

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 quicá, 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

EXERCÍCIO, EPIGENÉTICA, INFLAMAÇÃO E IMUNOLOGIA

Data de aceite: 01/03/2021

Brisa D`Louar Costa Maia

Carlos José Nogueira

Paula Soares da Silva

Estêvão Scudese Dessimoni

Gilmar Senna

João Rafael Valentim-Silva

APRESENTAÇÃO DA LINHA DE PESQUISA

Esta linha de pesquisa é centrada nos estudos dos efeitos do exercício físico e das práticas integrativas e complementares no processo saúde-doença sobre o organismo humano submetido aos métodos e processos de treinamento; considerando tanto o esporte de rendimento, como o esporte como lazer; visando a promoção e recuperação da saúde e qualidade de vida. Visa estabelecer as relações interdisciplinares com os aspectos bioquímicos, epigenéticos, imunológicos, inflamatórios e do desempenho físico na saúde e/ou doença autoimune.

RESUMO: A função básica do sistema imunológico humano é defender o organismo contra infecções e substâncias estranhas. Por outro lado, a inflamação pode ocorrer no corpo humano quando há algum tipo de lesão tecidual causada por acidentes, contrações musculares vigorosas ou prolongadas, microorganismos,

agentes químicos, calor excessivo, dentre outros fenômenos. Neste contexto ambos são fenômenos mediados pelo sistema imunológico. As células do sistema imunológico se adaptam à atividade física, com respostas diferentes aos treinos contínuos de média ou longa duração, ao exercício intermitente e ao treinamento resistido. Contudo, fatores como tipo, intensidade, duração do exercício podem provocar diferentes reações em diferentes populações celulares ou no contexto sistêmico do exercício, fato que torna essa área de pesquisa extremamente excitante. Exemplo disto são as células chamadas de linfócitos T que regulam a imunidade inata e adquirida por meio de mensageiros como as interleucinas que atuam no reparo tecidual, no combate à patógenos, ou à antígenos por meio de uma complexa regulação homeostática do balanço de fatores pró-inflamatórios e anti-inflamatórios. Interessantemente, a exemplo de outros sistemas corporais há um aprimoramento em resposta ao exercício físico, o que leva à prevenção e controle das mais variadas doenças de diversas naturezas inclusive neoplásicas e infectocontagiosas. Só par ilustrar, dentre as interleucinas estudadas no exercício encontra-se a interleucina 6 (IL-6) que possui um papel inflamatório, mas desencadeia reações que indiretamente se tornam anti-inflamatórias em resposta ao exercício físico bem estruturado, além disso, este mediador químico influencia o metabolismo energético e síntese proteica mostrando enorme versatilidade de regulação de mecanismos ligados ao exercício, daí a importância do estudo desta molécula. Portanto, aqui apresentamos uma curta revisão sobre imunidade e a influência do exercício a qual foi construída com base na linha de pesquisa que intitula este capítulo e como esta linha é das mais novas do LABIMH ela ainda apresenta quantidade

emergente de publicações científicas.

PALAVRAS CHAVE: Imunidade Inata, Imunidade Adquirida, Interleucinas, Exercício e Imunidade.

11 O SISTEMA IMUNOLÓGICO DIVIDE-SE EM INATO E ADAPTATIVO

A integridade do funcionamento do corpo humano é mediada pelo sistema imunológico que reage a agentes infecciosos e substâncias nocivas ambientais. Este sistema é dividido em imunidade inata e adquirida, também conhecida como adaptativa, realizando as funções de monitoramento, regulação da resposta imunológica e produção de memória a antígenos [1].

O sistema imune inato (natural ou nativo), exibe barreiras físicas como a pele e tecidos do sistema respiratório e digestório; químicas como muco, saliva, suor, lágrima, ácido clorídrico que impedem a entrada de patógenos no nosso organismo, entretanto, uma vez superadas essas barreiras, células do sistema imunológico entram em ação imediata com a finalidade de impedir que esses antígenos se proliferem e provoquem doenças. Apresenta uma resposta imediata ao antígeno, ou a células lesionadas e produtos de células lesionadas, contudo, inespecífica pois não há anticorpos específicos. Contudo, as células e moléculas que compõe a defesa inata inibe o microrganismo invasor, os identifica e inicia o processo de comunicação com o sistema adaptativo com a finalidade de que haja o início da produção de anticorpos específicos ao patógeno e a produção da memória imunológica [1, 2].

