

# CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS

Renan Monteiro do Nascimento  
(Organizador)



# CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS

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.



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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Renan Monteiro do Nascimento.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C569 Ciências morfofuncionais / 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 978-65-5706-838-0

DOI 10.22533/at.ed.380212202

1. Corpo humano. 2. Organismos vivos. I. Nascimento, Renan Monteiro do (Organizador). II. Título.

CDD 612

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Morfofuncionais” é uma obra que tem como foco principal a apresentação de trabalhos científicos diversos que compõe seus capítulos relacionados aos mecanismos envolvidos na estrutura e no funcionamento do corpo dos organismos vivos. O volume apresenta um compilado de 7 artigos distribuídos em temáticas que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nas diversas áreas de aplicação da Anatomia e Fisiologia.

O objetivo central desta coletânea é apresentar de forma categorizada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à Biologia Celular, Biologia Molecular, Bioquímica, Genética, Histologia, Embriologia, Imunologia, Anatomia, Fisiologia, Medicina, Medicina Veterinária, Saúde e áreas correlatas.

O avanço tecnológico e científico tem contribuído com inúmeras pesquisas que analisam a morfologia dos organismos e buscam entender o funcionamento e a interação das moléculas, células, tecidos, órgãos e dos sistemas do corpo. O estudo das Ciências Morfofuncionais pode auxiliar na prevenção e no combate a patologias/doenças que podem afetar a saúde humana e dos demais seres vivos, além de contribuir com o diagnóstico e tratamento de diversas doenças, como o câncer e a diabetes.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de Graduados, Mestres, Doutores e todos aqueles que de alguma forma se interessam pelas Ciências Biológicas e pelas Ciências da Saúde em seus aspectos anatômicos e fisiológicos. Possuir um material que demonstre a aplicação da Morfofisiologia em várias áreas do conhecimento, de forma temporal e com dados substanciais de regiões específicas do país tem sido relevante, bem como, abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Este livro “Ciências Morfofuncionais” apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados 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 ótima leitura.

**Renan Monteiro do Nascimento**

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ASPECTOS MORFOLÓGICOS DOS SISTEMAS CORPORAIS**

Micheline Machado Teixeira  
Thais Caroline Fin  
Lucca Rassele  
Hellany Karolliny Pinho Ribeiro  
Fernanda Michel Fuga  
Eidimara Ferreira  
Maykon de Oliveira Felipe  
Luciana da Silva Michel  
Milene Fernandes Briskiewicz

**DOI 10.22533/at.ed.3802122021**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA E MORFOMÉTRICA DAS JUNÇÕES NEUROMUSCULARES EM RATOS SUBMETIDOS A UM MODELO DE PARALISIA CEREBRAL**

Daniele Cristina Brandoli  
Mylena de Campos Oliveira  
Ariadne Barbosa  
Mikael Gerson Kuhn  
Marcia Miranda Torrejais

**DOI 10.22533/at.ed.3802122022**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **MORFOMETRIA DAS CÉLULAS HIPOCAMPAIS EM RATOS DIABÉTICOS APÓS TRATAMENTO COM EXTRATO DA CASCA DE *POUTERIA RAMIFLORA***

Larissa Fernandes Garcia  
Victor Antonio Ferreira Freire  
Gustavo Siconello dos Santos  
Foued Salmen Espindola  
Luciana Karen Calábria

**DOI 10.22533/at.ed.3802122023**

### **CAPÍTULO 4..... 30**

#### **MATRIZ EXTRACELULAR PANCREÁTICA DESCELULARIZADA PARA CRIAÇÃO DE UM BANCO E FUTURA UTILIZAÇÃO EM ENGENHARIA TECIDUAL**

Marluce da Cunha Mantovani  
Tatiane Vieira Fonseca  
Nilsa Regina Damaceno-Rodrigues  
Elia Tamaso Espin Garcia Caldini  
Mari Cleide Sogayar

**DOI 10.22533/at.ed.3802122024**

### **CAPÍTULO 5..... 44**

#### **NEURÔNIOS MIOENTÉRICOS NADH-DIAFORASE POSITIVOS DO JEJUNO DE RATOS**

**VELHOS SUPLEMENTADOS COM *AGARICUS BLAZEI* MURRILL**

Wesley Ladeira Caputo  
Ana Paula de Santi Rampazzo  
Rosane Marina Peralta  
Adelar Bracht  
Maria Raquel Marçal Natali  
João Paulo Ferreira Schoffen

