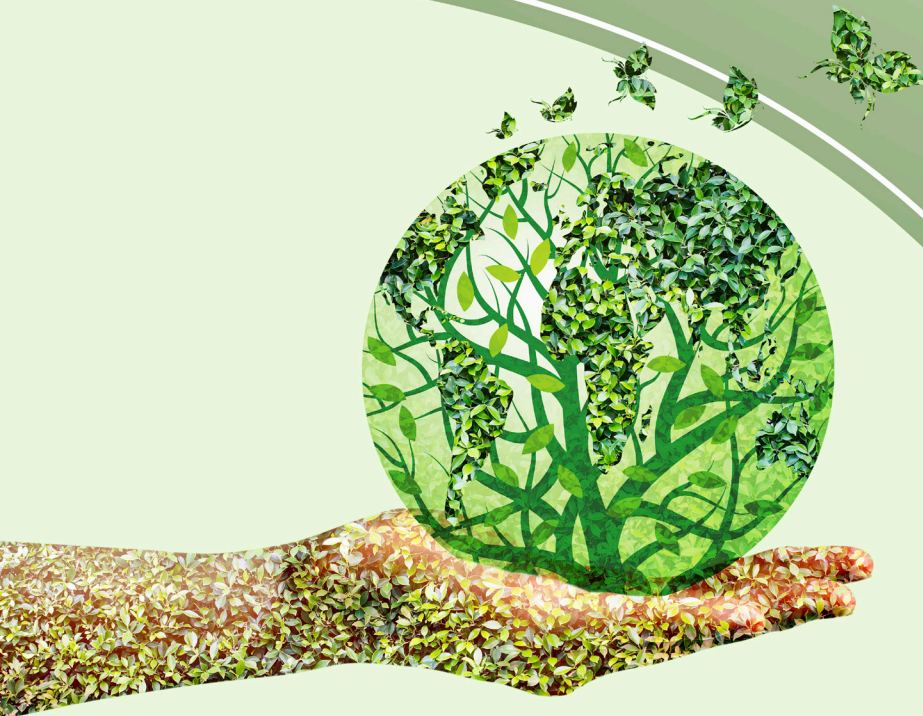


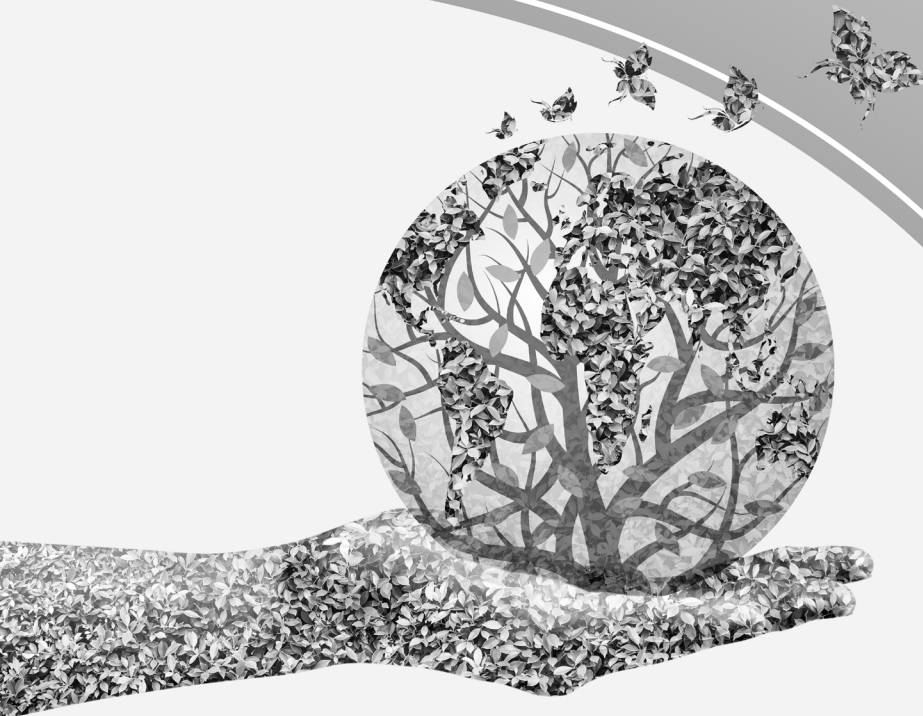
Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

Edson da Silva
(Organizador)



Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

Edson da Silva
(Organizador)



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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvson de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

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. Alessandro 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 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 Brito 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 Ramirez – 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 Fenomenologia & 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 Lúvia 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
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
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
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª 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

Ciências biológicas: realidades e virtualidades 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Edson da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: realidades e virtualidades 2 /
Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-249-1
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.491211207>

1. Ciências Biológicas. I. Silva, Edson da (Organizador).
II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.arenaeditora.com.br
contato@arenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

As Ciências Biológicas integram diversas áreas do conhecimento que estudam os seres vivos e suas relações entre o meio ambiente, além de mecanismos e processos que condicionam a vida. Sua integração envolve ciências da saúde, biotecnologia, meio ambiente, biodiversidade entre outros fatores.

Descobertas e inovação no âmbito das Ciências Biológicas exigem a compreensão de que a vida se organiza no decorrer do tempo, com a ação de processos evolutivos, resultando na diversidade de formas sobre as quais atuam as condições ambientais e o desenvolvimento dos seres vivos. Diante disso, os seres humanos não estão isolados. Eles estabelecem sistemas que constituem complexas relações de interdependência.

Neste contexto a obra “Ciências Biológicas: realidades e virtualidades” foi contemplada com dois novos volumes. O volume 2 está organizado com 17 capítulos e o volume 3 com 15. Os capítulos contaram com a autoria de diversos profissionais, universitários e/ou pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, que compartilham seus dados resultantes de pesquisas de natureza básicas e aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências no contexto educacional relacionado às Ciências da Vida.

