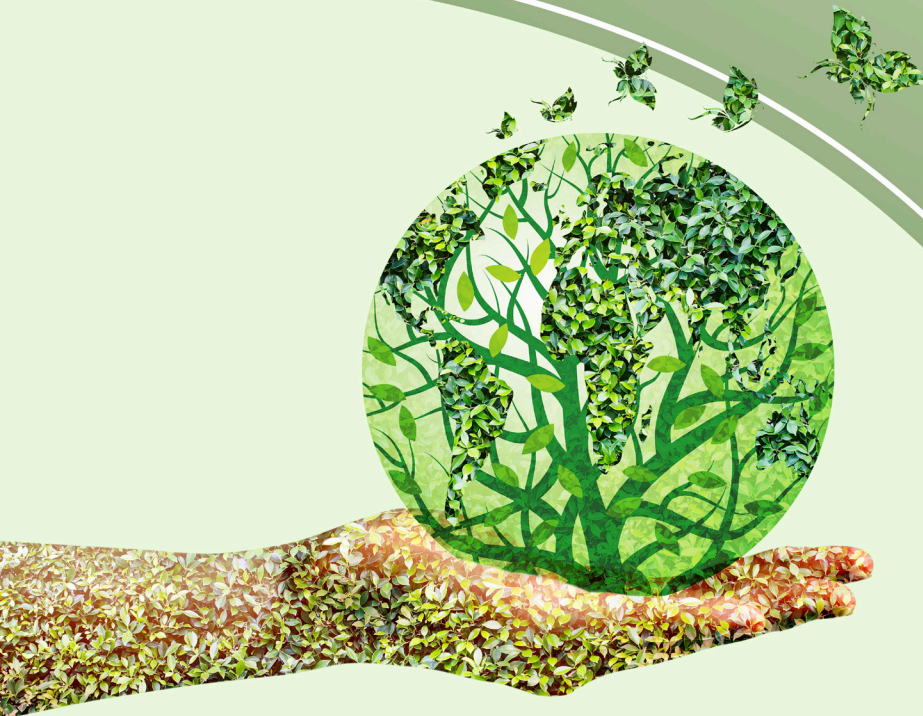


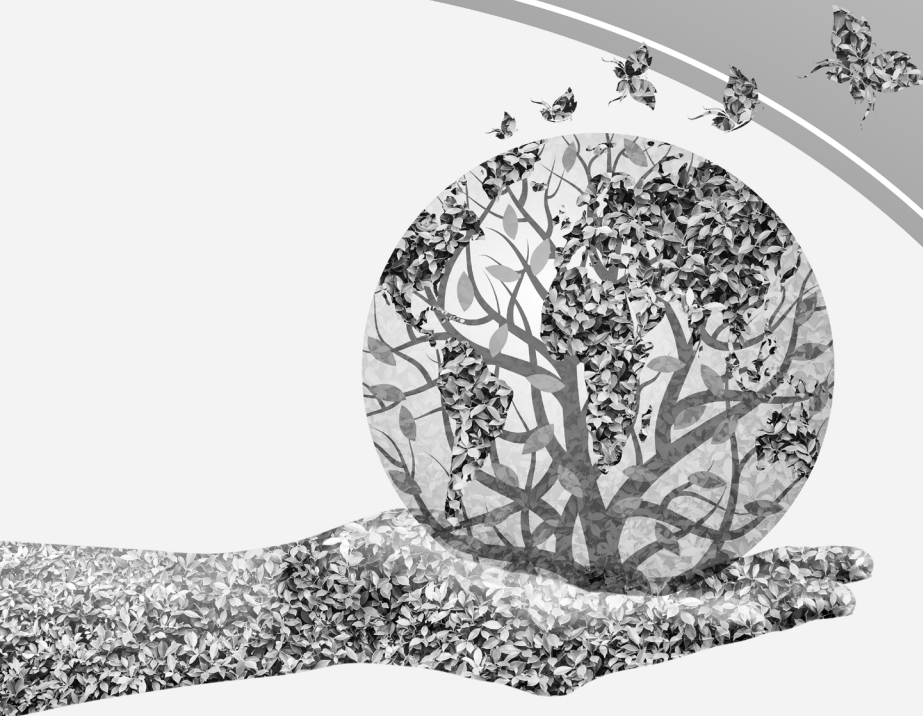
# Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

