

Atena
Editora

Ano 2021

GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

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.

Open access publication by Atena Editora.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaió – 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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^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. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
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^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon 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/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Genética: molecular, humana e médica

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Renan Monteiro do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G328 Genética: molecular, humana e médica / Organizador Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-262-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.620210207>

1. Genética. I. Nascimento, Renan Monteiro do (Organizador). II. Título.

CDD 576

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Genética é o ramo da Biologia responsável por estudar os genes, os cromossomos, a hereditariedade e a variação dos organismos, além de estudar a forma como estes transmitem as características biológicas de geração para geração. Essa ciência possui áreas específicas, dentre elas, a Genética Molecular, a Genética Humana e Genética Médica/Clínica.

A Genética Molecular estuda a estrutura e a função dos genes e sua interação com outras moléculas no meio intracelular utilizando ferramentas da Biologia Molecular.

A Genética Humana descreve o estudo da transmissão das características biológicas em seres humanos, englobando uma variedade de áreas como a Genética Clássica, a Citogenética, a Genética Molecular, a Genética Bioquímica, a Genética de Populações, a Genética do Desenvolvimento, a Genética Clínica e o Aconselhamento Genético.

A Genética Médica ou Genética Clínica é uma área responsável por realizar avaliação clínica, diagnóstico, tratamento e aconselhamento genético de indivíduos e famílias com diversos tipos de doenças.

Nessa perspectiva, apresento o e-book “Genética: Molecular, Humana e Médica”, uma obra que apresenta 10 capítulos distribuídos no formato de artigos que trazem de forma categorizada e interdisciplinar estudos das Ciências biológicas e suas aplicações na Saúde Humana.

Essa coletânea apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados teóricos e práticos obtidos por vários pesquisadores, professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus estudos que aqui estão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora, que é capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável, permitindo que esses pesquisadores exponham e divulguem seus trabalhos científicos.

Desejo a todos uma excelente leitura.


Renan Monteiro do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ATUALIZAÇÕES DA NANOMEDICINA NO TRATAMENTO E DIAGNÓSTICO DE PACIENTES COM CANCER

Lucas Dalvi Armond Rezende
Aurélio Alberto Guizolpho
Luana da Silva Ferreira
Maíra Dorighetto Ardisson
Anna Carolina Dockhorn de Menezes Carvalho Costa
Daniel Altoé Sossai
Maria Eduarda Morais Hibner Amaral
Pietra Zava Lorencini
Nathalia Oliveira Brunelli
Karolini Zuqui Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102071>

CAPÍTULO 2..... 14

APLICABILIDADE DA TÉCNICA DE DISSOCIAÇÃO EM ALTA RESOLUÇÃO NO DIAGNÓSTICO DAS SÍNDROMES DE PRADER-WILLI E ANGELMAN


Igor Ribeiro Ferreira
Leonardo Henrique Ferreira Gomes
Letícia da Cunha Guida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102072>

CAPÍTULO 3..... 27

COMO MENDEL SE INTERESSOU PELA HERANÇA DAS CARACTERÍSTICAS?


Luiz Augusto Salles das Neves
Raquel Stefanello
Renata Smith Avinio
Kelen Haygert Lencina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62021020733>

CAPÍTULO 4..... 35

FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: UMA PROPOSTA DE AULA PRÁTICA SOBRE A EXTRAÇÃO DE DNA DE VEGETAIS

Tiago Maretti Gonçalves


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102074>

CAPÍTULO 5..... 47

SÍNDROME DE LI-FRAUMENI, TESTES GENÉTICOS E PERFIL GENÉTICO NO BRASIL.

Deborah Ribeiro Nascimento
Gabriel de Sousa Andrade
Fernanda Meneses Monteiro
Isabella Gonçalves Oliveira
Ana Clara Martins Quirino
Igor Ribeiro Nascimento

Liane de Rosso Giuliani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102075>

CAPÍTULO 6..... 55

A PREDISPOSIÇÃO GENÉTICA À DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ítalo Caio Lopes Jucá

José Hélder da Costa Vasconcelos


Lara Maria Alves de Carvalho

Maria Cecília Queiroga dos Santos

Sara da Rocha Silva

Ana Janaina Jeanine Martins de Lemos Jordão

Cristina Ruan Ferreira de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102076>

CAPÍTULO 7..... 67


EDITH REBECCA SAUNDERS E A HEREDITARIEDADE NO FINAL DO SÉCULO XIX

Luiz Augusto Salles das Neves

Raquel Stefanello

Renata Smith Avinio

Kelen Haygert Lencina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102077>

CAPÍTULO 8..... 75

JOGO DE CARTAS COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM EM GENÉTICA

Elisene Gonçalves Rocha

Diones Krinski


Clarice Spies

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102078>

CAPÍTULO 9..... 85

DOENÇA DE LAFORA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Barbara Novais Prado Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6202102079>

CAPÍTULO 10..... 95

CONVULSÕES FEBRIS: PERSPECTIVAS HISTÓRICA E FUTURA À LUZ DA GENÉTICA

Marcos Manoel Honorato

Adriele Feitosa Ribeiro


Susan Karolayne Silva Pimentel

Sandro Murilo Moreira de Lima

Jonata Ribeiro de Sousa

Renata de Carvalho Cremaschi

Fernando Morgadinho Coelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62021020710>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	106
ÍNDICE REMISSIVO	107

