

SUSTENTABILIDADE:

Produção
Científica e
Inovação
Tecnológica



Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2021

SUSTENTABILIDADE:

Produção
Científica e
Inovação
Tecnológica



Maria Elanny Damasceno Silva
(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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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 Federacl 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 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 Gonçalves 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 Miraniide 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

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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
Profª 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª 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
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Sustentabilidade: produção científica e inovação tecnológica

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade: produção científica e inovação tecnológica / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-168-5

DOI 10.22533/at.ed.685211606

1. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

Prezados leitores e pesquisadores, o livro digital “*Sustentabilidade: Produção Científica e Inovação Tecnológica*”, contém 8 capítulos que tratam de estudos científicos inovadores relacionados à sustentabilidade.

Utilizando de abordagem interdisciplinar entre as áreas de conhecimento, tem-se o estudo do uso de sistemas agroflorestais para reconstrução de Áreas de Preservação Permanentes - APP. A conceituação e contextualização da Economia Verde no sistema social e natural.

É apontada a obtenção energética por meio do aproveitamento de resíduos sólidos alimentares, em Belém-PA. Assim como, a produção de biomassa proveniente do cultivo de microalgas, em fazenda de bovinocultura. Por sua vez, os resíduos sólidos oriundos de indústrias também recebem transformação adequada, como o desenvolvimento de verniz derivado da resina Polivinil Butiral. Os refugos têxteis de confecções são tratados sob a visão do Design Verde no processo de avaliação do ciclo de vida dos produtos da moda.

Por último, a administração da produção e operações de selagem de embalagens de produtos de escritório aborda a otimização e melhorias na tecnologia existente, a fim de reduzir desperdícios no sistema vigente.

A Atena Editora e os autores destas pesquisas agradecem o interesse na temática apresentada. Bons estudos!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

USO SUSTENTÁVEL DA TERRA E SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Lourival Alves Barreto

Audrey Ferreira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.6852116061

CAPÍTULO 2..... 15

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECONOMIA VERDE: SOB A ÓTICA DA REVISÃO INTEGRATIVA

Maristela Frederico

Rogério Allon Duenhas

DOI 10.22533/at.ed.6852116062

CAPÍTULO 3..... 25

BIOSISTEMA DO ALIMENTO: DA ALIMENTAÇÃO HUMANA AO APROVEITAMENTO DE SEUS RESÍDUOS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA

Amanda Diely Brito Bulhões da Silva

Alexandre Augusto Pinheiro de Oliveira

Giulianna Campos Lamas

Juliana Carolina Pantoja Revorêdo

Satya dos Santos Gabbay

DOI 10.22533/at.ed.6852116063

CAPÍTULO 4..... 37

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E BIORREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE BOVINOS ANAEROBIAMENTE DIGERIDAS USANDO A MICROALGA *S. PLATENSIS*

Denise Salvador de Souza

Marcelo Henrique Otenio

Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.6852116064

CAPÍTULO 5..... 45

ESTUDO DE APLICABILIDADE DE POLIVINIL BUTIRAL COMO RESINA DE RECOBRIMENTO

Eric Fabricio de Moraes Silva

Adriano Luiz Roma Vasconcelos Cunha

Thais Sousa Almeida

DOI 10.22533/at.ed.6852116065

CAPÍTULO 6..... 54

BIOPLÁSTICO DE AMIDO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE DEGRADAÇÃO NO MEIO AMBIENTE

Caio Vinícius Camargo Rodrigues

Pâmela Silva Garcia Rodrigues

Éverton da Paz Santos

João Pedro Palazzi do Espírito Santo

Bruno Rodrigo Tomazini Borba

DOI 10.22533/at.ed.6852116066

CAPÍTULO 7..... 67

A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS TÊXTEIS E O CICLO DE VIDA DE ARTEFATOS DE MODA EM INDÚSTRIAS DE CONFECÇÃO

