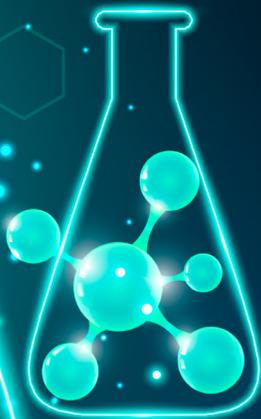


Atena
Editora
Ano 2021

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade 2

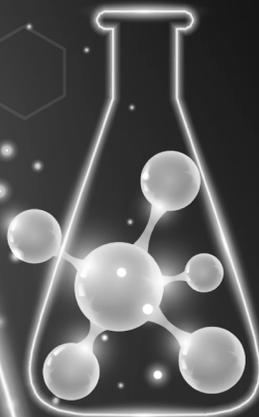
**Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos
(Organizadores)**



Atena
Editora
Ano 2021

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade 2

**Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos
(Organizadores)**



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

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

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

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

A estruturação e reconhecimento das ciências biológicas na contemporaneidade 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 A estruturação e reconhecimento das ciências biológicas na contemporaneidade 2 / Organizadores Clécio Danilo Dias da Silva, Daniele Bezerra dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-954-7

DOI 10.22533/at.ed.547210104

1 Ciências Biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Santos, Daniele Bezerra dos (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

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

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção **“A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade”** da Atena Editora é uma obra composta de dois volumes e refere-se a uma série de investigações e contribuições nas áreas das Ciências Biológicas e que se fundamentam na discussão científica e em trabalhos categorizados e interdisciplinares desenvolvidos por autores de vários segmentos, potencializando discussões e abordagens contemporâneas em temas variados das Ciências Biológicas. Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Biológicas e suas áreas afins, especialmente aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e com destaque por área da Biologia, onde os capítulos podem ser lidos na ordem que você desejar e de acordo com sua necessidade.

O **Volume I – “Meio Ambiente e Biodiversidade”**, através dos seus 16 capítulos aborda a heterogeneidade e aplicação de conceitos nas áreas de meio ambiente, ecologia, sustentabilidade, botânica, micologia e zoologia, como levantamentos/inventários e discussões sobre a importância da biodiversidade e do conhecimento popular sobre as espécies. As temáticas exploradas neste volume são de grande relevância, pois apesar da preocupação com a biodiversidade e com o estado do meio ambiente não ser recente, sabe-se que foi nas últimas décadas do século XX que essa temática entrou definitivamente no discurso dos cidadãos, na sociedade civil, na agenda dos governos, na imprensa e ganhou as ruas. No entanto, se observa que essa preocupação ainda não se transformou efetivamente em práticas educativas, administrativas e operacionais efetivas, o que coloca em risco todos os seres vivos e recursos naturais. Desta forma, o volume I procura auxiliar a realização de trabalhos nestas áreas e no entendimento e desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas no âmbito da educação, em espaços formais e não formais de ensino, para o meio ambiente e manutenção da biodiversidade de forma de compreender, refletir, responder e/ou minimizar os graves problemas ambientais.

O **Volume II – “Saúde e Biotecnologia”**, reúne 18 capítulos que apresenta de forma categorizada discussões e estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, que apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos de experimentos laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos, e pós-graduandos, cujas pesquisas serão apresentadas de maneira objetiva e didática. A produção científica no campo da Saúde e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar. Portanto, os capítulos que compõem este volume refletem essa diversidade de olhares.

Assim, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, objetiva apresentar ao leitor a complexidade e a diversidade de questões e dimensões inerentes as áreas de Meio Ambiente, Biodiversidade, Saúde e Biotecnologia, como pilares

estruturantes das Ciências Biológicas na contemporaneidade. Por fim, esperamos que a leitura aqui proposta possa disseminar e apoiar a construção novos estudos, saberes e práticas pautadas no reconhecimento da importância dos seres vivos e dos recursos naturais, com uma visão multidimensional para a saúde planetária e para o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Boa leitura!

Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos

SAÚDE E BIOTECNOLOGIA

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DE AMILASES POR FERMENTAÇÃO SUBMERSA DO FUNGO *ASPERGILLUS ACULEATUS*

Amanda Farias de Vasconcelos
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa
Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Uatyla de Oliveira Lima
Alexandre Coli Dal Prá
Renato dos Santos Reis
Ricardo Gomes de Brito

DOI 10.22533/at.ed.5472101041

CAPÍTULO 2..... 14

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO SOLVENTE DIMETILSULFÓXIDO SOBRE LARVAS DE *TOXOCARA CANIS*

Débora Carvalho Rodrigues
Débora Liliane Walcher
Carolina Neto Oliveira da Cunha
Gabriela Torres Mattos
Nicholas Frota Gonçalves Correia de Souza
Luciana Farias da Costa de Avila
Daniela Fernandes Ramos
Carlos James Scaini

DOI 10.22533/at.ed.5472101042

CAPÍTULO 3..... 19

AÇÕES DA EXPOSIÇÃO AO BISFENOL-A SOBRE A GLÂNDULA MAMÁRIA EM CAMUNDONGOS FÊMEAS NA PÓS-MENOPAUSA ALIMENTADAS COM DIETA NORMO OU HIPERLIPÍDICA

Janaina de Oliveira Chaves
Kênia Moreno de Oliveira
Letícia de Souza Figueiredo
Gésily de Souza Aguiar
Israelle Netto Freitas
Cremilda do Amaral Roso de Oliveira
Vanessa Kiill Rios
Rosane Aparecida Ribeiro
Helene Nara Henriques Blanc