CAPÍTULO 6

A PREDISPOSIÇÃO GENÉTICA À DIABETES MELLITUS TIPO 2: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 21/06/2021

Data de submissão: 04/05/2021

Ítalo Caio Lopes Jucá

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/3904767189390329>

José Hélder da Costa Vasconcelos

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/8192729624889759>

Lara Maria Alves de Carvalho

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/3497646273844496>

Maria Cecília Queiroga dos Santos

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/0678343231995840>

Sara da Rocha Silva

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/4161277471658506>

Ana Janaina Jeanine Martins de Lemos Jordão

Unidade Acadêmica de Medicina do Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde da UFCG
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/0635203069009582>

Cristina Ruan Ferreira de Araújo

Unidade Acadêmica de Enfermagem do Centro
de Ciências Biológicas e da Saúde da UFCG
Campina Grande - PB
<http://lattes.cnpq.br/8945038343363957>

RESUMO: A Diabetes Mellitus tipo 2 (DM tipo 2) consiste em uma patologia endocrinológica que se caracteriza por resistência insulínica periférica, hiperinsulinemia e hiperglicemia constante. As consequências da DM tipo 2 são diversas, como o acúmulo de glicose no sangue, desarranjos no processo de cicatrização e hipertensão arterial. Embora se trate de uma condição multifatorial, a patogênese dessa disfunção metabólica apoia-se fortemente no fator genético. Dessa forma, o presente trabalho visa realizar uma revisão de literatura acerca dos principais pontos que envolvem a predisposição genética à Diabetes Mellitus Tipo 2, por meio de uma revisão integrativa de literatura com abordagem qualitativa a respeito das principais informações que relacionam o fator genético à DM tipo 2. Foram consultados os bancos de dados da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e PubMed, com seleção de trabalhos publicados entre 2019 e 2021, o que resultou na seleção de 20 artigos, os quais obedeceram aos critérios estabelecidos para a abordagem temática. Os estudos apontam que pequenas alterações genéticas na forma de polimorfismos de nucleotídeo único (PNU) podem influenciar em fatores patogênicos da DM tipo 2. Além disso, também foi possível observar uma relação significativa entre PNU e aspectos socioambientais, como hábitos não saudáveis,

corroborando em conjunto para a ocorrência de DM tipo 2. A análise dos trabalhos pôde contribuir para que fossem extraídos os principais pontos por eles divulgados, levando ao compêndio dos dados pesquisados.

PALAVRAS - CHAVE: Diabetes Mellitus Tipo 2, Predisposição genética, Polimorfismos de Nucleotídeo Único.

GENETIC PREDISPOSITION TO TYPE 2 DIABETES MELLITUS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Type 2 Diabetes Mellitus (Type 2 DM) consists in an endocrinology pathology characterized by peripheral insulin resistance, hyperinsulinemia and hyperglycemia. The consequences of Type 2 DM are many, such as accumulation of blood glucose, disarrangement of the cicatrization process and arterial hypertension. Although it is a multifactorial condition, the pathogenesis of this metabolic dysfunction heavily relies on the genetic factor. Thus, the present article aims to realize a review of literature of the main points which involve the genetic predisposition to Type 2 Diabetes Mellitus, per an integrative review of literature with a qualitative approach on the main information that relate the genetic factor to type 2 DM. The databases of “Biblioteca Virtual de Saúde” (BVS) and Pubmed were consulted, with the selection of papers published between 2019 and 2021, which resulted in the selection of 20 articles. These articles met the criteria established for the thematic approach. The studies point to how small genetic alterations in the form of single nucleotide polymorphism (SNP) can influentiate the pathogenics factors of Type 2 DM. Moreover, it was also possible to identify a significant relation between SNP and socioambiental aspects, such as unhealthy habits, corroborating together for the occurrence of Type 2 DM. The analysis of the papers helped the attainment of the main points published by them, leading to the compendium of the research data.

KEYWORDS: Type 2 Diabetes Mellitus, Genetic predisposition, Single Nucleotide Polymorphisms.

1 | INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM tipo 2) é uma disfunção metabólica que se instaura quando o indivíduo apresenta uma resistência à insulina pelos órgãos que são dependentes desse hormônio. Isso é compensado por um aumento na quantidade de insulina secretada pelas células beta pancreáticas, mas se o quadro perdurar por tempo suficiente, essas células não poderão mais liberar insulina abundantemente, causando a DM tipo 2 (GARCIA et al., 2020). Como consequência desses fatores, o paciente passa a apresentar uma constante hiperglicemia, pois a insulina é o hormônio responsável pela entrada de glicose em órgãos como o tecido hepático, tecido adiposo e o músculo esquelético.

Embora a etiologia da DM tipo 2 não esteja claramente definida, a literatura aponta que alterações genéticas podem estar relacionadas à resistência à insulina que é apresentada por pessoas com essa patologia. Estudos demonstraram que muitas variantes genéticas garantem uma certa predisposição ao surgimento de DM tipo 2 (GRARUP et al.,

2014; SCOTT et al., 2017). Além disso, a literatura também aponta que a epigenética pode ter um papel importante no que diz respeito à influência de hábitos de vida (sedentarismo, má alimentação) na alteração de bases nitrogenadas que podem então influenciar na resistência insulínica (RONN, LING, 2015).

