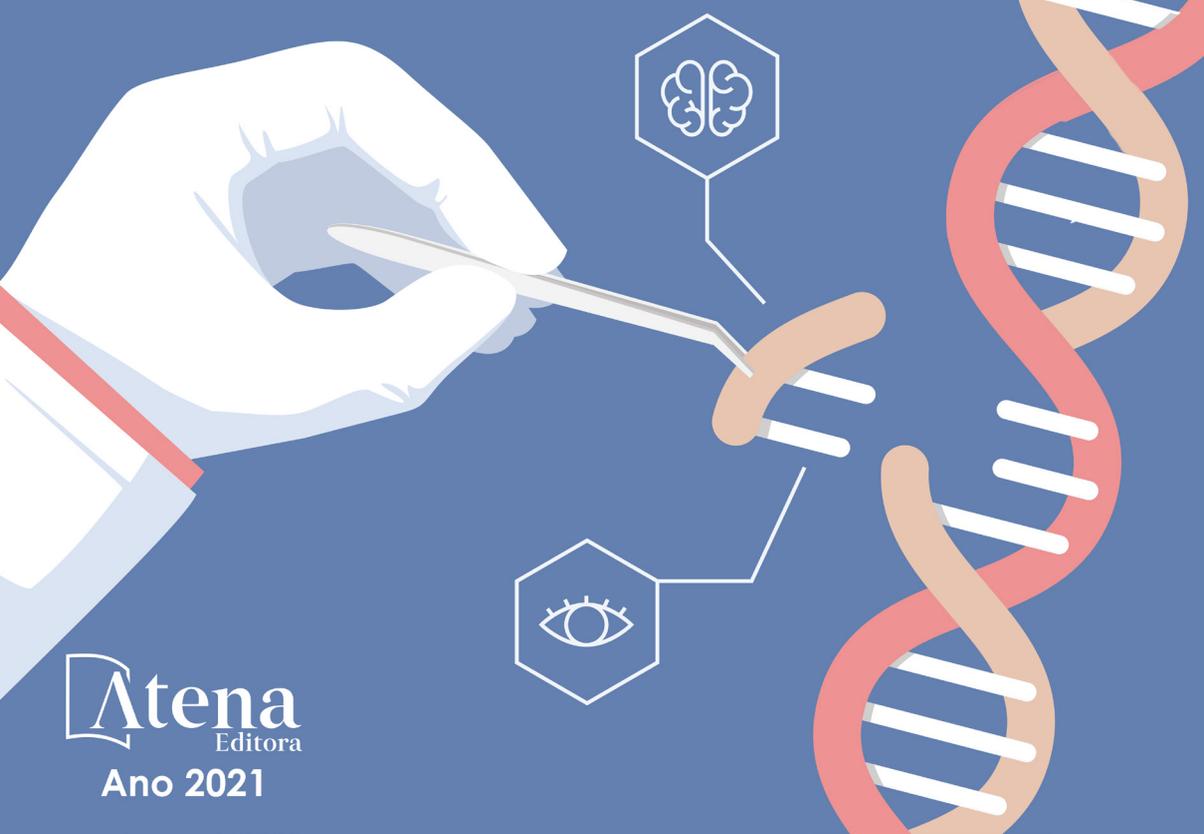


A GENÉTICA E A CONSTRUÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS NAS CIÊNCIAS DA VIDA

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

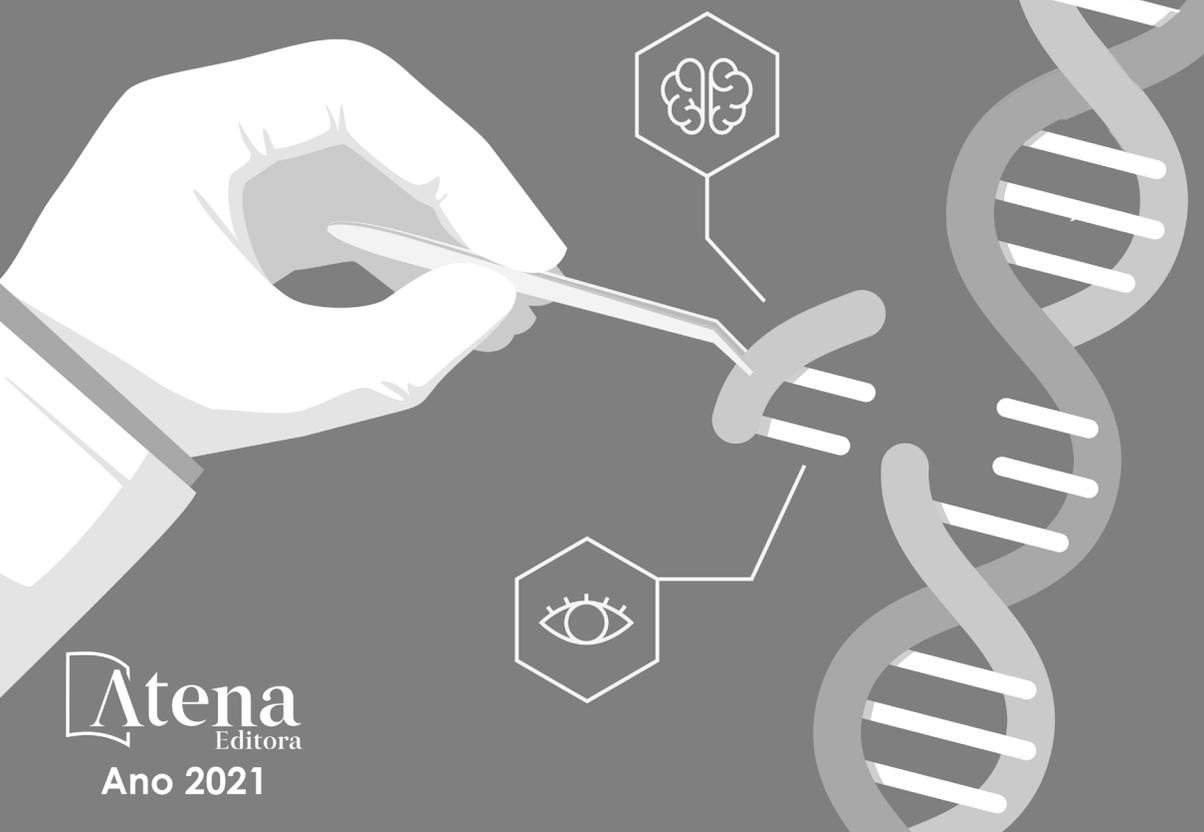


Atena
Editora

Ano 2021

A GENÉTICA E A CONSTRUÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS NAS CIÊNCIAS DA VIDA

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2021

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. Aleksandro 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. Lilians 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 genética e a construção de novos paradigmas nas ciências da vida