**DOI 10.22533/at.ed.3802122025**

**CAPÍTULO 6..... 54**

**INFLUENCE OF PEQUI OIL IN REORGANIZATION OF GERBIL PROSTATIC COMPARTMENTS AFTER SURGICAL CASTRATION**

Sergio Marcelino de Oliveira  
Thayna Alves Tabori

**DOI 10.22533/at.ed.3802122026**

**CAPÍTULO 7..... 64**

**MONITORIA: ESTRATÉGIA PARA SUPERAR DESAFIOS DA DISCIPLINA DE HISTOLOGIA E EMBRIOLOGIA EM UMA UNIVERSIDADE INTERNACIONAL**

Letícia Pereira Felipe  
Davide Carlos Joaquim  
Nicásio Urinque Mendes  
Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona  
Rebeca Magalhães Pedrosa Rocha  
Ana Caroline Rocha de Melo Leite  
Juliana Jales de Hollanda Celestino

**DOI 10.22533/at.ed.3802122027**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 73**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 74**

# CAPÍTULO 3

## MORFOMETRIA DAS CÉLULAS HIPOCAMPAIS EM RATOS DIABÉTICOS APÓS TRATAMENTO COM EXTRATO DA CASCA DE *POUTERIA RAMIFLORA*

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 07/12/2020

### **Larissa Fernandes Garcia**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Campus Pontal Ituiutaba – MG  
0000-0002-7925-2184

### **Victor Antonio Ferreira Freire**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Campus Pontal Ituiutaba - MG  
0000-0001-9685-4534

### **Gustavo Siconello dos Santos**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Campus Pontal Ituiutaba - MG  
0000-0002-9479-0220

### **Foued Salmen Espindola**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biotecnologia, Campus Umuarama Uberlândia - MG  
0000-0002-6937-1411

### **Luciana Karen Calábria**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Campus Pontal; e Instituto de Biotecnologia, Campus Umuarama, Uberlândia - MG  
0000-0002-0500-0232

**RESUMO:** Diabetes *mellitus* é uma doença metabólica crônica caracterizada pela hiperglicemia persistente que pode afetar o sistema nervoso central. Extratos de plantas têm sido utilizados para diminuir os níveis de glicose sanguínea e tratar as complicações causadas pelo diabetes. Nesse estudo, os efeitos do extrato hidroalcoólico da casca do caule de *Pouteria ramiflora* foram investigados por meio da morfometria das células hipocampais do cérebro de ratos. Ratos machos Wistar foram divididos em grupos não diabéticos (n=6), diabéticos (n=6) e tratados por 20 dias (n=12) com acarbose 25 mg/kg ou extrato de *Pouteria ramiflora* 500 mg/kg. Os cérebros foram dissecados, as secções coradas com Hematoxilina-Eosina e as células hipocampais quantificadas pelo software ImageJ. A análise morfométrica revelou que o tratamento com o extrato da planta atenuou significativamente a morte celular no hipocampo dos animais diabéticos, afetando a quantidade total de células, em comparação com os outros grupos. Sugere-se que o extrato da casca do caule de *Pouteria ramiflora* possui efeito neuroprotetor no hipocampo. Estudos futuros são necessários para a melhor compreensão do mecanismo de ação do extrato da *Pouteria ramiflora* nos neurônios e no tratamento do diabetes *mellitus*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diabetes mellitus, Neuroproteção, Fitoterapia, Hipocampo.

## MORPHOMETRY OF THE HIPPOCAMPAL CELLS IN DIABETIC RATS AFTER TREATMENT OF STEM BARK EXTRACT OF *POUTERIA RAMIFLORA*

**ABSTRACT:** Diabetes *mellitus* is a chronic metabolic disease characterized by persistent hyperglycemia that can affect the central nervous system. Plant extracts have been used to reduce blood glucose levels and to treat diabetes comorbidities. In this study, the hydroalcoholic extract effects from peel bole of *Pouteria ramiflora* were investigated by means of hippocampal cells morphometry from brain of rats. Male Wistar rats were divided into two groups: non-diabetic (N=6) and diabetic (N=6) and were treated for 20 days (N=12) with acarbose 25 mg/kg or *Pouteria ramiflora* extract 500 mg/kg. The brains were dissected, the sections were stained with Hematoxylin-Eosin and the hippocampal cells were quantified by the software ImageJ. The morphometric analysis revealed that the treatment with plant extract significantly mitigated the hippocampal cell death in diabetic rats, affecting the total amount of cells, when compared with the other group. This study suggests that the extract from peel bole of *Pouteria ramiflora* has neuroprotective effect in hippocampus. Future studies are required to better understand the molecular mechanism of *Pouteria ramiflora* extract in neurons and in the diabetes *mellitus* treatment.