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca dos principais pontos que envolvem a predisposição genética à Diabetes Mellitus Tipo 2.

2 | METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), com abordagem qualitativa. Segundo Crossetti (2012), esse tipo de pesquisa permite a sintetização de resultados de pesquisas realizadas por diversos autores, feitas anteriormente, mostrando as conclusões da literatura com base em fenômenos específicos.

Lanzoni e Meirelles (2011), definem aspectos importantes e relevantes para a realização de tal pesquisa, como a coleta de dados e a análise dos resultados, abrangendo-os e sistematizando determinados assuntos a partir de outros estudos. Tendo como finalidade sintetizar, resumir e reunir o conhecimento científico já existente, de forma que venha permitir comparar e avaliar as publicações científicas sobre a referida temática (BUBLITZ et al., 2012).

A coleta de dados ocorreu entre o período de março a abril de 2021, a partir de artigos contidos nos bancos de dados da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e PubMed, através da combinação de Descritores em Ciências da Saúde (DECS). Os descritores utilizados foram “Predisposição genética”; “Diabetes Mellitus tipo 2” nos idiomas português, inglês e espanhol, com a utilização do descritor Booleano AND.

Para subsidiar o trabalho, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: Artigos de estudo de caso controle, estudos laboratoriais, ensaios clínicos, que foram publicados entre os anos de 2019 e 2021, em quaisquer idiomas, disponibilizados na íntegra, e que tivessem como temática principal as predisposições genéticas à DM tipo 2. Foram excluídos da pesquisa estudos que apresentaram duplicidade, teses, dissertações, revisões bibliográficas, metanálises, estudos epidemiológicos, transversais ou que abordassem genes atrelados a outras patologias correlacionadas ao DM tipo 2 ou suas complicações, assim como outros tipos de diabetes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicação metodológica, a pesquisa resultou em uma amostra de 20 artigos. Os dados resultantes da pesquisa e os critérios de inclusão e exclusão estão demonstrados no fluxograma da Figura 1.

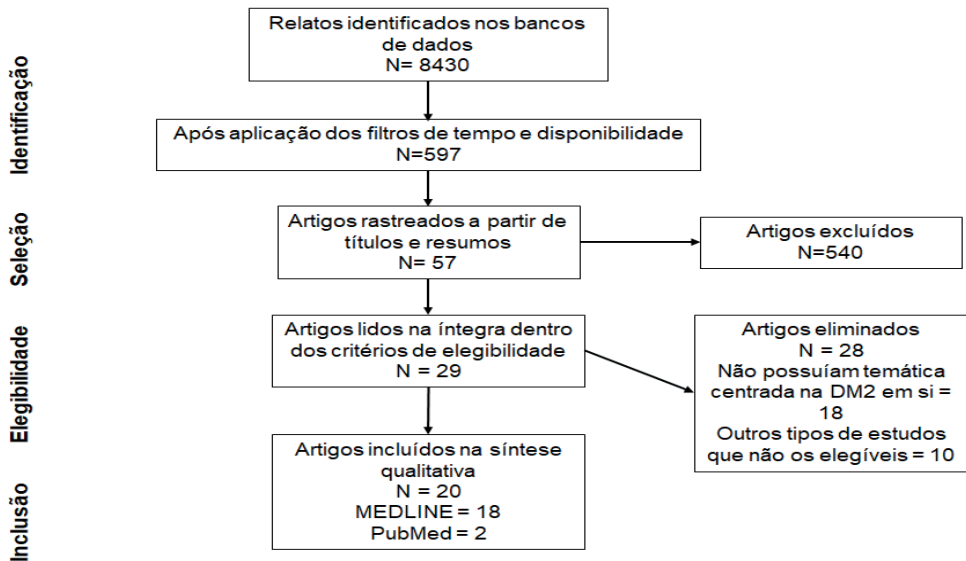


Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos. Campina Grande, PB, Brasil, 2021.

Fonte: Dados próprios da Pesquisa, 2021

Foram encontrados 20 artigos, com todos os estudos realizados em humanos. Dentre os artigos, 16 são de caso-controle, 2 estudos laboratoriais, 1 estudo randomizado e 1 estudo de incidência, cujas informações estão expostas na Tabela 1, identificando os dados mais relevantes de acordo com a temática.

Autores e ano de publicação	Base de Dados	Periódico	Tipo de Estudo	Fator genético (PNU) estudado/ possível fator de risco
Haghnazari, Sabzi, 2021	MEDLINE	Journal of Medicine and Life	Estudo de Caso-Controle	rs1042522-G em TP53
Kochetova et.al., 2020	MEDLINE	Molecular Biology Report	Estudo de Caso-Controle	rs6293 em GRIN1/ Alimentação compulsiva relacionada ao sobrepeso como fator de risco
Mel'nikova et.al., 2020	MEDLINE	Ter Arkh	Estudo de Caso-Controle	rs7903146-CC em TCF7L2
Sull, Kim, Jee, 2020	MEDLINE	BCM Medical genetics	Estudo Randomizado	rs17782313-T/C-C em MC4R
Liu et.al. 2020	MEDLINE	Scientific Reports	Estudo de Caso-Controle	rs805296-T/C-C em ApoM/ Obesidade como fator de risco