DOI 10.22533/at.ed.5472101043

CAPÍTULO 4.....33

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DE VITEX AGNUS-CASTUS L. (LAMIACEAE)

Regiane Gonçalves
Vanessa Farias dos Santos Ayres
Carlos Eduardo de Carvalho
Maria Gorete Mendes de Souza
Anderson Cavalcante Guimarães
Geone Maia Corrêa
Carlos Henrique Gomes Martins
Renata Takeara
Eliane de Oliveira Silva
Antônio Eduardo Miller Crotti

DOI 10.22533/at.ed.5472101044

CAPÍTULO 5.....44

ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DE *Salmonella* spp. NA CADEIA PRODUTIVA DE FRANGOS

Sérgio Eustáquio Lemos da Silva
Vanessa Silva Miranda
Nayane Lopes Ferreira
Laressa Dacle Tomaz
Vitor Simão da Silva
Karina Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.5472101045

CAPÍTULO 6.....55

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO *CIRCULAR POLYMERASE EXTENSION CLONING* NA CONSTRUÇÃO DE PLASMÍDEOS PARA MODIFICAÇÃO GENÉTICA DE MICRORGANISMOS

Nicole Dalonso

DOI 10.22533/at.ed.5472101046

CAPÍTULO 7.....67

ANÁLISE DA CITOGENOTOXICIDADE DAS INFUSÕES DE *ARTEMISIA VULGARIS* L. UTILIZANDO O BIOENSAIO *ALLIUM* CEPA

Claudia de Faria Leal
Lília Rosário Ribeiro
Daiane Maria de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.5472101047

CAPÍTULO 8.....74

ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE *PSEUDOBOMBAX MARGINATUM* (A.ST.-HIL., JUSS. & CAMBESS.) A. ROBYNS

Nathália Amorim Madeiro dos Santos
Juciana Freitas da Silva
Tiago Pinheiro de Souza
Heryka Myrna Maia Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.5472101048

CAPÍTULO 9..... 84

EXPRESSÃO DA PROTEÍNA HIF-1 α EM CARCINOMA DE CÉLULAS ESCAMOSAS DA CAVIDADE ORAL

Beatriz da Silva Vimercati
Sara de Oliveira Evaristo
Maria Eliza Soares Queiroz
Mayara Mota de Oliveira
Arícia Leone Evangelista Monteiro de Assis
Aline Ribeiro Borçoi
Rafael Pereira de Souza
Anderson Barros Archanjo
Adriana Madeira Álvares-da-Silva

DOI 10.22533/at.ed.5472101049

CAPÍTULO 10..... 93

ESTUDOS COMPUTACIONAIS DE NOVOS ANTAGONISTAS DE RECEPTORES DE HIDROCARBONETOS DE ARILA (AHR), COM POTENCIAL EFICÁCIA ATEROPROTETORA EM FUMANTES

Isaque Antonio Galindo Francischini
Carlos Henrique Tomich de Paula da Silva

DOI 10.22533/at.ed.54721010410

CAPÍTULO 11..... 109

IMOBILIZAÇÃO DE LEVEDURAS EM GEL DE ALGINATO E PECTINA

Layla de Fátima Gonçalves
Sabrina de Ávila Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.54721010411

CAPÍTULO 12..... 115

CONTRACEPTIVOS ORAIS COMBINADOS E A BIOLOGIA DA INSULINA

Janaina de Oliveira Chaves
Cremilda do Amaral Roso de Oliveira
Helene Nara Henriques Blanc
Rosane Aparecida Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.54721010412

CAPÍTULO 13..... 133

CONDIÇÕES TÉRMICAS E SANITÁRIAS EM ILHAS DE REFRIGERAÇÃO DE SUPERMERCADOS E O RISCO DE TRANSMISSÃO DE SALMONELOSE

Sérgio Eustáquio Lemos da Silva
Daniely Souza Paz
Kimberly Soares Brito Bratífich
Letícia das Graças Silva
Rogério Alves Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.54721010413

CAPÍTULO 14..... 143

PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIOS EM COSMÉTICOS

Giovanna Amaral Filipe
Audrey Alesandra Stingham Garcia Lonni
Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi

DOI 10.22533/at.ed.54721010414

CAPÍTULO 15..... 154

A RELEVÂNCIA E OS MECANISMOS DE AÇÃO DA TOXINA BOTULÍNICA COMO TERAPÊUTICA ESTÉTICA

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar
Lulucha de Fátima Lima da Silva
Sílvia Sousa da Silva
Gicilene Meneses dos Santos
Domingas Machado da Silva
Antenor Matos de Carvalho Junior
Rodrigo Ruan Costa de Matos
Joyce Freitas Barbosa Monteiro
Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.54721010415

CAPÍTULO 16..... 166

UTILIZAÇÃO DE VETORES VIRAIS NA TERAPIA GÊNICA

Edmilson Pereira Barroso
Synara Suellen Lebre Félix
Anna Júlia Lebre Félix
Maria Júlia Enes Lebre Félix
Gustavo Henrique Sinhörin
Ylêdo Fernandes de Menezes Júnior
Abigail Gonçalves da Silva
Joscleildo Pereira Ferreira
Eder Ferreira de Arruda
Adem Nagibe dos Santos Geber Filho