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

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

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

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – 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. Alexandre 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](http://www.arenaeditora.com.br)  
[contato@arenaeditora.com.br](mailto: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 Elsson 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 DA FITOTOXICIDADE DE NANOTUBOS DE CARBONO EM *LACTUCA SATIVA*

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 14/05/2021

### **Juliana Tatiara da Costa Siqueira**

Departamento de Biologia, Universidade  
Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora - Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7607512426429380>

### **Aryane Campos Reis**

Departamento de Biologia, Universidade  
Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora - Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7130316406868595>

### **Rhaisa Bernardes Silva Dias**

Departamento de Biologia, Universidade  
Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora - Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/0305894862603149>

### **Humberto de Mello Brandão**

Laboratório de Nanotecnologia, Empresa  
Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
(EMBRAPA)  
Juiz de Fora – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/4646271838089206>

### **Michele Munk Pereira**

Departamento de Biologia, Universidade  
Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora - Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/8094404295191170>

### **Saulo Marçal de Sousa**

Departamento de Biologia, Universidade  
Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora - Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/1072595667261078>

**RESUMO:** Os nanotubos de carbono (CNTs) possuem uma ampla aplicação devido suas propriedades nanoestruturais únicas. Em decorrência dessa gama de aplicações, gerando uma alta taxa de produção, a probabilidade de liberação desses nanomateriais no meio ambiente aumenta bem como as preocupações relacionadas ao seu efeito no ecossistema. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial fitotóxico dos nanotubos de carbono de parede múltipla carboxilados (MWCNT-COOH) em sementes de *Lactuca sativa*. Para isso, sementes de *L. sativa* foram cultivadas em água destilada (controle negativo) ou em suspensão contendo MWCNT-COOH em cinco concentrações: 0,1; 1,0; 10,0; 50,0 e 100,0 µg/mL por 48 horas em estufa escura a  $25 \pm 2$  °C. Após o tempo de exposição, foram medidos os percentuais de germinação e a comprimento das radículas para análise da taxa germinativa e do desenvolvimento radicular, respectivamente. Os dados foram analisados por ANOVA e as médias foram comparadas por Teste de Dunnett, considerando significativos valores de  $p < 0,05$ . Os resultados mostraram que não houve alterações significativas nos valores da taxa germinativa ( $p = 0,2164$ ) e do desenvolvimento radicular ( $p = 0,9283$ ) em *L. sativa* após exposição aos MWCNT-COOH. Na literatura, efeitos positivos sobre a germinação e desenvolvimento de mudas, foram relatados, particularmente, em doses mais baixas de tratamentos com MWCNT, gerando aumento das raízes e consequente otimização da absorção de nutrientes. Além disso, também foram observados efeitos negativos que resultaram na inibição do crescimento da planta

devido ao estresse oxidativo gerado pelos MWCNT em níveis mais altos de exposição. Estudos anteriores apontaram que a determinação da fitotoxicidade por parâmetros macroscópicos nem sempre é precisa, o que necessita de análises citogenotóxicas complementares para prever o potencial toxicológico desses nanomateriais. Conclui-se assim que os MWCNT-COOH não apresentaram efeitos fitotóxicos nas condições experimentais e nos parâmetros avaliados neste estudo para as células de *L. sativa*.

