



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^a Dr^a 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^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^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. 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^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a 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^a 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^a Dr^a 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^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.4042024061	
CAPÍTULO 2	16
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	
DOI 10.22533/at.ed.4042024062	
CAPÍTULO 3	28
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	
DOI 10.22533/at.ed.4042024063	
CAPÍTULO 4	41
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	
DOI 10.22533/at.ed.4042024064	
CAPÍTULO 5	56
REGISTRO DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE CHRYSOMELIDAE NO SUDOESTE DO PARANÁ, COM ÊNFASE EM ALTICINI (GALERUCINAE)	
Lucas Frarão Adelita Maria Linzmeier	
DOI 10.22533/at.ed.4042024065	
CAPÍTULO 6	67
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.

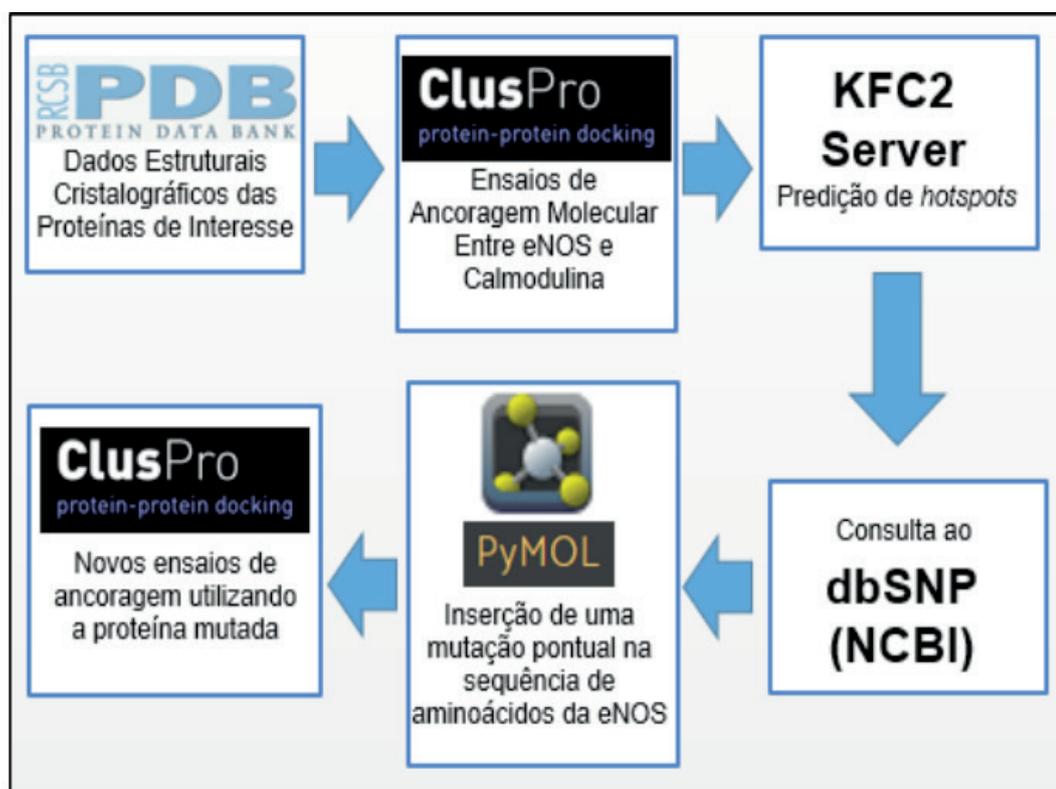


Figura 1 – Fluxograma da metodologia empregada no trabalho.

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).