Desejamos que esta coletânea contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional no âmbito das Ciências da Vida. Agradeço os autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Edson da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESENVOLVIMENTO DAS MALFORMAÇÕES DO ESPECTRO DA POLIMICROGIRIA E SEUS CORRELATOS COM A EPILEPSIA

Cecília Santos de Brito
Luiza dos Santos Heringer
Laura Maria Borges Savoldi
Greice Nascimento Pires
Vanessa Kiill Rios
Debora Magalhães Portela
Brenda Marvila Costa e Silva
Nadine Moura Martins
Julia Rios Carvalho
Henrique Rocha Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112071>

CAPÍTULO 2..... 19

O USO DE FIBRAS PREBIÓTICAS NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS OBSTRUTIVAS NO JABUTI-PIRANGA (CHELONOIDIS CARBONARIA) – RELATO DE CASO

Manuele Tryuys Penteadó
Julia Maria Ribeiro
Pâmela Beatriz do Rosário Estevam dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112072>

CAPÍTULO 3..... 22

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E SOLUÇÕES PARA A SUA DESTINAÇÃO EM ZOOLOGICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Brandow Willy Souza
Renan Henrique Cardoso
Pâmela Beatriz do Rosário Estevam dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112073>

CAPÍTULO 4..... 32

AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DE NANOTUBOS DE CARBONO EM *LACTUCA SATIVA*

Juliana Tatiara da Costa Siqueira
Aryane Campos Reis
Rhaisa Bernardes Silva Dias
Humberto de Mello Brandão
Michele Munk Pereira
Saulo Marçal de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112074>

CAPÍTULO 5.....39

OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE GALHAS DE INSETOS NO PARQUE DA LAGOA COMPRIDA, AQUIDAUANA-MS

Alerrandra Ortega Nobre
Tatiane do Nascimento Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112075>

CAPÍTULO 6.....50

CLIMATIZAÇÃO DE RESIDÊNCIAS COM USO DE RECICLÁVEIS

Fabiula Aletéia de Souza Santana
Marielen de Souza Arguelho
José Carlos Santana Júnior
Bruna Gardenal Fina Cicalise

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112076>

CAPÍTULO 7.....59

ASPECTOS BOTANICOS, FITOQUIMICOS E ATIVIDADE BIOLÓGICA PRELIMINAR DE EXTRATOS DE *TRADESCANTIA ZEBRINA*

Vagner Cardoso da Silva
Alessandra da Silva Guedes
Aníbal de Freitas Santos Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112077>

CAPÍTULO 8.....74

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E INFLUÊNCIA DO PH NA FERMENTAÇÃO DE GLICEROL RESIDUAL POR *KLEBSIELLA OXYTOCA*

Fabio Moura Cavalcante
Arnaldo Márcio Ramalho Prata

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112078>

CAPÍTULO 9.....84

A POLUIÇÃO MICROPLÁSTICA EM SISTEMAS AQUÁTICOS DO BRASIL

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo
Andressa Rossatto
Taiana Denardi de Souza
Christiane Saraiva Ogradowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112079>

CAPÍTULO 10.....88

RECICLAGEM DE ÓLEO DE COZINHA PARA FABRICAÇÃO DE SABÃO: UMA ABORDAGEM PRÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

Bárbara Ferreira de Souza
Airton Gasparini Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120710>

CAPÍTULO 11..... 99

DESCOMPLICANDO A BIOQUÍMICA: PROPONDO UMA AULA EXPERIMENTAL PARA A DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES EM ALIMENTOS DO COTIDIANO

Tiago Maretti Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120711>

CAPÍTULO 12..... 111

SISTEMAS FOTOBIOELETROQUÍMICOS COMO UMA ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIOENERGIAS E BIORREMEDIAÇÃO – UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS LIMPAS

Vanessa Rosana Ribeiro

Marcondes Mafaciolli Pacheco

Ênio Leandro Machado

Tiele Medianeira Rizzetti

Rosana de Cassia de Souza Schneider

Lisianne Brittes Benitez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120712>

CAPÍTULO 13..... 130

INFLUÊNCIA DA BIOMETRIA E DO DÉFICIT HÍDRICO NA GERMINAÇÃO DE *CENOSTIGMA MACROPHYLLUM* TUL

Maria Jaislanny Lacerda e Medeiros

Mateus Henrique Freire Farias

Ana Caroline Ribeiro Costa

Marcones Ferreira Costa

Francisco Igor Ribeiro dos Santos

Clarissa Gomes Reis Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120713>

CAPÍTULO 14..... 141

CARTAS-MOLÉCULAS: JOGO DE CARTAS PARA AUXILIAR A APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DE BIOMOLÉCULAS

Luiz Henrique Pontes dos Santos

Juliana Osório Alves

Paulo Elesson Guimarães de Oliveira

Isabele da Silva Pereira

Raquel Martins de Freitas

Stela Mirla Felipe

Christina Pacheco Santos Martin

Paula Matias Soares

Vânia Marilande Ceccatto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120714>

CAPÍTULO 15..... 158

ESTUDO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DOS FRUTOS DA *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* (ANACARDEACEAE)

Djalma Menezes de Oliveira

Juliana Lago Leite
Rosane Moura Aguiar
Vilisaimon da Silva de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120715>

CAPÍTULO 16..... 173

EXSUDADOS UTILIZADOS COMO REMÉDIOS PELOS CABLOCOS DO RIO UNINI, AM, BRASIL - CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM SEUS COMPOSTOS QUÍMICOS

Eliana Rodrigues
Juliana de Faria Lima Santos
Marcelo Funicelli de Oliveira
Fernando Cassas Salles Machado
Priscila Baptistella Yazbek
Thamara Sauini
Joao Henrique Ghilardi Lago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120716>