Mariana Moreira Carvalho

Valdecir Babinski Júnior

Neide Köhler Schulte

Célio Teodorico dos Santos

Silene Seibel

Icléia Silveira

DOI 10.22533/at.ed.6852116067

CAPÍTULO 8..... 78

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE SELAGEM DE EMBALAGENS PRÉ-MOLDADAS EM PET: ESTUDO DE CASO DE UMA INOVAÇÃO DE PROCESSO EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE MATERIAIS DE ESCRITÓRIO

Fernanda Cancian

Eduarda Regina Carvalho

Erick de Oliveira Queiroz

Karin Fabiana Bandeira de Camargo

Joel Soares

Thalita Jessika Bondancia

Rafael de Almeida Martarello

DOI 10.22533/at.ed.6852116068

SOBRE A ORGANIZADORA..... 87

ÍNDICE REMISSIVO..... 88

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E BIORREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE BOVINOS ANAEROBIAMENTE DIGERIDAS USANDO A MICROALGA *S. PLATENSIS*

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 07/03/2021

Denise Salvador de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ)
Instituto de tecnologia/Departamento de
engenharia
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2601170766094494>

Marcelo Henrique Otenio

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(EMBRAPA Gado de Leite)
Juiz de Fora – Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/7429610959671819>

Henrique Vieira de Mendonça

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ)
Instituto de tecnologia/Departamento de
engenharia
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/8897355054570578>

RESUMO: Microalgas são organismos que podem ser utilizados para biorremediação de águas residuárias e ao mesmo tempo, produzir biomassa rica em macromoléculas. No presente estudo a microalga *S. Pratenses* (*Arthrospira*) foi cultivada em água residuária de bovinocultura, após tratamento em reator UASB. Foram utilizados 2 fotobiorreator horizontais e duas diferentes temperaturas. Os resultados obtidos podem ser considerados promissores em termos

de produção de biomassa, com valores máximos de 6,6 g L⁻¹ e 0,610 g L⁻¹ dia⁻¹ de produtividade volumétrica. As remoções verificadas foram de 82,6%, 85,5%, 100% e 91,1% de DBO₅, ST, NH₄⁺, fósforo, respectivamente. A biofixação máxima de CO₂ encontrada foi de 942 mg L⁻¹ dia⁻¹. Por meio dos resultados obtidos, Podemos considerar que o pós-tratamento da água residuária de bovinos anaerobiamente digerida pode ser considerada uma estratégia importante para mitigar impactos ambientais, com benefício de uso da biomassa para obtenção de bioprodutos.

PALAVRAS-CHAVE: Biorecurso, biofixação, biomassa, tratamento de efluentes.

BIOMASS PRODUCTION AND BIORREMIATION OF ANAEROBICALLY DIGESTED CATTLE WASTEWATER USING *S. PLATENSIS* MICROALGAE

ABSTRACT: Microalgae are organisms that can be used for bioremediation of wastewater and, at the same time, produce biomass rich in macromolecules. In the present study, the microalgae *S. Platensis* (*Arthrospira*) was grown in cattle wastewater, after treatment in a UASB reactor. Two horizontal photobioreactors and two different temperatures were used. The results obtained can be considered promising in terms of biomass production, with maximum values of 6.6 g L⁻¹ and 0.610 g L⁻¹ day⁻¹ of volumetric productivity. The verified removals were 82.6%, 85.5%, 100% and 91.1% of BOD₅, ST, NH₄⁺, phosphorus, respectively. The maximum CO₂ biofixation found was 942 mg L⁻¹ day⁻¹. Through the results obtained, we can consider that the post-treatment of anaerobically digested cattle

wastewater can be considered an important strategy to mitigate environmental impacts, with the benefit of using biomass to obtain bioproducts.

KEYWORDS: Bioresource, biofixation, biomass, wastewater treatment.

1 | INTRODUÇÃO

Microalgas possuem relevante capacidade de produção de biomassa, composta por lipídios, proteínas e carboidratos, macromoléculas que servem como matéria prima na produção industrial (MATA et al., 2010; DE MENDONÇA et al., 2018). Devido a sua composição macromolecular, a biomassa pode ser utilizada para fabricação de produtos importantes como biocombustíveis (biodiesel, bioetanol, bio-óleo), biopolímeros, biofertilizantes, suplemento proteico dentre outros (BARKIA et al., 2019; DE MENDONÇA et al., 2020).