**PALAVRAS - CHAVE:** alface; nanomateriais; toxicidade; germinação; radículas

## PHYTOTOXICITY EVALUATION OF CARBON NANOTUBES IN *LACTUCA SATIVA*

**ABSTRACT:** Carbon nanotubes (CNTs) have a wide application due to their unique nanostructural properties. As a result of this range of applications, generating a high production rate, the probability of releasing these nanomaterials into the environment increases as well as concerns related to their effect on the ecosystem. In this sense, the objective of this work was to evaluate the phytotoxic potential of multi-walled carbon nanotubes carboxylated (MWCNT-COOH) in seeds of *Lactuca sativa*. For this, *L. sativa* seeds were grown in distilled water (negative control) or in suspension containing MWCNT-COOH in five concentrations: 0.1; 1.0; 10.0; 50.0 and 100.0  $\mu\text{g/mL}$  for 48 hours in a dark oven at  $25 \pm 2^\circ \text{C}$ . After the exposure time, the germination percentages and root lengths were measured to analyze the germination rate and root development, respectively. The data were analyzed by ANOVA and the means were compared by Dunnett's test, considering significant values of  $p < 0.05$ . The results showed that there were no significant changes in the germinative rate ( $p = 0.2164$ ) and root development ( $p = 0.9283$ ) in *L. sativa* after exposure to MWCNT-COOH. In the literature, positive effects on germination and seedling development have been reported, particularly in lower doses of treatments with MWCNT, generating increased roots and consequent optimization of nutrient absorption. In addition, negative effects were also observed that resulted in the inhibition of plant growth due to the oxidative stress generated by MWCNT at higher levels of exposure. Previous studies have pointed out that the determination of phytotoxicity by macroscopic parameters is not always accurate, which requires complementary cytogenotoxic analyzes to predict the toxicological potential of these nanomaterials. It is concluded that the MWCNT-COOH didn't present phytotoxic effects in the experimental conditions and in the parameters evaluated in this study for *L. sativa* cells.

**KEYWORDS:** lettuce; nanomaterials; toxicity; germination; root.

## 1 | INTRODUÇÃO

A nanotecnologia consiste na manipulação e controle de materiais na escala nanométrica (SHRIVASTAVA et al., 2019). Estes nanomateriais possuem propriedades físicas e químicas peculiares que permitem um desempenho aprimorado em relação aos seus equivalentes em massa, com potencial finalidade para a geração de novos produtos, dispositivos e sistemas (JEEVANANDAM et al., 2018). Deste modo, devido ao desenvolvimento de nanomateriais que, atualmente, são alternativas para melhorar a eficiência de produtos já existentes, bem como a criação de novos em um amplo

campo de aplicação, as atividades de pesquisa na área da nanotecnologia aumentaram significativamente (DRASLER et al., 2017).

Um dos grupos com maior importância dentre os nanomateriais, apresentando uma ampla aplicação, são os nanotubos de carbono (CNTs). Os CNTs são folhas de grafeno enroladas cilíndricamente (PENG et al., 2020) e incluem nanotubos de carbono de parede única (SWCNT) e nanotubos de carbono de parede múltipla (MWCNT). Devido às suas nanoestruturas unidimensionais únicas, os CNTs apresentam propriedades ópticas e eletrônicas interessantes, distinguindo-se de outros nanomateriais à base de carbono e nanopartículas (GUPTA et al., 2018), podendo ser amplamente utilizados nas áreas de biomedicina (MOHAJERI et al., 2018), eletrônica (ZHANG et al., 2014), energia (LUO et al., 2018), fotoeletricidade (YI et al., 2018) e, também, na área agrícola (ZAYTSEVA & NEUMANN, 2016).

Em decorrência de uma gama de aplicações e de uma grande taxa de produção, as preocupações relacionadas ao potencial impacto dos CNTs nos sistemas ambientais, plantas, animais e saúde humana aumentaram, bem como as pesquisas relacionadas a essa área (PENG et al., 2020). Devido ao aumento exponencial da produção de CNTs, a probabilidade de liberação desses nanomateriais no meio ambiente aumenta, o que pode causar seu acúmulo em diferentes níveis tróficos, sendo as plantas um dos principais organismos atingidos (GHOSH et al., 2019). Estima-se que 50% dos CNTs descartados entrem no solo, resultando em uma liberação de 20 a 40 toneladas anuais até 2030 e uma concentração de 0,01 a 3 µg/kg de solo (GOTTSCHALK et al., 2013; SUN et al., 2016, 2017). Com isso, é necessário conhecer os possíveis impactos desse nanomaterial no ambiente e nas espécies vegetais. Alguns estudos relataram um efeito positivo na germinação das sementes e uma baixa toxicidade (MIRALLES et al., 2012), entretanto outros estudos mostraram uma diminuição, por exemplo, no crescimento das plantas de espinafre e pepino (BEGUM; IKHTIARI; FUGETSU, 2014), indicando efeitos adversos dos CNTs sob condições diferentes.