CAPÍTULO 17..... 188

BIOMONITORAMENTO FISIOQUÍMICO E FITORREMEDIAÇÃO DE CAFEÍNA UTILIZANDO MACRÓFITAS

Sophia de Aquino Ilário

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120717>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

ÍNDICE REMISSIVO..... 204

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E INFLUÊNCIA DO PH NA FERMENTAÇÃO DE GLICEROL RESIDUAL POR *KLEBSIELLA OXYTOCA*

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Fabio Moura Cavalcante

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Biotecnologia
Lorena – SP
<http://lattes.cnpq.br/8046037329172369>

Arnaldo Márcio Ramalho Prata

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Biotecnologia
Lorena – SP
<http://lattes.cnpq.br/7366010626563508>

RESUMO: Processos fermentativos são cada vez mais usados como alternativa para utilização de reagentes com baixo valor agregado, como o glicerol residual da indústria do biodiesel, que pode ser metabolizado pela bactéria *Klebsiella oxytoca* para conversão de 2,3-butanodiol. Sua viabilidade depende de parâmetros que influenciam no crescimento das células, no consumo de substrato e na formação de produto, como o pH do meio fermentativo. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi de avaliar o comportamento do pH durante este processo fermentativo e o impacto deste no crescimento celular. Foram realizados ensaios fermentativos em frascos agitados por seis horas com pH inicial de 6,7. A variável avaliada foi a presença de duas soluções tampões diferentes no meio: citrato de sódio/ácido cítrico e K_2HPO_4 /

KH_2PO_4 . Na ausência de solução tampão foi estudado também o comportamento do processo fermentativo com ajuste de pH em faixa favorável para o crescimento celular. Os valores de pH e os de concentração celular foram medidos em alguns pontos definidos do processo. Os resultados mostraram que nas primeiras horas de processo houve uma queda brusca de pH para uma faixa entre 4,5 a 4,8 e assim mantido até o final, tanto na presença quanto ausência de tampão. Em termos de crescimento celular, as três condições apresentaram um crescimento lento e uma curva pouco acentuada com concentrações finais: 1,0 g/L (ácido cítrico/citrato de sódio); 1,2 g/L (K_2HPO_4/KH_2PO_4) e 1,1 g/L (sem solução tampão). Para a condição sem tampão e com ajuste de pH, o crescimento foi favorecido, com concentração final de células de 1,8 g/L. Então, mesmo se utilizando tampão, o pH do meio apresentou queda nas primeiras horas, o que desfavorece o andamento da fermentação. Neste caso, a condição de ajuste de pH constante se mostrou indispensável, apresentando crescimento favorecido.

PALAVRAS - CHAVE: glicerol residual; *Klebsiella oxytoca*; processos fermentativos; solução tampão

EVALUATION OF PH BEHAVIOR AND INFLUENCE ON RESIDUAL GLYCEROL FERMENTATION BY *KLEBSIELLA OXYTOCA*

ABSTRACT: Fermentative processes are increasingly used as an alternative for the use of reagents with low added value, such as residual glycerol from the biodiesel industry, which can

be metabolized by the bacterium *Klebsiella oxytoca* to convert 2,3-butanediol. Its viability depends on parameters that influence cell growth, substrate consumption and product formation, such as the pH of the fermentation medium. In this context, the objective of this research was to evaluate the pH behavior during this fermentation process and its impact on cell growth. Fermentation tests were carried out in flasks shaken for six hours with an initial pH of 6.7. The variable evaluated was the presence of two different buffer solutions in the medium: sodium citrate/citric acid and K_2HPO_4 / KH_2PO_4 . In the absence of a buffer solution, the behavior of the fermentation process with pH adjustment in a favorable range for cell growth was also studied. The pH and cell concentration values were measured during some defined points at the process. The results showed that in the first hours of the process there was a sharp drop in pH to a range between 4.5 to 4.8 and thus maintained until the end, both in the presence and absence of buffer. In terms of cell growth, the three conditions showed a slow growth and a low curve with final concentrations: 1.0 g/L (citric acid/sodium citrate); 1.25 g/L (K_2HPO_4/KH_2PO_4) and 1.1 g/L (without buffer solution). For the condition without buffer and with pH adjustment, growth was favored, with a final cell concentration of 1.8 g/L. So, even if using buffer, the pH of the medium dropped in the first hours, which disfavors the fermentation progress. In this case, the condition of pH adjustment proved to be indispensable, presenting favored growth.

KEYWORDS: residual glycerol; *Klebsiella oxytoca*; fermentative process; buffer solution

1 | INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel a partir de óleos vegetais ou gordura animal vem sendo amplamente difundida nos últimos tempos, sendo que desde o ano de 2008 este vem sendo incorporado ao diesel tradicional, originado do petróleo, para utilização como combustível, especialmente de caminhões e ônibus. A presença deste tipo de combustível renovável, a princípio, era pequena, mas com a recente busca do uso de combustíveis renováveis em substituição de combustíveis fósseis, ela vem crescendo cada vez mais, sendo que em 2010 estava na faixa dos 5% (VASCONCELOS, 2012). Recentemente, em 2020 o percentual de biodiesel a ser misturado no diesel comum passou a ser de 12% (ESTADÃO, 2020).

Entretanto, um dos subprodutos resultantes da produção deste combustível é o glicerol. Ainda segundo Vasconcelos (2012), o aumento da produção do biodiesel é causador um problema: qual deve ser destino que o glicerol formado que se torna excedente, ou seja, que fica acumulado, uma vez que sua produção, de proporção de cem quilos para cada mil quilos de biodiesel – aproximadamente 10% do volume total –, também é aumentada.