**KEYWORDS:** Diabetes mellitus, Neuroprotective, Phytoterapy, Hippocampus.

### 1 | INTRODUÇÃO

O encéfalo é um órgão de alta demanda energética que utiliza a glicose como fonte de energia. No entanto, o excesso desse monossacarídeo na alimentação pode acarretar no desenvolvimento do diabetes *mellitus* (DM) e trazer complicações para o sistema nervoso central, incluindo alterações na neurotransmissão, mudanças estruturais, distúrbios na aprendizagem e memória, e anormalidades eletrofisiológicas (MOORADIAN, 1988; MCCALL, 1992; BIESSLS et al., 1994; DI MARIO et al., 1995; HELKALA et al., 1995).

Estimativas apontam um aumento significativo na prevalência de DM até 2030, atingindo aproximadamente 417 milhões jovens e adultos na fase produtiva e 195 milhões de idosos (IDF, 2019). O DM é classificado em dois subtipos, o tipo 1 e o 2, no entanto cerca de 90-95% dos casos são diabéticos do tipo 2, o qual apresenta uma etiologia multifatorial e o estabelecimento de resistência insulínica (SOCIEDADE BRASILEIRA DO DIABETES, 2019).

A hiperglicemia a longo prazo, quando não controlada, pode provocar disfunção mitocondrial resultando no aumento de espécies reativas de oxigênio (EROs) e danos em diversas biomoléculas e órgãos do corpo, incluindo o cérebro (HURRE; HSU, 2017; SOCIEDADE BRASILEIRA DO DIABETES, 2019). Além disso, inviabiliza o bom funcionamento dos receptores de insulina, resultando na resistência insulínica (HANÇER et al., 2014). Estudos evidenciam alterações na composição e dano neuronal relacionados ao DM (JACKSON-GUILFORD; LEANDER; NISENBAUM, 2000; PIOTROWSKI; WIERZBICKA; SMIALEK, 2001; ZHEN-GUO et al., 2002). Além disso, o desequilíbrio do metabolismo energético descrito no DM induz a alterações no cérebro, como mudanças na

pressão osmótica plasmática, na função da Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase, aumento do estresse oxidativo celular, ativação de vias apoptóticas, inflamação e perturbação no balanço de cálcio, dentre outras (GONZÁLEZ-REYES et al., 2016).

A insulina tem um papel estratégico no sistema nervoso central onde atua controlando os níveis de sacarídeo e auxilia na modulação cognitiva, no processo de formação da memória, no aprendizado e na plasticidade sináptica (ZHAO et al., 1999; PARK et al., 2001), em conjunto com o funcionamento adequado dos seus receptores (BAGLIETTO-VARGAS, 2016).

Entre as terapias utilizadas no tratamento do DM estão a de fármacos, como a acarbose, o miglitol e voglibose que possuem ação inibitória sobre enzimas alfa-amilase e as alfa-glicosidase que catalisam o amido e o glicogênio (SOUZA, 2011; ROSA; DIAS, 2014; SALES et al., 2012). A acarbose é um oligossacarídeo complexo pertencente à classe dos antidiabéticos orais que atua retardando a digestão de carboidratos (oligossacarídeos e dissacarídeos) em monossacarídeos (BALFOUR; MCTAVISH, 1993; CLISSOLD; EDWARDS, 1988). No entanto, efeitos colaterais em pacientes dose-dependentes têm sido reportados, tais como desconforto abdominal, anorexia, flatulência, diarreia, dentre outras implicações gastro-intestinais (CHENG; FANTUS, 2005; MARCONDES, 2003), assim como a utilização do miglitol e do voglibose (SHOBANA; SREERAMA; MALLESHI, 2009).

A demanda por fármacos seguros, hipoglicêmicos e antidiabéticos leva à busca por inibidores de origem vegetal, os quais têm mostrado efeitos inibitórios na atividade das enzimas alfa-amilase e alfa-glicosidase e, portanto, podem ser potenciais terapêuticos eficazes no controle da hiperglicemia, apresentando poucos efeitos colaterais (DE SOUZA et al., 2012).

Algumas plantas têm revelado a capacidade de diminuir a atividade da alfa-amilase, como é o caso da *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk da família Sapotaceae, cujo potencial de inibição foi verificado em 75% em testes *in vitro* (GOUVEIA et al., 2013). Além de seu efeito inibitório, da Costa e colaboradores (2013) revelaram um efeito neuroprotetor do extrato das folhas de *Pouteria ramiflora*, prevenindo alterações neuronais no hipocampo do cérebro de ratos diabéticos induzidos.

