

ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA

Estélio Henrique Martin Dantas
João Rafael Valentim Silva
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2021

ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA

Estélio Henrique Martin Dantas
João Rafael Valentim Silva
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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. Fernando 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 Federacl 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 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 Gonçalves 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 Miraniide 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 Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
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 Fenomenologia & 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
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
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

Atividade física, saúde e qualidade de vida

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Estélio Henrique Martin Dantas
João Rafael Valentim Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A872 Atividade física, saúde e qualidade de vida / Organizadores
Estélio Henrique Martin Dantas, João Rafael Valentim
Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-122-7

DOI 10.22533/at.ed.227210706

1. Atividade Física. 2. Saúde. I. Dantas, Estélio
Henrique Martin (Organizador). II. Silva, João Rafael Valentim
(Organizador). III. Título.

CDD 613.7

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.

PREFÁCIO

Caro leitor,

A expressão **exercício físico** tem significado amplo, embora estejamos inclinados a limitar o seu significado à ação de exercer ou de exercitar o corpo. O termo tem sido empregado como linguagem figurada em situações particulares de comunicação, sugerindo ideias que vão além de seu sentido mais usual, não raramente para definir qualquer movimento corporal que resulte em gasto de energia, maior do que os níveis observados no repouso.

O Professor Doutor Estélio Dantas, que nos dá a honra de tê-lo como Professor Orientador e Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências – PPGENFBIO da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, tem buscado reafirmar o sentido literal da expressão **exercício físico**, para denotar a prática de atividades físicas planejada, estruturada e repetitiva que tem por objetivo a melhoria e a manutenção de um ou mais componentes da aptidão física, melhorando a saúde do indivíduo, resgatando o sentido literal da palavra na perspectiva da ciência, através de pesquisas desenvolvidas desde a década de 1990, juntamente com outros pesquisadores e orientandos de cursos de Graduação, Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado, como pesquisador líder do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana – LABIMH.

Este livro reafirma o compromisso da equipe de pesquisadores e alunos do LABIMH com a produção de conhecimentos científicos acerca desta expressão, agora, objeto de pesquisa de interesse de outros profissionais da área da saúde, com formação distinta da Educação Física. A sinergia da multidisciplinaridade no campo das pesquisas desenvolvidas no LABIMH, tem ampliado o estranhamento com o objeto/fenômeno **exercício físico**, e possibilitado também a ampliação do escopo de transversalidades deste com outros objetos/fenômenos de interesse que vão além da anatomia, fisiologia, imunologia e bioquímicas.

Temas como a drogadição, doenças crônicas, performance e desenvolvimento humano, qualidade de vida, inclusão social e envelhecimento foram investigados como objetos de pesquisa, transversais ao objeto/fenômeno **exercício físico**, em algumas Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado sob a orientação acadêmica do professor Estélio Dantas, cujos resultados são apresentados e muito bem exploradas nos onze capítulos que compõem este livro.

O leitor encontrará neste livro não apenas uma excelente fonte de informação e atualização científica acerca dos temas abordados, mas quiçá, um despertar ou uma inspiração, para que, através da pesquisa científica, quer seja em nível de especialização, Mestrado, Doutorado ou Pós-Doutorado, assim como tem feito o LABIMH, reafirmar o sentido literal da expressão **exercício físico**.

Roberto Carlos Lyra da Silva é Enfermeiro, Professor Associado IV Dedicção Exclusiva da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e lotado no Departamento de Enfermagem Fundamental da Escola de Enfermagem Alfredo Pinto (EEAP). É o atual Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências (PPGENFBIO), Pesquisador Líder do Laboratório de Avaliação Econômica e de Tecnologias em Saúde (LAETS) e Membro Colaborador da Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias em Saúde (REBRATS). Tem MBA em Economia e em Avaliação de Tecnologias em Saúde, Mestrado e Doutorado em Enfermagem.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

NEUROCIÊNCIA DO EXERCÍCIO E SAÚDE MENTAL

Camila Vorkapic Ferreira
Eugênio Fonseca da Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.2272107061

CAPÍTULO 2..... 10

CONDICIONAMENTO FÍSICO, AUTONOMIA FUNCIONAL E QUALIDADE DE VIDA EM IDOSOS

Carlos Soares Pernambuco
Fabiana Rodrigues Scartoni
Fábio Batista Miranda
Helena Figueira
Antonio Carlos Leal Cortez

