



# Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jesus Rodrigues Lemos  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2020



# Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jesus Rodrigues Lemos  
(Organizador)

Atena  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Luiza Batista

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

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. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 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  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

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

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 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. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	<p>Ciências biológicas [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 4 / Organizador Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-140-4            DOI 10.22533/at.ed.404202406</p> <p>1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Lemos, Jesus Rodrigues.</p> <p style="text-align: right;">CDD 570</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Este volume da obra “Ciências Biológicas: Campo promissor em Pesquisa 4” vem trazer ao leitor, em seus capítulos, informações diversas imbuídas em diferentes campos do conhecimento de Ciências da Vida, como o próprio título do e-book sugere: uma área extremamente promissora, dinâmica e passível de aquisição de novas informações a todo momento, vindo, de forma comprometida e eficaz, a atualizar o leitor interessado nesta grande área do conhecimento.

Pesquisadores de diferentes gerações, e diferentes regiões do país, motivados por uma força motriz que impulsiona a busca de respostas às suas perguntas, trazem dados resultantes da dedicação à Ciência, ansiando responder suas inquietações e compartilhar com o leitor, de forma cristalina e didática, seus alcances técnico-científicos, satisfazendo a função precípua da ciência que é a de melhorar a qualidade de vida do homem, enquanto executante do seu papel cidadão e ser social.

Somente por uma questão de ordenação, os 28 capítulos deste volume foram sequenciados levando-se em consideração, primeiramente, estudos, em diferentes vertentes, com organismos vivos, animais e plantas, seguidos por pesquisas oriundas de aspectos didático-pedagógicos, aquelas relacionadas aos progressos de situações-problemas em vegetais, animais e humanos e, por fim, interações entre diferentes organismos no espaço ambiental com um todo.

Em todas estas áreas, as pesquisas conduzem o leitor a acompanhar descobertas/avanços que proporcionam, indubitavelmente, um quadro mais robusto, e que acresce ao que até então se tem conhecimento naquele campo de estudo, das diferentes subáreas das Ciências Biológicas, com viés também para a saúde e bem estar humanos.

Neste sentido, a heterogeneidade deste volume, extremamente rico, irá contribuir consideravelmente tanto na formação de jovens graduandos e pós-graduandos, quanto ser atrativo para profissionais atuantes nas áreas escolar, técnica e acadêmica aqui abordadas, não eximindo também o leitor “curioso” interessado nas temáticas aqui trazidas.

Portanto, aproveitem os assuntos dos seus interesses e boa leitura!

Jesus Rodrigues Lemos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SINCRONIZAÇÃO DE RITMOS DIÁRIOS EM POPULAÇÕES DE FORMIGAS SAÚVA ( <i>ATTA SEXDENS</i> )	
Mila Maria Pamplona Barbosa Bruna Rezende Malta de Sá Gisele Akemi Oda André Frazão Helene	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4042024061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
CONTRIBUTION TOWARDS THE STUDY OF LEAF ANATOMY OF <i>SMILAX BRASILIENSIS</i> SPRENG. (SMILACACEAE)	
Myriam Almeida Barbosa Marlúcia Souza Pádua Vilela Luciana Alves Rodrigues dos Santos Lima Ana Hortência Fonseca Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4042024062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
ACANTHACEAE DOS JARDINS DO MUSEU DE BIOLOGIA MELLO LEITÃO, SANTA TERESA-ES: ESPAÇO NÃO FORMAL E O ENSINO DE BOTÂNICA	
Elisa Mitsuko Aoyama Alexandre Indriunas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4042024063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
FORMAÇÃO DE BANCO DE SEMENTES (GERMOPLASMA) COM PLANTAS NATIVAS DA REGIÃO NORTE DO PIAUÍ	
Iara Fontenele de Pinho Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira Jesus Rodrigues Lemos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4042024064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
REGISTRO DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE CHRYSOMELIDAE NO SUDOESTE DO PARANÁ, COM ÊNFASE EM ALTICINI (GALERUCINAE)	
Lucas Frarão Adelita Maria Linzmeier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4042024065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>67</b>
TOBACCOMIXTURE IN THE FIGHT AGAINST COWPEA APHID DURING THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF <i>V. UNGUICULATA</i>	
Marcelo Ferreira de Souza José Ivo Soares Ana Cristina Macedo de Oliveira Sebastião Erailson de Sousa Santos Maíres Alves Cordeiro Jeyce Layse Bezerra Silva Maria Regina de Oliveira Cassundé Ananda Jackellynne Vaz da Silva Lucas Ermeson Soares das Neves	



José Wiliam Pereira Brito  
Karol Águida Santos Rocha  
Italo Ferreira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4042024066**

**CAPÍTULO 7 ..... 74**

WOULD THE VOLATILE TERPENES OF *MESOSPHAERUM SUAVEOLENS* HAVE A PHYTOTOXIC EFFECT?

José Weverton Almeida Bezerra  
Rafael Pereira da Cruz  
Thaís da Conceição Pereira  
Maria Haiele Nogueira da Costa  
Emanoel Messias Pereira Fernando  
Helder Cardoso Tavares  
Talita Leite Beserra  
Kleber Ribeiro Fidelis  
José Iago Muniz  
Maria Aurea Soares de Oliveira  
Talina Guedes Ribeiro  
Maria Arlene Pessoa da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4042024067**

**CAPÍTULO 8 ..... 83**

CONHECIMENTO TRADICIONAL DE MICROARTRÓPODES EM UMA COMUNIDADE RURAL DA CAATINGA

Francisco Éder Rodrigues de Oliveira  
Mikael Alves de Castro  
Marlos Dellan de Souza Almeida  
Célio Moura Neto  
Helba Araújo de Queiroz Palácio  
Jefferson Thiago Souza

**DOI 10.22533/at.ed.4042024068**

**CAPÍTULO 9 ..... 98**

*MALASSEZIA PACHYDERMATIS* ISOLADAS DE OTITES DE CÃES E GATOS: IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR E SUSCEPTIBILIDADE IN VITRO A ÓLEOS ESSENCIAIS