Na prática popular, tanto as folhas quanto a casca do caule e da raiz da *Pouteria ramiflora* são utilizadas no tratamento do DM. A literatura carece de estudos que elucidem os mecanismos de ação ou os efeitos da utilização dos extratos de *Pouteria ramiflora* na morfofisiologia humana. Neste sentido, o presente estudo buscou avaliar a morfometria de células do hipocampo do cérebro de ratos diabéticos tratados com o extrato da casca do caule de *Pouteria ramiflora*.



## 2 | MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Coleta e preparo do material vegetal

O material vegetal (casca do caule de *Pouteria ramiflora*) foi coletado na Reserva Caça & Pesca Itororó, no município de Uberlândia-MG que logo foi submetida a identificação por autorização do IBAMA 02001.003400/2009-39. Exsicatas foram depositadas no Herbário do Instituto de Biologia da UFU sob o nº HUFU 45.535. O material vegetal foi separado, dessecado em estufa de ventilação forçada a 30-40°C e pulverizado em moinho de facas. O extrato hidroetanólico 1:1 foi preparado por maceração exaustiva por 24 horas, seguida de centrifugação e liofilização (MOURA et al., 2008).

### 2.2 Animais e indução do diabetes mellitus

Ratos Wistar machos com aproximadamente oito semanas (peso: 180–240 g) foram alojados em condições padrão (22±1 °C, umidade 60 ± 5%, 12h luz/12h ciclo escuro) com comida e água ad libitum. Os experimentos animais foram realizados no Centro de Bioterismo e Experimentação da Universidade Federal de Uberlândia, de acordo com a autorização do CBEA/UFU e aprovação pelo Comitê de Ética em uso de animais CEUA/UFU (registro 051/08).

Os ratos foram submetidos a jejum de 24 horas, anestesiados com solução de xilazina (10 mg/Kg) e cetamina (75 mg/Kg) aplicada via intraperitoneal, e o diabetes foi induzido por uma única administração de 40 mg/Kg de estreptozotocina diluída em tampão citrato 0,01 M (pH 4,5) via veia peniana (2 mL/Kg) (CALÁBRIA et al., 2011; DA COSTA et al., 2013). Os ratos não diabéticos receberam injeção do mesmo volume de tampão citrato, nas mesmas condições dos diabéticos induzidos. Dez dias após a indução, a glicemia em jejum foi mensurada usando fitas reativas Biocheck (Bioeasy), e os ratos com glicemia maior ou igual a 200 mg/dL foram considerados diabéticos (DA COSTA et al., 2013).

### 2.3 Grupos e tratamento

Os ratos foram randomicamente divididos em seis grupos (n=6 ratos/grupo), sendo eles, não diabético tratado com acarbose (25 mg/Kg) (NDA), não diabético tratado com extrato de casca de caule de *Pouteria ramiflora* (500 mg/Kg) (NDP), diabético tratado com acarbose (25 mg/Kg) (DA) e diabético tratado extrato de casca de caule de *Pouteria ramiflora* (500 mg/Kg) (DP). Os grupos tratados receberam acarbose ou extrato de planta diluídos em água, enquanto os não tratados receberam apenas água, ambos diariamente por 20 dias, via gavagem, sendo considerados como controle negativo.

### 2.4 Procedimento experimental

Ao final do experimento, os animais foram mantidos em jejum por 12 horas, e anestesiados com solução de xilazina (10mg/Kg) e cetamina (75 mg/Kg) aplicada via intraperitoneal. O animal foi sacrificado por decapitação e o cérebro foi dissecado e

imediatamente lavado em salina (NaCl 0.9%), sendo fixado em formaldeído 10% por 24 horas e, posteriormente, submetido aos procedimentos de desidratação em uma bateria gradiente de álcool etílico, diafanizado em xilol e emblocado em parafina líquida, à 56°C na estufa. Cortes de 5  $\mu$ m foram montados em lâminas pré-tratadas com gelatina (0,2%).

## 2.5 Análise morfológica

Os cortes foram desparafinizados em estufa a 60° por 20 minutos, seguidos por banhos de xilol, bateria gradiente de álcool etílico (100%, 70%, 50%) e água destilada, por 5 minutos. Após a hidratação, as secções foram coradas com Hematoxilina e Eosina (H.E.), na qual os cortes foram imersos em solução de Hematoxilina de Harris comercial por 10 minutos e lavados em água corrente por 15 minutos. Em seguida, foram imersos em solução de Eosina amarelada por 10 minutos e posteriormente imersos em água destilada por 5 minutos.