O cultivo das microalgas para produção de biomassa pode ocorrer com sucesso em vários resíduos líquidos como: água residuária de bovinocultura, suinocultura, abatedouros, esgoto sanitário, águas residuária de aquicultura (ALMOMANI et al., 2019; CARDOSO et al., 2020; DE SOUZA et al., 2021) ocorrendo assim, o processo de biorremediação desses efluentes. Além da remoção de nutrientes, as microalgas possuem a capacidade de assimilar a matéria orgânica solúvel *via* mixotrofia (MOHAMMADI et al., 2018). Coliformes totais e termotolerantes podem ser drasticamente reduzidos em reatores cultivados com microalgas, uma vez que muitas espécies são capazes de expelir metabólitos com efeito bactericida (KÜMMERER, 2008).

Nas últimas décadas houve crescimento na geração da água residuária de bovinocultura (ARB) em fazendas de produção intensiva para corresponder à demanda de consumo da sociedade (YU; KIM, 2017). Estes resíduos possuem elevado potencial poluidor, contendo relevantes concentrações de nutrientes e matéria orgânica. A DBO_5 da ARB pode estar entre 2.000 e 30.000 $mg L^{-1}$, o nitrogênio total entre 200 e 2.055 $mg L^{-1}$, amônia entre 110 e 1.650 $mg L^{-1}$ e o fósforo total entre 100 e 620 $mg L^{-1}$ (CHENG et al., 2019). Portanto, adotar metodologias inovadoras de tratamento, como o cultivo de microalgas, para biorremediação destes efluentes são importantes para reduzir a poluição ambiental.

Outro benefício ambiental do cultivo das microalgas é a fixação biológica de dióxido de carbono (CO_2) (DUARTE; FANKA; COSTA, 2020), um processo que ajuda na mitigação da poluição atmosférica. As microalgas realizam fotossíntese que exige elevadas taxas de fixação biológica de CO_2 para transformação do carbono em energia bioquímica (RIBEIRO et al., 2019).

Neste capítulo, será discutido resultados dos experimentos realizados com *S. platensis* em fotobiorreatores horizontais (FBH), operados sob duas diferentes temperaturas. Serão discutidos dados sobre remoção de poluentes, nutrientes e coliformes da ARB, assim como taxa de fixação de CO_2 e a produtividade de biomassa desta microalga.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

A microalga utilizada nesta pesquisa foi *Spirulina platensis* (*Arthrospira*) extraída do banco de cultivo do Laboratório de Processos Fermentativos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica, RJ, Brasil. O pré-cultivo da microalga foi realizado no meio sintético Zarrouk (ZARROUK, 1966), com iluminação de $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$. Além disso, foi realizada uma agitação por meio de um compressor de ar, para promover mistura homogênea entre o meio sintético e a microalga. A biomassa produzida nesta etapa foi utilizada para inoculação dos fotobiorreatores que receberam a água residuária.

A água residuária de bovinocultura foi anaerobiamente digerida por reator UASB e foi coletada na área experimental “Fazendinha Agroecológica” da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus de Seropédica, RJ, Brasil (coordenadas: 22° 45' 21" S; 43° 40' 28" W).

Para realização do experimento foi utilizado dois fotobiorreatores horizontais (FBH) com dimensões idênticas e volume útil de 7,5 L. Ao fundo de cada fotobiorreator foi inserido dois difusores de bolhas finas (20- μm), conectados a uma bomba de ar (Aleas, modelo AP-9804, China) para promover a mistura ARB com as microalgas. A caracterização da ARB após tratamento em reator UASB e utilizada como meio de cultivo, está apresentada na Tabela 1.