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Benedito Rodrigues da Silva Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G328 A genética e a construção de novos paradigmas nas ciências da vida / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-916-5

DOI 10.22533/at.ed.165211903

1. Genética. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da (Organizador). II. Título.

CDD 576.5

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

Apresentamos o livro “A Genética e a construção de novos paradigmas nas Ciências da Vida”, um material rico e direcionado à todos acadêmicos e docentes com interesse pela genética.

A genética e suas aplicações tem influenciado diversas pesquisas promissoras em todo o mundo, contribuindo de forma significativa na saúde, agricultura, economia e biotecnologia. Aliada à revolução tecnológica essa subárea tem contribuído muito nos últimos anos com o avanço no campo da pesquisa. Como sabemos a genética possui um campo vasto de aplicabilidades que podem colaborar e cooperar grandemente com os avanços científicos e entender um pouco mais da pesquisa e recursos genéticos é o enfoque desta obra.

Deste modo, abordamos nesta obra assuntos relativos aos avanços e dados científicos aplicados aos recursos genéticos, o leitor poderá se aprofundar em temas direcionados à mitose, saúde e ambiente, célula e saúde, Cromossomo Philadelphia, biometria, DRESS, reações a drogas, exantema, ensino, laboratórios, extração DNA, tecidos vegetais, pureza e integridade, *Stylosanthes* sp., *Hylocereus*, conservação, variabilidade, RNA, método de extração, *Stylosanthes*, telômeros, telomerase, micropropagação, TCL, *Crambe abyssinica* Hochst, germinação, produção, herdabilidade, divergência genética, câncer, *Danio Rerio*, *Eye Disorders*, *Kidney Disease*, *Neurological Disorders*, *In Vivo Animal model*, dentre outros.

Esperamos que mais uma vez o conteúdo deste material possa somar de maneira significativa aos novos conceitos aplicados à genética, influenciando e estimulando cada vez mais a pesquisa nesta área em nosso país. Parabenizamos cada autor pela teoria bem fundamentada aliada à resultados promissores, e principalmente à Atena Editora por permitir que o conhecimento seja difundido e disponibilizado para que as novas gerações se interessem cada vez mais pelo ensino e pesquisa em genética.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ALTERAÇÕES GENOTÓXICAS, CITOTÓXICAS E MUTAGÊNICAS: UM CONTEÚDO A SER ILUSTRADO E TRABALHADO NO ENSINO MÉDIO

Rosanne Lopes de Brito
Cristiano Aparecido Chagas
Júlio Brando Messias
Erika Maria Silva Freitas
Luiz Augustinho Menezes da Silva
Gerusa Tomaz de Aquino Beltrão
Mônica Simões Florêncio
Igor Cassimiro dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.1652119031

CAPÍTULO 2..... 14

CARACTERIZAÇÃO DO CROMOSSOMO PHILADEPHIA EM TUMORES NÃO-SÓLIDOS: UMA ABORDAGEM CITOGENÉTICA AO CÂNCER

Caio Bezerra Machado
Beatriz Maria Dias Nogueira
Adrhyan Jullyanne de Sousa Portilho
Manoel Odorico de Moraes Filho
Maria Elisabete Amaral de Moraes
Caroline de Fátima Aquino Moreira-Nunes

DOI 10.22533/at.ed.1652119032

CAPÍTULO 3..... 22

DIVERSIDADE MORFOLÓGICA DE FRUTOS DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*)

Ana Valéria Costa da Cruz
Beatriz da Silva Rodrigues
Amando Oliveira Matias
Michelli Ferreira dos Santos
Clarissa Gomes Reis Lopes
Angela Celis de Almeida Lopes
Sérgio Emílio dos Santos Valente
Marcones Ferreira Costa

DOI 10.22533/at.ed.1652119033

CAPÍTULO 4..... 33

DRESS: SÍNDROME DA HIPERSENSIBILIDADE A DROGAS COM EOSINOFILIA E SINTOMAS SISTÊMICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Italo Felipe Cury
Eduarda Pereira Ceroni
Julia Libanori Fragoso
Leticia Nunes Montes
Louise Volpini Lustosa
Maria Clara Amaral de Arruda Falcão Ferro
Samara Tatielle Monteiro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.1652119034