Azarova et.al. 2020	MEDLINE	Bulletin of Experimental Biology and Medicine	Estudo de Caso-Controle	rs11927381 em IGF2BP2/ Tabagismo como fator de risco
Elfaki et.al. 2020	MEDLINE	Current Diabetes Reviews	Estudo de Caso-Controle	rs104886003-A e rs121913281-T em Glu545Lys*
Li et.al. 2020	PubMed	BMC Public Health	Estudo de Incidência	rs5805 em SLC12A3 rs12654264 em HMGCR rs2065412 e rs414936 em ABCA1 rs96418 em ZPR1/ Sedentarismo, circunferência abdominal>90cm e ingestão exagerada de carne vermelha como fatores de risco
Kong et.al. 2019	MEDLINE	Diabetes Metabolism Research and Review	Estudo de Caso-Controle	48 PNU estudados em diferentes genes relacionados a função de células β-pancreáticas/ Resistência insulínica como fator de risco
Chumachenko, Harbuzova, Ataman, 2019	MEDLINE	Journal of Diabetes Research	Estudo de Caso-Controle	rs1800247 em BGLAP HindIII *
Huang, Y et.al. 2019	MEDLINE	Genes (Basel)	Estudo de Caso-Controle	rs4783961-A em genes associados à expressão de CETP/ Dislipidemia, sobrepeso e resistência insulínica como fatores de risco. OBS: a análise determinou que maior expressão de CETP diminui risco para DM tipo 2
Wunsch et.al. 2019	MEDLINE	Endocrine Regulations	Estudo de Caso-Controle	rs12255372 em TCF7L2/ Doença cardiovascular como fator de risco*
Kuo et.al. 2019	MEDLINE	Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America	Estudo laboratorial	rs7172432 como principal PNU e outras alterações genéticas em C2CD4A/ Resistência insulínica e beta-oxidação excessiva de lipídios como fatores de risco
Rizvi et.al. 2019	MEDLINE	Molecular Biology Reports	Estudo de Caso-Controle	rs5569 em G1287A (NET)
Albegali et.al. 2019	MEDLINE	Molecular Biology Reports	Estudo de Caso-Controle	rs1801278 em IRS-1/ Resistência insulínica como fator de risco
Huang, Z et.al., 2019	MEDLINE	Journal of International Medical Research	Estudo de Caso-Controle	rs2073547-AG em NPC1L1/ Hipertensão arterial e Dislipidemia como fatores de risco
Makhzoom, Kaban, Al-Quobaili 2019	MEDLINE	BMC Medical Genetics	Estudo de Caso-Controle	rs5219-KK em KCNJ11/ Resistência insulínica como fator de risco

Khajeniazi et.al. 2019	MEDLINE	Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets	Estudo Laboratorial	793C-C em sPLA2/ Inflamação tecidual como fator de risco
Good et.al. 2019	MEDLINE	Twin Research and Human Genetics	Estudo de Caso-Controle	rs3845724, rs4668106 e rs529002 em CERS6/ Acúmulo de ceramida intramuscular como fator de risco
Banerjee, Vats, Kushwah, Srivastava, 2019	PubMed	British Journal of Biomedical Science	Estudo de Caso-Controle	Diversos PNU que dificultavam a expressão de GSTM1del, GST1del e CAT-21A/T/ Diminuição do nível de antioxidantes no organismo como fator de risco

Tabela 1. Descrição das informações dos artigos analisados para revisão integrativa com objetivo de sintetizar os principais dados obtidos pelos autores em relação à predisposição genética para Diabetes Mellitus tipo 2.

*Artigos que estudaram PNU possivelmente atreladas à DM tipo 2, mas cujos resultados não demonstraram associação significativa ($P > 0,05$) entre essas variáveis.

A partir das informações coletadas, foi constatado que a Diabetes Mellitus tipo 2 é uma patologia de cunho multifatorial que possui como importante fator patogênico o aspecto genético, a exemplo de polimorfismos de nucleotídeo único (PNU), que foi o foco observacional de todos os 20 artigos que compõem a atual revisão de literatura. Além disso, 14 dos 20 artigos estudaram não somente o fator genético, mas conseguiram também correlacionar PNU com o estabelecimento de fatores de risco pré-existentes para o desenvolvimento do quadro diabético. Entre esses fatores de risco, destaca-se a resistência insulínica (5 artigos), obesidade (3 artigos), dislipidemia (2 artigos) e hipertensão arterial, sedentarismo, tabagismo, doença cardiovascular, circunferência abdominal elevada, inflamação tecidual, baixo nível de antioxidantes, alimentação compulsiva, ingestão exagerada de carne vermelha e acúmulo de ceramidas intramusculares (1 artigo).

Tais resultados, consolidados pela atual pesquisa, corroboram com os achados de Lima, Orlandelli e Pamphile (2017) que revisaram artigos acerca de marcadores genéticos para Diabetes Mellitus e concluíram que o uso de ferramentas que detectem alterações genéticas em pessoas com fatores de risco para DM tipo 2, como obesidade, inflamação tecidual e resistência insulínica, pode auxiliar no diagnóstico dessa patologia. A confirmação de achados semelhantes aqueles da presente revisão de literatura auxilia no estabelecimento de dados fidedignos que apontam a predisposição genética à Diabetes Mellitus tipo 2, o que foi o objetivo desse trabalho.