Neste contexto, há diversas células da imunidade inata com funções específicas. Dentre elas os neutrófilos atuam contra bactérias; os monócitos são transformados em macrófagos nos tecidos e representam a primeira linha de defesa; os eosinófilos possuem um papel expressivo no combate a parasitas; os basófilos atuam em contextos de alergias e as células *Natural killer* (NK) respondem de forma inespecífica à presença de infecção, reconhecendo e matando células anormais como tumorais e células infectadas por vírus, mas possuem origem linfóide [1, 3].

Por sua vez, a imunidade adaptativa ou adquirida, produz uma resposta que é mais demorada, porém, direcionada, específica e intensa que a produzida pela inata. A referida resposta identifica o patógeno e desenvolve mecanismos para combatê-lo de maneira específica produzindo anticorpos como parte do arsenal que persistirá após a infecção, otimizando a ação do sistema imune em encontros futuros (reinfecções pelo mesmo patógeno). As ações no sistema imunológico são mediadas pelos linfócitos T e toda a comunicação intercelular é mediada por moléculas sinalizadoras, como interleucinas e quimiocinas sendo a principal população celular da imunidade adquirida os linfócitos [1, 3].

A principal célula envolvida na imunidade adaptativa celular é o linfócito T. Ele se origina na medula óssea e migra para o timo, onde ocorre a sua maturação. O processo de maturação dos linfócitos T envolve a expressão de um receptor de célula T (TCR- *T cell receptor*) funcional e das moléculas CD4 e CD8. A geração dos receptores TCR, constituídos por duas cadeias protéicas diferentes, geralmente cadeia alfa e cadeia beta promovendo o rearranjo de vários segmentos gênicos celulares. A recombinação entre esses diferentes

segmentos é mediada pelas enzimas RAG1 e RAG2, que são expressas durante a fase de maturação dos linfócitos, gerando um repertório de linfócitos T em torno de 1×10^{16} [1, 3, 4].

Este repertório possibilita o reconhecimento de diferentes antígenos. Finalizado o processo de maturação no timo, originam-se duas populações de linfócitos T, T CD4⁺, descritos como auxiliares, e T CD8⁺, denominados citotóxicos. Essas células atingem a corrente sanguínea e recirculam nos órgãos linfóides secundários, como linfonodos e baço, até encontrarem seu antígeno específico e serem ativadas [1, 3].

Em resumo, a imunidade contra micro-organismos é mediada pelas reações iniciais da imunidade inata e pelas respostas protetoras da imunidade adaptativa. A imunidade humoral é mediada pelos linfócitos B e seus produtos secretados e os anticorpos que atuam na defesa contra microrganismos secretados. A imunidade pode ser adquirida por uma resposta ao antígeno (imunidade ativa). As células T e B são a comunicação entre a imunidade inata e adaptativa.

2 | SISTEMA IMUNOLÓGICO E EXERCÍCIO

O estresse físico e/ou mental provoca alterações fisiológicas profundas no organismo, contudo, o exercício, é uma das situações mais desafiadoras ao sistema imunológico humano. Autores vêm relatando que há uma relação entre a dose do exercício e a resposta do sistema imunológico. Geralmente essa resposta é dependente do tipo, volume e da intensidade do exercício. O excesso do treinamento físico pode levar à imunossupressão, contudo, o efeito crônico do exercício moderado costuma melhorar o sistema imunológico sugerindo uma resposta protetora [5, 6].

O treinamento aeróbico (TA) caracteriza-se por exercícios de intensidade baixa, média ou moderada, realizados de maneira contínua em que o metabolismo utiliza predominantemente oxigênio como último aceitador de hidrogênio durante a resíntese de Adenosina Trifosfato ao final da β -oxidação. Essa modalidade de exercício apresenta muitas controvérsias quanto o seu benefício ao sistema imunológico, em especial, quando de baixa intensidade [7–9].