CAPÍTULO 5	37
ELABORAÇÃO DE MANUAL PRÁTICO COMO INSTRUMENTO PARA ENSINO EM LABORATÓRIOS ACADÊMICOS DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA	
Johnatan Luís Tavares Góes	
Pedro Luiz de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.1652119035	
CAPÍTULO 6	44
EXTRAÇÃO DE DNA EM DIFERENTES TECIDOS DA ESPÉCIE LEGUMINOSA FORRAGEIRA <i>Stylosanthes capitata</i> VOGEL	
Fernando Bonifácio-Anacleto	
Carolina Costa Silva	
Priscila Marlys Sá Rivas	
Carlos Alberto Martinez	
Ana Lilia Alzate-Marin	
DOI 10.22533/at.ed.1652119036	
CAPÍTULO 7	55
INTRODUÇÃO DE BANCO DE GERMOPLASMA DE PITAYA NO IFES CAMPUS ITAPINA	
Luis Carlos Loose Coelho	
Pamela Vieira Coelho	
Roberto Kirmse	
João Pedro Silva de Abreu	
Jhonathan Elias	
Hércules dos Santos Pereira	
Carolina Maria Palácios de Souza	
Jadier de Oliveira Cunha Junior	
Ana Paula Cândido Gabriel Berilli	
Ronilda Lana Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.1652119037	
CAPÍTULO 8	60
MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE RNA DE ALTA PUREZA A PARTIR DE FOLHAS DA ESPÉCIE <i>Stylosanthes capitata</i> (VOGEL)	
Fernando Bonifácio-Anacleto	
Priscila Marlys Sá Rivas	
Tathyana Rachel Palo Mello	
Carlos Alberto Martinez	
Ana Lilia Alzate-Marin	
DOI 10.22533/at.ed.1652119038	
CAPÍTULO 9	72
O PAPEL DOS TELÔMEROS NA PROTEÇÃO DO DNA E VIABILIDADE CELULAR	
Beatriz Maria Dias Nogueira	
Caio Bezerra Machado	
Adrhyan Jullyanne de Sousa Portilho	
Raquel Carvalho Montenegro	

Manoel Odorico de Moraes Filho
Maria Elisabete Amaral de Moraes
Caroline de Fátima Aquino Moreira-Nunes

DOI 10.22533/at.ed.1652119039

CAPÍTULO 10..... 82

ORGANOGENESE DE MARACUJAZEIRO (*Passiflora edulis* Sims) POR MEIO DA TÉCNICA TCL (*THIN CELL LAYER*)

Elias da Cruz Ribeiro
Inaê Mariê de Araújo Silva-Cardoso
Jonny Everson Scherwinski-Pereira

DOI 10.22533/at.ed.16521190310

CAPÍTULO 11..... 90

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DO CRAMBE SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Victor dos Santos Rosa de Oliveira
Rafael Hydalgo Passeri-Lima
Juliana Correa Araújo
João Pedro Vanderlei Machado
Bruna Rafaela da Silva Menezes

DOI 10.22533/at.ed.16521190311

CAPÍTULO 12..... 101

SIMILARIDADES E DISSIMILARIDADES EM EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE JAMBU [*Acmella oleracea* (L.) R.K. JANSEN]

Joyce da Costa Dias
Mônica Trindade Abreu de Gusmão
Camila Monteiro Salgado
Leonel Rodrigues Souza

DOI 10.22533/at.ed.16521190312

CAPÍTULO 13..... 114

ZEBRAFISH MODEL IN THE STUDY OF HUMAN DISEASE

Inês Dias
Paulo Teixeira
Fernando Mendes
Diana Martins

DOI 10.22533/at.ed.16521190313

CAPÍTULO 14..... 134

ASSOCIAÇÃO RARA DAS SÍNDROMES XYY E DELEÇÃO DO BRAÇO CURTO DO CROMOSSOMO 18 EM UM RECÉM-NASCIDO: RELATO DE CASO

Marta Marques de Carvalho Lopes
Rejane Alves de Carvalho Monteiro
Isabela Aurora Rodrigues
Juliana Gonçalves de Araújo Fernandes
Isabelly Rocha Borges

Luana Marcelina Silva Pereira
Edynara Rocha Araújo
Uyara da Silva Cadar
Ruth Cop Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.16521190314

CAPÍTULO 15..... 143

SÍNDROME DE DELEÇÃO 18p COMO DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL PARA BAIXA ESTATURA: RELATO DE CASO

Rejane Alves de Carvalho Monteiro
Marta Marques de Carvalho Lopes
Isabela Aurora Rodrigues
Juliana Gonçalves de Araújo Fernandes
Isabelly Rocha Borges
Luana Marcelina Silva Pereira
Uyara da Silva Cadar
Raquel Tavares Boy da Silva

DOI 10.22533/at.ed.16521190315

SOBRE O ORGANIZADOR..... 154

ÍNDICE REMISSIVO..... 155

CAPÍTULO 6

EXTRAÇÃO DE DNA EM DIFERENTES TECIDOS DA ESPÉCIE LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Stylosanthes capitata* VOGEL

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Fernando Bonifácio-Anacleto

Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP
Ribeirão Preto – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0043916542934916>

Carolina Costa Silva

Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP
Ribeirão Preto – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8821002356857308>

Priscila Marlyz Sá Rivas

Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP
Ribeirão Preto – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4080101034174287>

Carlos Alberto Martinez

Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – FFCLRP/USP
Ribeirão Preto – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3370953480222387>

Ana Lilia Alzate-Marin

Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP
Ribeirão Preto – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5557045699055496>

RESUMO: O uso de marcadores moleculares em plantas requer DNA de boa qualidade

e integridade, porém raramente se obtém o melhor material para sua extração. Neste estudo foi avaliada a eficiência da extração de DNA de quatro diferentes tecidos da espécie *Stylosanthes capitata* Vogel. O material utilizado foi: folhas cotiledonares frescas (FCtF); folhas frescas de plantas adultas congeladas (-20 °C) (FFC); folhas secas de plantas adultas armazenadas a temperatura ambiente (11 meses) (FS) e inflorescências secas armazenadas a temperatura ambiente (7 meses) (IS). Para a extração do DNA foi utilizado um protocolo rápido de CTAB. Os DNAs das amostras foram quantificados seguindo as razões 260/280nm (~1,8) e 260/230nm (2,0-2,2) para verificar contaminação por proteínas e carboidratos, respectivamente. As amostras também foram submetidas a eletroforese em gel de agarose para verificar sua integridade e amplificadas com o marcador microssatélite SC 18-01 A2A, desenvolvido para a espécie. Como resultado observou-se que a concentração de DNA de FS e FCtF foram semelhantes (FS=288,39±27,11; FCtF=261,2±29,18) e maiores em comparação com as outras amostras (p<0,01). Os materiais de maior pureza foram observados em FCtF (260/280=1,90; 260/230=1,73 p<0,01), seguido por FS e FFC com resultados semelhantes para 260/280 (FS=1,78; FFC=1,89 p<0,05) e para 260/230 (FS=1,22; FFC=1,27). O DNA concentrado dos tecidos FCtF e FFC mostraram maior integridade seguido por FS, enquanto o IS não foi visualizado. Todas as amostras de FCtF, FFC e 44% de FS amplificaram com o marcador SSR, enquanto que para IS não foi observado produto de amplificação. Em todos os parâmetros,