Raquel Santos da Silva  
Ludmilla Tonani  
Marcia Regina von Zeska Kress

**DOI 10.22533/at.ed.4042024069**

**CAPÍTULO 10 ..... 111**

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DAS FOLHAS DE CROTON SP SOBRE ATRAÇÃO PARA A OVIPOSIÇÃO DO *AEDES AEGYPTI*

Daniel Lobo Sousa  
Roseliz Campelo Pachêco  
Quirlian Queite Araújo Anjos  
Thaimara Gomes Costa  
Débora Cardoso da Silva  
Simone Andrade Gualberto

**DOI 10.22533/at.ed.40420240610**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

O ENSINO DE BIOLOGIA SOB A ÓTICA DISCENTE: UM RECORTE AMOSTRAL NA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL EM BARREIRAS - BAHIA

Camila de Carvalho Moreira  
Fábio de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.40420240611**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

GLOSSÁRIO ONLINE DE BOTÂNICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO

Rebeca Melo Barboza  
Bruno Edson-Chaves  
Eliseu Marlônio Pereira de Lucena

**DOI 10.22533/at.ed.40420240612**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

ECOPEDAGOGIA: EDUCAÇÃO PARA O MEIO AMBIENTE

Magda Regina Santiago  
Márcio Marastoni  
Pero Torquato Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.40420240613**

**CAPÍTULO 14 ..... 152**

ASPECTOS DA SENESCÊNCIA CELULAR EM INDIVÍDUOS IDOSOS SAUDÁVEIS

Thalyta Nery Carvalho Pinto  
Juliana Ruiz Fernandes  
Gil Benard

**DOI 10.22533/at.ed.40420240614**

**CAPÍTULO 15 ..... 165**

ANÁLISE *IN SILICO* DA INTERAÇÃO ENTRE AS PROTEÍNAS P53 E CREBBP E SUA RELAÇÃO COM LINFOMAS

Katheryne Lohany Barros Barbosa  
Marcos Antonio Batista de Carvalho Júnior  
Olívia Basso Rocha  
Livia do Carmo Silva  
Gabriela Danelli Rosa  
Jackeliny Garcia Costa  
Kleber Santiago Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.40420240615**

**CAPÍTULO 16 ..... 173**

EFEITO DO EXTRATO DE *UNCARIA TOMENTOSA* E PALMITATO SOBRE A MORTE CELULAR DE MIOBLASTOS C2C12

Bruna Letícia de Freitas  
Jeniffer Farias dos Santos  
Carla Roberta de Oliveira Carvalho  
Viviane Abreu Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.40420240616**

**CAPÍTULO 17 ..... 184**

ALTERAÇÕES NA INTERAÇÃO DAS PROTEÍNAS P53 E TPP1 COMO CAUSA DA ENDOMETRIOSE

Olivia Basso Rocha  
Marcos Antonio Batista de Carvalho Junior  
Katheryne Lohany Barros Barbosa  
Kleber Santiago Freitas  
Livia do Carmo Silva  
Gabriela Danelli Rosa  
Jackeliny Garcia Costa

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061617**

**CAPÍTULO 18 ..... 192**

OBTENÇÃO DE SUBSTÂNCIAS INIBITÓRIAS SEMELHANTES ÀS BACTERIOCINAS POR *LACTOCOCCUS LACTIS* UTILIZANDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA FRENTE A MICROORGANISMO CAUSADOR DE CÁRIE

Liz Caroline Mendes Alves  
Ricardo Pinheiro de Souza Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061618**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

EFEITOS DO TOLUENO SOBRE O APARELHO RESPIRATÓRIO E REPRODUTOR DE RATOS WISTAR

Ana Rosa Crisci  
Marcos Leandro Paoleli dos Santos  
Paulo Henrique da Silva Santos  
Ângelo Rafael Bueno Rosa  
Betina Ferreira Lacerda  
Wilson Roberto Malfará  
Lucila Costa Zini Angelotti

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061619**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

ESTUDO DA INTERAÇÃO E ENSAIO DE MUTAGÊNESE VISANDO O COMPLEXO ENOS-CALMODULINA POR ABORDAGENS *IN SILICO*

Marcos Antonio Batista de Carvalho Júnior  
Olivia Basso Rocha  
Katheryne Lohany Barros Barbosa  
Livia do Carmo Silva  
Gabriela Danelli Rosa  
Jackeliny Garcia Costa  
Kleber Santiago Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061620**

**CAPÍTULO 21 ..... 230**

ESTUDO MORFOLÓGICO DO TESTÍCULO DE RATOS COM OBESIDADE HIPOTALÂMICA TRATADOS EM PLATAFORMA VIBRATÓRIA

Gabrielly de Barros  
Fernando Antonio Briere  
Suellen Ribeiro da Silva Scarton  
Célia Cristina Leme Beu

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061621**

**CAPÍTULO 22 ..... 235**

ESTUDO MORFOMÉTRICO E ESTEREOLÓGICO EM PLACENTAS DE RATAS COM DIABETES MELLITUS GESTACIONAL INDUZIDO POR ESTREPTOZOTOCINA

Raquel de Mendonça Rosa-Castro

Izadora Renosto

Euro Marques Junior

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061622**

**CAPÍTULO 23 ..... 249**

RELAÇÃO ENTRE AGROTÓXICOS E CÂNCER: UMA ANÁLISE DO GLIFOSATO

Júlio César Silva de Souza

Tatianny de Assis Freitas Souza

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061623**

**CAPÍTULO 24 ..... 261**

ESTUDO DAS ALTERAÇÕES TÍMICAS RELACIONADAS COM A IDADE DURANTE A INFECÇÃO POR *TRYPANOSOMA CRUZI*

Rafaela Pravato Colato

Vânia Brazão

Fabricia Helena Santello

Andressa Duarte

José Clóvis do Prado Jr.