Parâmetros	Concentração
pH	7 _(0,15)
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1496 _(2,2)
DQO (mg L^{-1})	1400 _(3,1)
DBO ₅ (mg L^{-1})	890 _(0,2)
DBO ₅ /DQO	0,64
ST (mL L^{-1})	650 ₍₂₂₎
SST (mL L^{-1})	28 ₍₈₎
SSV (mL L^{-1})	162 ₍₃₎
SV (mL L^{-1})	490 ₍₁₃₎
NTK (mL L^{-1})	558 ₍₄₎
NH ₄ ⁺ (mg L^{-1})	366 _(0,9)
NO ₃ ⁻ (mg L^{-1})	77 _(0,1)
PT (mg L^{-1})	79 _(0,2)
Colif. termotolerantes (NMP/100 mL)	$3 \times 10^{+5}$ _($3 \times 10^{+1}$)

CE (condutividade elétrica); DQO (demanda química de oxigênio); DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio); ST (sólidos totais); SST (sólidos suspensos totais); SSV (sólidos suspensos voláteis); SV (sólidos voláteis); NTK (nitrogênio total de Kjeldhal); PT (Fósforo total)

Tabela 1: Água residuária utilizada como meio de cultivo (De Souza et al. 2021)

Diferentes temperaturas foram utilizadas em cada FBR. O reator R1 foi operado à temperatura ambiente de 25 °C ($\pm 2,1^\circ\text{C}$). No segundo reator, R2, houve o controle de temperatura à 35 °C ($\pm 1,1^\circ\text{C}$), considerada ideal para cultivo *S. Platensis* (KUMAR; KULSHRESHTHA; SINGH, 2011). A iluminação foi mantida constante por 24 h dia⁻¹ com irradiância de 265 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Para conseguir fazer uma análise do crescimento da microalga *Spirulina* foram calculados o tempo de duplicação (Td), a taxa específica de crescimento máxima (μ_{max}), concentração de biomassa seca, produtividade volumétrica (Pv).

O tempo de duplicação (Td) foi obtido por meio da Equação 1.

$$Td = \frac{\text{LN}(2)}{\mu_{\text{max}}} \quad (1)$$

As produtividades volumétricas foram obtidas por meio da Equação 2.

$$Pv = \frac{X_f - X_i}{T_f - T_i} \quad (2)$$

Onde, $X_f - X_i$ = Diferença entre as concentrações de biomassa final e inicial, (g L⁻¹); e $T_f - T_i$ = Intervalo de tempo até o fim do processo (d).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), demanda bioquímica de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos voláteis (SV), nitrato (NO₃⁻), nitrogênio amoniacal (NH₄⁺), NTK (nitrogênio total de Kjeldhal); fósforo total (PT), coliformes termotolerantes e pH foram determinados em triplicatas conforme Standard Methods (APHA, 2012).

E por fim, a biofixação de CO₂ (R_{CO2}) foi calculada com base na produtividade e na concentração de carbono orgânico contido na biomassa produzida (g g⁻¹), conforme Equação 3. Para determinar as concentrações de carbono orgânico na biomassa, foi obtido por análise elementar (Elementar Vario EL III, German).

$$R_{CO_2} \left(\text{mg L}^{-1} \text{d}^{-1} \right) = Pv \times C \times \left(\frac{M_{CO_2}}{M_C} \right) \quad (3)$$

P = Produtividade de biomassa (mg L⁻¹ d⁻¹); C = Concentração de carbono na biomassa (g g⁻¹); M_{CO2} = Massa molar do CO₂ (g mol⁻¹); M_C = Massa molar do carbono (g mol⁻¹).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros para verificar o crescimento das microalgas pode ser citado a taxa específica de crescimento máximo (μ_{max}) em dia⁻¹ e o tempo de duplicação mínimo (Td) em dias. Os resultados nesta pesquisa foram de 0,3 dia⁻¹ no reator 1 (R1) e 0,22 dia⁻¹ no reator 2 (R2) para μ_{max} . Já o Td foi de 2 dias no R1 e 3,22 dias no R2 (Tabela 2).