DOI 10.22533/at.ed.2272107062

CAPÍTULO 3..... 18

EXERCÍCIO FÍSICO E DOENÇAS AUTOIMUNES

Cristiane Kelly Aquino dos Santos
Fabrizio Di Masi
Isabel Cristina Ribeiro Regazzi
Júlio César Camargo Alves
Luiz Claudio Pereira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.2272107063

CAPÍTULO 4..... 25

INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA E ESPORTE PARALÍMPICO

Divaldo Martins de Souza
Carlos Eduardo Lima Monteiro
Cássio Murilo Almeida Lima Junior
Elizabeth Carvalho Lugão
Frederico Barros Costa
Karollyni Bastos Andrade Dantas
Paula Esteves Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.2272107064

CAPÍTULO 5..... 38

EXERCÍCIOS FÍSICOS PARA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, SAÚDE E RISCO DE QUEDA EM IDOSOS

Delson Lustosa de Figueiredo
Lúcio Flávio Gomes Ribeiro da Costa
César Augusto de Souza Santos
Carlos Antônio Feu Galiasso

Claudio Joaquim Borba-Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.2272107065

CAPÍTULO 6.....51

CONDICIONAMENTO FÍSICO, SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA

Estélio Henrique Martin Dantas

Claudio José Pinto de Souza

Lucas Felipe dos Santos Ramos

Silvânia Matheus de Oliveira Leal

DOI 10.22533/at.ed.2272107066

CAPÍTULO 7.....62

SAÚDE, PERFORMANCE E DESENVOLVIMENTO HUMANO

Mauricio Rocha Calomeni

Tomires Campos Lopes

Artur Luís Bessa de Oliveira

Estélio Henrique Martin Dantas

DOI 10.22533/at.ed.2272107067

CAPÍTULO 8.....70

EXERCÍCIO E DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS

Andrea Carmen Guimarães

Conceição Aparecida Machado de Souza Campos

Cynthia Barbosa Albuquerque

Evelini Veras de Jesus

Paula Paraguassú Brandão

Iara dos Santos da Cruz

Guilherme Rosa de Abreu

Jani Cleria Pereira Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.2272107068

CAPÍTULO 9.....83

EXERCÍCIO, EPIGENÉTICA, INFLAMAÇÃO E IMUNOLOGIA

Brisa D`Louar Costa Maia

Carlos José Nogueira

Paula Soares da Silva

Estêvão Scudese Dessimoni

Gilmar Senna

João Rafael Valentim-Silva

DOI 10.22533/at.ed.2272107069

CAPÍTULO 10.....94

DEPENDÊNCIA QUÍMICA E EXERCÍCIO FÍSICO

Cintia Caroline Veloso da Costa

Carmen Lúcia Borges Bastos

Daiane Menezes da Silva
Eric Marcos Nunes Cavalcante
Franklin Dias da Costa
Joyce de Oliveira Martins
Leila Castro Gonçalves
Lúcio Marques Vieira Souza
Rita de Cássia Calderaro Coelho
Vinicius dos Passos Azevedo
Vitor Pantoja Braga Melo
Yasmin Deborah Barbosa
Biratan dos Santos Palmeira
Maria de Nazaré Dias Bello

DOI 10.22533/at.ed.22721070610

CAPÍTULO 11 103

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A ORIENTAÇÃO DA VOCAÇÃO, DETECÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE TALENTOS ESPORTIVOS

Michael Douglas Celestino Bispo
Adson Cavalcanti Santos
Eduarda Alves de Souza
Emanuel Cerqueira Bastos
Antônio Marcos Pinto Vilhena
Marcelen Bravin Mendonça
Eliton Marcio Zanoni
Gabriel Gastélum Cuadras
Rudy José Nodari-Junior
Mauro Cesar Gurgel de Alencar Carvalho
Antonio Carlos Gomes
Marcos Antonio Almeida-Santos
Estélio Henrique Martin Dantas

DOI 10.22533/at.ed.22721070611

SOBRE OS ORGANIZADORES 115

Data de aceite: 01/03/2021

Camila Vorkapic Ferreira

Departamento de Medicina, Laboratório de Biociências da Motricidade Humana - LABIMH, Universidade Tiradentes, Farolândia, Aracaju, SE, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0809-396>

Eugênio Fonseca da Silva Júnior

Laboratório de Biociências da Motricidade Humana - LABIMH, Universidade Tiradentes, Farolândia, Aracaju, SE, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4734759261644741>

cardiovascular. O movimento é de tal modo essencial para o cérebro, que este não só precisa, mas requer atividade física regular para funcionar de modo adequado. Estudos vêm demonstrando que o exercício aeróbico aumenta a proliferação de novos neurônios, a síntese de fatores neurotróficos, gliogênese, sinaptogênese, regula sistemas de neurotransmissão e neuromodulação, além de reduzir a inflamação sistêmica. Todos esses efeitos têm impacto significativo no sentido de melhorar a saúde mental, reduzir o declínio de massa cinzenta associado à idade e melhorar as funções cognitivas. Deste modo, o objetivo deste artigo é apresentar uma atualização sobre a temática exercício físico e saúde mental.