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061624**

**CAPÍTULO 25 ..... 272**

O POLIMORFISMO DO GENE GSTM1 EM PACIENTES COM ATEROSCLEROSE

Isabela Barros Lima

Andreia Marcelino Barbosa

Iasmim Ribeiro da Costa

Ulisses dos Santos Vilarinho

Lilian Castilho de Araújo Gianotti

Débora Acyole Rodrigues de Moraes

Kátia Karina Verolli de Oliveira Moura

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061625**

**CAPÍTULO 26 ..... 279**

SÍFILIS GESTACIONAL: DESAFIOS ENFRENTADOS POR ENFERMEIROS E AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE DA ATENÇÃO PRIMÁRIA

Mary Kathleen Marques Xavier

Tarciana Alves Menezes

Daniela de Aquino Freire

Thaís da Silva Oliveira

Juliana da Rocha Cabral

Andreza Cavalcanti Vasconcelos

Martha Sthefanie Borba Costa

Viviane de Souza Brandão Lima

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061626**

**CAPÍTULO 27 ..... 289**

OCORRÊNCIA DE FORAMINIFERA (PROTOCTISTA, GRANULORETICULOSA) NA PRAIA DE ITAGUÁ, UBATUBA, SP

Paulo Sergio de Sena  
Ana Paula Barros de Jesus

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061627**

**CAPÍTULO 28 ..... 295**

INTERAÇÃO DE LECTINAS DE TOXOPLASMA GONDII COM RECEPTORES DO TIPO TOLL DE CÉLULAS NATURAL KILLER

Irislene Simões Brigo  
Cássia Aparecida Sebastião  
Cristina Ribeiro de Barros Cardoso  
Maria Cristina Roque Antunes Barreira  
Camila Figueiredo Pinzan

**DOI 10.22533/at.ed.4042024061628**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 297**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 298**

## ESTUDO DA INTERAÇÃO E ENSAIO DE MUTAGÊNESE VISANDO O COMPLEXO ENOS-CALMODULINA POR ABORDAGENS *in silico*

Data de submissão: 06/03/2020

Data de aceite: 18/06/2020

Ciências Biológicas

Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/6968057310324859>

### **Marcos Antonio Batista de Carvalho Júnior**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/1104307184099700>

### **Olívia Basso Rocha**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/0176020525650551>

### **Katheryne Lohany Barros Barbosa**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/5289830186684127>

### **Livia do Carmo Silva**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/7092484043564604>

### **Gabriela Danelli Rosa**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/3632033730008798>

### **Jackeliny Garcia Costa**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de

### **Kleber Santiago Freitas**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Ciências Biológicas  
Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/3813868830071259>

**RESUMO:** Este trabalho se propõe analisar a interação entre as proteínas óxido nítrico sintase endotelial (eNOS) e a proteína calmodulina, responsáveis pela síntese do óxido nítrico presente no endotélio e que atua como um agente vaso dilatador. Uma vez que ainda existem muitas lacunas no conhecimento sobre os mecanismos moleculares de regulação da eNOS pela interação com a calmodulina, utilizamos de uma abordagem de bioinformática para tentar elucidar melhor o modo de interação entre essas duas proteínas. Com isso, o trabalho se estruturou da seguinte maneira: 1) Obtenção dos dados cristalográficos de ambas as proteínas na plataforma *RCSB Protein Data Bank*; 2) Realização de ensaios de ancoragem molecular entre essas duas proteínas por meio do servidor ClusPro; 3) Os resíduos de aminoácidos que mais contribuem para a formação do complexo proteína-proteína (*hot spots*) foram preditos pelo servidor KFC2; 4) Substituição pontual de um resíduo de aminoácido da sequência da

eNOS conforme indicado pelo dbSNP; 5) Novo ensaio de ancoragem entre a calmodulina e a eNOS mutada a partir do ClusPro. Como resultado, pudemos identificar novos resíduos de aminoácidos promissores para serem alvos de estudos *in vitro* e que ajudariam a clarear os mecanismos moleculares da interação entre essas proteínas que coordenam importantes processos fisiológicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** eNOS; interação proteína-proteína; óxido nítrico.

## STUDY OF THE INTERACTION AND MUTAGENESIS ASSAY TARGETING THE ENOS-CALMODULIN COMPLEX THROUGH *in silico* APPROACHES

**ABSTRACT:** This work aims to analyze the interaction between the nitric oxide synthase endothelial proteins (eNOS) with calmodulin, responsible for the synthesis of the nitric oxide that are present in the endothelium and act as a vasodilating agent. Since there are still many gaps in the knowledge about the molecular mechanisms of eNOS' regulation through the interaction with calmodulin, we use a bioinformatics approach trying to elucidate the mode of interaction between these two proteins. Thus, the work was structured as follows: 1) Obtaining crystallographic data of both proteins on the RCSB Protein Data Bank platform; 2) Conducting molecular anchoring assays between these two proteins using the ClusPro 2.0 webserver; 3) The amino acid residues that contribute most to the formation of the protein-protein complex (as known as hot spots) were predicted by the KFC2 webserver; 4) Point replacement of an amino acid residue of the eNOS sequence as indicated by the dbSNP; 5) New anchorage assays between calmodulin and the mutated eNOS utilizing the ClusPro 2.0 webserver. As result, we were able to identify new promising amino acid residues as targets of prospective studies that would help to clarify the molecular mechanisms of the interaction between these proteins that coordinate important physiological processes.

**KEYWORDS:** eNOS; protein-protein interaction; nitric oxide.

## 1 | INTRODUÇÃO

O óxido nítrico é uma molécula gasosa com grande capacidade de difusão entre as membranas celulares, atuando na sinalização de diversos processos. Sua importância na homeostase do sistema cardiovascular é atribuída ao efeito vasodilatador e protetor na hipertensão arterial e inibidor da agregação plaquetária (FLEISSNER; THUM, 2011). Estudos demonstram que disfunções endoteliais com consequente redução da atividade biológica do óxido nítrico é resultante da redução na síntese ou aumento da degradação pelo estresse oxidativo, os quais desencadeiam importantes eventos como disfunções trombóticas, proliferação e migração de células musculares lisas e adesão de leucócitos (PEPINE, 2009).