DOI 10.22533/at.ed.54721010416

CAPÍTULO 17..... 177

EXPANSION OF SCHISTOSOMIASIS IN A LOCALITY IN SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRAZIL

Aline de Jesus Lustosa Nogueira
Renato Juvino de Aragão Mendes
Adalberto Alves Pereira Filho
Leandro Schalcher Aguiar
Iramar Borba de Carvalho Nogueira
Alexandre Nava Fabri
Halana Tereza Marques de Jesus Ambrósio
Karla Regina Freitas Araújo
Ivone Garros Rosa

DOI 10.22533/at.ed.54721010417

CAPÍTULO 18.....	188
MONITORAMENTO MICROCONTROLADO DO CULTIVO MIXOTRÓFICO DE <i>HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS</i>	
Letícia Pinto	
Andréia Anschau	
DOI 10.22533/at.ed.54721010418	
SOBRE OS ORGANIZADORES	198
ÍNDICE REMISSIVO.....	199

CAPÍTULO 16

UTILIZAÇÃO DE VETORES VIRAIS NA TERAPIA GÊNICA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 23/02/2021

Edmilson Pereira Barroso

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/8849532021265627>

Synara Suellen Lebre Félix

Centro Universitário Uninorte
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/5115452410524175>

Anna Júlia Lebre Félix

Centro Universitário Uninorte
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/7792948703694412>

Maria Júlia Enes Lebre Félix

Centro Universitário Uninorte
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/9910322877986821>

Gustavo Henrique Sinhoin

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/4256343975766386>

Ylêdo Fernandes de Menezes Júnior

Centro Universitário Uninorte
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/7167995555739167>

Abigail Gonçalves da Silva

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco – Acre
<http://lattes.cnpq.br/4908230906355213>

Joscleildo Pereira Ferreira

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco – Acre
<http://lattes.cnpq.br/3308698130850697>

Eder Ferreira de Arruda

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco – Acre
<http://lattes.cnpq.br/9314124156008604>

Adem Nagibe dos Santos Geber Filho

Universidade Federal do Acre – UFAC
Rio Branco – Acre
<http://lattes.cnpq.br/6176799923678871>

RESUMO: A inovação tecnológica, capaz de romper o tradicionalismo terapêutico, introduz no cientificismo buscas por resultados precisos. Na área geneticista, por exemplo, utiliza-se a terapia gênica para correção de genes mutados, transferindo material genético com instruções necessárias para bom funcionamento dos genes, por meio de vetores virais. Assim, esse estudo demonstrar o avanço da medicina ao utilizar novas terapêuticas gênicas, através de vetores virais. Para tanto, foi realizada uma narrativa de literatura com buscas nas bases de dados: Scielo, PubMed, Medline, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde – BVS, utilizando os descritores: Inovação; Edição genômica e Terapia gênica. Foram incluídos estudos nacionais e internacionais, nos períodos de 2002 a 2020. Foi verificado nos estudos realizados, eficiência ao transportar material genético, para células alvo, através de vetores virais, sendo estes, veículos de entrega de DNA ou RNA,

devido característica viral de serem parasitas intracelulares obrigatórios. Dessa forma, os vírus chegam às células específicas para reparo gênico, sendo os mais utilizados: retrovírus, adenovírus, vírus adenoassociados e herpes vírus. Entretanto, foi demonstrado também, a necessidade de acompanhamento minucioso ao tratamento, visto que, os riscos de: infecção, reação de resposta imune e desenvolvimento oncogênicos, não podem ser descartados. Dado o exposto, observa-se que, os avanços na biologia celular, no século XX, inovaram técnicas capazes de beneficiar pacientes com: câncer, infecções, doenças adquiridas e outros distúrbios fisiopatológicos, sendo considerada uma nova alternativa de tratamento. Além disso, os estudos estão inovando técnicas e aprimorando metodologias para abranger mais casos patológicos.

PALAVRAS - CHAVE: Inovação; Edição genômica e Terapia gênica

USE OF VIRAL VECTORS IN GENE THERAPY

ABSTRACT: Technological innovation, capable of breaking the traditional therapeutic approach, introduces in scientific searches for precise results. In the geneticist field, for example, gene therapy is used to correct mutated genes, transferring genetic material with instructions necessary for the proper functioning of genes, using viral vectors. Thus, this study aims to demonstrate the advancement of medicine when using new gene therapies, using viral vectors. For that, a literature narrative was carried out with searches in the databases: Scielo, PubMed, Medline, Google Scholar and Virtual Health Library - VHL, using the descriptors: Innovation; Genomic editing and gene therapy. National and international studies from 2002 to 2020 were included. It was verified in the studies carried out, efficiency in transporting genetic material, to target cells, through viral vectors, which are vehicles of DNA or RNA delivery, due to the viral characteristic mandatory intracellular parasites. Thus, viruses reach specific cells for gene repair, the most used ones being retroviruses, adenoviruses, adenoassociated viruses and herpes viruses. However, it was also demonstrated that there is a need for detailed treatment monitoring, since the risks of: infection, immune response reaction and oncogenic development cannot be ruled out. Given the above, it is observed that the advances in cell biology, in the 20th century, innovated techniques capable of benefiting patients with: cancer, infections, acquired diseases and other pathophysiological disorders, being considered a new treatment alternative. In addition, studies are innovating techniques and improving methodologies to cover more pathological cases.

KEYWORDS: Innovation; Genomic editing and gene therapy.

1 | INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica, capaz de romper o tradicionalismo terapêutico, introduz no cientificismo buscas por resultados precisos. Esse tem sido o intuito da medicina desde o conhecimento do ácido desoxirribonucleico (DNA) como unidade básica da hereditariedade. Na área da genética, por exemplo, essa inovação se dá pela capacidade do melhoramento genético por meio das necessidades de novas correções (NOVOA; FRÓES, 2011).