APRESENTAÇÃO DA LINHA DE PESQUISA

O tema deste capítulo faz parte da Linha de Pesquisa sobre Neurociência, Estresse e Exercício. O objetivo desta linha de pesquisa é estudar os efeitos do exercício e das práticas contemplativas em diversos parâmetros da saúde cerebral: cognitiva e emocional.

EXERCISE NEUROSCIENCE AND MENTAL HEALTH

RESUMO: A hipótese evolutiva da corrida de resistência afirma que o movimento teve um papel crucial no aparecimento de características anatômicas tipicamente humanas, assim como no modelamento da estrutura e forma de cérebro humano. A íntima ligação entre exercício e evolução humana é evidenciada pelo fato de a inatividade nos tornar doentes. Efetivamente, o corpo humano, incluindo o cérebro, evoluiu para suportar períodos prolongados de estresse

1 | INTRODUÇÃO

Em 2004 Bramble e Lieberman sugeriram, através da hipótese da corrida de resistência, que humanos haviam evoluído de ancestrais parecidos com macacos, especificamente devido à sua capacidade de correr longas distâncias. Segundo os autores¹, a forte seleção para a corrida foi crucial na modelagem do corpo do homem moderno, sendo exatamente a habilidade em correr, um fator crucial para o aparecimento de características anatômicas específicas^(2,3). Os autores concluem que a corrida nos tornou humanos, pelo menos no sentido anatômico, e o nosso aparecimento está intimamente ligado à evolução da corrida. Deste modo, o que está implícito na hipótese da corrida de resistência é que o corpo humano evoluiu para suportar longos períodos de estresse cardiovascular, adaptando-se a um estilo de vida extremamente ativo, que por sua vez pode ter direcionado o crescimento

do cérebro há dois milhões de anos. Como consequência, o movimento teve um papel crucial na modelagem da estrutura e forma do cérebro humano⁴. A possibilidade da ligação íntima entre exercício e evolução humana é sugerida pelo fato de a inatividade nos tornar doentes, física e mentalmente⁵. Na verdade, no que diz respeito ao sistema nervoso, estudos vêm demonstrando que o movimento é tão essencial para humanos que o cérebro, não só precisa, mas requer atividade física regular para funcionar de modo adequado⁶.

De fato, décadas de estudo vêm demonstrando o efeito significativamente positivo do exercício no cérebro, evidenciando a relação ancestral entre estresse cardiovascular (exercício) e saúde mental⁷. Uma revisão⁸ sugeriu também que o exercício aeróbico regular reduz sintomas associados a diferentes transtornos mentais e doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson. Os autores concluíram que o exercício aeróbico pode ser usado como intervenção adjunta no tratamento de transtornos mentais. Outros estudos demonstraram que altos níveis de atividade física estão associados a níveis mais elevados de qualidade de vida entre indivíduos saudáveis e acometidos por diferentes transtornos mentais⁹. Sugere-se que os efeitos do exercício aeróbico no bem estar mental sejam consequência da regulação para baixo do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA)¹⁰. Paradoxalmente, o exercício é um fator estressor, mas apresenta efeito neuroprotetor. Estudos mostram que indivíduos submetidos a um programa de exercícios apresentam níveis mais baixos de cortisol durante repouso ou submetidos a um fator estressor, quando comparados a sedentários¹⁰. Estima-se que a regulação para baixo do eixo HPA pelo exercício aeróbico aconteça à partir de mecanismos de feedback negativo, através de um aumento na densidade e eficiência de mineralocorticóides e inibição de cortisol¹⁰.

O exercício aeróbico também tem sido relacionado à melhoras cognitivas em jovens e idosos^{11,12} concluíram que uma melhor aptidão física está associada a melhores funções executivas e processos visuoespaciais. Estudos recentes propuseram que o exercício aeróbico protege o cérebro contra a demência ou retarda o declínio cognitivo relacionado à idade¹².