o DNA de IS obteve os menores valores ($p < 0,01$) mostrando contaminação por carboidratos ($260/230 = 0,28 \pm 0,06$), possível consequência da alta concentração desses fotoassimilados nas inflorescências da planta no momento da coleta. Em resumo, excetuando IS, os DNAs de diferentes fontes de tecidos vegetais foram adequados para amplificação e análise de marcadores moleculares da espécie.

PALAVRAS - CHAVE: Extração DNA; Tecidos vegetais; Pureza e integridade; *Stylosanthes* sp.

DNA EXTRACTION IN DIFFERENT PLANT TISSUES OF THE LEGUMINOUS FORAGE SPECIES *Stylosanthes capitata* VOGEL

ABSTRACT: The use of molecular markers in plants requires DNA of good quality and integrity; however the best material for their extraction is rarely obtained. In this study the efficiency of the DNA extraction of four different tissues of the species *Stylosanthes capitata* Vogel was evaluated. The material used was: fresh cotyledonous leaves (FCtF); fresh leaves of frozen adult plants (-20°C) (FFC); dry leaves of adult plants stored at room temperature (11 months) (FS) and dry inflorescences stored at room temperature (7 months) (IS). For the extraction of DNA a fast protocol of CTAB was used. The DNAs of the samples were quantified following the ratios $260/280\text{nm}$ (~ 1.8) and $260/230\text{nm}$ ($2.0-2.2$) to verify contamination by proteins and carbohydrates, respectively. The samples were also submitted to agarose gel electrophoresis to verify their integrity and amplified with the microsatellite marker SC18-01A2A, developed for the species. As a result it was observed that the DNA concentration of FS and FCtF were similar ($\text{FS} = 288.39 \pm 27.11$; $\text{FCtF} = 261.2 \pm 29.18$) and higher in comparison with the other samples ($p < 0.01$). The highest purity materials were observed in FCtF ($260/280 = 1.90$; $260/230 = 1.73$ $p < 0.01$), followed by FS and FFC with similar results for $260/280$ ($\text{FS} = 1.78$; $\text{FFC} = 1.89$ $p < 0.05$) and for $260/230$ ($\text{FS} = 1.22$; $\text{FFC} = 1.27$). The concentrated DNA from the FCtF and FFC tissues showed greater integrity followed by FS, while the IS was not visualized. All samples of FCtF, FFC and 44% of FS amplified with the SSR marker, whereas for IS, no amplification product was observed. In all parameters, the IS DNA obtained the lowest values ($p < 0.01$) showing carbohydrate contamination ($260/230 = 0.28 \pm 0.06$), possible consequence of the high concentration of these photoassimilates in the inflorescences of the plant at the time of collection. In summary, except for IS, the DNAs of different plant tissue were suitable for amplification and analysis of molecular markers of the species.

KEYWORDS: DNA extraction; Plant tissues; Purity and integrity; *Stylosanthes*.

1 | INTRODUÇÃO

O DNA genômico encontra-se associado a diversas proteínas e enzimas, que agem na arquitetura da molécula, no seu processo de replicação, na manutenção da sua integridade e em outros processos afins (Lewin, 2009). Quando se tem o propósito de utilizar este DNA em estudos que fazem o uso de marcadores moleculares, há a necessidade de que o material tenha uma boa qualidade, quantidade e integridade (Romano et al., 1998). No entanto raramente é possível obter o melhor material para a utilização destas estratégias, pelas próprias características do material e porque a sua obtenção pode estar restrita a

determinado estágio de maturação do indivíduo.

Nas células vegetais os polissacarídeos e fenóis são compostos secundários que se apresentam com maior abundância (Lien et al., 1999; Wang et al., 2020). No processo de extração de ácidos nucleicos com alta pureza e qualidade, tais compostos se tornam um obstáculo (Romano et al., 1998). A pureza e qualidade do DNA extraído podem ser verificadas com os métodos de absorvância (densidade óptica) e análise de eletroforese em gel de agarose.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da extração de DNA de quatro tecidos diferentes da espécie leguminosa forrageira *Stylosanthes capitata* Vogel: Folhas cotiledonares frescas, folhas frescas de plantas adultas congeladas, folhas e inflorescências dessecadas de plantas adultas armazenadas em temperatura ambiente.

2 | METODOLOGIA

2.1 A espécie em estudo

Stylosanthes capitata Vogel é um subarbusto perene de 50-120 cm de altura com estrutura foliar composta por três folíolos (Figura 1A), com inflorescências formadas por brácteas modificadas em espigas terminais e flores pediceladas de corola amarela (Figura 1B). Esta espécie, nativa do Brasil (regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste) com domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, apresenta melhor adaptação em solos areno-argilosos ou argilo-pedregosos em ambientes úmidos (Costa et al., 2008; Fortuna-Perez et al., 2011; Costa et al., 2014).



Figura 1. Estruturas foliares elípticas trifolioladas, inflorescências e flores de corola amarela, dispostas em brácteas da espécie *S. capitata*. (Fotos: Laboratório Genética Vegetal, USP/RP)

2.2 Origem do material vegetal

Os tecidos de *S. capitata* utilizados neste trabalho foram provenientes de coletas da variedade “Estilosantes Campo Grande” no experimento Trop-T-Face (*Temperature Free Air Controlled Enhancement and Free Air Carbon Dioxide Enrichment*) instalado na Universidade de São Paulo *campus* de Ribeirão Preto, SP (Figura 2A-D). As sementes da espécie, cultivadas no campo experimental, foram gentilmente cedidas pela Embrapa Gado de Corte.