Óxido nítrico é produzido a partir de L-arginina, por uma reação catalisada pelas enzimas óxido nítrico sintase constitutiva (c-NOS), a qual é dependente da interação com calmodulina e de íons cálcio, e está envolvida na sinalização celular, e a óxido nítrico sintase induzível (i-NOS), produzida por macrófagos e outras células ativadas por citocinas

(GRIFFITH; STUEHR, 1995).

Óxido nítrico sintase constitutiva apresenta-se sob a duas isoformas (I e III). A isoforma III ou óxido nítrico-sintase endotelial (eNOS) produz óxido nítrico em condições basais ou estimulada pelo fluxo sanguíneo, o qual é responsável por inibir a adesão e agregação plaquetária na parede vascular e adesão de leucócitos ao endotélio vascular, regular pressão sanguínea e contração do músculo cardíaco (FORSTERMANN; SESSA, 2012).

Os mecanismos de regulação pós-transcricionais da eNOS têm sido associados à dimerização das subunidades da proteína e formação da estrutura caveolar pela proteína caveolina (ZHANG et al., 2006). A eNOS é menos ativa ao interagir com caveolina-1, sendo sua ativação promovida pelos mecanismos de interação com a calmodulina (BUCCI et al., 2000). A calmodulina atua diretamente, competindo com a caveolina, para promover a ativação cálcio-dependente da enzima (SESSA, 2004).

Em 1996, Venema e colaboradores realizaram um estudo para demonstrar a existência de domínios conservados de ligação da calmodulina à estrutura das NOS por uma abordagem baseada em sequências oligopeptídicas e proteínas quiméricas (VENEMA et al., 1996). Entretanto, os tamanhos reduzidos das moléculas de peptídeos utilizadas nestas análises podem não conseguir representar a complexidade da estrutura terciária das proteínas num contexto de um complexo proteína-proteína. Estas preocupações, aliadas aos desafios em conseguir co-cristalizar complexos proteicos muito grandes, contribuem para o estabelecimento de uma lacuna no conhecimento sobre como ocorre a regulação da eNOS pela calmodulina a nível molecular (ZHANG et al., 2012).

Assim, este estudo propõe analisar a interação entre as proteínas óxido nítrico sintase endotelial (eNOS) e a proteína calmodulina por uma abordagem de bioinformática.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente verificamos a existência de dados cristalográficos das proteínas eNOS e calmodulina na plataforma *RCSB Protein Data Bank* (PDB) (BURLEY et al., 2019). Frequentemente essas estruturas são cristalizadas em complexos com outras moléculas, assim, para obtermos apenas as estruturas proteicas, realizamos a remoção de todos os elementos que não compõem as sequências de aminoácidos utilizando as funções disponíveis no software PyMOL (versão 2.3.2).

As estruturas foram então submetidas ao ClusPro 2.0, um servidor utilizado para fornecer predições do modo de ancoragem entre duas proteínas em interação (KOZAKOV et al., 2017), assim obtivemos um modelo do complexo eNOS-calmodulina balanceado para interações eletrostáticas, interações hidrofóbicas e forças de van der Waals.

O estudo da ancoragem entre os dois polipeptídios seguiu com a análise detalhada da interface de interação utilizando o servidor KFC 2 que faz a predição de hot spots, que são aqueles resíduos de aminoácidos que mais contribuem para a afinidade de ligação do complexo proteína-proteína, por uma metodologia baseada em aprendizado de máquina



(ZHU; MITCHELL, 2011).

Prosseguimos com o estudo da IPP buscando avaliar como a inserção de uma mutação pontual em um *hot spot* da proteína eNOS, é capaz mudar o modo de interação entre os dois polipeptídeos de interesse. Utilizamos do banco de dados de polimorfismos de nucleotídeo único (dbSNP) para identificar os resíduos de aminoácidos polimórficos da eNOS (SHERRY et al., 2001) gene mapping and evolutionary biology, the National Center for Biotechnology Information (NCBI). Posteriormente recorremos às ferramentas do PyMOL para realizar a substituição de um determinado hot spot. Após realizada a mutação pontual, submetemos a estrutura da eNOS mutada e a calmodulina mais uma vez ao servidor do ClusPro 2.0 e avaliamos as diferenças no complexo eNOS-calmodulina após as mutações. A Figura 1 mostra um fluxograma da metodologia empregada neste estudo.