Com as evoluções nas áreas das pesquisas biomoleculares, técnicas capazes de originar moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA) recombinante estão sendo cada vez

mais desenvolvidas. Esses progressos tiveram uma inovação na área da biotecnologia e da biologia molecular na qual adequaram-se como pilar para a terapia gênica (PAIXÃO, 2019).

A terapia gênica surge como uma importante alternativa para a cura de patologias genéticas e adquiridas. Com isso, a inserção da engenharia de DNA recombinante transformou o campo dos experimentos, uma vez que propicia clonar, sintetizar e projetar novos genes que, inseridos no organismo, é capaz de alcançar a expressão (gene ativo) por meio de alterações em regiões do DNA (LUSTOSA, 2019).

Diante dessas perspectivas, as terapias gênicas utilizam-se do vírus que são vetores usados na medicina para introdução do material genético na célula. Esses são classificados como virais e não virais e são incumbidos de transportar o gene terapêutico aos sítios-específicos, ou seja, servem para o carregamento dos genes geneticamente modificados, tornando-se uma nova possibilidade de tratamento na medicina (ALCANTRA, 2019).

Sendo assim, o presente estudo objetiva demonstrar a terapia gênica na medicina ao utilizar vetores virais, além disso, apresentar os principais vetores utilizados nessa técnica e os aspectos benéficos que essa terapia traz para medicina contemporânea.

2 | METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa. A busca dos artigos foi realizada através da plataforma de pesquisa Scielo, PubMed, Medline, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde - BVS. Para realização da busca, foram utilizados os descritores “Inovação”; “Edição Genômica” e “Terapia gênica”. Por sua vez, estas publicações foram filtradas visando à obtenção de artigos científicos, dissertações e teses considerando o espaço temporal de 2002 a 2020 que tivessem completos e disponíveis.

3 | TERAPIA GÊNICA

Em 1991, James Watson fez esta declaração: “Muita gente se diz preocupada com a mudança em nossas instruções genéticas. Mas essas [instruções genéticas] são apenas um produto da evolução, moldadas para nos adaptar a certas condições que podem não mais existir. Todos sabemos o quanto somos imperfeitos. Por que não nos tornar mais aptos à sobrevivência? (GONÇALVES; PAIVA, 2017).

Com o entendimento de que muitas patologias decorriam de modificações genéticas e com o surgimento da tecnologia do DNA recombinante, apareceu a opinião de tratar as patologias manipulando e alterando a sequência de genes do DNA das células doentes. Em 1978, David Baltimore, um microbiologista americano, afirmou que seria “o triunfo da medicina se os genes defeituosos pudessem ser silenciados” (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Diante dos avanços tecnológicos e científicos, a terapia gênica é uma das ciências da engenharia genética com o propósito de levar a cura ou prevenir enfermidades ligadas

à hereditariedade ou não, a partir da alteração, substituição ou acréscimo de determinado gene para o tratamento (PIERCE, 2011).

Tendo como referência algumas conquistas e ainda em fase de experimento, a terapia gênica é uma ciência que tem se mostrado bastante promissora e que apresentou muitos avanços nos últimos anos. Segundo Artioli; Hirata; Lancha e Junior (2007), acredita-se que a terapia gênica constitua uma oportunidade terapêutica efetiva para várias doenças.

A terapia gênica tem como marco fundamental a introdução do material genético na forma de DNA, RNA ou oligonucleotídeos nas células-específicas. Os agentes utilizados para esses acessos nas células são nomeados vetores, palavra originária do latim vector, significando “aquele que entrega” (NARDI, 2002).

A adição e a introdução desse material na célula têm função terapêutica e busca regenerar a função de um gene anormal, atribuindo uma nova atividade ou melhorando a funcionalidade dos genes ativos. Dentro dessa ótica, essa terapia tem a finalidade de ser empregada tanto para doenças fenotipicamente genéticas quanto para patologias adquiridas (COCO; HAN; SALLUM, 2009).

Tendo em vista as especificidades, a manipulação do DNA recombinante para terapia gênica se dá pelo isolamento de dois DNA diferentes, uma retirada da célula animal e a outro, de forma viral, em que o transgene - gene de interesse ou gene terapêutico - substitui regiões gênicas de determinados vírus. Sendo assim, o isolamento da molécula de DNA é o primeiro estágio da formação do DNA recombinante (PIMENTA; LIMA, 2015), conforme figura 1.

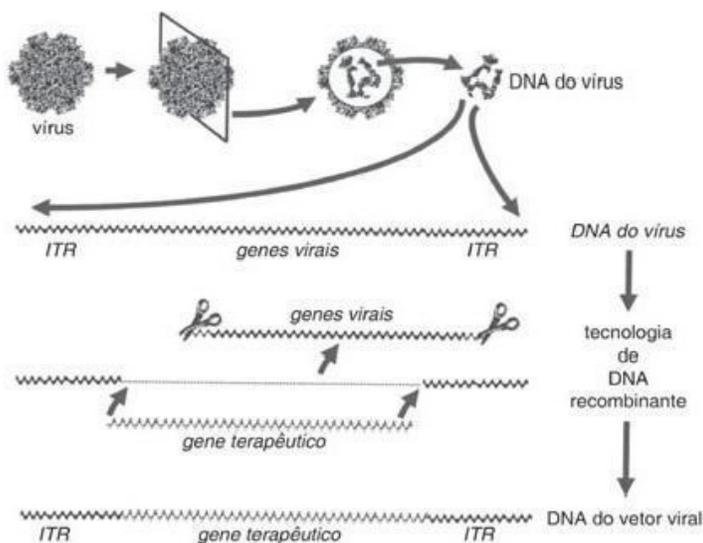


Figura 1: Esquema de manipulação em laboratório de um vírus pela tecnologia de DNA recombinante (LINDEN, 2010).