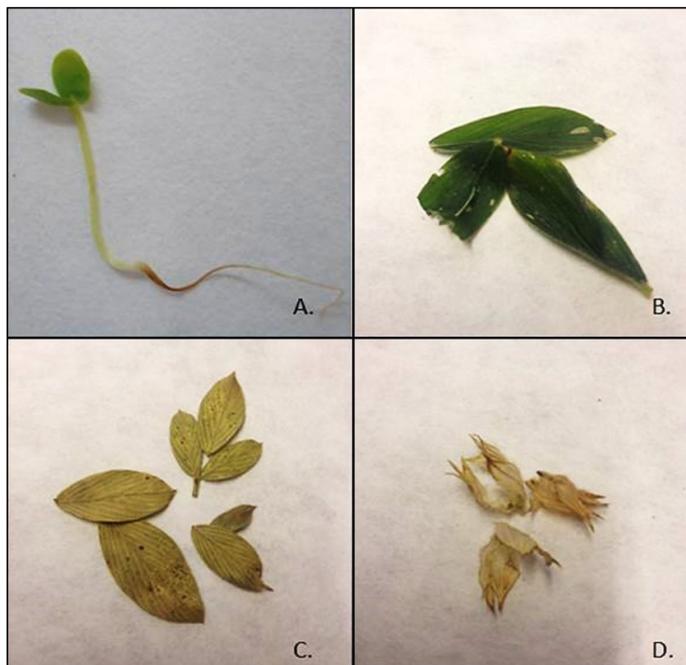


Figura 2. Tecidos vegetais da espécie *S. capitata*. A: folhas cotiledonares frescas (FCtF); B: folhas frescas congeladas (FFC); C: folhas secas (FS) e D: inflorescências secas (IS).

Uma descrição mais detalhada do sistema Trop-T-Face encontra-se disponível em Martinez et al. (2014) e Habermann et al. (2019).

2.3 Tipos de tecidos

Amostras de folhas adultas foram coletadas e congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo denominadas como FFC (folhas frescas congeladas – Figura 2B). Plantas adultas com folhas e inflorescências foram dessecadas em estufa e conservadas em sacos de papel a temperatura ambiente por um período de 11 meses. No sétimo mês foram coletadas as brácteas das plantas secas, denominadas como IS (inflorescências secas – Figura 2D), e no mês 11 foram coletadas as folhas secas, denominadas como FS (folhas secas – Figura

2C). No laboratório, sementes da espécie foram germinadas *in vitro* (sob fotoperíodo de 12 horas, com temperatura média de $25,2 \pm 1,1$ °C e umidade relativa de $47,3 \pm 5,0\%$) e após cinco dias, os tecidos das plântulas foram coletados e denominados como FCtF (folhas cotiledonares frescas – Figura 2A).

2.4 Extração e quantificação de DNA

O DNA genômico total foi extraído de aproximadamente 150mg dos quatro diferentes tecidos vegetais, por meio do método descrito por Alzate-Marin et al. (2009). A quantificação foi realizada em espectrofotômetro (Nanodrop 2000c) medindo-se a absorvância, nos comprimentos de onda 260/280 e 260/230 nm.

2.5 Validação por amplificação com marcador molecular

Para validar as extrações de DNA nos diferentes tecidos vegetais, foi utilizado o marcador microssatélite (SSR), desenvolvido para a espécie em estudo, SC 18-01 A2A (*forward*: 5'AGCAGCATAGGGAATAAAAT3' e *reverse*: 5'CAAAGGCCTAATCAACTGTG 3') (Santos-Garcia et al., 2011; Alzate-Marin et al., 2020).

As reações em cadeia de polimerase (PCR), foram realizadas em termociclador Mastercycler® (Eppendorf), nas seguintes condições: 2µl de DNA genômico, em um volume total de 5µl de GoTaq Colorless Master Mix, 5 µl de Nuclease-Free Water (Promega) (Taq DNA polymerase fornecida em tampão de reação [pH 8.5] 2x incolor, 400µl, dATP, 400µl dGTP, 400µl dCTP, 400µl dTTP e 3mM MgCl₂) e 1 µl do marcador SSR. As amplificações foram conduzidas de acordo com a programação de 1 ciclo a 94 °C por 5 minutos, 30 ciclos a 94 °C por 1 minuto, 60 °C por 1 minuto, 72 °C por 1 minuto e 1 ciclo a 72 °C por 7 minutos. Os produtos das amplificações foram separados por eletroforese horizontal em gel de agarose 1% e marcados com SYBER™ Green (Thermo Fisher Scientific) e visualizados em fotodocumentador (ImageQuant LAS500 – GE).

2.6 Análises estatísticas

Os efeitos da influência da origem da amostra foram analisados utilizando ANOVA *one-way*, e a diferença entre os tratamentos foi analisada utilizando o teste de Tukey 5%, com o auxílio de ferramentas de análise do Excel e do *software* estatístico PAST 4.03 (Hammer et al., 2001).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Quantificação de DNA e relações de pureza

O material genômico extraído dos quatro diferentes tipos de tecidos foi quantificado, verificando-se a pureza de acordo com as medidas de absorvância 260/280 e 260/230 nm, sendo esperados resultados de aproximadamente 1,8 e 2,0-2,2 respectivamente para cada razão. Estas razões estão vinculadas às verificações de contaminação por proteínas

e carboidratos, respectivamente, quando menores que os valores de referência (NanoDrop Spectrophotometers).