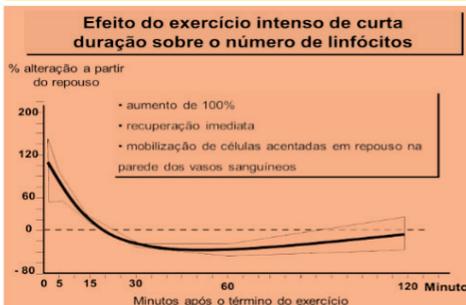
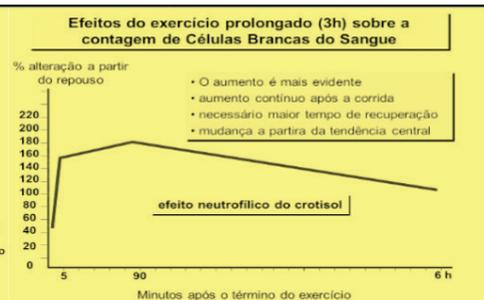
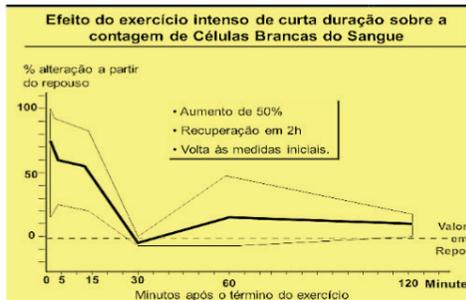
Há um fenômeno conhecido como “Janela Aberta”, que é o momento em que ocorre uma redução das defesas do corpo, podendo, o indivíduo, estar mais suscetível a contrair doenças infecciosas pulmonares. O referido fenômeno é observado frequentemente em resposta ao treinamento excessivo e esportes com características aeróbicas intensas estando implicados na ocorrência deste tipo de evento [5]. Contudo, estudo mais recente publicado em um renomado periódico internacional defende que não há suporte para que esta afirmação se sustente visto que todos os estudos sobre o assunto não apresentam metodologia robusta o suficiente e nem apresentam resultados que confirmam que a janela imunológica exista e seja a causa de infecções [10].

Em um estudo, 10 ciclistas realizaram 120 minutos no ciclo ergômetro a 90% do limiar ventilatório. Foram coletadas amostras de sangue antes, logo após a atividade nos tempos de 2, 4, 6, 8 e 24 horas. O valor de linfócito diminuiu significativamente até após 2 horas em relação ao repouso, mas aumentou significativamente após 4 horas e manteve elevado até 24 horas, houve diminuição de T-CD4+ logo após o treino, mas seu valor

aumentou significativamente em relação ao momento antes do treino entre 4 e 6 horas após [11, 12]. Adicionalmente, os neutrófilos diminuíram significativamente de 4 até 24 horas depois do treino . Esses resultados estão implicados na queda da imunidade pós treino os quais sugerem uma janela imunológica, porém, será que essas duas horas de linfopenia podem ser consideradas uma janela imunológica?

Nesse caso, o aumento das concentrações de cortisol inibe a sinalização de interleucinas pró-inflamatórias, principalmente IL-12, e conseqüentemente a ativação de células imunológicas [13] explicando em parte esses achados. Alguns efeitos do exercício extenuante sobre células do sistema imunológico humano estão sumarizados na tabela 4.1.

A	Número de Células	Durante	Após
Neutrófilos	Inespecíficas	+	++
Monócitos		?	+
Linfócitos		+	-
CD4 (T Helper)	Específicas	+	-
CD8 (T Supressor)		- CD4/CD8	-
CD19 (Células B)		+	-
CD16/CD56 (NK)		+	-



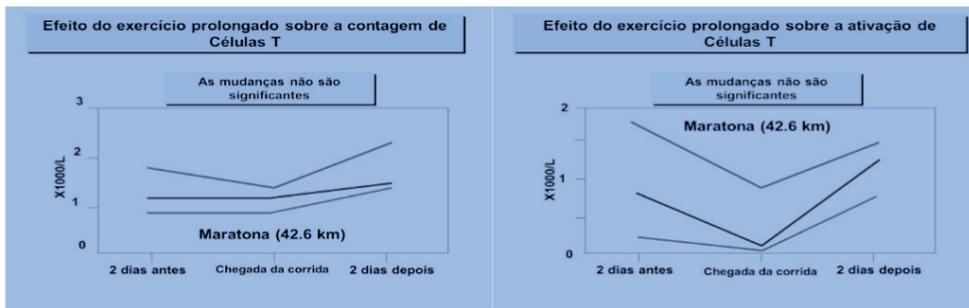


Figura 4.1: efeitos do exercícios em diferentes células do sistema imunológico.