Com isso, a modificação de genes empregado na terapia gênica é dado pela transferência desse material genético, com genes naturais, genes quiméricos, fragmentos de DNA e ribozimas para as células de um indivíduo. A adição do material genético para a célula específica, seja fora do corpo (*ex vivo*) ou por aplicação direta (*in vivo*), é chamado de transdução e o gene transduzido (CAMPOS *et al.*, 2019).

O gene de interesse (transgene) está inserido em uma molécula de DNA ou RNA e é transferido por um vetor. O método (*in vivo*) é aplicado diretamente no indivíduo, sendo essa técnica considerado eficaz e menos custosa, porém é preciso um estudo minucioso e endereçamento exato para que o gene chegue ao órgão correto e de forma precisa. Já a forma (*ex vivo*) as células são retiradas do paciente, manuseadas e administrada novamente, essa técnica tem em particular por ser dificultosa, no entanto, simples de monitorar (NARDI, 2002), conforme figura 2.

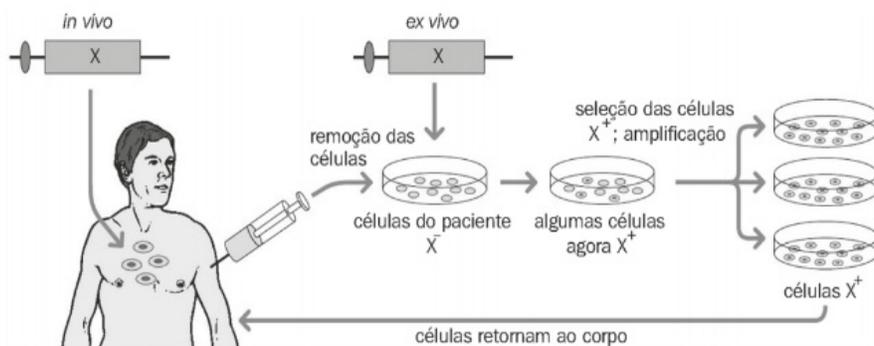


Figura 2: Exemplificação da terapia *In vivo* e *Ex vivo*, (STRACHAN; READ, 2014).

Cabe salientar que, no processo de alteração genética, apenas um ínfimo número de células-alvo adquire e integram de maneira estável o ácido desoxirribonucleico exógeno. Para a recuperação das células remodeladas, faz-se necessário o uso de um efetivo sistema de seleção e regeneração (SARTORETTO; SALDANHA; CORDER, 2008).

3.1 Os Principais Vetores Virais Utilizados nas Terapias

Os vírus progridem ampliando técnicas aperfeiçoadas para atingir e invadir as células, onde os mesmos utilizam-se da maquinaria celular para expressar seus genes e produzir sua progênie. Essa agilidade de adentrar e exteriorizar seu material genético dentro das células é a essência para o uso dos vírus como vetores (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Esses vetores são os mais utilizados na transferência do material genético (DNA ou RNA) à célula, sendo os principais os retrovírus, os adenovírus e os vírus adenoassociados e mais raramente herpes vírus. Os retrovirais são utilizados desde os testes iniciais,

são manuseados pelos cientistas para que possua meios eficazes de segurança na sua introdução no indivíduo (STRAUSS; COSTANZI, 2007). São um grupo de vírus esféricos de 80-100 nm de diâmetro que utilizam duas fitas idênticas de RNA como material genético (WOLF *et al.*, 2015).

À vista disso, os retrovírus têm como vantagens uma alta taxa de transdução, amplo espectro de células hospedeiro, sistema muito bem estudado e proteínas do vetor que não expressa no hospedeiro. Além disso, infectam com facilidade células mitóticas e pós-mitóticas por períodos prolongados (BRANDÃO, 2015). Possuem um eficiente sistema de transferência de genes, tendo como maior utilidade deste vetor a integração no genoma da célula-alvo oferecendo maior durabilidade da expressão quando às medidas e procedimentos são aplicadas de forma correta e seguras sobre esses vetores (RABELO *et al.*, 2018).

Todavia, possuem suas desvantagens por sua incapacidade de traduzir células que não se dividem, como os neurônios (WOLF *et al.*, 2015), são imunogênicos e caso seja inserido em local indevido no genoma há um risco de ameaça de reversão para tipo selvagem, inativação pelo complemento e baixa taxa de integração (BRANDÃO, 2015). Além disso, embora os vetores retrovirais ofereçam um meio de corrigir doenças genéticas de forma permanente, vale ressaltar que todos vetores apresentam risco de mutagênese por inserção (SINN; SAUTER; MCCRAY, 2005).

Desse modo, uma abordagem em pacientes com deficiências de adenosina desaminase não apresentaram nenhuma alteração de mutagênese (SINN; SAUTER; MCCRAY, 2005). Porém, durante os ensaios clínicos para a imunodeficiência combinada severa ligada ao X (SCID) na França e no Reino Unido, vários pacientes desenvolveram leucemia após o tratamento com um vetor retroviral gama devido à mutagênese de inserção (WOLF *et al.*, 2015).