3.2 Concentração de DNA

Houve um efeito significativo da origem das amostras na concentração de DNA obtido na extração ao nível de 5% [$F(3;40)=29,95$; $p=2,551E-10$]. Comparações posteriores usando o teste de Tukey HSD indicaram que as concentrações médias em ng/ μ L dos DNAs extraídos das FS e das FCtF foram similares ($FS=288,39\pm 27,11$; $FCtF=261,2\pm 29,18$) e mais alto que os obtidos em outros tecidos ($p<0,01$) (Tabela 1). A concentração média de DNA foi mais alta em folhas frescas congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($FFC=117,9\pm 16,11$) que nas brácteas das inflorescências dessecadas ($IS=39,9\pm 3,55$), no entanto não se observaram diferenças significativas entre as médias, de acordo com Tukey ($p<0,05$).

	FFC ¹	FCtF ²	IS ³	FS ⁴
Média	117,90	261,21	39,99	288,39
EP ⁵	16,11	29,18	3,55	27,11

¹Folhas adultas frescas congeladas em $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; ²Folhas cotiledonares frescas; ³inflorescências secas; ⁴folhas adultas dessecadas em temperatura ambiente; ⁵Erro padrão da média.

Tabela 1. Concentrações médias de DNA em ng/ μ L de quatro tipos de tecidos vegetais de onze plantas da espécie *S. capitata*

3.3 Relações de pureza de DNA

Foi observado um efeito significativo ao nível de $p<0,05$ da origem das amostras com relação à pureza do DNA extraído, medido nas razões de absorvância 260/280 [$F(3;40)=34,85$; $p=3,0377E-11$]. Comparações posteriores usando o teste de Tukey HSD indicaram que as relações médias de 260/280 dos DNAs extraídos das FFC, FCtF e FS foram similares ($FFC=1,89\pm 0,02$; $FCtF=1,90\pm 0,01$; $FS=1,78\pm 0,05$) e mais altas ($p<0,01$) que as obtidas de IS ($IS= 1,44\pm 0,07$) (Tabela 2, Figura 3). Em geral os valores observados para FFC, FCtF e FS estão próximos a 1,8, valor este usado como referência de pureza da razão 260/280. O valor de 1,44 indica contaminação por proteínas nas amostras de IS analisadas (Figura 3).

	FFC ¹		FCtF ²		IS ³		FS ⁴	
	260/280	260/230	260/280	260/230	260/280	260/230	260/280	260/230
Média	1,89	1,27	1,90	1,73	1,44	0,28	1,78	1,22
EP ⁵	0,02	0,10	0,01	0,07	0,06	0,02	0,05	0,06

¹Folhas adultas frescas congeladas em -20 °C; ²Folhas cotiledonares frescas; ³inflorescências secas; ⁴folhas adultas dessecadas em temperatura ambiente; ⁵Erro padrão da média.

Tabela 2. Relações médias de 260/280 e 260/230 nm obtidas em Nanodrop de quatro tipos de tecidos vegetais de onze plantas da espécie *S. capitata*

Também foi observado um efeito significativo ao nível de $p < 0,05$ da origem das amostras com relação à pureza do DNA extraído, medido nas razões 260/230 [$F(3;40)=81,22$; $p=4,62E-17$]. Comparações posteriores usando o teste de Tukey indicaram que as médias da razão 260/230 de FCtF foram mais altas (FCtF=1,73±0,07; $p < 0,01$) que as obtidas das outras amostras (Tabela 2; Figura 3). As médias da razão 260/230 de FFC e FS foram similares (FFC=1,27±0,10; FS=1,22±0,06) e mais altas que as observadas nas inflorescências secas (IS= 0,28±0,06), que por sua vez foram significativamente mais baixos ($p < 0,01$) que nos outros dois tecidos analisados. Em geral, todas as amostras apresentaram valores abaixo do esperado para serem consideradas livres de contaminantes, como carboidratos, mais especialmente os tecidos IS são os que apresentam maior grau de impurezas (Figura 3). Os DNAs dos tecidos que estão mais próximas da razão de referência (260/230=2,0) são originários de folhas cotiledonares frescas (FCtF).

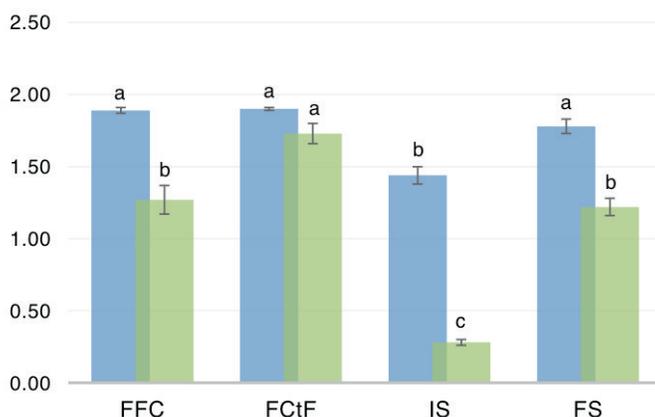


Figura 3. Relações de pureza de acordo com as absorvâncias 260/280 (barras azuis) e 260/230 (barras verdes) do conjunto de quatro tipos de tecidos vegetais da espécie *S. capitata*, sendo FFC – folhas frescas congeladas; FCtF – folhas cotiledonares frescas; IS – inflorescências secas; FS – folhas secas. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Em todos os parâmetros de pureza avaliados, os DNAs extraídos das inflorescências secas (IS) obtiveram as menores médias ($260/280=1,44$; $260/230=0,28$) (Figura 3), mostrando contaminação com proteínas e elevado grau de contaminação por carboidratos, o que pode ser consequência da alta concentração de fotoassimilados neste órgão específico da planta, considerados como drenos, e também em função do horário em que a coleta deste material foi realizada. Os materiais de maior pureza, visando ambos os parâmetros analisados, foram os oriundos dos tecidos FCtF ($260/280=1,90$; $260/230=1,73$), seguidos de FS e FFC, que foram similares nos parâmetros avaliados.

3.4 Integridade do DNA e validação por amplificação

Os tecidos de FFC e FCtF apresentaram ótima qualidade nas análises eletroforéticas, apresentando bandas compactas sem arraste (Figuras 4A e 4B).