Uma vez corados, os cortes foram desidratados, seguindo a bateria gradiente de álcool etílico e xilol por 5 minutos. As lâminas foram montadas com Entellan e lamínula para visualização dos cortes em microscópio de luz (Bio Focus). As imagens das regiões do corno de Amon (CA) e do giro denteado que compõem o hipocampo foram capturadas e armazenadas em arquivo do tipo “jpeg” por meio de um tablet associado ao software VMS 3.6, versão 1.0.

Para cada corte, entre 40 e 50 fotomicrografias foram obtidas de forma randômica utilizando a objetiva de 40x. A partir das imagens digitalizadas foi realizada a morfometria das células granulares do giro denteado e das piramidais das sub-regiões CA1, CA2 e CA3 do CA com o uso do software ImageJ, considerando-se o número total de células íntegras no hipocampo, sendo contadas manualmente de forma randômica.

## 2.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software BioEstat, aplicando estatística descritiva e inferencial com o teste de Qui-quadrado para comparar os grupos de ratos diabéticos e não diabéticos antes e após o tratamento, com nível de significância de 1% ( $p < 0,001$ ).

# 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O elevado índice glicêmico é característico em indivíduos portadores de DM, podendo induzir ao estresse oxidativo, à alterações em enzimas metabólicas, à glicosilação protéica e à graves alterações estruturais em diversos tecidos (NAIK et al., 2014). O sistema nervoso central é vulnerável aos efeitos desencadeados pelo estresse oxidativo, visto a geração excessiva de EROs a partir da oxidação de níveis elevados de glicose (CALÁBRIA et al., 2013; IBRAHIM; ABD EL-MAKSOUND, 2015). O estresse oxidativo pode desencadear a apoptose celular, o que altera a transmissão sináptica e a morfologia encefálica (ARTOLA, 2008; TOMLINSON; GARDINER, 2008).

A coloração de H.E. é comumente utilizada em estudos experimentais de morfometria celular (DA COSTA et al., 2013; MOREIRA et al., 2011; WOLLMANN et al., 2011). Neste estudo, cortes frontais de cérebro de rato Wistar machos foram analisados por morfometria, quantificando células nervosas da região do corno de Amon (CA1, CA2, CA3) e do giro denteado do hipocampo.

Tratamento	Células hipocampais frequência absoluta (n)
<b>Grupo diabético</b>	
Água	2.226
Acarbose	2.217*
<i>Pouteria ramiflora</i>	3.066*#
<b>Grupo não-diabético</b>	
Água	2.853
Acarbose	2.381*
<i>Pouteria ramiflora</i>	3.480*#

Nota: **Acarbose** (animais tratados com acarbose a 25 mg/kg); **Pouteria ramiflora** (animais tratados com extrato de casca de *Pouteria ramiflora* a 500 mg/kg). Os números de células hipocampais das regiões supracitadas referem-se à quantidade total de células de todo o hipocampo. (\*)  $p < 0,001$ , comparando água com os tratamentos acarbose e *Pouteria ramiflora*. (#)  $p < 0,001$ , comparando os tratamentos acarbose e *Pouteria ramiflora*.

Tabela 1 – Frequência de células hipocampais das regiões do corno de Amon (CA1, CA2, CA3) e do giro denteado de ratos diabéticos induzidos e não-diabéticos tratados com acarbose (25 mg/kg) ou com extrato da casca do caule de *Pouteria ramiflora* (500 mg/Kg)

Fonte: Autoria própria.

No hipocampo encontram-se dois tipos celulares principais, as células granulares do giro denteado e as piramidais das sub-regiões CA1, CA2 e CA3 (TAVARES, 2006; DA SILVA, 2007). Para a análise morfométrica dos cortes de cérebro de ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina e não diabéticos foram considerados o número absoluto de células granulares e piramidais das sub-regiões CA1, CA2, CA3 e giro denteado do hipocampo.

A análise estatística revelou que o tratamento com extrato de casca de *Pouteria ramiflora* (500 mg/kg) nos animais diabéticos induzidos (3.066 células) pode ter resultado na redução de morte das células hipocampais, quando comparado com o mesmo grupo tratado com acarbose (2.217 células) ( $p < 0,001$ ) (Tabela 1). Esse perfil também foi observado em animais não diabéticos (Tabela 1).