O glicerol ou 1,2,3-propanotriol ou glicerina, quando este está na sua forma com 95% de pureza, é um poli álcool com três hidroxilas em sua estrutura, e é uma substância incolor, viscosa, higroscópica, isto é, que absorve umidade, solúvel em água e álcool, pouco solúvel em éter, acetato de etila e dioxano e insolúvel em hidrocarbonetos (BARROS, 2006). Ele é produzido na reação de transesterificação de triglicerídeos e álcool (Figura 1), que é a reação utilizada na produção do biodiesel. Conforme Barros (2006), o glicerol residual

contém diversos tipos de impurezas, como por exemplo, água, alguns sais, ésteres, álcool e óleo residual. Isso faz com que a concentração efetiva do glicerol seja de aproximadamente 80% m/V com relação ao glicerol bruto obtido (VIEIRA et al., 2008). Esse tipo de impurezas presentes no glicerol residual causa a diminuição do seu valor agregado. Por essa razão, o acúmulo em grandes quantidades não é viável para as usinas de biodiesel.

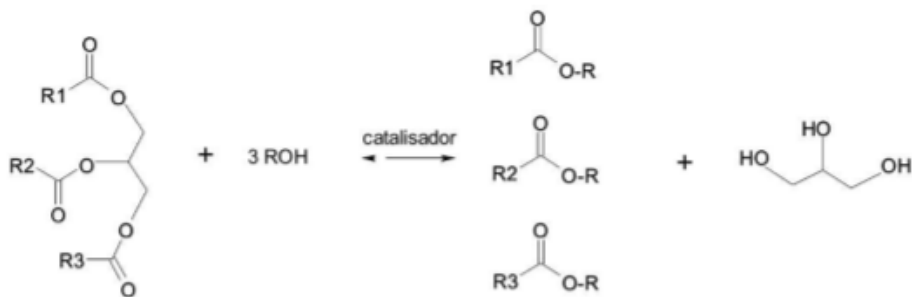


Figura 1. Reação de transesterificação de triglicerídeos com álcool.

Fonte: SANTOS (2012).

Sendo assim, uma das saídas encontrada para a utilização deste excedente é a conversão do glicerol em um produto com maior valor agregado, como mostram diversas pesquisas desenvolvidas no Brasil em bioprocessos (VASCONCELOS, 2012). Segundo Pain et al. (2009) é possível identificar diversas aplicações para o beneficiamento do glicerol no país, tendo em vista que existe quantidade grande de usinas de biodiesel e maior parte delas está localizada em regiões próximas.

Uma das maneiras de se atingir essa necessidade de conversão de glicerol em um produto com valor agregado é a utilização de um processo fermentativo. Isso porque o glicerol pode ser usado como fonte de carbono para a fermentação bacteriana e conversão de 1,3-propanodiol, um composto intermediário que pode ser aplicado na produção de polímeros sintéticos, como poliéster e poliuretano ou de resinas (VIEIRA et al., 2008), e de 2,3-butanodiol, por meio da bactéria *Klebsiella oxytoca*. As rotas bioquímicas para a produção destes compostos são mostradas na Figura 2.

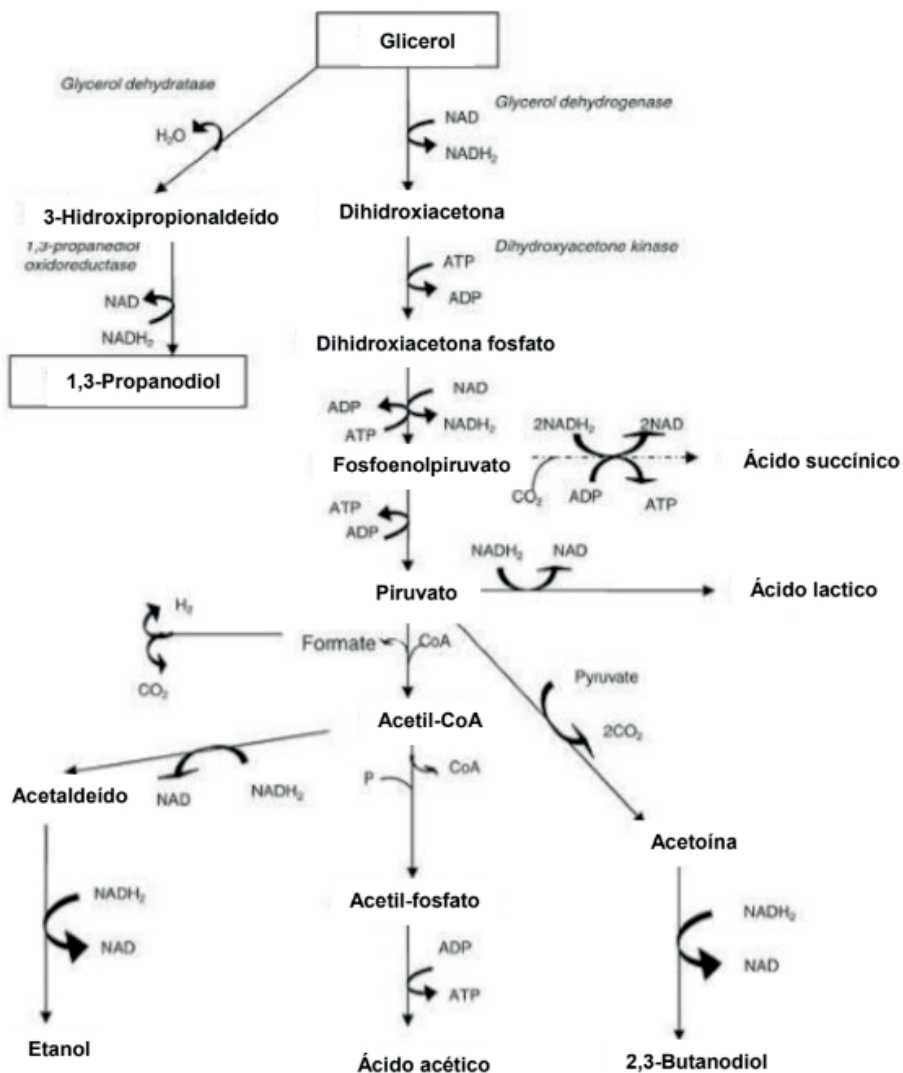


Figura 2. Rotas bioquímicas da fermentação do glicerol.