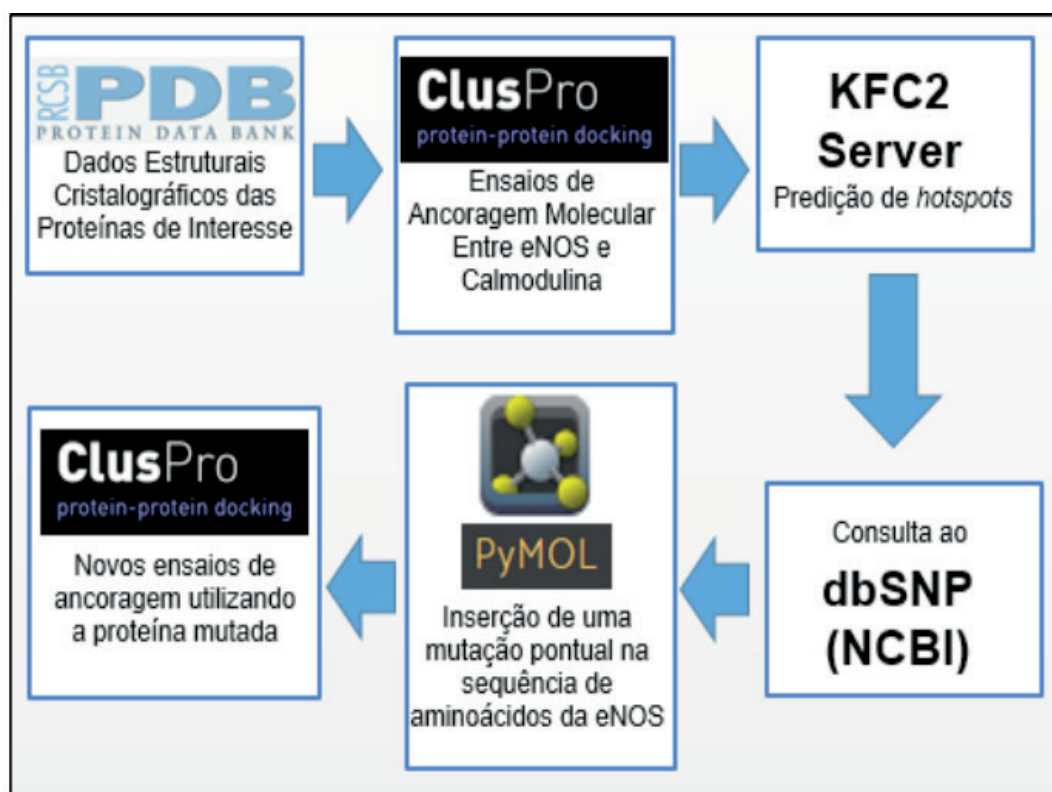


Figura 1 – Fluxograma da metodologia empregada no trabalho.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Obtenção e edição dos dados cristalográficos

O genoma humano contém três genes diferentes para as isoformas neuronal, induzível e endotelial das oxido nítrico sintase (NOS). Tratando especificamente sobre a isoforma endotelial, essa enzima possui 1203 resíduos de aminoácidos com um peso de 133 kDa e frequentemente são encontradas em homodímeros (ALDERTON; COOPER; KNOWLES, 2001). Por sua vez, a calmodulina é descrita como uma proteína pequena e promíscua, com peso molecular de cerca de 17 kDa sendo capaz de interagir com mais de 300 proteínas participando da regulação de vários processos celulares, explicitando a importância em

compreender melhor os modos de interação dessa proteína com seus alvos (SPRATT et al., 2007).

Para os ensaios *in silico* utilizamos a estrutura tridimensional da eNOS recuperada do PDB está depositada com o código de acesso 1M9J e em uma análise inicial percebemos que o polipeptídeo foi co-cristalizado com uma molécula de clorzoxazona (ROSENFELD et al., 2002) (Figura 2 A). Similarmente, encontramos a estrutura cristalográfica da calmodulina (depositada com o código de acesso 1A29) em complexo com uma molécula de trifluoperazina (Figura 2 C). Todas as moléculas que não compunham as sequências de aminoácidos das proteínas foram removidas pelo software PyMOL (Figura 2 C e D).

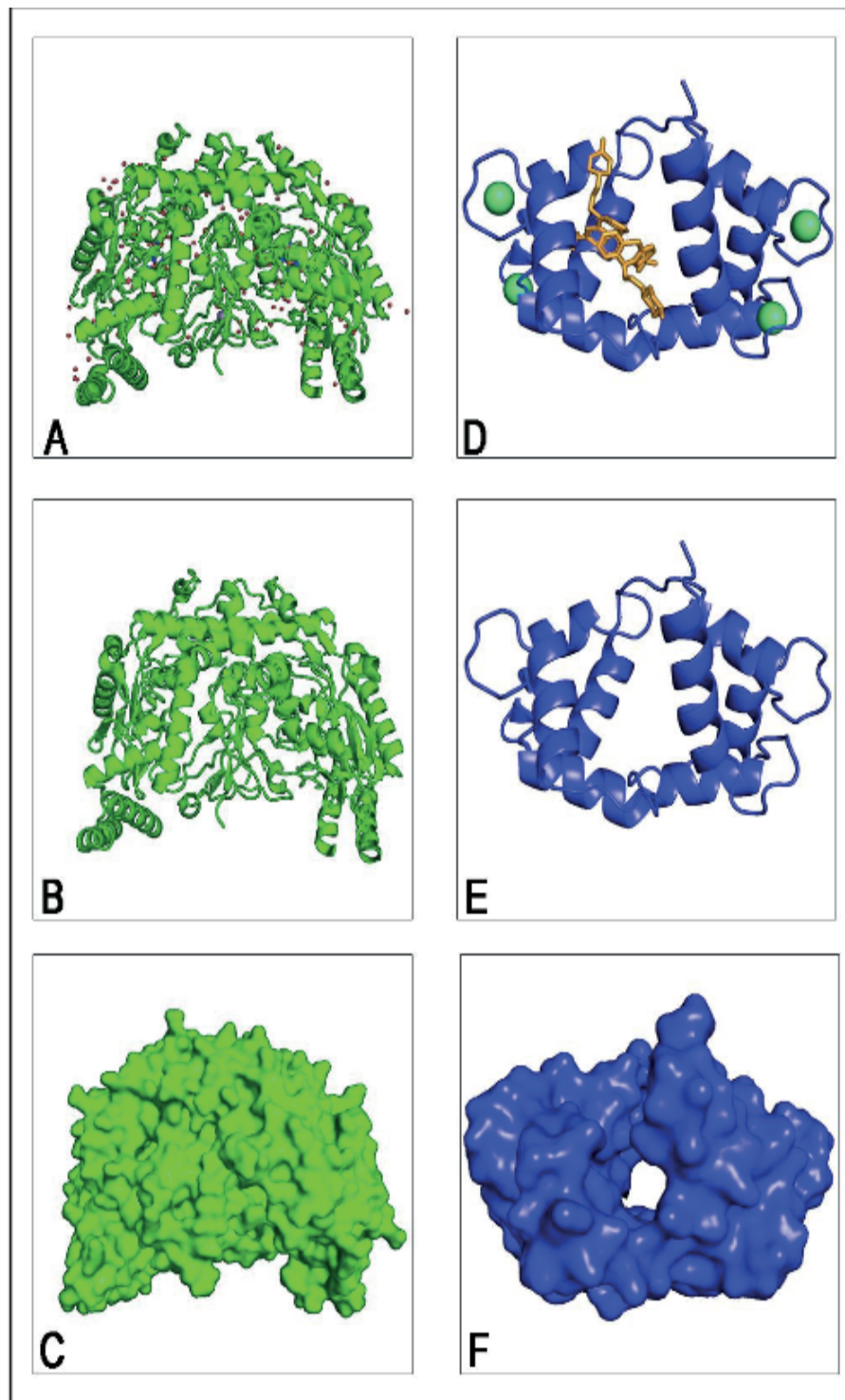


Figura 2 – Comparação das estruturas das proteínas eNOS e calmodulina.