Os estudos que sugerem que o exercício tem impacto nas funções cerebrais têm focado primariamente nos efeitos biológicos diretos, utilizando modelos animais e humanos. Mas, o exercício também pode melhorar a cognição através da melhora geral em condições de saúde e da redução dos sintomas das doenças crônicas que têm impacto em funções neurocognitivas. A maioria das evidências acerca dos efeitos do exercício no cérebro, no entanto, vem de estudos em animais¹¹⁻¹⁶ sugerem que os mecanismos neurobiológicos básicos associados ao exercício podem ocorrer em dois níveis: no nível extracelular, o exercício induz a angiogênese à partir de vasos pré-existentes. No nível intracelular, o exercício tem sido associado à neurogênese hipocampal¹¹. O significado funcional desse efeito ainda é incerto, mas alguns estudos propõem que neurônios recém-formados podem ser totalmente integrados à rede neural, tornando-se funcionais¹⁴. O exercício parece ainda induzir o crescimento de novas sinapses (sinaptogênese)¹⁴. Além disso, estudos em animais mostraram alterações induzidas pelo exercício em fatores moleculares de crescimento como o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e fator de crescimento semelhante à insulina tipo (IGF-1), proteínas com papel crucial na neuroplasticidade, neuroproteção e neurogênese¹⁰. Há ainda vasta evidência que os sistemas de neuromodulação e neurotransmissão sejam modulados pelo exercício^{17,18}.

Por último, um conceito emergente sugere que a saúde cerebral e as funções cognitivas são moduladas pela interrelação entre fatores centrais e periféricos¹⁹. Processos inflamatórios sistêmicos, presentes em doenças metabólicas como hipertensão arterial ou resistência à insulina, aumentam a inflamação no sistema nervoso central e estão associados ao declínio cognitivo¹⁹.

Em suma, décadas de estudos vêm demonstrando que os efeitos do exercício no cérebro são únicos no sentido de melhorar a saúde mental, funções cognitivas e reduzir fatores periféricos de risco que parecem influenciar diretamente a saúde do cérebro. Dados os recentes avanços na presente temática, o objetivo deste capítulo é fornecer uma atualização da literatura no que concerne a neurofisiologia e a neurociência do exercício. Deste modo, neste capítulo enfatizaremos os vários efeitos do exercício no cérebro de humanos e animais, como as alterações nas funções cerebrais, neuroquímica, sistemas de transmissão e gênese de novas células nervosas, assim como na relação entre estas mudanças e saúde mental. Sendo assim, este capítulo se divide em duas partes: (1) Alterações neurofisiológicas e neuroquímicas após o exercício aeróbico em estudos humanos e animais e (2) a relação entre estas alterações e melhoras na saúde mental.

2 I ALTERAÇÕES NEUROFISIOLÓGICAS E NEUROQUÍMICAS APÓS O EXERCÍCIO AERÓBICO

2.1 Mudanças bioquímicas e alterações no eixo HPA axis

A ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA), envolvido na regulação de hormônios do estresse, como o cortisol, parece ter papel fundamental no efeito do exercício no cérebro. Quando estimulado, o hipotálamo libera o hormônio liberador de corticotrofina (CRH), que por sua vez estimula a glândula pituitária a sintetizar o hormônio adrenocorticotrófico. Este último interage com a glândula adrenal promovendo a síntese do cortisol (corticosterona em animais)^{20,21}. Paradoxalmente, apesar do exercício agudo ser um agente estressor, o exercício crônico tem efeito neuroprotetor. Estudos mostram que indivíduos submetidos a um programa de exercícios apresentam menores níveis de cortisol em repouso ou em resposta a um agente estressor, quando comparados a sedentários¹⁰. Algumas hipóteses sugerem que alterações na atividade do eixo HPA, como maior densidade e eficiência de receptores mineralocorticóides, menores níveis de cortisol e inibição da síntese de cortisol, podem representar mecanismos eficientes de feedback negativo²⁰.

Além disso, estudos em animais e humanos mostraram que alterações hormonais podem influenciar comportamentos e funções alimentares através da interação com fatores anorexigênicos, como glicose e leptina, e fatores orexigênicos, como neuropeptídeo Y e grelina. Estes fatores podem regular o circuito alimentar no núcleo ventrolateral do hipotálamo, ativando o sistema em situações de estresse. Conseqüentemente, uma combinação de ingestão de aminoácidos e ativação do eixo HPA pode fazer com que o corpo guarde energia para situações estressantes²⁰.