Fonte: BIEBL et al. (2009), adaptado pelo autor.

Na ausência de oxigênio, condição denominada anaerobiose, estes microrganismos tais como a bactéria *Klebsiella oxytoca*, utilizam dos processos metabólicos presentes nas vias metabólicas, como por exemplo as apresentadas na Figura 2, para se obter energia (PELCZAR et al., 1997). No caso dos microrganismos facultativos, isto é, aqueles que se desenvolvem em presença e ausência de oxigênio, a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio e que está disponível para as células é que induz ou aos processos aeróbios ou aos processos anaeróbios.

Sendo assim, nos processos fermentativos que envolvem o cultivo de células

facultativas buscando a formação de produtos oriundos de uma via anaeróbia, existe uma exigência adequada no dimensionamento do sistema de transferência de oxigênio, ou seja, na operação de dissolução de oxigênio na fase gasosa presente no ar a ser transferido para a fase líquida (SCHMIDELL et al., 2001). Para a produção de 2,3-butanodiol, o suprimento de oxigênio é uma das variáveis mais importantes no processo. Por se tratar de uma fermentação, este produto é formado sob a limitação do gás oxigênio. No entanto, já foi mostrado por Ledingham et al. (1954) que a aeração aumentou a produção de 2,3-butanodiol por *Klebsiella oxytoca* (BINOTTO, 2016).

Outro fator decisivo no desenvolvimento de microrganismos como bactérias é o pH. Este se refere ao nível de acidez ou alcalinidade de uma solução determinado em uma escala: quanto menor seu valor, mais ácido é o meio em questão e quanto maior for o pH, mais alcalino. A maior parte das bactérias consegue crescer bem numa faixa estreita de pH próxima da neutralidade, o que compreende valores entre 6,5 e 7,5. Quando elas são cultivadas em laboratório, como é o caso deste trabalho, elas costumam produzir ácidos que interferem no seu próprio metabolismo (TORTORA, et al., 2016). Como é possível observar na Figura 2, isto acontece também com a bactéria *Klebsiella oxytoca* através da produção de ácido acético.

Uma das formas de se neutralizar o efeito de tal produção é com a utilização de soluções tampão, que são incluídas no meio fermentativo e são capazes de segurar o pH constante mesmo sendo metabolizado ácido no processo. Alguns exemplos de tampões em meios de cultura são peptonas, alguns aminoácidos e sais de fosfato (TORTORA et al., 2016). Ainda segundo Tortora et al. (2016), existem vantagens de se utilizar os sais de fosfato no crescimento celular, que são de manter o pH na faixa de crescimento das bactérias, não ser tóxico e ainda ser fonte de fósforo, que é um nutriente essencial para as células.

Diante do exposto, o presente trabalho visa avaliar o comportamento do pH durante o processo, com a presença e ausência de solução tampão, e o impacto deste no crescimento celular.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima, microrganismo e meio de cultivo

A matéria-prima utilizada como fonte de carbono para a fermentação foi o glicerol residual obtido da Bianchini, usina de biodiesel localizada em Canoas no Rio Grande de Sul, cujos parâmetros de concentração de glicerol e cloreto de sódio, e propriedades como a densidade já eram conhecidos. O microrganismo utilizado foi a bactéria *Klebsiella oxytoca*, NRRL B-199, mantida em ágar nutriente, sob refrigeração. Ela foi inoculada em meio contendo a seguinte composição (g/L): glicerol (10), sulfato de amônio (4,0), fosfato monobásico de potássio (1,0), cloreto de sódio (1,0), fosfato dibásico de sódio (1,0),

sulfato de magnésio (0,2), extrato de levedura (1,5). O pH do meio foi ajustado para ser inicialmente 7,0, pela adição de solução de hidróxido de potássio. O meio de cultivo para o processo fermentativo teve composição similar ao do inóculo, com diferença apenas da concentração de glicerol, que foi de 40 g/L e o pH inicial sendo ajustado para 6,7.

As variáveis estudadas foram a presença de solução tampão citrato de sódio/ácido cítrico (0,295/0,21 g/L) e K_2HPO_4/KH_2PO_4 (0,69/1,3 g/L) bem como a ausência de solução tampão. Neste último caso, foi analisado o efeito do ajuste de pH no meio, realizado com solução 2,5 mol/L de KOH.

2.2 Ensaio de fermentação

A inoculação da bactéria *Klebsiella oxytoca* foi realizada em meio agitado em incubadora de movimento recíproco de modelo SHAKER SL 222, da marca SOLAB, por aproximadamente 10 horas, a 37 °C e pH inicial 7,0 sob agitação de 95 rpm. O meio obtido rico em células foi centrifugado e adicionado ao meio de fermentação com volume de inóculo referente a 10% v/v do volume de meio. Os ensaios fermentativos foram feitos com 200 mL de meio em frasco Erlenmeyer de 1L mantidos a 37°C com duração de 5,5 horas, pH inicial igual a 6,7, utilizando a incubadora de movimento circular modelo INNOVA 4000, da marca New Brunswick Scientific. Amostras foram coletadas em alguns pontos do processo para analisar o comportamento do crescimento celular e pH na fermentação.