Partindo dessa temática, Haghazari e Sabzi (2021) estudaram a interferência de PNU nos genes TP53 e IL-6 em 100 indivíduos com DM tipo 2 e 95 do grupo controle. Os testes indicaram que a ocorrência do alelo G no códon 72 do gene TP53 (rs1042522)

estava significativamente ligada ($P < 0,001$) ao desenvolvimento de DM tipo 2.

Outro trabalho com foco em PNU em genes foi feito por Mel'nikova et al., (2020) com 443 pessoas com DM tipo 2 e 532 pessoas do grupo controle sem DM tipo 2 foram testadas por PCR para alterações genéticas em alguns genes. O resultado mostrou que o PNU rs7903146 do gene TCF7L2 gene com o genótipo CC mostrava relação significativa ($P < 0,001$) com o desenvolvimento de Diabetes Mellitus tipo 2.

Também em 2020, Sull, Kim e Jee analisaram como o PNU rs17782313 do gene MC4R poderia estar relacionado à ocorrência de DM tipo 2 e de doença cardiovascular em 4.294 pacientes. A análise genética determinou que a apresentação dos genótipos TC ou CC nesse PNU aumentava em até 29% a chance de o indivíduo desenvolver Diabetes Mellitus tipo 2 ($P < 0,05$ após correção).

Com um intuito diferente, Liu et al., (2020) estudaram não só como a ocorrência de uma PNU pode influenciar no desenvolvimento de DM tipo 2, bem como consideraram a obesidade como um fator de risco adicional. 681 pacientes com DM tipo 2 sem outras comorbidades e um grupo controle saudável equivalente foram testados para alterações genéticas no gene ApoM. Os resultados mostraram que a PNU rs805296 com genótipo de alelo-C (CC ou TC) em pacientes obesos era um fator de alto risco para DM tipo 2 ($P < 0,001$). A PNU rs805297-C e rs9404941-C também se mostraram como fatores de risco para DM tipo 2 ($P < 0,001$). Esse estudo pôde demonstrar que fatores genéticos podem se associar a hábitos de vida para o desenvolvimento da patologia em questão.

Li et al., (2020) identificaram em um grupo de 2.113 pessoas diversos PNU (rs5805 no SLC12A3, rs12654264 no HMGCR, rs2065412 e rs414936 no ABCA1, rs96418 no gene ZPR1) que, quando relacionados a fatores ambientais como ingestão exagerada de carne, baixa frequência de exercícios e circunferência abdominal elevada aumentavam a probabilidade de se desenvolver DM tipo 2. Os pesquisadores puderam observar que o indivíduo que possuía pelo menos duas das variáveis apresentava maior risco de DM tipo 2 que aqueles que apresentavam apenas uma ou nenhuma.

Outro artigo reforçou a tese de que fatores ambientais pode associar-se a alterações genéticas e garantir uma susceptibilidade à DM tipo 2 foi publicado por Azarova et al., (2020) que encontraram uma ligação entre o PNU rs11927381 do gene IGF2BP2 (relacionado à biossíntese de corpos cetônicos) e risco para DM tipo 2. Entretanto, essa relação foi observada apenas em pacientes fumantes. Com isso, os pesquisadores concluíram que o tabagismo provavelmente funciona como um gatilho para a influência desse PNU no quadro diabético.

Também é válido destacar a importância de estudos que demonstrem a ausência de relação entre determinadas alterações genéticas e DM tipo 2. Seguindo esse raciocínio, Elfaki et al., (2020) demonstraram que o PNU rs104886003-A e o PNU rs121913281-T do gene Glu545Lys, um gene atrelado à sinalização da insulina, não estavam significativamente associados ao desenvolvimento de DM tipo 2. Sob a mesma ótica, Chumachenko,

Harbuzova e Ataman (2019) demonstraram que o PNU rs1800247 do gene BGLAP HindIII não está atrelado à ocorrência de DM tipo 2. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Wunsch et al., (2019) onde pacientes com risco de Doença Cardiovascular foram testados para avaliar se o PNU rs12255372 do gene TCF7L2 poderia estar relacionado ao desenvolvimento de DM tipo 2. Os testes demonstraram que não haviam relações significativas ($P=0,77$) entre essas duas variáveis.

Ao contrário dos estudos acima, Kong et al., (2019) demonstraram a ocorrência de DM tipo 2 em crianças (early-onset diabetes) estava significativamente relacionada ($P<0,05$) a disfunções em genes que regulam as funções de células β -pancreáticas. Em adição, Kuo et al., (2019) e Makhzoom, Kaban e Al-Quobaili (2020) identificaram alterações genéticas que produziam disfunções em células β -pancreáticas.

Outro estudo que evidenciou o papel do PNU na DM tipo 2 foi um artigo publicado em 2019 por Rizvi et al., onde a associação entre o PNU rs5569 de um gene associado ao transporte de Norepinefrina (NET) foi positiva para o desenvolvimento de DM tipo 2 ($P<0,05$). Tal descoberta pode basear tratamentos que tenham como princípio a identificação de alterações genéticas.