O TA de curta duração (30 minutos) com intensidade de 60% ou 80% do VO_{2pico} foram eficazes em melhorar o sistema imunológico comparado com o TA para as mesmas intensidades, mas com tempo de treino de 120 minutos. Por outro lado, um estudo mostrou que o treino de alta intensidade pode diminuir células TCD8, em comparação ao treino de intensidade moderada [14]. O TA realizado 3 vezes por semana leva ao aumento de células TCD4⁺ [15]. Estudo realizado 36 mulheres sedentárias demonstrou que a caminhada moderada diminuiu o número de dias de resfriado de $10,8 \pm 2,3$ para $5,1 \pm 1,2$ se comparado com mulheres fisicamente inativas [16]. Diferente do TA, o treinamento resistido (TR) promove efeitos contrários no sistema imunológico, porém ainda positivos. Ao final de uma sessão de TR há um aumento na função imune, contudo, esse aumento parece durar até 72 horas e, aparentemente, não há adaptação do sistema imunológico ao TR [17].

Em estudo que realizou sessão de TR utilizando o método “*triset*”, com intensidade de 75% de uma repetição máxima (1RM), houve aumento significativo de leucócitos e suas diferenciações, como monócitos e neutrófilos logo após o término da sessão, mas 24 horas após o encerramento da sessão houve aumento em relação à situação de repouso apenas para leucócitos. Entretanto, houve diminuição significativa dos monócitos [18]. Ademais, células do sistema imunológico, além de realizarem a função de proteger o corpo contra agentes infecciosos, tem a função de restaurar a musculatura das micro lesões causadas após estímulo acima do rotineiro. Assim que ocorrem as micro lesões, há uma ativação de macrófagos teciduais e neutrófilos que vão desencadear a secreção de diferentes interleucinas, dentre elas, a Interleucina-6 (IL-6), principalmente após TR, que atua tanto no processo inflamatório quanto no anti-inflamatório e estimula uma cascata de reações intracelulares para síntese proteica e organização celular (mTORC1 e mTORC2, respectivamente) [19–21].

3 | EFEITOS DO EXERCÍCIO SOBRE A SECREÇÃO DE CITOCINAS

Citocinas são moléculas de sinalização intercelular potentes que geralmente atuam tecidos locais de maneira autócrina ou parácrina. No entanto, o transbordamento sistêmico de citocinas pró-inflamatórias, como fator de necrose tumoral (TNF)- α , interleucina 1 Beta (IL-1 β) e Interleucina 6 (IL-6) de tecidos danificados podem ocorrer em resposta a uma variedade de traumas, queimaduras, choque hemorrágico, sepse e lesões de isquemia-

reperfusão, que são integradas como uma inflamação sistêmica síndrome da resposta (ISSR) e síndrome de falência de múltiplos órgãos caracterizada por hipercitoquímia [22–24].

Por exemplo, em um modelo de sepse, o TNF- α é o primeiro a citocina liberada sistemicamente e atinge o pico em 2 h após o início da sepse, seguida logo em seguida, por picos de IL-1 e IL-6 dentro de 4 h após o início da doença [24, 25]. Estas citocinas pró-inflamatórias induzem pirogênese e promover respostas inflamatórias agudas subsequentes, como neutrofilia, linfocitopenia induzindo a liberação de IL-8, interferon (IFN) - γ e proteína quimiotática de monócitos do tipo 1 (MCP-1) [23]. Em contraste com estas citocinas pró-inflamatórias, citocinas anti-inflamatórias como o antagonista do receptor de IL-1 (IL-1ra), IL-4 e IL-10 ajudam a prevenir danos inflamatórios nos tecidos, mas também podem causar estados imunossupressores no corpo [26].

As concentrações plasmáticas das citocinas pró-inflamatórias clássicas, como o TNF- α e a IL-1 β , em geral, não aumentam imediatamente após o exercício [27, 28]. Em contraste, a IL-6 é a primeira citocina presente na circulação durante o exercício [28, 29]. O nível de circulação de IL-6 aumenta até 100 vezes, dependendo da intensidade e duração do exercício, e diminui no período pós-exercício [13, 29, 30]. Contração do músculo esquelético é a principal fonte de IL-6 na circulação. Em resposta ao exercício, um aumento no conteúdo de mRNA de IL-6 na contração do músculo esquelético é detectável após 30 min de exercício com aumentos de até 100 vezes na IL-6.

Além disso, foi demonstrado que a expressão e proteína de mRNA da IL-6 intramuscular estão aumentadas quando o glicogênio intramuscular é baixo, indicando que a IL-6 é envolvido no metabolismo energético durante o exercício de resistência [31–34].