2.3 Métodos analíticos

A concentração de células obtida no processo fermentativo foi determinada pela técnica de turbidimetria em espectrofotômetro modelo GT7220, da marca Global Trade Technology, em comprimento de onda de 600 nm. Uma curva de calibração que correlaciona a absorbância de uma amostra com a massa seca de células foi previamente obtida e, para as leituras das amostras, fez-se a centrifugação a 4000 rpm por 20 minutos (Centrífuga Clínica Centribio), separou-se as células do sobrenadante e fez-se a ressuspensão destas em solução salina 0,9% considerando as diluições necessárias para que as leituras de absorbância estivessem dentro dos limites da curva de calibração.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento do pH

O processo fermentativo de glicerol por *Klebsiella oxytoca* apresenta diminuição do pH devido à produção de ácido cítrico em alternativa a 2,3-butanodiol a partir de piruvato no metabolismo da bactéria descrito por Biebl et al. (2009), na Figura 2.

Acompanhando os valores de pH durante o processo conduzido, tal comportamento foi contemplado, sendo observada uma pequena diminuição nas primeiras horas do processo até o valor de 6,5 aproximadamente, seguida de uma brusca queda de pH para um valor abaixo de 5,0, onde, em seguida, houve estabilização até o processo ser encerrado

(Figura 4). Tal comportamento foi observado tanto na presença quanto na ausência de solução tampão.

Para a condição utilizando o tampão citrato de sódio/ácido cítrico, o período que antecedeu a queda brusca de pH foi de 2h de processo, sendo o mais longo entre as condições estudadas. Sua queda foi a com menor inclinação também, tendo atingido o valor de 5,5 após três horas de processo aproximadamente, e finalizando no pH 4,5. O tampão K_2HPO_4/KH_2PO_4 apresentou performance semelhante, porém a queda de pH teve início em 1,5h de processo, trinta minutos antes do tampão citrato de sódio/ácido cítrico. O valor de pH 5,5 foi obtido também antes, com aproximadamente duas horas e meia de processo, e finalizando o processo no pH estabilizado em 4,8. Dessa forma, o tampão citrato de sódio/ácido cítrico apresentou uma atividade ligeiramente superior ao K_2HPO_4/KH_2PO_4 , mas ainda insuficiente para manter o pH do processo numa faixa apropriada.

Na condição sem solução tampão, o comportamento do pH foi bastante similar ao encontrado nas condições utilizando tampão, evidenciando, assim, a baixa eficiência desses no processo em questão. A queda se deu inicialmente com 1,5h de processo, atingindo o valor de 5,5 com duas horas de processo, apresentando, assim, a queda mais acentuada e rápida entre as estudadas. O pH final do processo se estabilizou entre os encontrados nas condições utilizando tampão.

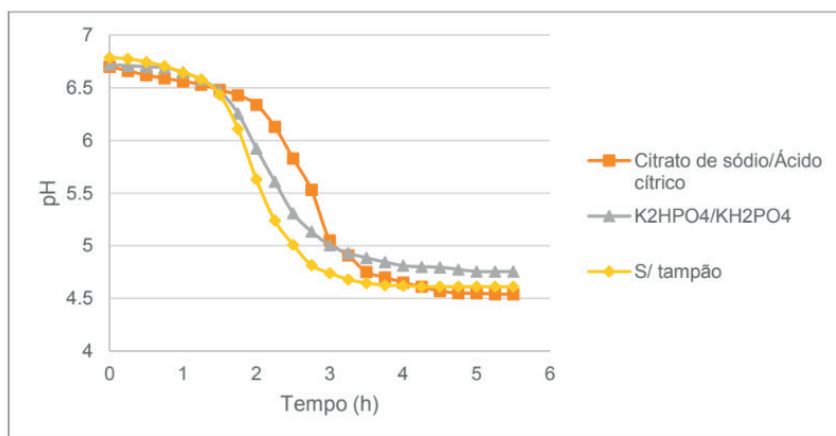


Figura 4. Comportamento do pH ao longo do processo em diferentes condições.

Fonte: do autor.

Como nenhuma das condições estudadas foi capaz de manter o pH numa faixa adequada para o andamento do processo fermentativo, foi estudada uma condição em que o pH foi ajustado com solução de hidróxido de potássio para mantê-lo numa faixa de 6,0.

3.2 Comportamento do crescimento celular

O crescimento celular para as condições estudadas sem ajuste de pH apresentou crescimento lento e curva pouco acentuada, indicando que o desenvolvimento das células não estava favorecido (Figura 5). Para a condição utilizando o tampão citrato de sódio/ácido cítrico, esta curva foi a menos favorecida entre elas, apresentando valor de concentração final de células próximo de 1,0 g/L. As curvas de crescimento para a condição de tampão K_2HPO_4/KH_2PO_4 e sem solução tampão foram muito semelhantes, tendo os valores finais de concentração celular de aproximadamente 1,2 e 1,1 g/L, respectivamente.

Tal comportamento não contempla os modelos de crescimento microbiano conhecidos, com uma fase inicial com baixo crescimento seguida de uma fase exponencial de crescimento após as primeiras horas de processo, tendo todas elas apresentado um crescimento menos acentuado.

Em contrapartida, na condição de ajuste de pH mantido numa faixa de 6,0, o crescimento foi visualmente favorecido. A curva de crescimento mostrada na Figura 5 se mostrou mais acentuada que as demais estudadas, apresentando uma fase de baixo crescimento nas duas primeiras horas seguida de uma inclinação maior até o final do processo, finalizando em uma concentração de células de 1,8 g/L aproximadamente. Esta condição era esperada, tendo em vista que o pH do meio fermentativo estava em queda, tendo ficado em valores inapropriados para o desenvolvimento das bactérias com apenas algumas horas de processo quando não houve ajuste. Na condição de ajuste, o pH ficou na faixa de 6,0, o que permite melhor desenvolvimento das células do que um meio mais ácido, em pH menores do que 5,0.