A partir da redução dos níveis glicêmicos e consequente controle da hiperglicemia persistente, muitas das disfunções metabólicas sistêmicas, como o estresse oxidativo,

podem ser atenuadas, incluindo as complicações neurológicas e comportamentais causadas pela morte neuronal e/ou deformação estrutural do tecido nervoso, alterações na transmissão sináptica, déficit cognitivo e de memória, depressão, hipolocomoção, entre outros (PATEL; UDAYABANU, 2017).

O perfil fitoquímico completo do extrato da casca de *Pouteria ramiflora* foi revelado por Oliveira e colaboradores (2014). As diversas atividades biológicas possíveis para *Pouteria ramiflora* podem estar relacionadas às diferentes classes de metabólitos secundários presentes, como compostos fenólicos, taninos, antraquinonas livres, cumarinas, esteroides, triterpenos, saponinas, glicosídeos cardiotônicos e alcaloides (CORREIA et al., 2016). Além disso, flavonoides foram identificados no extrato da folha desta planta (COSTA et al., 2014), bem como miricetina glicosilados e ácido gálico (SHOBANA; SREERAMA; MALLESHI, 2009).

Considerando que o tratamento com o extrato da folha de *Pouteria ramiflora* estimula alguns mecanismos da capacidade antioxidante (DA COSTA et al., 2013), sugere-se que o tratamento com o extrato da casca também reduza o estresse oxidativo ou dos níveis glicêmicos com resposta direta no cérebro dos ratos diabéticos, podendo resultar em efeito neuroprotetor nas células hipocâmpais.

## 4 | CONCLUSÃO

É possível sugerir, com os dados obtidos, que o extrato hidroalcoólico da casca do caule de *Pouteria ramiflora* possui efeito neuroprotetor nas células do hipocampo, uma vez que, em comparação com o tratamento com acarbose, houve indicação na redução de perda neuronal de células das subregiões do hipocampo CA1, CA2 e CA3 e do giro denteado. Estudos futuros são necessários para a melhor compreensão do mecanismo de ação do extrato da *Pouteria ramiflora* na biologia molecular das células hipocâmpais e no tratamento do diabetes *mellitus*.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq pelo financiamento de LFG e FSE, e de LKC, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

ARTOLA, A. **Diabetes, stress and ageing-related changes in synaptic plasticity in hippocampus and neocortex - The same metaplastic process?** European Journal of Pharmacology, v. 585, n. 1, p.153–162, 2008.

BAGLIETTO-VARGAS, D. *et al.* **Diabetes and Alzheimer's disease crosstalk.** Neuroscience and Biobehavioral Reviews, v. 64, p. 272-287, 2016.

- BALFOUR, J. A.; MCTAVISH, D. **Acarbose: An update of its pharmacology and therapeutic use in diabetes mellitus**. *Drugs*, v. 46, n. 6, p. 1025–1054, 1993.
- BIESSELS, G. J. *et al.* **Cerebral function in diabetes mellitus**. *Diabetologia*, v. 37, p. 643–650, 1994.
- CALÁBRIA, L. K. *et al.* **Myosins are differentially expressed under oxidative stress in chronic streptozotocin-induced diabetic rat brains**. *ISRN Neuroscience*, v. 2013, p. 1-10, 2013.
- CALÁBRIA, L. K. *et al.* **Overexpression of myosin-IIb in the brain of a rat model of streptozotocin-induced diabetes**. *Journal of the Neurological Sciences*, v. 303, p. 43–49, 2011.
- CHENG, A. Y. Y.; FANTUS, I. G. **Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes mellitus**. *Canadian Medical Association Journal*, v. 172, n. 2, p. 213–226, 2005.
- CLISSOLD, S. P.; EDWARDS, C. **Acarbose: A preliminary review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties, and therapeutic potential**. *Drugs*, v. 35, n. 3, p. 214–243, 1988.
- CORREIA, A. F. *et al.* **Activity of crude extracts from Brazilian cerrado plants against clinically relevant *Candida* species**. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. v.16, 1, n. 203, p. 1-9, 2016.
- COSTA, D. L. M. G da. **Estudo químico e avaliação da atividade mutagênica dos extratos hidroalcoólicos das folhas de *Pouteria torta* e *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae)**. 2014. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, São Paulo, 2014.
- DA COSTA, A. V. *et al.* **Neuroprotective effects of *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk (Sapotaceae) extract on the brains of rats with streptozotocin-induced diabetes**. *Metabolic Brain Disease*, v. 28, n. 3, p. 411–419, 2013.
- DA SILVA, A. V. **O hipocampo normal e patológico**. 2007. Instituto de Ensino e Pesquisa Hospital Israelita Albert Einstein. São Paulo. Disponível em: [http://epilepsia.org.br/lasse/mat\\_didatico/lasse1/textos/alexandre01.html](http://epilepsia.org.br/lasse/mat_didatico/lasse1/textos/alexandre01.html).
- DE SOUZA, P. M. *et al.* **Inhibitory Activity of  $\alpha$ -Amylase and  $\alpha$ -Glucosidase by Plant Extracts from the Brazilian Cerrado**. *Planta Med*, v. 78, p. 393–399, 2012.
- DI MARIO, U. *et al.* **Electrophysiological alterations of the central nervous system in diabetes mellitus**. *Diabetes Metabolism Reviews*, v. 11, n. 3, p. 259–277, 1995.
- GONZÁLEZ-REYES, R. E. *et al.* **Alterations in Glucose Metabolism on Cognition: A Possible Link Between Diabetes and Dementia**. *Current Pharmaceutical Design*, v. 22, p. 812-818, 2016.
- GOUVEIA, N. M. *et al.* ***Pouteria ramiflora* extract inhibits salivary amylolytic activity and decreases glycemic level in mice**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 3, p.1141–1148, 2013.
- HANÇER, N. J. *et al.* **Insulin and Metabolic Stress Stimulate Multisite Serine/Threonine Phosphorylation of Insulin Receptor Substrate 1 and Inhibit Tyrosine Phosphorylation**. *Journal of Biological Chemistry*, v. 289, n. 18, p.12467-12484, 2014.