Em A e B são mostradas as estruturas das eNOS antes e após a edição, assim como ocorre em C e D, onde observamos a estrutura da calmodulina antes e após a edição, respectivamente. As figuras C e F mostram uma representação baseada na superfície eletrostática das proteínas eNOS e calmodulina respectivamente.

### 3.2 Ensaio de ancoragem molecular e predição de *hot spots*

O resultado da ancoragem entre as duas proteínas obtidos pelo servidor ClusPro 2.0 podem ser observados na Figura 3. Com a análise pudemos perceber que o modo de interação predito por este servidor proporcionou a ancoragem dos segmentos em hélices da calmodulina nos pockets superficiais da eNOS (Figura 3 C), o que indica uma interação estável com baixo nível de energia livre de ligação.

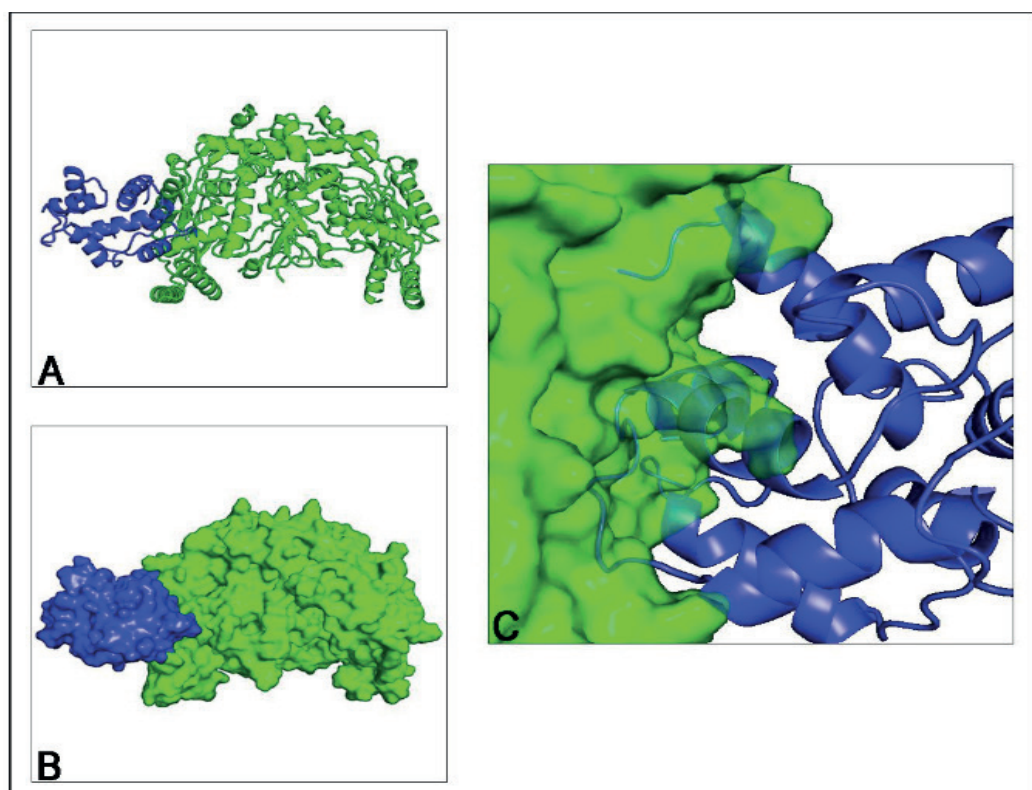


Figura 3 – Predição do complexo eNOS-calmodulina

As figuras A e B mostram ambas as proteínas em interação representadas de duas maneiras distintas. A figura C mostra uma visão ampliada da interface de interação para evidenciar o encaixe das hélices da calmodulina nos pockets da eNOS.

Seguimos com o estudo da interface de interação pela predição dos resíduos de aminoácidos que mais estariam contribuindo para a formação desse complexo. Estes *hot spots* foram preditos pelo servidor KFC2 e, para as nossas análises posteriores, consideramos apenas aqueles resíduos com valor *Conf.* maior que zero para ambos os indicadores (KFC2-A e -B) (Tabela 1).

Proteína	Resíduo	Posição do resíduo	KFC2-A Conf.	KFC2-B Conf.
eNOS	LYS	175	0,84	0,24
eNOS	GLN	194	1,06	0,07
eNOS	PHE	196	0,25	0,27
eNOS	TYR	217	1,1	0,38
Calmodulina	LEU	69	0,45	0,21

Tabela 1 – Hot spots preditos pelo servidor KFC2

### 3.3 Ensaio de mutagênese

A partir do resultado da predição dos resíduos que mais contribuem para a estabilidade do complexo eNOS-calmodulina, consultamos o banco de dados dbSNP para verificar se algum destes *hot spots* já foram reportados como polimórficos anteriormente. Com essa análise identificamos que o resíduo de fenilalanina 196 já foi encontrado sendo substituído por um resíduo de leucina. Assim, utilizamos dessa informação para determinar se a substituição deste *hot spot* seria capaz de impactar na predição da interação entre essas macromoléculas.