À medida que a infecção por retrovírus resultaria na integração do gene que ele transporta no genoma do hospedeiro, um adenovírus introduziria o gene que ele transporta no núcleo da célula do indivíduo sem integrar o gene no genoma. Como consequência, o gene inserido seria transcrito e expresso na célula por um certo período de tempo, mas não estará presente no DNA da prole da célula hospedeira após a mesma replicar-se. Esta particularidade dos adenovírus tornou-o proficiente em certas aplicações da terapia gênica (TANI; FAUSTINE; SUFIAN, 2011).

Convém ressaltar que, os adenovírus possuem uma finalidade significativa na transferência de genes suicidas a tumores, embora os vetores adenovírus mostrem excelência e eficiência, devem-se ter um cuidado específico, pois estes induzem uma elevada resposta imunológica que diminui o tempo de expressão do gene de interesse e praticamente impede a reaplicação em um mesmo paciente (MENK; VENTURA, 2007).

No entanto, apesar da versatilidade desse vetor e da existência de uma resposta imunológica, os adenovírus quando manipulados e adaptados melhoram sua especificidade

e aumentam sua eficácia sítio-específico. Como exemplo, na terapia citotóxica, na qual, os adenovírus têm um bom perfil neuropatológico além de compatibilizar com outros agentes citotóxicos tornando-o esta terapia uma modalidade muito promissora com estratégias imunostimuladoras para o tratamento de glioblastoma multiforme - GBM (CANDOLFI, 2014).

Em suma, cabe destacar a relevância dos vetores baseados em herpes vírus, na qual vem se destacando pela sua afinidade altamente elevada por células nervosas. Deste modo, considera-se que a aplicação destes vírus para meios de transferência gênica em células do sistema nervoso seja uma opção suficientemente acessível no futuro (STRAUSS *et al.*, 2018).

Diferentemente, os vírus adenoassociados (AAV) dispõem de certas vantagens em relação aos demais vírus, como inserção célula-alvo, tropismo aumentado e inexistência de patogenicidade. Estes pequenos vírus não estão relacionados a desenvolver doença humana, são moderadamente acessíveis de se obter e pouco ativam o sistema imunológico do indivíduo, ampliando o tempo de expressão do transgene (NARDI, 2002).

Isto nos leva a observar que, o primeiro medicamento a ser lançado no mercado com a tecnologia de vírus adenoassociados, foi em julho de 2012. Trata-se de um vírus adenoassociados de tipo I, designado ALIPOGENE TRIPARVOVEC planejado para transportar o gene humano da lipoproteína lipase. Tal medicamento, objetiva-se tratar de uma patologia rara que é a deficiência em lipoproteína lipase responsável por hipertrigliceridemia, quilomicronemia e risco de pancreatite. A associação risco/benefício demonstrou ser muito promissora, principalmente, nos pacientes com problemas fisiopatológicos (GAUDET; MÉTHOT; KASTELEIN, 2012).

Também é possível destacar que, os números de protocolos envolvendo o uso da técnica de DNA recombinante com vírus adenoassociados vêm crescendo, rente com a popularidade deste vetor. Assim, são vários os benefícios e os principais avanços relacionados ao emprego dos vírus adenoassociados nos protocolos de pesquisas clínicas estão relacionados às patologias diversas, como fibrose cística, artrite reumatoide, hemofilias e dislipidemias (COLOMBO; MELO; MATTER, 2017).

Dessa maneira, as evoluções na biologia molecular, viabilizam o reconhecimento de diversos genes humanos e de seus produtos proteicos significativos, despertam possibilidades de tratamento através da terapia gênica para várias patologias genéticas e não genéticas (BORGES; ROBINSON, 2013).

3.2 Perspectivas na Medicina Contemporânea

A engenharia genética transformou-se no mecanismo apto e eficiente de aprimorar admiravelmente a qualidade de vida, trazendo esperança de cura para patologias antes mesmo de se manifestarem (BOMTEMPO, 2018).

A intervenção genética pode possibilitar excelentes resultados na regeneração

de tecidos lesionados, com modificações fisiopatológicas benéficas para os indivíduos. Análises com engenharia de tecidos e terapia gênica têm sido de grande relevância no tratamento de morbidades e necessidades de reparo ósseo causadas por trauma, patologias e necessidades de movimentos ortodônticos (BATISTA *et al.*, 2020).

Avanços significativos nos últimos anos são diversos, como nas miopatias congênitas, forçando os médicos a revisar e atualizar constantemente esse grupo de patologias. A terapia gênica já é uma realidade e apresenta resultados positivos nesta área, pois, cria uma nova expectativa para pacientes, familiares e especialistas, o que expressa a necessidade de adaptar os protocolos de atendimento, diagnóstico e tratamento de algumas dessas entidades (NATERA BENITO *et al.*, 2019).

Os campos da terapia gênica, terapia com células-tronco e terapia com fatores de crescimento têm sido cientificamente explorados em grande profundidade há bastante tempo, principalmente, nos dias atuais devido aos avanços tecnológicos. Todavia, é necessária mais pesquisa *in vivo*, usando modelos experimentais comprovados, que contemporiza a identificar tratamentos eficientes, livres de efeitos adversos, como inflamação intensa, resposta imune exacerbada e estimulação do desenvolvimento tumoral, entre outros, o que permitirá a passagem segura em estudos clínicos (CAMPO *et al.*, 2019).