Dentre os organismos vegetais para testes experimentais, *Lactuca sativa* (alface) é muito relatada na literatura por sua sensibilidade em testes de toxicidade, incluindo citotoxicidade, fitotoxicidade e genotoxicidade (PINHEIRO et al., 2015; SILVEIRA et al., 2017), tornando-se eficaz neste tipo de estudo. Esta espécie é bastante pesquisada e suas características moleculares, fisiológicas e suas respostas ambientais são bem descritas e conhecidas, além de ser a hortícola mais produzida no mundo (FERREIRA, 2007; MONTEIRO et al., 2009). A espécie *L. sativa* possui um desenvolvimento rápido, sendo importante para testes de toxicidade aguda. Além disso, é um modelo de fácil acesso e de baixo custo (SILVEIRA et al., 2017).

Pelo exposto, podemos ver que, embora os possíveis efeitos dos CNTs tenham despertado considerável atenção, certos impactos destes nanomateriais nas plantas ainda estão em debate. Neste contexto, a fim de elucidar os possíveis riscos dos CNTs

nos sistemas vegetais, esse estudo tem como objetivo avaliar o potencial fitotóxico dos nanotubos de carbono de parede múltipla carboxilados (MWCNT-COOH) em *L. sativa*.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Material vegetal e condições de exposição

Para este estudo, 100 sementes de *L. sativa* foram dispostas aleatoriamente em placas de Petri de poliestireno (90x15 mm) contendo papel filtro embebidos em 6 mL de água destilada (controle negativo) ou em 6 mL da suspensão de MWCNT-COOH em cinco diferentes concentrações: 0,1; 1,0; 10,0; 50,0 e 100,0 µg/mL, e foram cultivadas por 48 horas na estufa a 25 ± 2°C sem fotoperíodo.

### 2.2 Avaliação da fitotoxicidade

Para analisar a fitotoxicidade dos MWCNT-COOH, 100 sementes de *L. sativa* foram expostas aos MWCNT-COOH. O percentual de sementes germinadas foi calculado com base na equação abaixo:

$$\% \text{ germinação} = \frac{n^{\circ} \text{ sementes germinadas}}{n^{\circ} \text{ total de sementes}} \times 100$$

O comprimento da raiz foi medido utilizando um paquímetro digital (150 mm/MTX). Foram mensuradas 30 raízes por placa. Em seguida, todas as raízes foram fixadas em fixador Carnoy I (etanol: ácido acético, 3:1 v/v) e mantidas a - 20°C para posteriores análises.

### 2.3 Análise estatística

O procedimento seguiu delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com três repetições (placas de Petri) de cada concentração. Os dados da taxa germinativa e do desenvolvimento radicular foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett com valores de p<0,05 considerados significativos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de fitotoxicidade dos MWCNT-COOH nas sementes de *L. sativa* não mostrou redução ou aumento significativo na taxa de germinação (p = 0,2164) em nenhuma das concentrações testadas (Figura 1a). Além disso, também não houve diferença significativa no desenvolvimento radicular (p = 0,9283) nestes tratamentos (Figura 1b) indicando que os MWCNT-COOH não se mostraram tóxicos para esses quesitos.

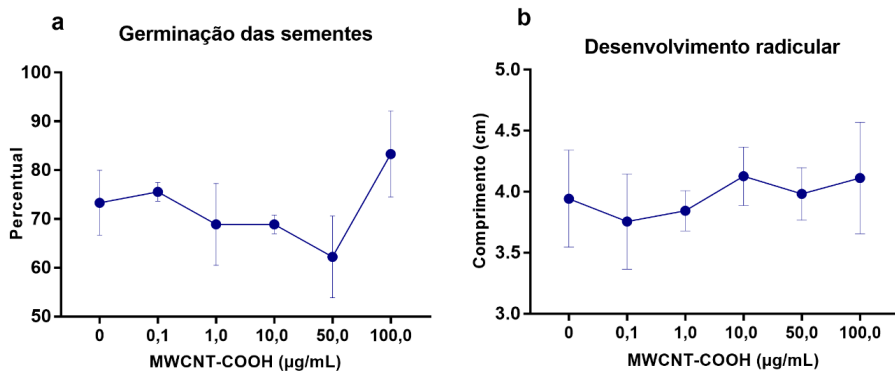


Figura 1 - Análise de fitotoxicidade do MWCNT-COOH em sementes de *L. sativa*. (a) Taxa de germinação de sementes; (b) comprimento das raízes. Dados apresentados por média  $\pm$  desvio padrão.