HELKALA, E. L. *et al.* **Short-term and long-term memory in elderly patients with NIDDM.** *Diabetes Care*, v. 18, n. 5, p. 681–685, 1995.

HURRLE, S.; HSU, W. H. **The etiology of oxidative stress in insulin resistance.** *Biomedical Journal*, v. 40, n. 5, p. 257-262, 2017.

IBRAHIM, D. S.; ABD EL-MAKSoud, M. A. E. **Effect of strawberry (*Fragaria x ananassa*) leaf extract on diabetic nephropathy in rats.** *International Journal of Experimental Pathology*, v. 96, n. 2, p. 87–93, 2015.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (BE). **IDF Diabetes Atlas.** 2019. 9<sup>th</sup> ed. Brussels (BE). Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org>. Acesso em: 30 nov. 2020.

JACKSON-GUILFORD, J.; LEANDER, J. D.; NISENBAUM, L. K. **The effect of streptozotocin-induced diabetes on cell proliferation in the rat dentate gyrus.** *Neuroscience Letters*, v. 293, p. 91-94, 2000.

MARCONDES, J. A. M. **Diabete melito: fisiopatologia e tratamento.** *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, v. 5, n. 1, p.18-26, 2003.

MCCALL, A. L. **The impact of Diabetes on the CNS.** *Diabetes*, v. 41, n. 5, p. 557–570, 1992.

MOORADIAN, A. D. **Diabetic complications of the Central Nervous System.** *Endocrine Reviews*, v. 9, n. 3, p. 346–356, 1988.

MOREIRA, R. D. *et al.* **Dimensão fractal na quantificação do grau de rejeição celular miocárdica pós-transplante cardíaco.** *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, v. 26, n. 2, p.155–163, 2011.

MOURA, V. L. **Fracionamento e caracterização parcial de constituintes químicos do extrato bruto de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk (Sapotaceae) biomonitorados pela inibição *in vitro* da atividade da alfa-Amilase Salivar Humana (HSA).** 2008. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2008.

NAIK, S. R. *et al.* **Protective activity profile of herbomineral medicine in early diabetic nephropathy rats: Restoration of kidney antioxidants, hemodynamics and suppression of proinflammatory mediators.** *Biomedicine Aging Pathology*, v. 4, n. 1, p. 33–41, 2014.

OLIVEIRA, A. K. M. *et al.* **Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface.** *Horticultura Brasileira*, v. 32, n. 1, p. 41–47, 2014.

PARK, C. R. **Cognitive effects of insulin in the central nervous system.** *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 25, n. 4, p. 311–323, 2001.

PATEL, S. S.; UDAYABANU, M. **Effect of natural products on diabetes associated neurological disorders.** *Reviews in the Neurosciences*, v. 28, n. 3, p. 271–293, 2017.

PIOTROWSKI, P.; WIERZBICKA, K.; SMIALEK, M. **Neuronal death in the rat hippocampus in experimental diabetes and cerebral ischaemia treated with antioxidants.** *Folia Neuropathologica*, v. 39, n. 3, p. 147-54, 2001.

ROSA, M. M.; DIAS, T. **Commonly used endocrine drugs**. Handbook of Clinical Neurology, v. 120, p. 809–824, 2014.