Outros estudos observaram que o exercício crônico tem efeitos antioxidantes, que podem ser explicados pela sinalização mediada por espécies reativas de oxigênio

(ROS). A produção mitocondrial de ROS, resultante de alta demanda metabólica, induz a sinalização mediada pelo fator de transcrição nuclear kappa B (NF-κB). Este induz a expressão de genes que codificam enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase e a glutatona peroxidase, que combatem o acúmulo de radicais livres²². Além disso, o aumento na concentração de ROS modula a atividade de vias intracelulares envolvidas no comportamento de fibras musculares. Estudos animais observaram que maiores níveis de ROS ativam a proteína CREB (*cAMP response element-binding*) e o receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama (PGC-1α) no núcleo, induzindo a biogênese mitocondrial. Deste modo, o exercício aeróbico crônico promove um aumento da atividade biogênica mitocondrial (expressão dos fatores de respiração nuclear, NRF-1 e NRF-2, e em consequência, ativação do fator de transcrição mitocondrial A -TFAM) mediada por antioxidantes²².

2.2 Alterações na neurotransmissão e neuromodulação

Evidências mostram que o exercício agudo promove alterações cerebrais em consequência do aumento no metabolismo, oxigenação e fluxo sanguíneo no cérebro. No entanto, a maioria das evidências disponíveis provém de pesquisas em animais¹¹. Estes estudos mostram que o exercício agudo modula a maioria dos neurotransmissores no sistema nervoso central associados à inibição e sedação (GABA), estado de alerta (norepinefrina), sistema de recompensa (dopamina) e humor (serotonina)^{23,24}. A ativação das monoaminas pela atividade física reduz a incidência e aumenta as chances de recuperação de transtornos mentais como depressão, ansiedade e estresse²⁴. Nesse contexto, é interessante o fato de que agonistas de serotonina, incluindo alguns antidepressivos como a fluoxetina, podem aumentar a gênese celular²⁵⁻²⁷, enquanto a administração de antagonistas de receptores de serotonina reduzem a proliferação celular no giro denteado, uma região do hipocampo associada à potenciação de longo prazo²⁷. De fato, os efeitos antidepressivos do exercício em humanos^{24,28,29} têm se mostrado tão potentes quanto o de medicações agonistas de serotonina, aumentando a possibilidade de a neurogênese ser o mecanismo comum terapêutico por trás das melhoras nos sintomas. Análises de varredura mostraram que tanto o exercício agudo quanto o crônico afetam a expressão de genes hipocâmpais associados à plasticidade sináptica de uma forma geral³⁰. Mais especificamente, genes relacionados ao sistema glutamatérgico são regulados para cima e aqueles associados ao sistema GABAérgico, para baixo²⁹. Na verdade, a função glutamatérgica no giro denteado pode regular a neurogênese²⁹. As alterações na função glutamatérgica induzidas pelo exercício podem desse modo influenciar a produção e função de novos neurônios no cérebro adulto. No entanto, é improvável que esse aumento de ativação resulte em excitotoxicidade associada ao glutamato, já que o exercício também eleva os níveis de proteínas neuroprotetoras como o BDNF²⁵.

Outros fatores neuroquímicos liberados durante o exercício agudo incluem o aumento na síntese de opioides e endocanabinoides, responsáveis pela sensação de euforia, bem-estar, sedação e redução à sensibilidade da dor³¹⁻³⁷. Além disso, agonistas externos exógenos, como a morfina e a heroína, suprimem a neurogênese *in vivo*^{31,32}, enquanto, endorfinas e encefalinas estimulam a gênese celular *in vitro*³³⁻³⁵. Os complexos efeitos dos opioides na produção de novos neurônios, no entanto, ainda permanecem incertos.

Outros estudos em animais mostraram ainda que o sistema endocanabinoide pode ter um papel relevante na sensação de sedação e bem estar após o exercício, conhecida como “onda de corredor”³⁷. As endorfinas não atravessam a barreira hematoencefálica, mas a molécula lipossolúvel da anandamida, um endocanabinoide, pode entrar no cérebro e desencadear as conhecidas sensações. Os autores fornecem uma visão completa de como esse importante sistema de recompensa está envolvido na melhora do estado psicológico e na sensibilidade à dor, em consequência do exercício.

2.3 Fatores Neurotróficos

Fatores neurotróficos, proteínas essenciais para sobrevivência, proliferação e maturação neuronal, também são ativados e sintetizados durante o exercício agudo. Estudos em animais mostram aumento nos níveis de expressão de diversas neurotrofinas como o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), fator de crescimento vascular endotelial (VEGF), neurotrofina-3 (NT3), fator de crescimento de fibroblasto (FGF-2), fator neurotrófico derivado da glia (GDNF), fator de crescimento epidérmico (EGF) e fator de crescimento nervoso (NGF), após exercício^{38,39}.