A fitotoxicidade é geralmente estimada pelo percentual de germinação das sementes bem como pelo seu posterior desenvolvimento radicular. Na literatura, efeitos positivos sobre a germinação e desenvolvimento de mudas, foram relatados, particularmente, em doses mais baixas de tratamentos com MWCNT, gerando aumento das raízes e consequente otimização da absorção de nutrientes (GHODAKE et al., 2010; TIWARI et al., 2014). Além disso, também foram observados efeitos negativos que resultaram na inibição do crescimento da planta devido ao estresse oxidativo gerado pelos MWCNT em níveis mais altos de exposição (BEGUM & FUGETSU, 2012). No entanto, nas condições experimentais deste estudo, os MWCNT-COOH não se mostraram fitotóxicos em nenhum tratamento.

Deste modo, é possível concluir que os MWCNT-COOH não apresentaram efeitos fitotóxicos nas condições experimentais e nos parâmetros avaliados neste estudo para as células de *L. sativa*.

## REFERÊNCIAS

- BEGUM, P.; FUGETSU, B. Phytotoxicity of multi-walled carbon nanotubes on red spinach (*Amaranthus tricolor* L) and the role of ascorbic acid as an antioxidant. **Journal of Hazardous Materials**, v. 243, p. 212–222, 2012.
- BEGUM, P.; IKHTIARI, R.; FUGETSU, B. Potential Impact of Multi-Walled Carbon Nanotubes Exposure to the Seedling Stage of Selected Plant Species. **Nanomaterials**, v. 4, n. 2, p. 203–221, 2014.
- DRASLER, B. et al. In vitro approaches to assess the hazard of nanomaterials. **NanoImpact**, v. 8, n. August, p. 99–116, 2017.
- FERREIRA, A. L. N. **Exposição de Crômio em alface: acumulação e efeitos na fisiologia e genotoxicidade**. Dissertação (Mestrado em Toxicologia e Ecotoxicologia). Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal, 2007.

GHODAKE, G. et al. Phytotoxicity of carbon nanotubes assessed by brassica juncea and phaseolus mungo. **Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics**, v. 5, n. 2, p. 157–160, 2010.

GHOSH, M. et al. Genotoxicity of engineered nanoparticles in higher plants. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 842, n. May 2018, p. 132–145, 2019.

GOTTSCHALK, F.; SUN, T.; NOWACK, B. Environmental concentrations of engineered nanomaterials: Review of modeling and analytical studies. **Environmental Pollution**, v. 181, p. 287–300, 2013.

GUPTA, S.; MURTHY, C. N.; PRABHA, C. R. Recent advances in carbon nanotube based electrochemical biosensors. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 108, p. 687–703, 2018.

JEEVANANDAM, J. et al. Review on nanoparticles and nanostructured materials: History, sources, toxicity and regulations. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1050–1074, 2018.

LUO, Q. et al. All-Carbon-Electrode-Based Endurable Flexible Perovskite Solar Cells. **Advanced Functional Materials**, v. 28, n. 11, p. 1–8, 2018.

MIRALLES, P. et al. Multiwalled carbon nanotubes in alfalfa and wheat: Toxicology and uptake. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 9, n. 77, p. 3514–3527, 2012.

MOHAJERI, M.; BEHNAM, B.; SAHEBKAR, A. Biomedical applications of carbon nanomaterials: Drug and gene delivery potentials. **Journal of Cellular Physiology**, v. 234, n. 1, p. 298–319, 2018.

MONTEIRO, M. S. et al. Microsatellite instability in *Lactuca sativa* chronically exposed to cadmium. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 672, n. 2, p. 90–94, 2009.

PENG, Z. et al. Advances in the application, toxicity and degradation of carbon nanomaterials in environment: A review. **Environment International**, v. 134, n. August 2019, p. 105298, 2020.