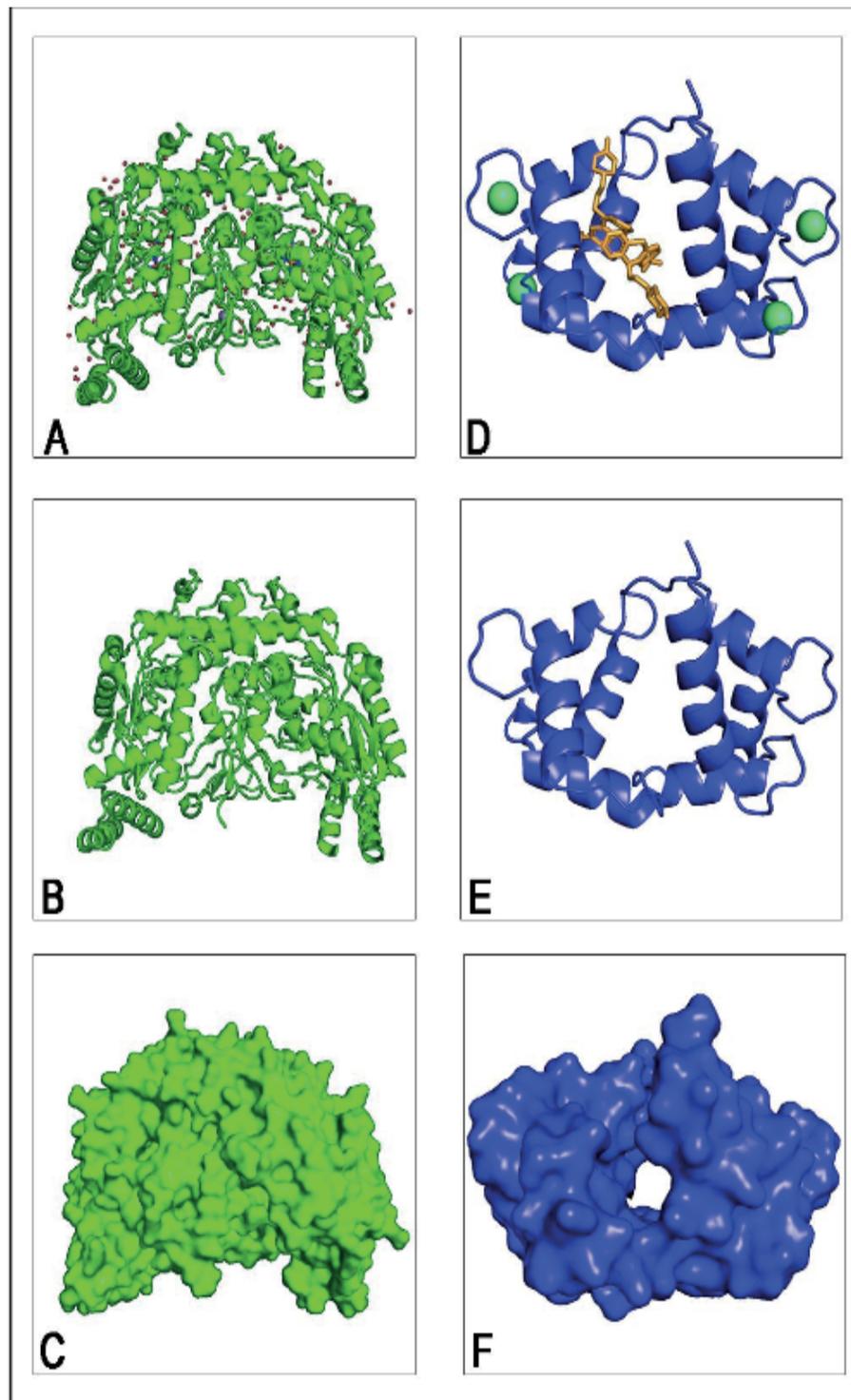


Figura 2 – Comparação das estruturas das proteínas eNOS e calmodulina.

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.