Nas últimas décadas, vem crescendo o interesse na relação entre fatores angiogênicos e neurogênese. No giro denteado, no hipocampo, os novos neurônios se aglomeram próximos aos vasos sanguíneos e se proliferam em resposta aos fatores vasculares, como VEGF e IGF-1^{38,39}. Isto levou à hipótese de que células neurais progenitoras estão associadas a um nicho vascular e que a neurogênese e a angiogênese estão intimamente relacionadas⁴⁰.

Em particular, estudos mostraram que a expressão do gene hipocampal de VEGF em animais adultos resulta em aproximadamente o dobro do número de neurônios no giro denteado e melhoras na cognição⁴¹⁻⁴⁴. Além disso, a infusão periférica de IGF-1 também aumenta a neurogênese no cérebro de animais adultos, além de reverter a redução neuronal relacionada ao envelhecimento⁴⁵. Deste modo, muitos autores concluem que as alterações vasculares no cérebro em consequência do exercício podem ser mediadas por fatores como o IGF e VEGF⁴⁴⁻⁴⁹.

Os efeitos de longo prazo do exercício parecem resultar de diferentes respostas e adaptações, comparados com os efeitos do exercício agudo. Uma série de alterações neuroquímicas, como o aumento na expressão de fatores neurotróficos e a indução de processos anti-inflamatórios que promovem angiogênese, neurogênese e sinaptogênese, advém do aumento no fluxo sanguíneo cerebral em decorrência do exercício crônico³⁸. Apesar da maioria dos estudos serem realizados em animais, alguns destes resultados já foram extrapolados com sucesso para humanos, já que os mecanismos adjacentes apresentam respostas muito similares em animais e humanos.

2.4 Neurogênese, angiogênese e sinaptogênese

Dentre todos os efeitos da atividade física no cérebro, é a neurogênese o fenômeno neuroquímico mais associado ao impacto do exercício no SNC. O aumento da neurogênese hipocampal é um fenômeno robusto e claramente evidenciado^{38-40; 50-56}. Estudos mostraram, no entanto, que parece não haver produção de novos neurônios ou células gliais em

consequência do exercício, em outras regiões do cérebro, como por exemplo no bulbo olfatório ou zona subventricular⁵⁷. Isso não se deve à falta de plasticidade na neurogênese olfatória. Na verdade, foi observado que o nascimento de novos neurônios olfatórios pode ser induzido por exposição a um ambiente rico em odores⁵⁷. Em outras regiões, as evidências de neurogênese induzida pelo exercício ainda são controversas⁵⁸⁻⁶⁰. O exercício é capaz também de aumentar a proliferação de células da glia em camadas corticais superficiais, córtex motor⁵⁹ e córtex pré-frontal de animais⁶⁰. Ainda não se sabe até então o significado funcional desse aumento na gliogênese.

O exercício não só aumenta o número de novos neurônios, mas também influencia a morfologia de neurônios recém-nascidos, sugerindo que os efeitos do exercício nos novos neurônios é quantitativo e qualitativo. Utilizando uma estratégia de marcação retroviral, mostrou-se que neurônios recém-nascidos em consequência do exercício desenvolveram-se por meses no cérebro adulto⁶¹. Além disso, foram observadas também alterações sinápticas nas mesmas regiões onde ocorreu neurogênese, sugerindo que as novas células têm papel funcional na integração do circuito neural. A neurogênese em consequência do exercício parece estar acompanhada ainda de um aumento no tamanho de espinhas dendríticas em áreas do hipocampo de corredores⁶² e na proliferação de células da glia (gliogênese) em camadas corticais superficiais, córtex motor e córtex pré-frontal de animais⁶².

A correlação entre exercício, neurogênese e memória também tem sido observada durante o envelhecimento normal. O exercício tem mostrado efeitos neuroprotetores contra o declínio cognitivo associado à idade e atrofia cerebral^{63,64} em cérebros adultos. Em estudos roedores e primatas não humanos, observou-se que a neurogênese cai a níveis baixos em consequência do envelhecimento e tem sido associada a déficits cognitivos⁶⁵. A análise morfológica dos neurônios recém-nascidos em animais jovens e idosos mostrou não haver diferença entre os grupos no que diz respeito à morfologia dendrítica⁶⁶.