Dentre os fatores que colaboram com o desenvolvimento de DM tipo 2, a resistência à insulina desempenha um importante fator patogênico (GARCIA et al., 2020). Considerando isso, Albegali et al., (2019) decidiram avaliar se alterações no gene IRS-1 (relacionado com a sensibilidade insulínica das células) poderiam acarretar em um quadro diabético em uma população do Paquistão. Os resultados mostraram que o PNU rs1801278 desse gene está significativamente ($P<0,001$) ligado à ocorrência de DM tipo 2.

Huang et al., (2019) estipularam que o PNU rs2073547 do gene NPC1L1 pode estar relacionado à susceptibilidade à DM tipo 2 na população chinesa, a partir de testes realizados em 490 pacientes com DM2 e 490 controles compatíveis de Guangxi, na China. Os pesquisadores também concluíram que o genótipo AG-rs2073547 aumentava o risco de DM tipo 2 em pacientes com pressão arterial e níveis de triglicerídeos elevados. Com isso, observa-se mais uma vez que a associação entre fatores genéticos e condições pré-existentes relacionam-se entre si para o desenvolvimento de DM tipo 2.

Buscando analisar a relação da DM tipo 2 e a genética sob outro aspecto, Khajeniazi et al., (2019), estudaram como o PNU 793C>G do gene sPLA2 (relacionado com processos inflamatórios) poderia estar associado à DM tipo 2. Os resultados indicaram que esse PNU estava significativamente atrelado a uma maior expressão gênica de sPLA2, o que garantia um aumento do número de inflamações no organismo em pessoas com DM tipo 2. Os resultados servem de base para futuros estudos que visem determinar como inflamação exagerada no tecido adiposo (gerando lipólise e aumento da resistência à insulina nos tecidos corporais) pode agir como fator de risco para o desenvolvimento de DM tipo 2.

Já Good et al., (2019) analisaram como alterações no gene CERS6 (síntese de ceramidas) poderiam estar relacionadas ao quadro diabético. O estudo encontrou

evidências que os PNU rs3845724, rs4668106 e rs529002 estavam significativamente associados ao desenvolvimento de DM tipo 2. Isso pode corroborar terapias gênicas que visem regular o nível de lipídios no organismo, diminuindo assim a resistência à insulina, importante fator patogênico para Diabetes Mellitus tipo 2. De maneira complementar, um estudo divulgado em agosto do mesmo ano relatou as maneiras a partir das quais o acúmulo de ceramidas intramusculares poderia corroborar com a resistência insulínica (SOKOLOWSKA; BLACHNIO-ZABIELSKA, 2019.).

De forma semelhante ao estudo acima, Banerjee e colaboradores publicaram um trabalho em 2019 acerca da relação entre DM tipo 2 e alterações em genes relacionados à síntese de compostos antioxidantes. Os resultados determinaram que a presença de vários PNU que dificultavam a expressão gênica em genes como GSTM1del, GST1 del e CAT-21A/T (atrelados à síntese de antioxidantes), estavam significativamente associados à ocorrência de DM tipo 2. Tais resultados são importantes, pois podem conduzir a futuros estudos a respeito do papel de antioxidantes no tratamento de DM tipo 2.

Todos os estudos aqui discutidos abordaram exaustivamente como pequenas alterações genéticas na forma de polimorfismos de nucleotídeo único (PNU) podem influenciar em aspectos patogênicos da DM tipo 2, como resistência à insulina, inflamação tecidual, dislipidemia, alimentação inadequada, obesidade, entre outros. A análise desses trabalhos pôde contribuir para a extrair os principais pontos por eles divulgados, permitindo assim a síntese de todos os dados pesquisados.

4 | CONCLUSÃO

O presente estudo constatou grande interesse por parte da comunidade científica em desenvolver estudos focados na predisposição genética do Diabetes Mellitus Tipo 2 e em correlacionar as alterações genéticas com fatores socioambientais. Esse fato é corroborado pelos 20 artigos utilizados para o desenvolvimento dessa revisão de literatura integrativa.

Foi possível concluir que a DM tipo 2 é uma disfunção com diversos fatores etiológicos, cujo aspecto genético na forma de polimorfismos de nucleotídeo único (PNU) associa-se significativamente a fatores socioambientais, como obesidade, inflamação tecidual e sedentarismo, corroborando assim a ocorrência de Diabetes Mellitus tipo 2.

No entanto, tendo em vista o caráter multifatorial da DM tipo 2, torna-se necessário ampliar ainda mais o compêndio das informações que existem a respeito de sua etiologia, objetivando firmar o aspecto genético como um importante fator patogênico para a ocorrência de Diabetes Mellitus tipo 2.