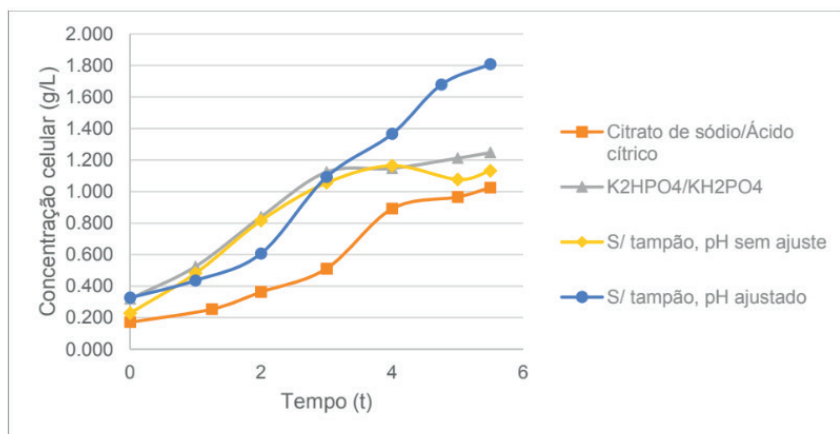


Figura 5. Comportamento do crescimento celular em diferentes condições.

Fonte: do autor.

Então, para este processo fermentativo tendo em vista que sua via metabólica apresenta a produção de ácido, o ajuste de pH se mostrou imprescindível para melhor condução da fermentação ao permitir que as células se desenvolvam melhor e apresente assim, maiores valores de produção de biomassa.

4 | CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados, conclui-se que mesmo se utilizando uma solução tampão no meio fermentativo, o pH apresentou um comportamento de queda significativa nas primeiras horas devido a produção de ácido cítrico da via metabólica da bactéria, que desfavorece o andamento da fermentação – tendo este comportamento de queda um sutil retardo quando comparado à condição sem tampão, mas não o suficiente para manter o pH numa faixa favorável. Para esta fermentação, a condição de ajuste de pH numa faixa de 6,0 se mostrou favorável e indispensável, apresentando valores de concentração celular superiores.

REFERÊNCIAS

- BARROS, T. D. Glicerol. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1mqgo602wyiv802hvm3j818huet.html>. Acesso em: ago. 2020.
- BIEBL, H. Fermentation of glycerol by *Clostridium pasteurianum* – batch and continuous culture studies, **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.27, p.18-26, 2001.
- BINOTTO, N. Seleção de potenciais microrganismos produtores de 2,3-butanodiol utilizando diferentes meios sintéticos. Monografia (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2016.
- ESTADÃO. Percentual de 12% de biodiesel no diesel passa a valer a partir de 1º de março, 2020. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/caminhoes/12-de-biodiesel-passa-a-valer/>. Acesso em: dez. 2020
- LEDINGHAM G.A.; NEISH A.C. Fermentative production of 2,3-butanediol. In: **Industrial fermentations**. New York: Chemical Publishing Co, p. 27–93, 1954.
- PAIN, M.; WADOWINSKI, A. C.; MENEZES, W.; MARCELO, J.; DULLIUS, J.; LIGABUE, R.; EINLOFT, S. SEFERIN, M.; Mapa da Produção Nacional de Glicerina Através da Reação de Transesterificação para Obtenção do Biodiesel. **X Salão de Iniciação Científica PUCRS**, 2009.
- PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Cultivo e Crescimento de Microrganismos. In: **Microbiologia – conceitos e aplicações**. V. 1, 2ª edição, p. 169-170, Pearson, São Paulo, 1997.
- SANTOS, R. S. Produção de 1,3-propanodiol e 2,3-butanodiol por *Klebsiella pneumoniae* a partir de glicerina residual proveniente da fabricação de biodiesel. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial), Universidade de São Paulo – USP, Lorena, 2012.

SCHMIDELL, W. Agitação e Aeração em Biorreatores. In: **Biotecnologia Industrial – Engenharia Bioquímica**. V. 2, p. 277-279. Blücher, São Paulo, 2001.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Fundamentos de microbiologia – Crescimento microbiano. In: **Microbiologia**. 12ª edição, p. 152, Artmed, 2016.

VASCONCELOS, Y. Resíduos bem-vindos – Subproduto do biodiesel pode ser usado para suprir poeira de vagões de minério. **Revista Pesquisa FAPESP**, 2012. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/06/14/residuos-bem-vindos/>. Acesso em: ago. 2020.

VIEIRA, T. M. F. S.; D'ARCE, M. A. B. R. Novos usos agregam valor à glicerina residual do biodiesel. **Fundação Agricultura Sustentável**, 2008. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA08-qualidade03.pdf>. Acesso em: ago. 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDSON DA SILVA - Possui graduação em Fisioterapia pela Fundação Educacional de Caratinga (2001). Obteve seu título de Mestre (2007) e o de Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Federal de Viçosa (2013). É especialista em Educação em Diabetes pela Universidade Paulista (2017), em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação pelo Instituto Prominas (2020) e Pós-Graduando em Games e Gamificação na Educação (2020). Realizou cursos de aperfeiçoamento em Educação em Diabetes pela ADJ Diabetes Brasil, *International Diabetes Federation* e Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). É docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), desde 2006, lotado no Departamento de Ciências Básicas (DCB) da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). Ministra disciplinas de Anatomia Humana para diferentes cursos de graduação. No Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente atua na linha de pesquisa Educação, Saúde e Cultura. É vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, no qual atua nas áreas de Nutrição e Saúde Coletiva. É líder do Grupo de Estudo do Diabetes credenciado pelo CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Desde 2006 desenvolve ações interdisciplinares de formação em saúde mediada pela extensão universitária, entre elas várias coordenações de projetos locais, além de projetos desenvolvidos em Operações do Projeto Rondon com atuações nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É membro da Sociedade Brasileira de Diabetes, membro de corpos editoriais e parecerista *ad hoc* de revistas científicas nacionais e internacionais da área de ciências biológicas, de saúde e de educação. Tem experiência na área da Saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: Anatomia Humana; Diabetes *Mellitus*; Processos Tecnológicos Digitais e Inovação na Educação em Saúde; Educação, Saúde e Cultura. É Editor da Revista Brasileira de Extensão Universitária (RBEU) e Diretor Científico da Coleção Tecnologia e Inovação na Educação em Saúde, Editora Appris.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água de Matali 60