FBH	Biomassa seca (g L ⁻¹)	Produtividade volumétrica (g L ⁻¹ dia ⁻¹)	Taxa específica de crescimento μ_{\max} (dia ⁻¹)	Tempo de duplicação (dias)	Biofixação de CO ₂ (mg L ⁻¹ dia ⁻¹)	Referência
R1	6,5 _(0,014)	0,5578 _(0,001)	0,30	2,0	882 _(5,6)	Presente pesquisa
R2	6,6 _(0,2)	0,610 _(0,18)	0,22	3,22	942 _(8,4)	DE SOUZA et al., (2021)

Os valores entre parênteses indicam desvio padrão; FBR- Fotobiorreator horizontal.

Tabela 2: Parâmetros da cinética, produção de biomassa e biofixação de CO₂ da microalga *S. Platensis*

Em relação ao μ_{\max} foi encontrado um resultado superior, porém próximo, do R1 comparado ao R2, levando a perceber que neste caso manter a temperatura em 35°C (R2) não auxiliou no crescimento da microalga. O Td também alcançou resultado melhor no R1 com somente 2 dias para ocorrer a duplicação. Esta estirpe demonstrou melhor crescimento à temperatura ambiente, mostrando estar adaptada as estas temperaturas, uma vez que por anos foi cultivada nestas faixas de temperatura.

Depois que a *S. platensis* alcançou seu máximo crescimento na ARB foi separado a biomassa da água residuária tratada e medido a concentração de biomassa seca e a produtividade volumétrica, outros parâmetros importantes para analisar se o cultivo da *Spirulina* na ARB obteve resultados expressivos. A biomassa seca medida no R1 foi de 6,5 g L⁻¹ e no R2 de 6,6 g L⁻¹ e a produtividade volumétrica foi 0,5578 g L⁻¹ dia⁻¹ (R1) e 0,610 g L⁻¹ dia⁻¹ (R2), valores apresentados na Tabela 2.

Os resultados encontrados para biomassa seca e produtividade volumétrica ficaram muito próximos. Desta forma o aquecimento de culturas desta cepa em específico podem descartadas em locais onde a temperatura ambiente seja elevada, acima de 25°C ($\pm 1,1^\circ\text{C}$). Segundo dados publicados pelos autores DOS SANTOS et al., (2020), boa parte do nordeste brasileiro seria uma região propícia ao cultivo de *S. platensis*, assim como correu com o cultivo na presente pesquisa nas condições climáticas da cidade de Seropédica (RJ).

Nesta pesquisa foram alcançados elevados valores de biomassa seca, resultado importante para utilização da biomassa para produção de bioprodutos, como biocombustíveis, biopolímeros e biofertilizantes.

ZHU et al. (2016) cultivaram a microalga *Chlorella sp.* em água residuária de bovino e alcançou os resultados de μ_{\max} entre 0,275 e 0,375 dia⁻¹ e Td entre 2,52 e 2,85 dias, valores muito próximos desta pesquisa. Por outro lado, os valores de biomassa seca e produtividade de biomassa dos autores citados foram menores comparados aos da presente pesquisa, com 2,88 g L⁻¹ de biomassa seca e 0,288 g L⁻¹ dia⁻¹ de produtividade de biomassa.

Os autores HENA et al. (2017) cultivaram *Arthrospira platensis*, na água residuária de fazendas de bovinos leiteiros e obtiveram biomassa seca de 5,35 g L⁻¹ e produtividade volumétrica de 0,41 g L⁻¹ dia⁻¹, valores próximos aos encontrados no presente trabalho.

Os resultados de biofixação de CO₂ também estão apresentados na Tabela 2. Valores elevados foram encontrados no R2 de 942 mg L⁻¹ dia⁻¹, já no R1 foi de 882 mg L⁻¹ dia⁻¹, portanto manter a temperatura do FBR em 35°C ajudou no processo de biofixação de carbono, entretanto com pouca variação (penas 60 mg L⁻¹ dia⁻¹ a mais) em comparação ao reator R1, operado à temperatura ambiente. DE MENDONÇA et al., 2018 encontraram valor máximo de biofixação de CO₂ de 547 mg L⁻¹ dia⁻¹ com o cultivo da microalga *Scenedesmus obliquus* em água residuária de bovinocultura anaerobiamente digerida, metade do valor registrado no presente trabalho para *S. platensis*.