Em relação a citocinas imunomoduladoras, que são potentes ativadores funcionais da imunidade celular, não há relatos mostrando aumentos na concentração plasmática após o exercício enquanto vários relatos demonstrando uma diminuição na concentração plasmática de IL-2 após exercício [35–37]. Curiosamente, muitos estudos mostraram que leucócitos demonstram uma habilidade de diminuir IL-2 e IFN- γ após exercícios de resistência [37]. Esses achados são considerados pró-inflamatórios e imunomodulatórios ao mesmo tempo.

As citocinas só aumentam em pequena escala, ou são até mesmo reguladas após o exercício, poderia ser atribuída às ações das citocinas anti-inflamatórias, tais como como IL-1ra, IL-4 e IL-10. De fato, observou-se um aumento de mais de 200 vezes os níveis de IL-1ra no plasma após uma maratona [38] e atraso na secreção de 4 horas após o exercício de intensidade máxima de curta duração [29]. Além disso, também foi observado que a excreção renal de várias citocinas, podem ser uma das mecanismos subjacentes que as citocinas plasmáticas permanecem inalteradas ou exibem incrementos relativamente pequenos, atrasados após um exercício exaustivo. Adicionalmente, muitos pesquisadores demonstraram consistentemente que os níveis circulantes de IL-6, IL-8, IL-1ra e IL-10 aumentam notavelmente após o exercício de endurance de mais de 2 h, como corridas de maratona e triathlon [23, 32].

4 | RESPOSTA INFLAMATÓRIA E EXERCÍCIO

Com o estímulo do exercício há uma elevada produção de citocinas pró-inflamatórias como a TNF- α , IL-1-b e IL-6 por conta da atuação dos macrófagos, dentre essas citocinas, principalmente a IL-6, acopla em seu receptor no sarcolema (membrana plasmática da fibra muscular), estimula uma cascata de reações de segundos mensageiros no sarcoplasma (citoplasma da célula muscular) que dentre eles, a enzima fosfoinositide-3-quinase (PI3-k) estimula Proteína quinase B (AKT) e assim desloca o transportador de glicose tipo 4 (GLUT4) para o sarcolema, captando glicose plasmática para ajudar no fornecimento de energia durante o exercício, fato que relaciona a IL-6 com o metabolismo da glicose [39].

Além disso, a via de sinalização PI3-k/AKT tem o papel de desencadear a restauração muscular por meio da liberação de proteína alvo de rampamicina em mamíferos (mTOR), que se divide em duas, a mTORC1 e mTORC2, que fazem a síntese proteica e organização celular no músculo exercitado, respectivamente [40].

Após algumas horas do fim do treino, sem a presença de TNF- α , a IL-6 estimula a produção e liberação de citocinas anti-inflamatórias como a IL-1ra e IL-10, que por sua vez aumentam o metabolismo de arginina dos macrófagos, induzindo a liberação de Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) que potencializa a miogênese, a proliferação de célula satélite e o aumento do tamanho da fibra muscular, finalizando o processo com restauração muscular e super compensação da fibra muscular para suportar o mesmo estresse muscular e menor microlesão [41].

A intensidade do exercício físico influencia diretamente a resposta inflamatória. Foi demonstrado que treino aeróbico a 80% da velocidade associada ao consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}) eleva a concentração de IL-6 se comparado com a intensidade de 40% da VO_{2pico} [42, 43].

Uma das principais funções da IL-12 é a indução da diferenciação de TCD4⁺ para Th1 (atuação intracelular). Um estudo investigou a relação de IL-12 com IFN- γ , que é produzido principalmente por linfócitos. Em intensidade moderada, 60% da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$). o treinamento aeróbico por seis meses, mostrou aumento de IL-12 e IFN- γ após seis meses de treinamento. Além disso, seus potenciais inibidores IL-4 e IL-6 não foram elevados, mostrando uma maior proteção contra lesões e infecções intracelulares [44].

Tanto IFN- γ e TNF- α são potentes citocinas pró-inflamatórias e as elevações das duas concentrações podem induzir a um processo inflamatório crônico. Oito semanas de treinamento aeróbico com intensidade de 50% a 70% da $FC_{máx}$ desencadeou uma sensível diminuição da IFN- γ . Dessa forma, pode-se supor que pessoas com doenças relacionadas a processos inflamatórios excessivos e crônicos como a arteriosclerose ou uma síndrome metabólica, podem ser beneficiados pelo treinamento aeróbico com essa intensidade.