Atualmente, existem terapias na fase clínica 1, na China e nos Estados Unidos, fundamentada no sistema de terapia gênica por edição genética, que estão sendo utilizadas em pacientes humanos para tratar câncer intratável ou resistente a intervenções quimioterápicas convencionais. Além disso, muitos cientistas estão pesquisando a viabilidade e eficiência de diversas terapias *ex vivo* com células-tronco para patologias que afetam células sanguíneas, como hemofilia, talassemia alfa e beta, anemia falciforme e outras anemias de origem genética (MARFANY, 2019).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) autorizou o primeiro produto, que se utiliza de vírus, para tratamento de Distrofia Hereditária da Retina, ocasionada por uma mutação no gene RPE65, dentre as distrofias hereditárias da retina estão a amaurose congênita de Leber e a retinose pigmentar (BRASIL, 2020).

Logo, a terapia gênica ao utilizar vetores, pode ser empregada para tratar, principalmente, distúrbios hereditários, também pode atuar como recurso terapêutico de doenças adquiridas, tais como cânceres, doenças cardiovasculares e doenças infecciosas (CHIROTTO FILHO; MACHADO, 2019).

4 | CONCLUSÃO

A terapia gênica tem demonstrado grande importância na medicina ao utilizar vetores virais. No entanto, os estudos apontam para a necessidade de acompanhamento minucioso ao tratamento, visto que, os riscos de infecção, reação de resposta imune e oncogênicas, não podem ser descartados. Nesse cenário, observa-se que, os avanços na biologia

celular no século XX, inovaram técnicas capazes de beneficiar pacientes com câncer, infecções, doenças adquiridas e outros distúrbios fisiopatológicos, sendo considerada uma nova alternativa de tratamento, além de outros estudos que estão inovando técnicas e aprimorando metodologias para abranger mais casos patológicos. Logo, os avanços da terapia gênica incentivam a busca por melhorias, aprimoramento dos sistemas de entregas de genes e o conhecimento mais amplo das doenças de interesse.

REFERÊNCIAS

ALCANTRA, R. L. *et al.* **A tecnologia de crispr-cas9 na terapia gênica do câncer de pulmão.** Revista Brasileira Militar de Ciências, v.5, n.13, p.27-33, 11 dez. 2019.

ARTIOLI, G. G.; HIRATA, R. D. C.; LANCHA JUNIOR, A. H. **Terapia gênica, doping genético e esporte: fundamentação e implicações para o futuro.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.13, n.5, p.349-354, 2007.

BORGES, O.; ROBINSON, W. M. **Genética humana.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

BOMTEMPO, T. V. **Terapia Gênica y Doping Genético: Diálogos Bioéticos y Biojurídicos.** Revista Latinoamericana de Bioética, v.19, n.36-1, p.75-90, 2018.

BRANDÃO, R. E. L. **Vírus e Retrovírus: contributo para a evolução das espécies,** 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em ciências farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, Portugal, 2015.

BATISTA, R. *et al.* **Gene therapy and its applicability in Dentistry.** Revista Gaúcha Odontológica, v. 68, p.e20200009, Campinas, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-86372020000100303&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 15 de abril de 2020.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Dispõe sobre o registro de produto de terapia avançada e dá outras providências.** 2020. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/#/visualizar/414700#%2Fvisualizar%2F414700>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

CAMPO, J. O. *et al.* **Hyposialia and Xerostomy Post Irradiation: Innovative Therapies in the Biomolecular Field.** International Journal of Morphology, v.37, n.4, p.1564-1571, 2019.

CANDOLFI, M. **Citotoxic gene therapy for the treatment of brain cancer.** Neurología Argentina, v.6, n.4, p.217-224, 2014.

COLOMBO, G. A.; MELO, G. L.; MATTER, L. B. **Uso de vírus adenoassociado: um avanço na terapia gênica.** Revista interdisciplinar em ciências da saúde e biológicas–RICSB, v.1, n.1, p.47-52, 2017.

COCO, M.; HAN, S. W.; SALLUM, J. M. F. **Terapia gênica em distrofias hereditárias de retina.** Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, v.72, n.4, p.560-566, 2009.

CHIROTTO FILHO, L. R.; MACHADO, B. F. **Manipulação genética: aplicações das técnicas de terapia gênica.** FOCO: caderno de estudos e pesquisas, n.14, p.61-76, 2019.

GAUDET, D.; MÉTHOT, J.; KASTELEIN, J. **Gene therapy for lipoprotein lipase deficiency**. Current opinion in lipidology. v.23, n.4, p.310-320, 2012.

GONÇALVES, G. A. R.; PAIVA, R. M. A. **Terapia gênica: avanços, desafios e perspectivas**. Einstein (São Paulo). v.15, n.3, p.369-375, 2017.

LUSTOSA, A. L. P. **Potencial do uso da terapia genética no tratamento de doenças**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2019.

LINDEN, R. **Terapia gênica: o que é, o que não é e o que será**. Estud. av. São Paulo, v.24, n.70, p.31-69, 2010.

MARFANY, G. **Interrogantes y retos actuales de la edición genética**. Revista de Bioética y Derecho, Barcelona, n.47, p.17-31, 2019. Disponível em: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1886-58872019000300003. Acesso em 16 de abril, 2020.

MENCK, C. F. M.; VENTURA, A. M. **Manipulando genes em busca de cura: o futuro da terapia gênica**. Revista USP. n.75, p.50-61, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13620>. Acesso em: 7 out. 2020.

NATERA BENITO, D. *et al.* **Diagnóstico e tratamento de miopatias congênitas**. Medicina (B. Aires). v.79, n.3, p.82-86, 2019.

NARDI, N. B.; TEIXEIRA, L. A. K.; SILVA, E. F. A. **Terapia gênica**. Ciência & saúde coletiva, v.7, n.1, p.109-116, 2002.