Nesta pesquisa, valores relevantes de remoção de poluentes, nutrientes e coliformes foram encontrados (Tabela 3). A remoção de matéria orgânica chegou a valores máximos de 82,6% de DBO₅ e 73,6% de DQO, ambos em R2. A eficiência de remoção de sólidos alcançou valores máximos de 85,5% de ST e 92,6% de SSV (R2). Os nutrientes foram removidos da ARB de forma mais eficaz no R2, alcançando valores de 100%, 96,1% e 91,1% de NH₄⁺, NTK e PT, respectivamente. E por fim, os coliformes termotolerantes foram removidos com porcentagens similares no R1 e R2, com 99,9% e 99,7%, respectivamente. Com os dados apresentados, pode ser analisado que no R2, em geral, maiores remoções de contaminantes foram encontradas, embora a diferença entre os dois reatores tenha sido sutil.

Parâmetros	R1 (%)	R2 (%)
DBO ₅ (mg L ⁻¹)	77,05	82,6
DQO (mg L ⁻¹)	61,65	73,6
ST (mg L ⁻¹)	78,5	85,5
SSV (mg L ⁻¹)	88,4	92,6
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	98,3	100
NTK (mg L ⁻¹)	97,5	96,1
PT (mg L ⁻¹)	90,1	91,1
Colif. termotolerantes (NMP /100 mL)	99,9	99,7

DQO (demanda química de oxigênio); DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio); ST (sólidos totais); SSV (sólidos suspensos voláteis); NTK (nitrogênio total de Kjeldhal); PT (Fósfoto total

Tabela 3: Eficiência de remoção de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos com o cultivo da *S. platensis* na ARB

Valores de 80% de DQO, 98% NH_4^+ e 86,4% de fósforo foram encontrados pelos autores PRAJAPATI et al., (2014), similares aos encontrados na pesquisa exposta. Os autores citados cultivaram *Chroococcus sp.* em água residuária da pecuária leiteira sem tratamento prévio (exceto por filtração em laboratório).

Os valores encontrados de remoção de poluentes foram, portanto, relevantes para promover o cultivo da microalga *S. platensis* na ARB.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram expostos nesta pesquisa dados do crescimento da *S. platensis* na ARB e foram obtidos resultados relevantes de produtividade de biomassa, desta forma, este estudo é importante para verificar se é viável produzir biomassa para produção de bioprodutos. E além do mais, as remoções de poluentes orgânicos e nutrientes eutrofizantes da ARB foram elevados, determinando que este é um tratamento eficaz para este tipo efluente e que poderá ser aplicado em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

ALMOMANI, F. et al. Intergraded wastewater treatment and carbon bio-fixation from flue gases using *Spirulina platensis* and mixed algal culture. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 124, p. 240–250, 2019.

American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA, Washington. 2012.

BARKIA, I; SAARI, MANNING, N S.R. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition, Mar. Drugs 17 (2019) 304, <https://doi.org/10.3390/md17050304>.

CARDOSO, L. G. et al. *Spirulina sp.* LEB 18 cultivation in outdoor pilot scale using aquaculture wastewater: High biomass, carotenoid, lipid and carbohydrate production. **Aquaculture**, v. 525, n. January, p. 735272, 2020.

CHENG DL, NGO HH, GUO WS, CHANG SW, NGUYEN DD, KUMAR SM (2019) Microalgae biomass from swine wastewater and its conversion to bioenergy. *Bioresour Technol* 275:109–122.

DE MENDONÇA, H. V. et al. Microalgae-mediated bioremediation and valorization of cattle wastewater previously digested in a hybrid anaerobic reactor using a photobioreactor: Comparison between batch and continuous operation. **Science of the Total Environment**, v. 633, p. 1–11, 2018.