2.5 Inflamação e fatores periféricos de risco

Por último, mecanismos sistêmicos apontam uma redução de fatores de risco periféricos em consequência do exercício. Um conceito emergente fundamental é que a saúde do cérebro e as funções cognitivas são moduladas pela interrelação de diversos fatores centrais e periféricos. Especificamente, a função cerebral depende da presença de fatores de risco periféricos para declínio cognitivo, incluindo hipertensão, hiperglicemia, resistência à insulina e dislipidemia - um amontoado de fatores que foram conceituados como “síndrome metabólica”⁶⁷. Alguns dos vários aspectos dessa síndrome, os mais cruciais para a função cognitiva, são a hipertensão e a intolerância à glicose. Uma característica comum de muitas dessas condições é a inflamação sistêmica, que contribui para a maioria das condições na síndrome metabólica. Além disso, a inflamação sistêmica aumenta a inflamação no SNC e está associada ao declínio cognitivo¹⁹. Surpreendentemente, o exercício reduz todos os fatores de risco periféricos, melhorando a capacidade cardiovascular, equilíbrio lipídeo-colesterol, metabolismo energético, utilização de glicose, sensibilidade à insulina e inflamação¹⁹. Os efeitos centrais e periféricos do exercício, que resultam em melhoras da saúde cerebral e funções cognitivas, podem ser mediados por mecanismos comuns que convergem na modulação da sinalização de fatores de crescimento. Particularmente, o exercício pode induzir a sinalização de fatores de crescimento através do aumento direto

destes fatores e da redução de citocinas pró-inflamatórias, que prejudicariam a sinalização de fatores neurotróficos³⁸. Os efeitos do exercício na sinalização central e periférica de IGF-1 são um exemplo. Estudos mostram que a presença de citocinas pro-inflamatórias prejudica a transdução do sinal de IGF-1 e é um mecanismo de resistência à insulina^{19,38}. O IGF-1 periférico é essencial para o metabolismo de glicose, manutenção do tecido, função cerebrovascular e, observou-se ainda que um baixo nível de IGF-1 traz riscos de prejuízo cognitivo¹⁹. O exercício aumenta o IGF-1 periférico, levando a melhoras na sua sinalização e na sensibilidade à insulina e, conseqüentemente, na saúde cerebral e funções cognitivas¹⁹. Além disso, citocinas pró-inflamatórias prejudicam a transdução do sinal de IGF-1 em neurônios¹⁹. O exercício pode contra-atacar com os efeitos negativos desta inflamação através da recuperação do sinal de IGF-1, já que reduz a circulação de citocinas pró-inflamatórias. Outros estudos mostraram ainda que a redução na inflamação pelo exercício melhora a sinalização de BDNF. Citocinas pró-inflamatórias prejudicam a sinalização de BDNF nos neurônios, levando à uma condição conhecida como resistência à neurotrofina, que é conceitualmente similar à resistência à insulina⁶⁷. Dados recentes indicam ainda que o exercício melhora a condição imune do cérebro, reduzindo, por exemplo a IL-1b (uma citocina pró-inflamatória) em modelos animais de Alzheimer e, desta forma, reduzindo a resposta inflamatória ao derrame ou infecção periférica¹⁹.

Desse modo, o efeito do exercício no cérebro é único, no sentido de melhorar a saúde cerebral e as funções cognitivas através da redução de fatores de risco periféricos (indiretos) para declínio cognitivo e diretamente através das inúmeras alterações neuroquímicas mencionadas anteriormente. No entanto, apesar de evidências consistentes apoiarem a ideia de o exercício facilitar a memória e a aprendizagem em humanos e animais, há uma lacuna na literatura sobre quais tipos de aprendizagem podem melhorar com o exercício. Por exemplo, estudos em humanos sobre os efeitos do exercício na cognição têm observado alterações em tarefas associadas à área frontal ou funções executivas e estudos em animais avaliaram primariamente aprendizagem e plasticidade relacionada ao hipocampo. Pesquisas futuras devem refinar os estudos que investigam os efeitos do exercício na cognição, de modo a melhorar a relevância tradução dos resultados em humanos.

