methanogenic bacteria for H₂ under resting and growing conditions. **Archives of Microbiology** V. 137 p. 26-32 1984.

ROMERO-GUIZA M. S.; VILA J.; MATA-ALVAREZ J.; CHIMENOS J. M.; ASTAIS S. The role of additives on anaerobic digestion: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** Volume 58 May 2016 Pages 1486-1499.

SAS INSTITUTE INC. Users Guide: Statistics Version 5 Edition. SAS Institute Inc. Cary North Carolina USA 1985.

SCHMIDT T.; NELLES M.; SCHOLWIN F.; PROTER J. Trace element supplementation in the biogas production from wheat stillage – Optimization of metal dosing. **Bioresource Technology** V. 168 P. 80-85. 2014.

SHIMADZU (2014) **N₂O/CO/CO₂/CH₄ analysis system (TCD/FID) GC-2014NCCC1**. Application data sheet no.57.

SILVERIO M. S. **Digestão anaeróbia de vinhaça 2G para produção de biogás**. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo Piracicaba/ SP 2017.

SOUZA C. F.; LUCAS J. J.; FERREIRA W. P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola** v.25 n.2 p.530-539 2005.

SPEECE R. E. **Anaerobic Biotechnology and Odor/Corrosion Control for Municipalities and Industries**. Archae Press Nashville Tennessee EUA. p. 586 2008.

SYDNEY E. B.; LARROCHE C.; NOVAK A. C.; NOUAILLE R.; SARMA S. J.; BRAR S. K.; LETTI L. A. JR.; SOCCOL V. T.; SOCCOL C. R. Economic process to produce biohydrogen and volatile fatty acids by a mixed culture using from sugarcane ethanol industry as nutrient source. **Bioresource technology**.. v. 159 p 380-386 May 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrotóxico 62, 121

Antártica 127

Apocynaceae 96, 97, 98, 105, 107

Aprendizagem 7, 9, 10, 55, 56, 57, 60, 61, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 176

B

Biodigestão anaeróbia 5, 6, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48

Biogás 33, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 47, 48

Bioinvasão 96, 97, 98, 101, 103, 104, 105

C

Capoeira Manejada 178

Corpo Humano 5, 55, 58, 60

D

Densidade 65, 158, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188

Diabetes Mellitus 49, 50, 54, 153, 154, 155

E

Ecologia 14, 16, 105, 106, 127, 190, 193, 196

Ecologia de Estradas 196

Educação em saúde 5, 1, 3, 4, 9

Enfermagem 1, 9, 56, 156, 164, 176

Ensino de Biologia 12, 27, 28, 111, 166, 167, 170, 175, 177

Epistemologia 11, 12, 23

Escherichia coli 7, 7, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 147

Escola 1, 2, 3, 4, 5, 6, 27, 33, 47, 48, 61, 84, 109, 111, 113, 116, 119, 147, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 177

Estereologia 62

F

Fabaceae 96, 97, 101, 106

Fatores de virulência 87

Fauna Silvestre Atropelada 190, 193

Formaldeído 7, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84

H

Hipercolesterolemia 153, 155

Hiperplasia 62, 68, 69

I

Imunologia 5, 6, 29, 30, 31

Infecções relacionadas à assistência à saúde 152

interações moleculares 5, 7, 49, 51

Intoxicação alimentar 85

L

Liga Acadêmica 6, 29, 30, 31

M

Metformina 49, 50, 51, 52, 53, 54

Morfometria 7, 49, 62, 68

O

Oficina Didática 167

P

Pastagem 178, 181, 182, 184, 186, 187, 188

Pinípedes 127, 131

Prevenção 5, 6, 1, 5, 8, 9, 32, 104, 134, 152, 158, 164, 165

Proteína Bradford 120

R

Reprodução 15, 18, 62, 74, 82, 83, 116, 170

Rizipiscicultura 120, 121, 124

S

Sensibilidade antimicrobiana 9, 93, 145, 147, 148, 149, 150, 151

Síndrome Metabólica 5, 9, 153, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Síntese Estendida 11, 12, 13, 14, 18, 21, 23, 24, 25, 26

Sistema agroflorestal 178, 180, 184, 186

Sulfato de ferro 33, 34, 36, 37, 45

U

Unidade de Terapia Intensiva 145, 151, 152

V

Vinhaça 33, 34, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br