Uma estratégia utilizada por pessoas que praticam treinamento físico há muito tempo é o treinamento excêntrico, que pode utilizar cargas acima da máxima, o que não é possível em treinos com as fases concêntricas e excêntricas convencionalmente prescritos, isto proporciona, teoricamente, maior microlesão e com isso maior supercompensação na restauração muscular. Outro estudo mostrou que até 96 horas após o treinamento excêntrico o processo inflamatório ainda está ativo, situação diferente de um treino convencional em

que a duração fica entre 24 e 48 horas, esta duração de 96 horas foi associada à elevada concentração de neutrófilos, contudo, interessantemente, a continuação do exercício diminui a inflamação, mesmo mantendo-se a intensidade de treinamento, demonstrando o efeito regulatório da exposição crônica ao exercício [45].

O treinamento em circuito é uma das possíveis intervenções de treinamento resistido, entretanto, sua carga é moderada se comparada com outras estratégias de treinamento. Em um estudo que buscou avaliar o efeito dessa modalidade de treinamento sobre citocinas demonstrou nenhuma alteração das citocinas analisadas após 10 semanas de treinamento, implicando na conclusão de que a intensidade é um estímulo fundamental para a produção de citocinas [46]. Estudo mais recente afirma que o treinamento de circuito, por oito semanas, proporcionou uma diminuição na resposta anti-inflamatória ao diminuir significativamente IL-10, uma das mais importantes interleucinas reguladoras de interleucinas pró-inflamatórias. Todavia, para uma resposta aguda, a ordem do TC mostrou ter influência na resposta de citocinas pró-inflamatórias, independentemente da ordem, a IL-6 aumentou significativamente após ambas as sequências, entretanto, a TNF- α apresentou elevação apenas depois da sequência aeróbico-resistido [39].

5 | CONCLUSÃO

Após um patógeno romper barreira física e química, o sistema imunológico age para combatê-lo, inicialmente pela imunidade inata e depois pela imunidade adquirida, ambas são controladas pelos linfócitos T e B.

Treinamento resistido aumenta a imunidade logo depois do treino podendo perdurar por até 72 horas. Por outro lado, o treinamento aeróbico em intensidade elevada e longa duração promove a chamada “janela aberta”, contudo, em treinos moderados isso não é observado nem com a mesma frequência e nem com a mesma intensidade. Ainda nessa linha, porém, em outra via, o treinamento concorrente parece ser mais indicado por aproveitar os benefícios do treinamento aeróbico e resistido, pois, ambos apresentam os seus benefícios à saúde.

Há citocinas especializadas em respostas pró e anti-inflamatória que tem funções sinalizadoras intra e extracelular no sistema imunológico e interagindo com respostas metabólicas e endócrinas onde o exercício aeróbico ou resistido, em especial o treinamento concorrente parecem modular de maneira positiva o equilíbrio entre esses dois conjuntos beneficiando pessoas com diversas doenças como autoimunes, obesidade, câncer e pessoas que possuem HIV. O ideal é ter equilíbrio no treinamento para que as respostas imunes sejam moderadas e controladas.

Nesse sentido, a IL-6 quando liberada concomitantemente com o TNF- α proporciona resposta pró-inflamatória, em seguida, com a diminuição de TNF- α , a IL-6 estimula as citocinas anti-inflamatórias como a IL-1ra e IL-10 diminuindo o processo inflamatório. Além disso, a IL-6 sinaliza para sinalização para a captação de glicose no músculo durante o exercício e também de restauração muscular. Sua liberação é mais estimulada em treinamento resistido e no aeróbico a 80% do VO_{2pico} .