SALES, P. M. *et al.*  **$\alpha$ -Amylase inhibitors: a review of raw material and isolated compounds from plant source**. Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, v. 15, n. 1, p. 141–183, 2012.

SHOBANA, S.; SREERAMA, Y. N.; MALLESHI, N. G. **Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*Eleusine coracana* L.) seed coat phenolics: Mode of inhibition of  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic amylase**. Food Chemistry, v. 115, n. 4, p. 1268–1273, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2019-2020**. São Paulo: Ciannad, 2019.

SOUZA, P. M. **Atividade de inibição enzimática por espécies vegetais do bioma cerrado**. 2011. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2011.

TAVARES, A. L. A. **Padrões de descarga neuronal na região de CA1 lobo temporal e de ratos com epilepsia induzida pela pilocarpina: um estudo comparativo**. 2006. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2006.

TOMLINSON, D. R.; GARDINER, N. J. **Glucose neurotoxicity**. Nature Reviews Neuroscience, v. 9, n. 1, p. 36–45, 2008.

WOLLMANN, L. C. F. N. *et al.* Efeito da criopreservação e/ou da descelularização na matriz extracelular de condutos valvados porcinos. **Revista Brasileira Cirurgia Cardiovascular**, v. 26, n. 3, p. 490–496, 2011.

ZHAO, W. *et al.* **Brain Insulin Receptors and Spatial Memory: correlated changes in gene expression, tyrosine phosphorylation, and signaling molecules in the hippocampus of water maze trained rats**. Journal of Biological Chemistry, v. 274, n. 49, p. 34893–34902, 1999.

ZHEN-GUO, L. *et al.* **Hippocampal neuronal apoptosis in type 1 diabetes**. Brain Research, v. 946, n. 2, p. 221–231, 2002.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agaricus Blazei Murrill 44, 45  
Anatomia 9, 72, 73  
Anti-Inflamatório 55  
Anti-Proliferativo 55  
Aprendizagem 11, 21, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72  
Arcabouço Pancreático 31

### B

Banco de Matriz Pancreática Descelularizada 31, 40, 41

### C

Castração Cirúrgica 54, 55  
Células 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 22, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 41, 46, 47, 48, 50, 55  
Ciências Morfofuncionais 2  
Cogumelo do Sol 45, 46  
Compartimentos Prostáticos 54, 55  
Corpo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 21, 44, 47, 49, 50, 67, 68, 71

### D

Descelularização Pancreática 31, 32, 42  
Diabetes mellitus 20, 21, 23, 26, 27, 32, 42  
Diabéticos 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26  
Disciplina 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73

### E

Educação em Enfermagem 65  
Embriologia 64, 66, 67, 68, 70, 71, 73  
Engenharia Tecidual 30, 31, 32, 34  
Ensino 9, 27, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73  
Envelhecimento 44, 45, 48, 49, 50  
Estratégia 64, 68, 70

### F

Fisiologia 1, 7, 9, 73



Fitoterapia 20, 52

## **G**

Gerbilo 54, 55

## **H**

Hipocampo 20, 22, 24, 25, 26, 27

Histologia 18, 36, 37, 38, 60, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73

## **J**

Jejuno 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 53

Junções Neuromusculares 10, 11, 13, 16, 17, 19

## **L**

Lipopolissacarídeo 10, 11

## **M**

Matriz Extracelular 3, 15, 29, 30, 31, 32, 34, 35

Morfologia 1, 10, 11, 13, 16, 24, 50, 51

Morfológica 10, 24

Morfometria 10, 11, 13, 17, 20, 22, 24, 25

Morfométrica 10, 20, 25, 49, 53

## **N**

Neurônios 4, 5, 13, 16, 20, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53

Neuroproteção 20

## **O**

Óleo de Pequi 54, 55, 61

Órgãos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 21, 32, 33, 34, 41, 42, 67, 70

## **P**

Pâncreas Bioartificial 30, 31, 32, 34

Paralisia Cerebral 10, 11, 12, 17, 18, 19

Plexo Mioentérico 44, 45, 46, 49

Pouteria ramiflora 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28

Próstata 54, 55

## **R**

Ratos 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 32, 33, 44, 45, 46, 47, 48, 49,

50, 51, 53

Remodelação Tecidual 55

Restrição Sensório-Motora 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17

## **S**

Sistemas 1, 4, 67, 69, 73

Sistemas Corporais 1

## **T**

Tecidos 1, 4, 6, 7, 24, 30, 32, 34, 35, 42, 67, 70, 72

Tratamento 6, 8, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 47, 49

# CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 