NOVOA, M. C.; FRÓES, B. T. **Desafios para a universalização da genética clínica: o caso brasileiro**. Revista Panamericana de Salud Pública. v.29, n.1, p.61–8, 2011.

OLIVEIRA, B. A. *et al.* **Vetores virais para uso em terapia gênica**. Revista Pan-Amazônica de Saúde, Ananindeua, v.9, n.2, p.57-66, 2018.

PAIXÃO, L. E. **Terapia gênica no tratamento de doenças**. 2019. 51 f. Monografia (Graduação em Farmácia) - Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**. 3.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

PIMENTA, C. A. M.; LIMA, J. M. **Genética aplicada a biotecnologia**. 1.ed. São Paulo: Erica, 2015.

RABELO, A. C. *et al.* **Realidades e perspectivas do uso de terapia gênica no tratamento de doenças**. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v.20, n.3, p.122-127, 2018.

STRAUSS, B. E.; COSTANZI, S. E. **Combating oncogene activation associated with retrovirus-mediated gene therapy of X-linked severe combined immunodeficiency**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. v. 40, n. 5, p. 601-613, 2007.

STRAUSS, B. E. *et al.* **Perspectives for cancer immunotherapy mediated by p19Arf plus interferon-beta gene transfer**. Clinics. v.73, n.1, p. e479s, 2018.

SARTORETTO, L. M.; SALDANHA, C. W.; CORDER, M. P. M. **Transformação genética: estratégias e aplicações para o melhoramento genético de espécies florestais**. Ciência. Rural, Santa Maria, v.38, n.3, p.861-871, 2008.

STRACHAN, T.; READ, A. **Genética molecular humana**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

SINN, P.; SAUTER, S.; MCCRAY, P. **Gene Therapy Progress and Prospects: Desenvolvimento de vetores lentivirais e retrovirais melhorados - design, biossegurança e produção**. Gene Ther, n.12, p.1089–1098, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3302570>. Acesso em: 7 out. 2020.

TANI, J.; FAUSTINE, B.; SUFIAN, J. T. **Updates on current advances in gene therapy**. West Indian med. j. v.60, n.2, p.188-194, 2011.

WOLF, D. A. *et al.* **Gene Therapy for Neurologic Manifestations of Mucopolysaccharidoses**. Expert Opin Drug Deliv. v.12, n.2, p.283–296, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amilases 7, 1, 2, 3, 4, 7, 11, 12

Antioxidante 74, 78, 80, 81, 83, 143, 144, 148, 149, 151, 188

Arduino 188, 189, 190, 191, 195, 196, 197

Artemísia 67, 68

Aterosclerose 93, 94, 95, 97, 107

Atividade Antimicrobiana 33, 35, 36, 39, 40, 41, 78, 80, 144, 149, 150

Atividades Biológicas 8, 74, 76, 80, 81

B

Bactérias Cariogênicas 33, 34, 35, 39, 40, 41

Bacteriologia 44, 47

Biossíntese 144, 145

Bisfenol 7, 19, 21

C

Câncer oral 84, 85, 87, 89

Carcinoma 9, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92

Carotenoide 188

Citationitems 179, 180

Contraceptivos Hormonais 115, 116

Controle de vetores 178

Cultivos Mixotróficos 188, 196

D

Desregulador Endócrino 19, 20, 21

Dimetilsulfóxido 7, 14, 15

DNA 40, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 90, 96, 97, 117, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

Doença Parasitária 178

Doenças cardiovasculares 94, 116, 173

E

Embiratanha 74, 75, 77, 80, 81, 82

Esquistossomose 178, 185, 186

Estética 10, 154, 155, 156, 157, 160, 162, 163, 165

Estrogênio 21, 24, 29, 115, 116, 117, 118, 120, 121

F

Fermentação Alcoólica 109, 110

Fungos Filamentosos 2, 3

H

Hipóxia 84, 85, 86, 90, 91

Homeostase da glicose 115, 116, 126, 127, 128

I

Ilhas de refrigeração 9, 133, 136

Inovação tecnológica 144, 166, 167

L

Leveduras 9, 109, 110, 111, 112, 113, 144, 146

M

Marcador Prognóstico 84, 85

Mebendazol 14, 15

Microalga 188, 189

Microorganismos 8, 12, 52, 55, 56, 58, 59, 114, 134, 139, 141, 144, 145, 146, 149, 189

O

Obesidade 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28

Ovariectomia 20, 22, 28, 29

P

Patógenos Bucais 34

Pectinas 110

Plantas Medicinais 35, 68, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 82, 83

Plasmídeos 8, 55, 56, 58, 59, 62, 63, 64

Produção Avícola 46, 47, 135

Produção Enzimática 2, 11

Produtos Naturais 3, 11, 67, 93, 144

Progesterona 115, 116, 118

Q

Química Medicinal Computacional 93, 98, 104

R

Regiões Organizadoras de Nucléolos 85, 86

S

Salmonelose 9, 45, 52, 53, 133, 135

Saúde Pública 33, 45, 46, 53, 94, 130, 133, 134, 135, 178, 185, 186

Setor Supermercadista 135

Soforolipídios 10, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153

T

Tabagismo 93, 94, 95

Terapia gênica 10, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Tiabendazol 14, 15

Toxina Botulínica 10, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165

Toxocaríase 14, 15

V

Vetores Virais 10, 166, 168, 170, 173

Z

Zoonose 14, 15, 44, 45

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade 2

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

Atena
Editora
Ano 2021

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade 2

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