REFERÊNCIAS

1. Abbas Imunologia - Abbas 7ª Ed.pdf.
2. (2013) EXERCISE IMMUNOLOGY REVIEW An official Publication of. 19:
3. Busche MA, Konnerth A (2016) Impairments of neural circuit function in Alzheimer's disease. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. doi: 10.1098/rstb.2015.0429
4. Malm C (2004) Exercise immunology: The current state of man and mouse. *Sport Med* 34:555–566
5. He CS, Handzlik M, Fraser WD, Muhamad A, Preston H, Richardson A, Gleeson M (2013) Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport Athletes. *Exerc Immunol Rev* 19:86–101
6. Pereira JC, Ramos TD, Silva JD, et al (2017) Effects of Bone Marrow Mesenchymal Stromal Cell Therapy in Experimental Cutaneous Leishmaniasis in BALB/c Mice Induced by *Leishmania amazonensis*. *Front Immunol* 8:893
7. LaVoy ECP, Bollard CM, Hanley PJ, O'Connor DP, Lowder TW, Bosch JA, Simpson RJ (2015) A single bout of dynamic exercise by healthy adults enhances the generation of monocyte-derived-dendritic cells. *Cell Immunol* 295:52–59
8. Davison G, Jones AW (2015) Oral neutrophil responses to acute prolonged exercise may not be representative of blood neutrophil responses. *Appl Physiol Nutr Metab* 40:298–301
9. Moir H, Hughes MG, Potter S, Sims C, Butcher LR, Davies N a., Verheggen K, Jones KP, Thomas a. W, Webb R (2010) Exercise-induced immunosuppression: roles of reactive oxygen species and 5'-AMP-activated protein kinase dephosphorylation within immune cells. *J Appl Physiol* 108:1284–1292
10. Campbell JP, Turner JE (2018) Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: Redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. *Front Immunol*. doi: 10.3389/fimmu.2018.00648
11. Kakanis MW, Peake J, Brenu EW, Simmonds M, Gray B, Hooper SL, Marshall-Gradisnik SM (2010) The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exerc Immunol Rev*. doi: 10.1016/j.jsams.2010.10.642
12. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ (2017) Recovery of the immune system after exercise. *J Appl Physiol*. doi: 10.1152/jappphysiol.00622.2016
13. Zhao G, Zhou S, Davie A, Su Q (2012) Effects of moderate and high intensity exercise on T1/T2 balance. *Exerc Immunol Rev* 18:98–114
14. Witard OC, Turner JE, Jackman SR, Tipton KD, Jeukendrup AE, Kies AK, Bosch JA (2012) High-intensity training reduces CD8+ T-cell redistribution in response to exercise. *Med Sci Sports Exerc*. doi: 10.1249/MSS.0b013e318257d2db
15. Ávila WRDME (2006) Efeitos agudos do exercicio resistido sobre linfócitos totais, CD4 e CD8 de idosas. *BdtdUcbBr* 55
16. Selfridge NJ (2012) Meditation and Exercise vs Common Cold -- An ounce of Prevention and Pound of Cure? *Integr. Med. Alert*

17. Freidenreich DJ, Volek JS (2012) Immune responses to resistance exercise. *Exerc Immunol Rev* 18:8–41
18. Brunelli DT, Caram K, Nogueira FRD, Libardi CA, Prestes J, Cavaglieri CR (2014) Immune responses to an upper body tri-set resistance training session. *Clin Physiol Funct Imaging*. doi: 10.1111/cpf.12066
19. Laumonier T, Menetrey J (2016) Muscle injuries and strategies for improving their repair. *J Exp Orthop*. doi: 10.1186/s40634-016-0051-7
20. Arpaia N, Green JA, Moltedo B, Arvey A, Hemmers S, Yuan S, Treuting PM, Rudensky AY (2015) A Distinct Function of Regulatory T Cells in Tissue Protection. *Cell*. doi: 10.1016/j.cell.2015.08.021
21. Michailidis Y, Karagounis LG, Terzis G, et al (2013) Thiol-based antioxidant supplementation alters human skeletal muscle signaling and attenuates its inflammatory response and recovery after intense eccentric exercise. *Am J Clin Nutr*. doi: 10.3945/ajcn.112.049163
22. Willis C, Morris JM, Danis V, Gallery EDM (2003) Cytokine production by peripheral blood monocytes during the normal human ovulatory menstrual cycle. *Hum Reprod* 18:1173–8
23. Moldoveanu AI, Shephard RJ, Shek PN (2000) Exercise elevates plasma levels but not gene expression of IL-1beta, IL-6, and TNF-alpha in blood mononuclear cells. *J Appl Physiol* 89:1499–1504
24. Angstwurm MW, Gärtner R, Ziegler-Heitbrock HW (1997) Cyclic plasma IL-6 levels during normal menstrual cycle. *Cytokine* 9:370–4
25. Pyne DB, Baker MS, Smith JA, Telford RD, Weidemann MJ (1996) Exercise and the neutrophil oxidative burst: Biological and experimental variability. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 74:564–571
26. Martin C, Boisson C, Haccoun M, Thomachot L, Mege JL (1997) Patterns of cytokine evolution (tumor necrosis factor- α and interleukin-6) after septic shock, hemorrhagic shock, and severe trauma. *Crit Care Med* 25:1813–1819
27. Nieman DC, Henson DA, Smith LL, Utter AC, Vinci DM, Davis JM, Kaminsky DE, Shute M (2001) Cytokine changes after a marathon race. *J Appl Physiol* 91:109–114
28. Camus G, Poortmans J, Nys M, Deby-Dupont G, Duchateau J, Deby C, Lamy M (1997) Mild endotoxaemia and the inflammatory response induced by a marathon race. *Clin Sci (Lond)* 92:415–22
29. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K (2002) Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. *Cytokine kinetics*. *Exerc Immunol Rev* 8:6–48
30. Makarova J a., Maltseva D V., Galatenko V V., Abbasi A, Maximenko DG, Grigoriev AI, Tonevitsky AG, Northoff H (2014) Exercise immunology meets MiRNAs. *Exerc Immunol Rev* 20:135–164
31. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Ostrowski K, Schjerling P (2001) Exercise and cytokines with particular focus on muscle-derived il-6. *Exerc Immunol Rev* 7:18–31
32. Pedersen BK, Febbraio MA (2008) Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. *Physiol Rev* 88:1379–1406
33. Pedersen, B. K., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Ostrowski, K., & Schjerling P (2001) Exercise and cytokines with particular focus on muscle derived IL-6. *Exerc Immunol Rev* 7:18–31