3 | CONCLUSÃO

A área da Neurociência do Exercício é relativamente nova, mas décadas de estudos experimentais e longitudinais em humanos e animais vêm demonstrando que os efeitos do exercício no cérebro são significativamente positivos, representando uma poderosa estratégia terapêutica em saúde mental. Seja através de efeitos diretos no sistema nervoso central como a proliferação de novos neurônios, o aumento de fatores neurotróficos, gliogênese, sinaptogênese e regulação de sistemas de neurotransmissão e neuromodulação ou à partir de efeitos indiretos como a redução da inflamação sistêmica, o impacto do exercício no cérebro é único no sentido de melhorar a saúde mental, reduzir o declínio de massa cinzenta associado à idade e melhorar as funções cognitivas. Além disso, o exercício tem se mostrado uma ferramenta altamente eficaz no tratamento de transtornos mentais como depressão, ansiedade e doenças neurodegenerativas. Dados os recentes

avanços na presente temática e o potencial terapêutico e econômico do exercício na população em geral, espera-se que pesquisas futuras correlacionando pesquisas básicas à variáveis psicológicas e estudos de imagem possam elucidar melhor os mecanismos pelos quais o exercício melhora a saúde cerebral.





REFERÊNCIAS

1. Bramble DM, Lieberman DE. Endurance running and the evolution of *Homo*. *Nature* 2004;432:345-352.
2. Lieberman DE. Understanding Apes. *The Story of the Human Body: Evolution, Health and Disease*. New York: Pantheon Press, 2013, p. 1-460.
3. Lieberman DE. Much depends on dinner. *The Story of the Human Body: Evolution, Health and Disease*. New York: Pantheon Press, 2013, p.1-460.
4. Lieberman DE. Four legs good, two legs fortuitous: Brains, brawn and the evolution of human bipedalism. In *In the Light of Evolution*. Ed. Jonathan B. Losos 55-71. Greenwood Village, CO: Roberts and Company, 2010.
5. Booth F, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*. 2012;2(2):1143–1211.
6. Biddle SJ, Fox KR, and Boutcher SH. *Physical activity and psychological well-being*. London: Routledge, 2000.
7. Chang YK, Nien YH, Tsai CL, Etnier JL. Physical Activity and Cognition in Older Adults: The Potential of Tai Chi Chuan. *Journal of Aging and Physical Activity* 2010;8:451-472.
8. Blumenthal J.A., Babyak M.A., Doraiswamy P.M., Watkins L., Hoffman B.M., Barbour K.A., Herman S., Craighead W.E, Brosse A.L., Waugh R., Hinderliter A., Sherwood A. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosom Med* 2007;69:587–596.
9. Duzel E, Praag HV, Sendtner M. Can Physical exercise in old age improve memory and hippocampal function? *A Journal of Neurology* 2016;139:662-667.
10. Mello MT, Boscolo RA, Esteves AM, Tufilk SO. Exercício físico e os aspectos psicobiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2005;11(3):195-199.
11. List I., Sorrentino G (2010). Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline. *Cell Mol Neurobiol*;30(4):493-503.
12. Chaddock L, Erickson KI, Prakash RS, Kim JS, Voss MW, VanPatter M, Pontifex MB, Raine LB, Konkel A, Hillman CH, Cohen NJ, Kramer AF. A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Res* 2010;28(1358):172-83.
13. Jin K, Galvan V, Xie L, Mao XO, Gorostiza OF, Bredesen DE, Greenberg DA. Enhanced neurogenesis in Alzheimer's disease transgenic (PDGF-APP^{Sw,Ind}) mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2004;101:13363–13367.
14. Zhao C, Teng EM, Summers RGJ, Ming GL, Gage FH. Distinct morphological stages of dentate granule neuron maturation in the adult mouse hippocampus. *Journal of Neuroscience* 2006;26:3–11.

15. Portugal EM, Cevada T, Junior RS, Guimarães T, Rubini E, Lattari E, Blois C, Deslandes A. Neuroscience of Exercise: From Neurobiology Mechanisms to Mental Health. *Neuropsychobiology* 2013;68:1–14.
16. Leem YH, Lee YI, Son HJ, Lee SH. Chronic exercise ameliorates the neuroinflammation in mice carrying NSE/htau23. *Biochem Biophys Res Commun* 2011;406:359-365.
17. Kronenberg G, Bick-Sander A, Bunk E, Wolf E, Ehninger D, Kempermann G. Physical exercise prevents age-related decline in precursor cell activity in the mouse dentate gyrus. *Neurobiology of Aging* 2006; 27:1505–1513.
18. Deslandes A., Moraes H., Ferreira C., Veiga H., Silveira H., Mouta R., Pompeu F., Coutinho E., Laks J. Exercise and mental health: many reasons to move. *Neuropsychobiology* 2008;59:191–198.
19. Kim B, Feldman E. Insulin resistance as a key link for the increased risk of cognitive impairment in the metabolic syndrome. *Exp Mol Med* 2015;47(3):e149.

ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA





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

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA



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

 **Atena**
Editora

Ano 2021