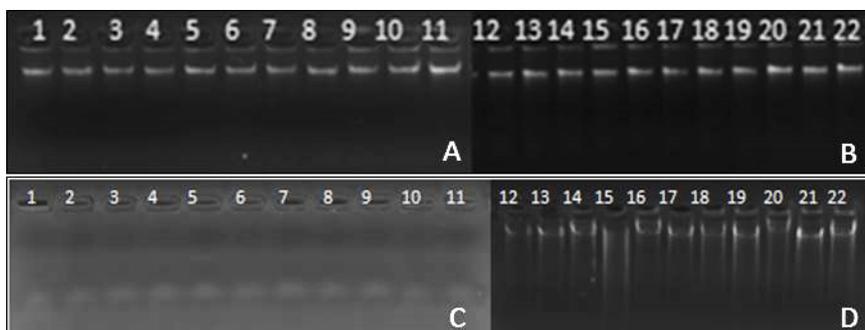


Figura 5. Gel agarose 1% para validação da qualidade e integridade do DNA de tecidos vegetais de *S. capitata*. Sendo: A) canaletas superiores 1-11: DNA de folhas frescas congeladas (FFC) e conservadas em $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; B) canaletas superiores 12-22: DNA das folhas cotilédonares frescas (FCtF); C) canaletas inferiores 1-11: DNA de inflorescências secas (IS) e D) Canaletas 12-22: DNA das folhas secas (FS).

O DNA das inflorescências secas (Figura 4C) não apresentou um padrão eletroforético visível, o que mostra uma baixa concentração de DNA, como já observado na quantificação (Tabela 1), além das contaminações detectadas nas análises de pureza (Figura 3). O DNA das amostras das folhas secas mostrou uma integridade menor (Figura 4D), observando-se degradação do material extraído, embora com qualidade suficiente para amplificação.

Na amplificação via PCR (SSR SC 18-01 A2A), todas as amostras dos tecidos cotilédonares frescos (FCtF) e folhas adultas frescas conservadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (FFC) apresentaram produtos de amplificação (Figuras 5a,b), porém os DNAs das amostras de FS só apresentaram produtos de amplificação ótimo para 4 (45,45%) das onze amostras analisadas (Figura 5c). Inicialmente não foi observado produto de amplificação no DNA extraído de inflorescências dessecadas.

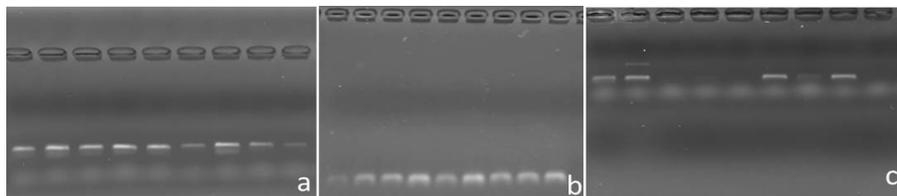


Figura 6. Produtos de amplificação com o marcador SSR SC 18-01 A2A dos tecidos vegetais de folhas cotiledonares (FCTf – a), folhas frescas congeladas (FFC – b) e folhas secas (FS – c) da espécie *S. capitata*, em gel de agarose 1%.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, nossos resultados sugerem que a origem das amostras tem um real efeito sobre a concentração, pureza e qualidade do DNA extraído da espécie *S. capitata*. Os melhores tecidos para extração de DNA desta espécie foram os obtidos das folhas cotiledonares frescas e das folhas adultas frescas congeladas à -20 °C, as quais apresentaram altas concentrações, boas relações de pureza além da integridade e consequente amplificação via PCR, visualizados em gel de agarose. Também foi observado o sucesso de extração de DNA das folhas secas conservadas em temperatura ambiente abrindo a possibilidade de análises genéticas com este tipo de tecido. Embora fosse observada menor qualidade e grau de contaminação com carboidratos, as FS também apresentaram altas concentrações e boas razões para 260/280, além dos produtos de amplificação visualizados em 44% das amostras analisadas. Já as inflorescências secas se mostram como possíveis tecidos para extração de DNA, quando não há disponibilidade de outros, para uso molecular, no entanto serão necessários maiores ajustes na coleta, armazenamento e extração deste material.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Projeto Temático da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo 08/58075-8) para C.A.M. e pelo projeto de Pesquisa FAPESP (Processo 15/23930-9) para A.L.A.M. A.L.A.M também foi apoiada por uma bolsa de Pós-Doutorado Sênior do CNPq (Processo 150737/2014-9). C.A.M. teve apoio do CNPq/ANA/MCTI (Processo 446357/2015-4) e bolsa PQ do CNPq (Processo 306039/2016-8). F.B.A. foi apoiado por FAPESP/bolsa TTIII (Processo 2013/18633-0) e por CNPq/bolsa DSc (Processo 141921/2019-6). C.C.S. foi apoiada por FAPESP/bolsa IC e TTIII (Processos 2014/24817-9 e 2016/21182-8, respectivamente). P.M.S.R. foi apoiada por bolsa DSc CNPq (140144/2016-1).