Aquidauana 11, 39, 40, 41, 44, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 57

B

Bioatividade 59, 71

Bioquímica 12, 83, 98, 99, 100, 106, 107, 109, 110, 123, 141, 142, 143, 154, 156, 157

C

Caixas Longa Vida 50, 51, 53, 54, 57

Caneleiro 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137

Carboidratos 45, 99, 100, 107, 108, 110, 122, 141, 143, 144, 146, 154, 175

Ciências Biológicas 2, 9, 15, 50, 53, 99, 170, 203

Compostagem 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30

D

Desenvolvimento Sustentável 23, 91, 113

Distocia 19, 20, 21

E

Educação Ambiental 24, 88, 90, 91, 97, 98

Ensino 11, 88, 90, 91, 97, 99, 100, 108, 109, 110, 141, 142, 143, 144, 154, 155, 156, 157

Epilepsia 10, 1, 2, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15

Espécie Nativa 130

Esquizencefalia 2, 3, 4, 6, 7

Etnobotânica 61, 174

F

Fitorremediação 13, 118, 188, 189, 190, 197, 199

Floresta Amazônica 132, 174

G

Germinabilidade 130, 132

Glicerol Residual 11, 74

H

Hospedeiro 11, 39, 42, 43, 44

J

Jogo de cartas 12, 141, 142

K

Klebsiella oxytoca 11, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 160

M

Malformações 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12

Monoterpenos 158, 160, 163, 166, 167, 168, 170

N

Nanotecnologia 32, 33, 34

O

Óleo de cozinha 11, 88, 89, 90, 92, 95, 96, 98

Óleo Essencial 12, 49, 158, 160, 162, 166, 167, 168, 170, 171, 182

P

Parasita 39, 44

Plantas Aquáticas 188

Plantas Medicinais 61, 71, 72, 159, 171, 174

Polição 11, 23, 25, 26, 84, 85, 88, 97, 120, 201

Processos fermentativos 74, 77

Q

Qualidade de água 188

R

Reciclagem 11, 24, 25, 26, 50, 51, 58, 88, 89, 97, 98

Répteis 19, 20, 21

Resíduos Sólidos 10, 22, 24, 25, 26, 29, 49, 89, 92, 95, 190

Reutilização 25, 50, 51, 57, 88, 97, 98, 113

S

Schinus terebinthifolius 12, 158, 159, 161, 170, 171, 172

Sistemas Bioeletroquímicos 111, 114

T

Tartaruga 19, 20

Tecnologias Limpas 12, 111, 112, 113

Triagem Fitoquímica 59, 62, 64


V

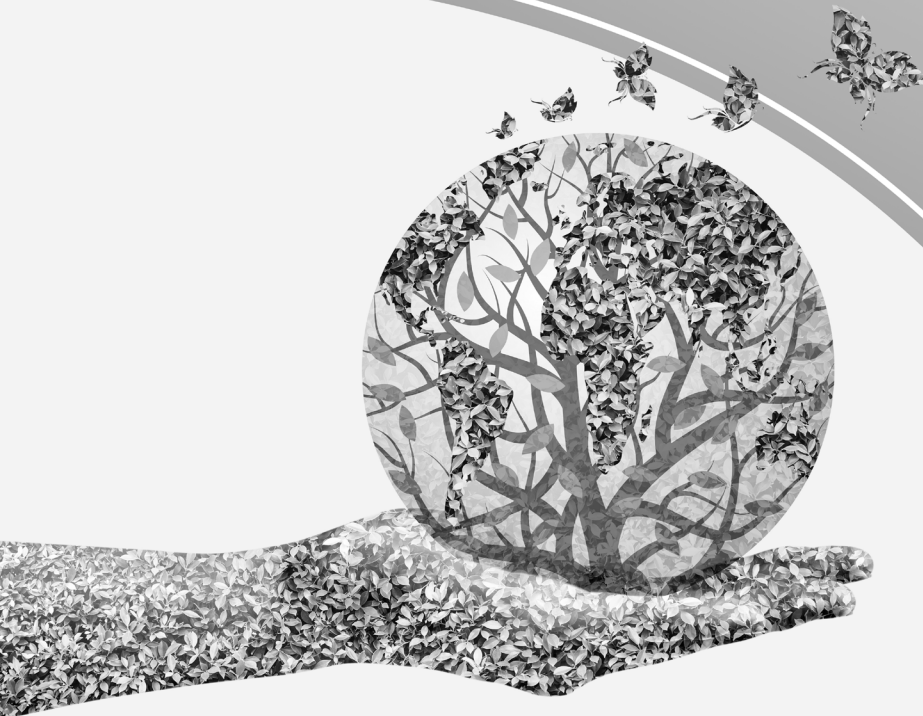
Vespas 39, 44, 45

Z

Zoológico 22, 24, 29, 30

Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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



Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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