34. Nedergaard A, Karsdal M a., Sun S, Henriksen K (2013) Serological muscle loss biomarkers: An overview of current concepts and future possibilities. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 4:1–17
35. NORTHOFF H, BERG A (1991) Immunological Mediators As Parameters of the Reaction To Strenuous Exercise. *Int J Sports Med* 12:S9–S15
36. Northoff H, Weinstock C, Berg A (1994) The Cytokine Response to Strenuous Exercise. *Int J Sports Med* 15:S167–S171
37. Northoff H, Berg A, Weinstock C (1998) Similarities and differences of the immune response to exercise and trauma: the IFN- γ concept 1. *Can J Physiol Pharmacol* 76:497–504
38. Suzuki K, Yamada M, Kurakake S, Okamura N, Yamaya K, Liu Q, Kudoh S, Kowatari K, Nakaji S, Sugawara K (2000) Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 81:281–287
39. Lira FS, dos Santos T, Caldeira RS, Inoue DS, Panissa VLG, Cabral-Santos C, Campos EZ, Rodrigues B, Monteiro PA (2017) Short-term high- and moderate-intensity training modifies inflammatory and metabolic factors in response to acute exercise. *Front Physiol*. doi: 10.3389/fphys.2017.00856
40. Terra R, Alves PJJF, Gonçalves da Silva S a, Salerno VP, Dutra PMML, Janeiro R De, Janeiro R De (2012) Exercise Improves the Th1 Response by Modulating Cytokine and NO Production in BALB/c Mice. *Int J Sports Med* 34:661–666
41. Dennis R a, Ponnappan U, Kodell RL, Garner KK, Parkes CM, Bopp MM, Padala KP, Peterson C a, Padala PR, Sullivan DH (2015) Immune Function and Muscle Adaptations to Resistance exercise in Older Adults: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial of a Nutritional Supplement. *Trials* 16:121
42. Lasselin J, Alvarez-Salas E, Jan-Sebastian G (2016) Well-being and immune response: A multi-system perspective. *Curr Opin Pharmacol*. doi: 10.1016/j.coph.2016.05.003
43. Nieman DC, Wentz LM (2019) The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Heal Sci*. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009
44. Soleimanifard S, Arjmand R, Saberi S, Salehi M, Hejazi S (2017) Treatment Outcome of the Drug-resistant Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis by Glucantime. *Adv Biomed Res* 6:17
45. Margaritelis N V., Theodorou AA, Baltzopoulos V, Maganaris CN, Paschalis V, Kyparos A, Nikolaidis MG (2015) Muscle damage and inflammation after eccentric exercise: Can the repeated bout effect be removed? *Physiol Rep*. doi: 10.14814/phy2.12648
46. Ferreira FC, de Medeiros AI, Nicioli C, Nunes JED, Shiguemoto GE, Prestes J, Verzola RMM, Baldissera V, de Andrade Perez S (2010) Circuit resistance training in sedentary women: Body composition and serum cytokine levels. *Appl Physiol Nutr Metab*. doi: 10.1139/H09-136

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