REFERÊNCIAS

- ALZATE-MARIN, A.L.; COSTA-SILVA, C.; RIVAS, P.M.S.; BONIFACIO-ANACLETO, F.; SANTOS, L.G.; MORAES FILHO, R.M.D.; MARTINEZ, C.A. (2020). **Diagnostic fingerprints ISSR/SSR for tropical leguminous species *Stylosanthes capitata* and *Stylosanthes macrocephala***. Scientia Agricola, 77(3).
- ALZATE-MARIN, A.L.; GUIDUGLI, M.C.; SORIANI, H.H.; MARTINEZ, C.A.; MESTRINER, M.A. (2009). **An efficient and rapid DNA minipreparation procedure suitable for PCR/SSR and RAPD analyses in tropical forest tree species**. Brazilian Archives of Biology and Technology, 52(5):1217-1224.
- COSTA, L.C.D.; SARTORI, Â.L.B.; POTT, A. (2008). **Estudo taxonômico de *Stylosanthes* (Leguminosae-Papilionoideae-Dalbergieae) em Mato Grosso do Sul, Brasil**. Rodriguésia, 59(3):547-572.
- COSTA, L.D.; VALLS, J. (2014). ***Stylosanthes* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29882>>
- FORTUNA-PEREZ, A.P.; SILVA, M.J.; TOZZI, M.G.A. (2011) ***Stylosanthes* (Leguminosae – Papilionoideae–Dalbergieae) no estado de São Paulo, Brasil**. Rodriguésia, 62(3):615-628.
- HABERMANN, E.; SAN MARTIN, J.A.B.; CONTIN, D.R.; BOSSAN, V.P.; BARBOZA, A.; BRAGA, M.R.; GROppo, M.; MARTINEZ, C.A. (2019) **Increasing atmospheric CO₂ and canopy temperature induces anatomical and physiological changes in leaves of the C₄ forage species *Panicum maximum***. PLoS ONE, 14(2):e0212506.
- HAMMER, O.; HARPER, DAT.; RYAN, P.D. (2001) **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. Palaeontologia Electronica, 4(1):9pp.
- LEWIN, B. (2009) **Genes IX**. 9.ed. Porto Alegre: Artmed.
- LIEN, E.J.; REN, S.; BUI, H.H.; WANG, R. (1999). **Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants**. Free Radical Biology and Medicine, 26(3-4):285-294.
- MARTINEZ, C.A.; BIANCONI, M.; SILVA, L.; APPROBATO, A.; LEMOS, M.; SANTOS, L.; CURTARELLI, L.; RODRIGUES, A.; MELLO, T.; MANCHON, F. (2014) **Moderate warming increases PSII performance, antioxidant scavenging systems and biomass production in *Stylosanthes capitata* Vogel**. Environmental and Experimental Botany, 102:58-67.
- NANODROP SPECTROPHOTOMETERS. **Assessment of Nucleic Acid Purity**. Technical Bulletin T042. Thermo Fisher Scientific – NanoDrop Products. <http://www.nanodrop.com/Library/T042-NanoDrop-Spectrophotometers-Nucleic-Acid-Purity-Ratios.pdf>.
- ROMANO, E.; BRASILEIRO, A.C.M.; CARNEIRO, V.T.C. (1998) **Extração de DNA de tecidos vegetais. Manual de transformação genética de plantas**. Embrapa, SPI/Embrapa, Cenargen. Brasília, p. 171.
- SANTOS-GARCIA, M.O.; RESENDE, R.M.S.; ZUCCHI, M.I.; SOUZA, A.P. (2011) **Mating systems in tropical forages: *Stylosanthes capitata* Vog. and *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw**. Euphytica, 178(2):185–193.

WANG, Z.; LI, S.; GE, S.; LIN, S. (2020). **Review of Distribution, Extraction Methods, and Health Benefits of Bound Phenolics in Food Plants.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(11):3330-3343.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 31, 38, 39, 40, 42, 44, 46, 47, 49, 52, 64, 65, 93, 111, 112

B

Biometria 5, 22, 23, 24, 28, 32, 102

C

Cancer 15, 19, 20, 21, 80, 81, 114, 115, 122, 123, 124, 127, 128, 131, 132

Caracterização 6, 14, 22, 23, 25, 28, 31, 32, 58, 99, 103

Célula 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 73, 74, 76, 77, 80

Conservação 5, 11, 24, 28, 55, 56, 57, 58, 103

Crambe abyssinica Hochst 5, 90, 91, 99

Cromossomo Philadelphia 5, 15

Cromossomos 5, 9, 13, 14, 16, 17, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 135, 136, 138, 144

D

Danio Rerio 5, 114, 115, 128

Divergência Genética 5, 23, 30, 31, 32, 101, 112

DRESS 5, 6, 33, 34, 35, 36

E

Ensino 5, 6, 7, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Exantema 5, 33, 34

Extração DNA 45

Eye Disorders 5, 114

G

Germinação 5, 5, 7, 90, 91, 93, 98, 99, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113

H

Herdabilidade 5, 101, 106, 110, 111

Hipersensibilidade 6, 33, 34, 35

História da Medicina 15

Hortaliça 101, 102

Hylocereus 5, 56, 57, 112

I

Integridade 5, 44, 45, 51, 52, 60, 65, 66, 69, 76, 77

In Vivo Animal model 5, 114

K

Kidney Disease 5, 114, 125, 132

L

Laboratórios 5, 7, 37, 38, 39, 40, 41, 42

M

Manual de Laboratório 37

Maracujazeiro 8, 82, 83, 84

Medicamentos 14, 33, 34, 35, 72

Método de extração 5, 7, 60, 61

Micropropagação 5, 82

Mitose 5, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 136

Morfologia dos frutos 23

N

Neurological Disorders 5, 114, 129

P

Produção 5, 23, 26, 57, 59, 79, 83, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 107, 112

Pureza 5, 7, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 60, 62, 66

R

Radiologia 7, 37, 38, 40, 41, 42

Reações a drogas 5, 33, 34

RNA 5, 7, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 77, 78, 119

S

Saúde 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 33, 37, 42, 138, 154

Sequência didática 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12

Stylosanthes 5, 7, 44, 45, 46, 53, 60, 61, 62, 63, 65, 70, 71

Stylosanthes sp. 5, 45

T

TCL 5, 8, 82, 83, 84, 85, 86, 88

Tecidos vegetais 5, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Telomerase 5, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81

Telômeros 5, 7, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79

Tirosina Quinase 15

V

Variabilidade 5, 22, 23, 26, 27, 55, 56, 57, 58, 62, 75, 103, 110, 150

A GENÉTICA E A CONSTRUÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS NAS CIÊNCIAS DA VIDA

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



A GENÉTICA E A CONSTRUÇÃO DE NOVOS PARADIGMAS NAS CIÊNCIAS DA VIDA

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