PINHEIRO, P. F. et al. Phytotoxicity and Cytotoxicity of Essential Oil from Leaves of *Plectranthus amboinicus*, Carvacrol, and Thymol in Plant Bioassays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 41, p. 8981–8990, 2015.

SHRIVASTAVA, N. et al. Promises and cons of nanobiotechnology: A critical review. **Plant Archives**, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2019.

SILVEIRA, G. L. et al. Toxic effects of environmental pollutants: Comparative investigation using *Allium cepa* L. and *Lactuca sativa* L. **Chemosphere**, v. 178, p. 359–367, 2017.

SUN, T. Y. et al. Dynamic Probabilistic Modeling of Environmental Emissions of Engineered Nanomaterials. **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 9, p. 4701–4711, 2016.

SUN, T. Y. et al. Envisioning Nano Release Dynamics in a Changing World: Using Dynamic Probabilistic Modeling to Assess Future Environmental Emissions of Engineered Nanomaterials. **Environmental Science and Technology**, v. 51, n. 5, p. 2854–2863, 2017.



TIWARI, D. K. et al. Interfacing carbon nanotubes (CNT) with plants: enhancement of growth, water and ionic nutrient uptake in maize (*Zea mays*) and implications for nanoagriculture. **Applied Nanoscience** (Switzerland), v. 4, n. 5, p. 577–591, 2014.

YI, H. et al. Selective prepared carbon nanomaterials for advanced photocatalytic application in environmental pollutant treatment and hydrogen production. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 239, n. May, p. 408–424, 2018.

ZAYTSEVA, O.; NEUMANN, G. Carbon nanomaterials: Production, impact on plant development, agricultural and environmental applications. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 1–26, 2016.

ZHANG, Y. et al. Flexible and stretchable lithium-ion batteries and supercapacitors based on electrically conducting carbon nanotube fiber springs. **Angewandte Chemie - International Edition**, v. 53, n. 52, p. 14564–14568, 2014.

## **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**

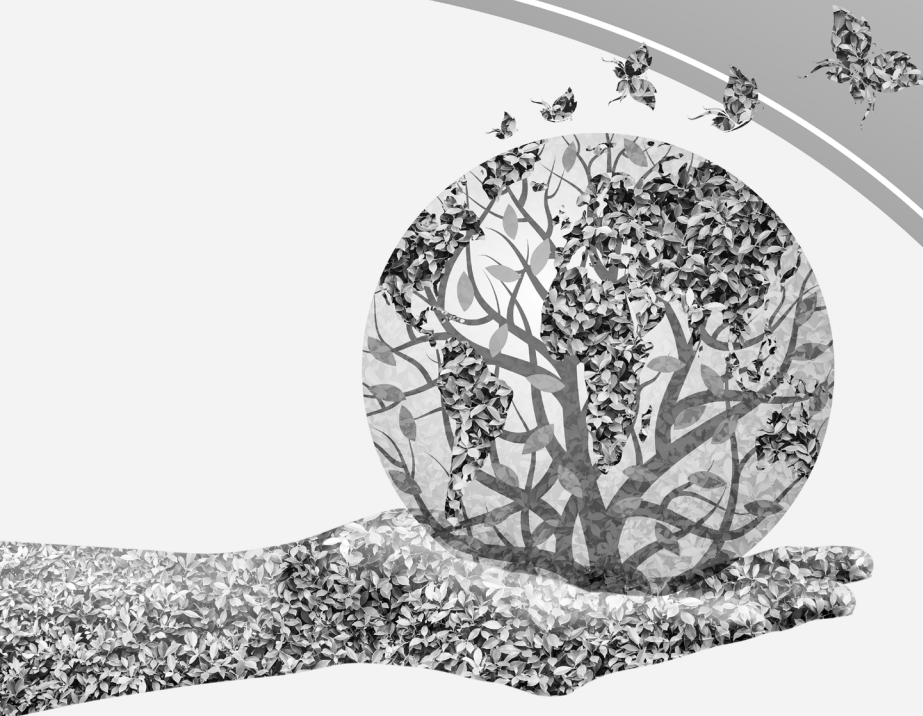
Vespas 39, 44, 45

## **Z**

Zoológico 22, 24, 29, 30

# Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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



# Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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