DE MENDONÇA H.V., Assemany P., Abreu, M. et al. (2020) Microalgae in a global world: new solutions for old problems? *Renew Energy* 165:842–562. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.014>

DE SOUZA, D. S. et al. Enhanced *Arthrospira platensis* Biomass Production Combined with Anaerobic Cattle Wastewater Bioremediation. **Bioenergy Research**, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10258-4>

DOS SANTOS MGB, DUARTE RL, MACIEL AM, ABREU M, REIS A, DE MENDONÇA HV (2020) Microalgae biomass production for biofuels in Brazilian scenario: a critical review. *Bioenergy Res* 14:23–42. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10180-1>

DUARTE, J. H.; FANKA, L. S.; COSTA, J. A. V. CO₂ Biofixation via *Spirulina sp.* Cultures: Evaluation of Initial Biomass Concentration in Tubular and Raceway Photobioreactors. **Bioenergy Research**, v. 13, p. 939–943, 2020.

HENA, S. et al. Dairy farm wastewater treatment and lipid accumulation by *Arthrospira platensis*. **Water Research**, v. 128, p. 267–277, 2017.

KUMAR, M.; KULSHRESHTHA, J.; SINGH, G. P. Growth and biopigment accumulation of cyanobacterium *Spirulina Platensis* at different light intensities and temperature. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 1128–1135, 2011.

KÜMMERER, K. Pharmaceuticals in the Environment e Sources Fate Effects and Risks. First edition. Berlin, Germany, 2008.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renew. Sust. Energ. Rev.* v. 14, p. 217-232, 2010.

MOHAMMADI, M. et al. Cultivation of microalgae in a power plant wastewater for sulfate removal and biomass production: A batch study. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 2, p. 2812–2820, 2018.

PRAJAPATI, S. K. et al. Algae mediated treatment and bioenergy generation process for handling liquid and solid waste from dairy cattle farm. **Bioresource Technology**, v. 167, p. 260–268, 2014.

RIBEIRO, D. M. et al. Characterization of different microalgae cultivated in open ponds. **Acta Scientiarum technology**, v. 41, p. 6–11, 2019.

YU, J. U.; KIM, H. W. Enhanced Microalgal Growth and Effluent Quality in Tertiary Treatment of Livestock Wastewater Using a Sequencing Batch Reactor. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 228, n. 9, p. 357, 2017.

ZARROUK, C. Contribution à l'étude d'une cyanophycée : influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina maxima*. Université des Paris, 1966.

ZHU, L. D. et al. Cultivation of *Chlorella sp.* with livestock waste compost for lipid production. **Bioresource Technology**, v. 223, p. 296–300, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água Residuária 37, 38, 39, 41, 42, 43
Atividades Antropogênicas 1, 2
Avaliação do Ciclo de Vida 67, 69, 74, 75

B

Bem-Estar Humano 15, 16, 21
Bioprodutos 37, 41, 43
Biorremediação 37, 38

C

Ciclagem de Nutrientes 1, 7
Controle da Erosão 1, 11
Controle Gerencial 79
Cultivo das Microalgas 38

D

Descontaminação 32, 67
Desempenho Organizacional 79
Design Verde 67, 69, 70, 75
Desperdício 25, 26, 27, 78, 79, 85

E

Ecoeficiência 67, 69, 70, 71, 75
Equidade Social 15, 16, 21
Escassez Ecológica 15, 16

F

Fertilidade do Solo 1, 11
Fotobiorreator 37, 39, 41

I

Investigações 15, 22

L

Logística Reversa 46, 53

M

Matéria-Prima 27, 55, 63, 68, 71, 72, 78, 79, 82, 83, 85

Matriz Energética 25, 35

Método Bibliográfico 15

P

Planejamento Adequado 25, 27

Preventório Santa Terezinha 25, 26, 27, 28, 32, 34

R

Resíduos Alimentícios 25, 29, 33, 34

Reutilização 45, 46, 52, 72, 73

S

Sistema Produtivo 78

Stakeholders 67, 68, 72, 73, 76

Supressão Vegetal 1

T

Tecnologia de Selagem 78

Tratamento Térmico 46

V

Valor de Mercado 46

Verniz 45, 46, 49, 51

SUSTENTABILIDADE:

Produção Científica e
Inovação Tecnológica

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

 **Atena**
Editora

Ano 2021

SUSTENTABILIDADE:

Produção Científica e
Inovação Tecnológica

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

 **Atena**
Editora

Ano 2021