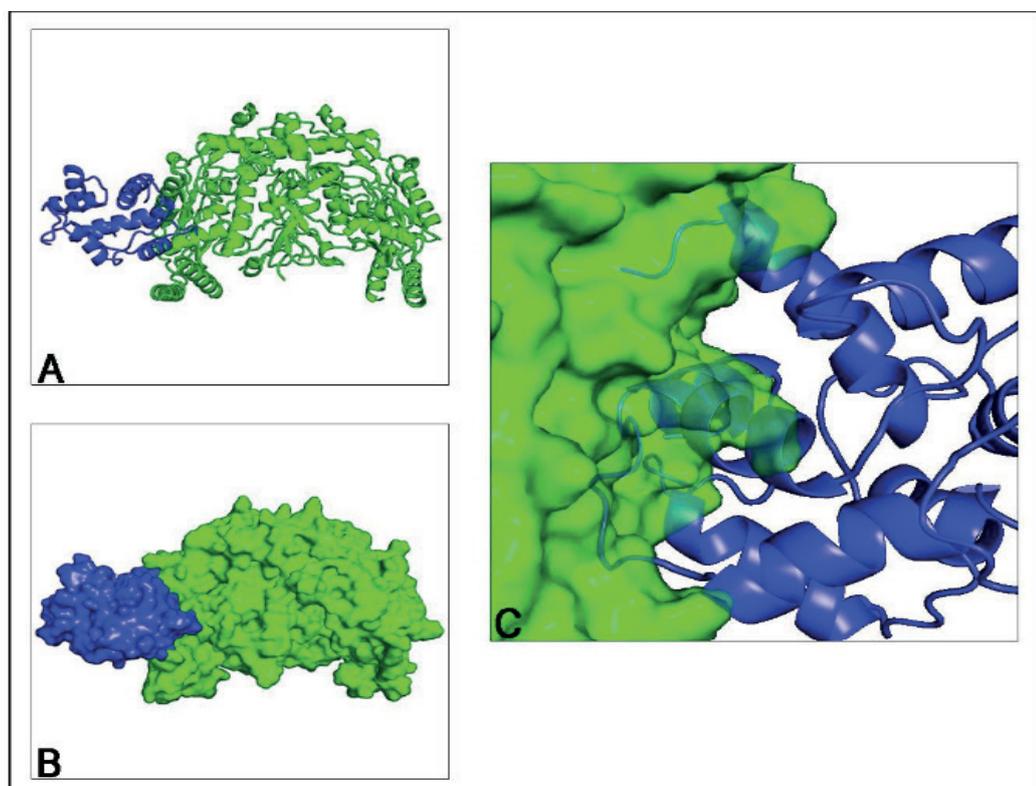


Figura 3 – Predição do complexo eNOS-calmodulina

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.

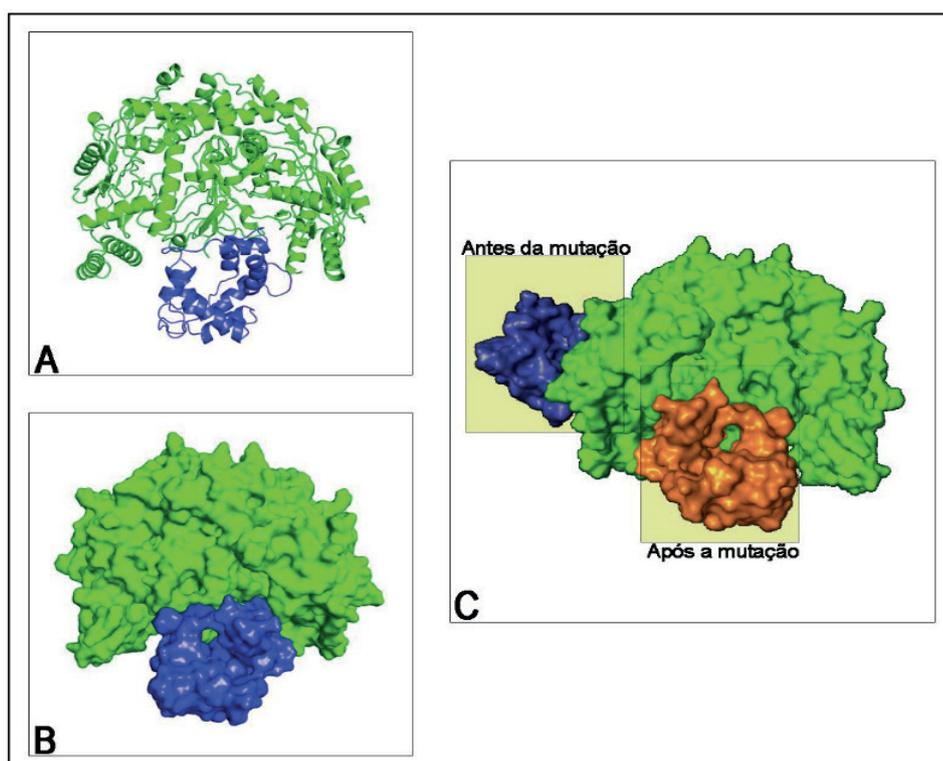


Figura 4 – Ensaio de mutagênese

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