REFERÊNCIAS

ADEYEMO, A. A.; et al. **ZRANB3 is an African-specific type 2 diabetes locus associated with beta-cell mass and insulin response**. *Comunicações da natureza*, v. 10, n. 1, pág. 1-12, 2019. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41467-019-10967-7>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

ALBEGALI, A. A.; et al.; **Genetic association of insulin receptor substrate-1 (IRS-1, rs1801278) gene with insulin resistant of type 2 diabetes mellitus in a Pakistani population**. *Molecular biology reports*, v. 46, n. 6, p. 6065-6070, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11033-019-05041-w>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

AZAROVA, I. E.; et al.; **rs11927381 Polymorphism and Type 2 Diabetes Mellitus: Contribution of Smoking to the Realization of Susceptibility to the Disease**. *Bulletin of experimental biology and medicine*, v. 168, n. 3, p. 313-316, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10517-020-04698-9>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

BANERJEE, M et al. **Interaction of antioxidant genes variants and susceptibility to type 2 diabetes mellitus**. *British Journal of Biomedical Science*, v. 76:4, p. 166-171, 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09674845.2019.1595869?journalCode=tbbs20>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BUBLITZ, Susan et al. **Estresse em estudantes de enfermagem: uma revisão integrativa**. *Revista de Enfermagem da UFSM*, v. 2, n. 3, p. 530-538, 2012. Acesso em 22 abril 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/217976923485>.. Acesso em: 03 abr. 2021.

CROSSETTI, M.G.O. **Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido**. *Rev. Gaúcha Enferm.* vol.33 no.2 Porto Alegre June 2012. Acesso em 22 abril 2021. Disponível em : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1983-1447&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 mar. 2021.

CHUMACHENKO, Y. D.; HARBUZOVA, V. Yu; ATAMAN, A. V.; **Association Study between BGLAP Gene HindIII Polymorphism and Type 2 Diabetes Mellitus Development in Ukrainian Population**. *Journal of diabetes research*, v. 2019, 2019. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/jdr/2019/9302636/>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

ELFAKI, I.; et al.; **Phosphatidylinositol 3-kinase glu545lys and his1047tyr mutations are not associated with t2d**. *Current Diabetes Reviews*, v. 16, n. 8, p. 881-888, 2020. Disponível em: <<https://www.eurekaselect.com/175693/article>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

GARCIA, U. et al. **Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus**. *International Journal of Molecular Sciences*, Suíça. v. 21, 6275, Agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7503727/>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

GRARUP, N. et al. **Genetic susceptibility to type 2 diabetes and obesity: from genome-wide association studies to rare variants and beyond**. *Diabetologia*, v. 57, p. 1528-1531, Maio de 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-014-3270-4>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

GOOD, D.A.; et al. **Noncoding variations in the gene encoding ceramide synthase 6 are associated with type 2 diabetes in a large Indigenous Australian pedigree**. *Twin Research and Human Genetics*, v. 22, n. 2, p. 79-87, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/thg.2019.13>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

HAGHNAZARI, L.; SABZI, R.; **Relationship between TP53 and interleukin-6 gene variants and the risk of types 1 and 2 diabetes mellitus development in the Kermanshah province.** Journal of Medicine and Life, v. 14, n. 1, p. 37, 2021. Disponível em: <<https://medandlife.org/wp-content/uploads/7.-jml-2019-0150.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

HUANG, Y.-C.; et al.; **Cholesteryl ester transfer protein genetic variants associated with risk for type 2 diabetes and diabetic kidney disease in Taiwanese population.** Genes, v. 10, n. 10, p. 782, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4425/10/10/782>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

HUANG, Z.; et al.; **The Niemann–Pick C1-like 1 rs2073547 polymorphism is associated with type 2 diabetes mellitus in a Chinese population.** Journal of International Medical Research, v. 47, n. 9, p. 4260-4271, 2019. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060519862099>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

KHAJENIAZI, S.; et al. **Polymorphism of Secretary PLA2G2A Gene Associated with Its Serum Level in Type2 Diabetes Mellitus Patients in Northern Iran.** Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders), v. 19, n. 8, p. 1192-1197, 2019. Disponível em: <<https://www.eurekaselect.com/172307/article>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

KOCHETOVA, O.V.; et al. **The association between eating behavior and polymorphisms in GRIN2B, GRIK3, GRIA1 and GRIN1 genes in people with type 2 diabetes mellitus.** Molecular biology reports, v. 47, n. 3, p. 2035-2046, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11033-020-05304-x>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

KONG, X.; et al. **Early-onset type 2 diabetes is associated with genetic variants of β -cell function in the Chinese Han population.** Pesquisa e revisões sobre diabetes / metabolismo , v. 36, n. 2, pág. e3214, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/dmrr.3214>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

KUO, T.; et al.; **Identification of C2CD4A as a human diabetes susceptibility gene with a role in β cell insulin secretion.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 116, n. 40, p. 20033-20042, 2019. Disponível em: <<https://www.pnas.org/content/116/40/20033>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

LANZONI, G. M. M. MEIRELLES, B. H. S. **Liderança do enfermeiro: uma revisão integrativa da literatura.** Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 19, n. 3, p. 651-658, 2011. Acesso em 22 abril 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692011000300026>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LI, Z.; et al. **Model of genetic and environmental factors associated with type 2 diabetes mellitus in a Chinese Han population.** BMC public health, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2020. Disponível em: <<https://bmcpublikehealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020-09130-5>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

LIMA, P, ORLANDELLI, R, PAMPHILE J. Marcadores genéticos como ferramentas para o diagnóstico de Diabetes Mellitus: uma revisão. Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research, v. 18, n.1, p. 85-92, 2017. Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20170304_070535.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2021.