Realizamos a substituição da fenilalanina 196 por leucina utilizando o PyMOL e submetemos essa sequência da eNOS mutada junto à calmodulina no ClusPro. Os resultados para este ensaio de mutagênese indicam que o resíduo de fenilalanina 196 é, de fato, essencial para a IPP inicialmente predita pelo ClusPro, uma vez que a inserção da mutação pontual neste resíduo ocasionou um deslocamento da interface de ligação para outra região da eNOS (Figura 4). Isso sugere um aumento na energia livre de interação no local inicialmente predito devido a substituição do aminoácido naquela posição.

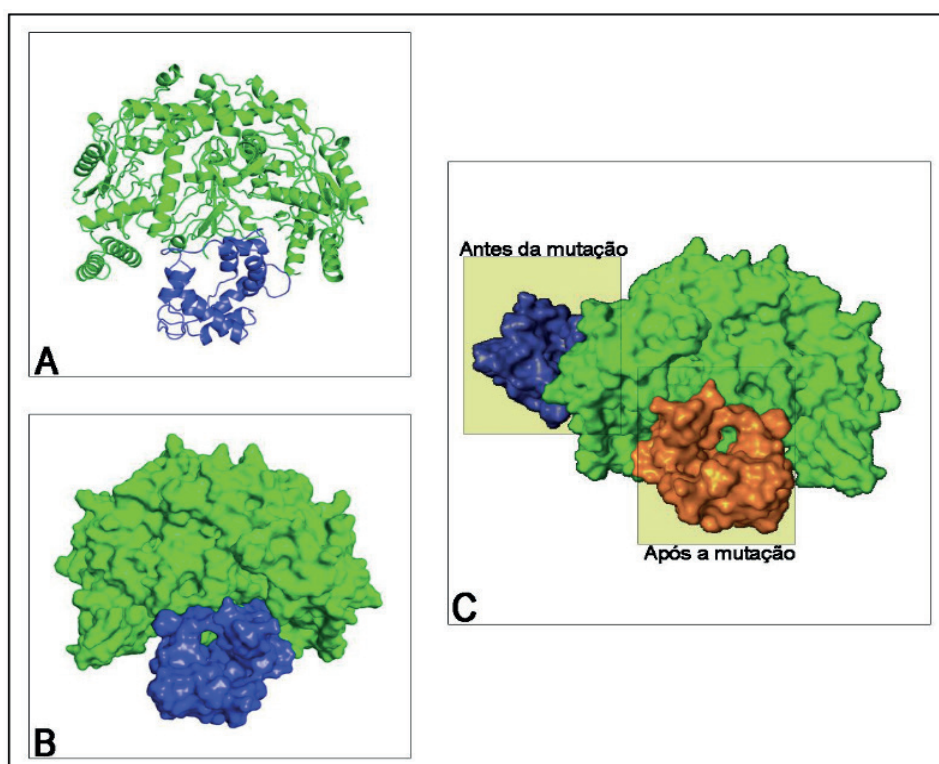


Figura 4 – Ensaio de mutagênese

As figuras A e B ilustram a nova posição da interface de interação entre a eNOS mutada com a calmodulina. A figura C mostra um alinhamento do complexo eNOS-calmodulina antes e depois da mutação pontual.

Venema e colaboradores demonstraram experimentalmente o papel de um domínio de ligação da calmodulina de cerca de 20 resíduos de aminoácidos e a importância dos resíduos Phe-498, Lys-499 e Leu-511 para a ligação dessa proteína à eNOS (VENEMA et al., 1996). Com a abordagem *in silico* que utilizamos conseguimos prever novos sítios putativos de interação entre os dois polipeptídeos.

## 4 | CONCLUSÃO

No sentido de propor uma alternativa às dificuldades em elucidar as características moleculares da IPP entre a eNOS-calmodulina, acreditamos que a metodologia *in silico* empregada foi útil para propor novos sítios putativos de interação que poderão ser explorados por novas abordagens experimentais. Dessa forma, destacamos os *hot spots* preditos como promissores alvos de estudos de *in vitro* para validar seus papéis na formação do complexo, contribuindo para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na interação de duas proteínas essenciais em diversos processos fisiológicos.

## REFERÊNCIAS

- ALDERTON, W. K.; COOPER, C. E.; KNOWLES, R. G. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. **Biochemical Journal**, v. 357, n. Pt 3, p. 593–615, 1 ago. 2001.
- BUCCI, M.; GRATTON, J.-P.; RUDIC, R. D.; ACEVEDO, L.; ROVIEZZO, F.; CIRINO, G.; SESSA, W. C. In vivo delivery of the caveolin-1 scaffolding domain inhibits nitric oxide synthesis and reduces inflammation. **Nature Medicine**, v. 6, n. 12, p. 1362–1367, dez. 2000.
- BURLEY, S. K. et al. RCSB Protein Data Bank: biological macromolecular structures enabling research and education in fundamental biology, biomedicine, biotechnology and energy. **Nucleic Acids Research**, v. 47, n. D1, p. D464–D474, 8 jan. 2019.
- FLEISSNER, F.; THUM, T. Critical Role of the Nitric Oxide/Reactive Oxygen Species Balance in Endothelial Progenitor Dysfunction. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 15, n. 4, p. 933–948, 15 ago. 2011.
- FORSTERMANN, U.; SESSA, W. C. Nitric oxide synthases: regulation and function. **European Heart Journal**, v. 33, n. 7, p. 829–837, 1 abr. 2012.
- GRIFFITH, O. W.; STUEHR, D. J. Nitric Oxide Synthases: Properties and Catalytic Mechanism. **Annual Review of Physiology**, v. 57, n. 1, p. 707–734, out. 1995.
- KOZAKOV, D.; HALL, D. R.; XIA, B.; PORTER, K. A.; PADHORN, D.; YUEH, C.; BEGLOV, D.; VAJDA, S. The ClusPro web server for protein–protein docking. **Nature Protocols**, v. 12, n. 2, p. 255–278, fev. 2017.
- PEPINE, C. J. The Impact of Nitric Oxide in Cardiovascular Medicine: Untapped Potential Utility. **The American Journal of Medicine**, v. 122, n. 5, p. S10–S15, maio 2009.

ROSENFELD, R. J.; GARCIN, E. D.; PANDA, K.; ANDERSSON, G.; ABERG, A.; WALLACE, A. V.; MORRIS, G. M.; OLSON, A. J.; STUEHR, D. J.; TAINER, J. A.; GETZOFF, E. D. Conformational changes in nitric oxide synthases induced by chlorzoxazone and nitroindazoles: crystallographic and computational analyses of inhibitor potency. **Biochemistry**, v. 41, n. 47, p. 13915–13925, 26 nov. 2002.

SESSA, W. C. eNOS at a glance. **Journal of Cell Science**, v. 117, n. 12, p. 2427–2429, 15 maio 2004.

SHERRY, S. T.; WARD, M.-H.; KHOLODOV, M.; BAKER, J.; PHAN, L.; SMIGIELSKI, E. M.; SIROTKIN, K. dbSNP: the NCBI database of genetic variation. **Nucleic Acids Research**, v. 29, n. 1, p. 308–311, 1 jan. 2001.

SPRATT, D. E.; TAIKINA, V.; PALMER, M.; GUILLEMETTE, J. G. Differential Binding of Calmodulin Domains to Constitutive and Inducible Nitric Oxide Synthase Enzymes. **Biochemistry**, v. 46, n. 28, p. 8288–8300, 1 jul. 2007.

VENEMA, R. C.; SAYEGH, H. S.; KENT, J. D.; HARRISON, D. G. Identification, Characterization, and Comparison of the Calmodulin-binding Domains of the Endothelial and Inducible Nitric Oxide Synthases. **Journal of Biological Chemistry**, v. 271, n. 11, p. 6435–6440, 15 mar. 1996.

ZHANG, M.; ABRAMS, C.; WANG, L.; GIZZI, A.; HE, L.; LIN, R.; CHEN, Y.; LOLL, P. J.; PASCAL, J. M.; ZHANG, J. Structural basis for calmodulin as a dynamic calcium sensor. **Structure(London, England:1993)**, v. 20, n. 5, p. 911–923, 9 maio 2012.

ZHANG, Q.; CHURCH, J. E.; JAGNANDAN, D.; CATRAVAS, J. D.; SESSA, W. C.; FULTON, D. Functional Relevance of Golgi- and Plasma Membrane-Localized Endothelial NO Synthase in Reconstituted Endothelial Cells. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 26, n. 5, p. 1015–1021, maio 2006.

ZHU, X.; MITCHELL, J. C. KFC2: A knowledge-based hot spot prediction method based on interface solvation, atomic density, and plasticity features. **Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics**, v. 79, n. 9, p. 2671–2683, 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aedes Aegypti 111, 112, 113, 114, 115

Agrotóxicos 60, 95, 97, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260

Anatomia foliar 16, 26

Antifúngicos 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 108

Antimicrobiana 52, 54, 108, 192, 195, 197, 198, 199, 200, 203, 205, 206

Aprendizagem 29, 39, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 150

Aterosclerose 272, 273, 274, 275, 276, 277

Atta 1, 2, 4, 5, 14, 15

### B

Besouro 60, 61, 90

Botânica 26, 28, 30, 38, 40, 47, 58, 111, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 297

### C

Caatinga 45, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 75, 77, 81, 83, 84, 85, 92, 95, 111, 112

Câncer 154, 170, 185, 188, 190, 211, 219, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 258, 259, 277

Cárie dentária 192, 193, 194

Comunidade rural 55, 81, 83, 85

Conhecimento tradicional 9, 83, 84, 85, 90

Croton sp. 111, 112, 113

### D

Diabetes 174, 175, 181, 182, 183, 235, 236, 237, 238, 239, 245, 246, 247, 248, 278

### E

Educação básica 119, 127, 129, 139

Educação não formal 28

Endometriose 184, 185, 186, 190

Ensino de biologia 10, 116, 132, 139

Envelhecimento 153, 154, 155, 160, 161, 184, 190, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268

Estreptozotocina 235, 236, 237, 238, 241, 245

### F

Foraminíferos 289, 291, 292, 293, 294

Formiga 5, 7, 89, 94

## G

Gene 14, 55, 82, 165, 166, 167, 168, 172, 182, 224, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278

Germoplasma 41, 42, 43, 44, 45, 52, 53, 54, 55

Gestação 211, 237, 238, 241, 245, 263, 280, 282, 284, 286, 288

## L

Lectinas 295

Lentinula edodes 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246

Leucemia 166

## M

Material didático 42, 127, 135, 138, 139

Meio ambiente 26, 44, 60, 85, 97, 112, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 150, 196, 212, 219, 250, 252, 254, 255, 257, 259

Mutação 165, 166, 167, 168, 170, 171, 189, 224, 227, 228

## O

Obesidade 181, 230, 231, 232, 233, 234

Óleos essenciais 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 112

## P

Pesticida 68

Pilosocereus gounellei 75, 76

Planta hospedeira 56, 59

Plataforma vibratória 230, 231, 232, 233, 234

Proteínas 152, 157, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 184, 185, 186, 188, 189, 194, 195, 196, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 237, 239, 267, 295, 296

Protoctista 289, 290

## Q

Qualidade da água 114

## S

Saúde humana 97, 112, 253, 254

Saúde pública 211, 212, 219, 237, 250, 251, 254, 261, 269, 271, 272, 281, 288

Sementes 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 134

Sífilis 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288



Sistema imune 98, 100, 154, 263, 264, 265, 266, 267

Sustentabilidade 141, 142, 143, 144, 146, 149

## T

Telômeros 155, 156, 157, 160, 185, 186, 188, 189, 190

Tolueno 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219

Toxoplasma gondii 295, 296

Trypanosoma cruzi 261, 262, 268, 269, 270, 271

## U

Uncaria tomentosa 173, 175, 176, 177, 178, 180, 181

## V

Vigna unguiculata 68

 **Atena**  
Editora  
**2 0 2 0**