LIU, D. et al. **Interaction Between Apolipoprotein M Gene Single-Nucleotide Polymorphisms and Obesity and its Effect on Type 2 Diabetes Mellitus Susceptibility.** Scientific Reports, v. 10, 7859, 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-020-64467-6>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MAKHZOOM, O.; KABALAN, Y.; FAIZEH, AL-Q.; **Association of KCNJ11 rs5219 gene polymorphism with type 2 diabetes mellitus in a population of Syria: a case-control study.** BMC medical genetics, v. 20, n. 1, p. 1-6, 2019. Disponível em: <<https://bmcmmedgenet.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12881-019-0846-3>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

MEL'NIKOVA, E. S.; et al. **Association of polymorphisms of genes TCF7L2, FABP2, KCNQ1, ADIPOQ with the prognosis of the development of type 2 diabetes mellitus.** Terapevicheskiy arkhiv, v. 92, n. 10, p. 40-47, 2020. Disponível em: <<https://ter-arkhiv.ru/0040-3660/article/view/50975>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

RIZVI, S.; et al.; **Association of endothelial nitric oxide synthase (eNOS) and norepinephrine transporter (NET) genes polymorphism with type 2 diabetes mellitus.** Molecular biology reports, v. 46, n. 5, p. 5433-5441, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11033-019-04998-y>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

RONN, T, LING C. **DNA methylation as a diagnostic and therapeutic target in the battle against Type 2 diabetes.** Epigenomics, v. 7, p. 451-460, Junho de 2015. Disponível em: <<https://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/epi.15.7>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SCOTT, R. et al. **An expanded genome-wide association study of type 2 diabetes in Europeans.** Diabetes, v. 66, p. 2888-2902, Novembro de 2017. Disponível em: <<https://diabetes.diabetesjournals.org/content/66/11/2888>>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SOKOLOWSKA, E, BLACHNIO-ZABIELSKA, A. **The Role of Ceramides in Insulin Resistance.** Frontiers in Endocrinology, v. 10, n. 577. Disponível em: <<https://www.readcube.com/articles/10.3389/fendo.2019.00577>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

SULL, J. W.; KIM, G.; JEE, S.H.; **Association of MC4R (rs17782313) with diabetes and cardiovascular disease in Korean men and women.** BMC Medical Genetics, v. 21, n. 1, p. 1-6, 2020. Disponível em: <<https://bmcmmedgenet.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12881-020-01100-3>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

WUNSCH, C.; et al. **Lack of association between TCF7L2 gene variants and type 2 diabetes mellitus in a Brazilian sample of patients with the risk for cardiovascular disease.** Endocrine regulations, v. 53, n. 1, p. 1-7, 2019. Disponível em: <<https://www.sciendo.com/article/10.2478/enr-2019-0001>>. Acesso em: 02 abr. 2021.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aprendizagem 6, 7, 16, 35, 36, 37, 43, 45, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 101

Atividade lúdica 75

B

Bateson 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

Becky Saunders 67

Biologia 5, 35, 36, 45, 46, 70, 75, 76, 81, 83, 106

Biológicas 5, 23, 55, 106

C

Cancer 6, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 48, 50, 53, 54

Conceitos básicos 75, 76, 77, 78, 79, 80

D

Diabetes Mellitus Tipo 2 7, 55, 56, 57, 63

Diagnóstico 5, 6, 1, 3, 8, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 51, 60, 65, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 96, 99, 103, 105

DNA 6, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 54, 66, 88, 90, 92

E

Ensino 35, 36, 37, 43, 45, 46, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 106

Epilepsia 16, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 102, 103

Epilepsia Mioclonica Progressiva 85, 86

Experimentação 35, 36

G

Gene 2, 5, 6, 7, 6, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 102, 103, 106

Genética Humana 5, 84

Genética Médica 5

Genética Molecular 5, 83, 86, 88, 106

H

Herança 6, 27, 28, 29, 32, 33, 35, 51, 68, 69, 71, 73, 89, 90, 91, 96, 97, 102, 104

Hereditariedade 5, 7, 28, 29, 34, 67, 68, 72, 73, 74, 84

Horticultura 27, 32, 33

J

Jogos didático 75

L

Lafora 7, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93

M

Mendel 6, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 45, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78

MS-HRM 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23

N

Nanomedicina 6, 1, 2, 3, 4, 5, 12

Nanopartículas 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Napp 27, 29

Neoplasias 2, 9, 48

O

Oncologia 1, 2, 3, 4, 12

P

Pacientes 6, 1, 2, 3, 5, 10, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 48, 49, 50, 51, 61, 62, 86, 89, 90, 91, 93, 95, 102, 103, 104

Perfil genético 6, 47, 48, 49

Polimorfismos de Nucleotídeo Único 14, 55, 56, 60, 63

Predisposição genética 7, 55, 56, 57, 60, 63, 96

S

Saúde 5, 1, 2, 3, 9, 12, 14, 17, 22, 55, 56, 57, 80, 84, 94, 97, 105, 106

Síndrome de Angelman 14

Síndrome de Prader-Willi 14

Síndromes 6, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 89, 90, 94, 104

T

Testes Genéticos 6, 47, 49, 52, 104

TP53 p.377H 48

Tratamento 5, 6, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 22, 23, 48, 53, 63, 85, 89, 91, 92, 93, 100, 101, 104, 105

U

Ünger 27, 29


GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GENÉTICA:

Molecular, humana e médica

www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

