

Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação

Gabriella de Menezes Baldão

(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Gabriella de Menezes Baldão
(Organizadora)

Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão do conhecimento, tecnologia e inovação / Organizadora Gabriella de Menezes Baldão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-007-0

DOI 10.22533/at.ed.070181212

1. Administração. 2. Gestão do conhecimento. 3. Tecnologia.
I. Baldão, Gabriella de Menezes.

CDD 658.4038

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gestão do conhecimento, tecnologia e inovação” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, apresentando, em seus 23 capítulos, os novos conhecimentos para Administração nas áreas de Gestão do conhecimento, Tecnologia e Inovação. Estas áreas englobam assuntos de suma importância para o bom andamento de projetos e organizações.

O tema Gestão do Conhecimento é um assunto que vem evoluindo a cada dia por causa de sua prática ser vital em todas as áreas e departamentos, uma vez que gerenciar o conhecimento de forma eficaz traz benefícios para qualquer área.

Os temas Tecnologia e Inovação vem sendo cada vez mais pesquisados em função da necessidade da busca constante pela prática desta temática, seja em busca de soluções ou de lucro.

Os estudos em Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação estão sempre sendo atualizados para garantir avanços não apenas em organizações, mas na humanidade. Portanto, cabe a nós pesquisadores buscarmos sempre soluções e novas formas de inovar e gerenciar.

Este volume dedicado à Administração traz artigos que tratam de temas que vão desde a área de saúde, química, até sistemas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas áreas de Inovação e Gestão, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, desejo que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Administração e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Gabriella de Menezes Baldão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PERCEPÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE SANEAMENTO E SAÚDE NA POPULAÇÃO DE UM MUNICÍPIO DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS	
Franciele Oliveira Castro Jéssica Simon da Silva Aguiar Laura Behling Alexia Elisa Jung Engel Alexandre Luiz Schäffer Iara Denise Endruweit Battisti	
DOI 10.22533/at.ed.0701812121	
CAPÍTULO 2	8
A EXPOSIÇÃO A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA ALTERA O EQUILÍBRIO REDOX CARDÍACO DE CAMUNDONGOS EM TREINAMENTO FÍSICO MODERADO	
Lílian Corrêa Costa Beber Analú Bender Dos Santos Yohanna Hannah Donato Maicon Machado Sulzbacher Thiago Gomes Heck Mirna Stela Ludwig	
DOI 10.22533/at.ed.0701812122	
CAPÍTULO 3	19
ANÁLISE DE REDES SOCIAIS: A EVENTUAL SATURAÇÃO DO CAPITAL SOCIAL DE PESQUISADORES ESTRELA	
Marcella Barbosa Miranda Teixeira. Luana Jéssica Oliveira Carmo Rita de Cássia Leal Campos. Welleson Patrick Vaz Murta Uajará Pessoa Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.0701812123	
CAPÍTULO 4	33
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CORREÇÃO ATMOSFÉRICA EM IMAGENS DE SATÉLITE PARA FINS DE MAPEAMENTO TEMPORAL DE USO E COBERTURA DO SOLO	
Vinícius Emmel Martins Sidnei Luís Bohn Gass Dieison Morozoli da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0701812124	
CAPÍTULO 5	42
APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: REFLEXÕES A PARTIR DO OLHAR DA COMPLEXIDADE	
Lia Micaela Bergmann Celso Jose Martinazzo	
DOI 10.22533/at.ed.0701812125	

CAPÍTULO 6	52
ATENDIMENTO NUTRICIONAL PARA PACIENTES ANALFABETOS	
Renata Picinin de Oliveira	
Maristela Borin Busnello	
DOI 10.22533/at.ed.0701812126	
CAPÍTULO 7	56
CLASSIFICAÇÃO DO HÁBITO ALIMENTAR DE MULHERES NO PERÍODO DO CLIMATÉRIO	
Vanessa Huber Idalencio	
Ligia Beatriz Bento Franz	
Francieli Aline Conte	
Vitor Buss	
Vanessa Maria Bertoni	
Daiana Kümpel	
DOI 10.22533/at.ed.0701812127	
CAPÍTULO 8	64
COOPERAÇÃO PARA O ACESSO DO TRABALHADOR À INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO: PROJETO SESI INDÚSTRIA DO CONHECIMENTO	
Telma Aparecida Tupy de Godoy	
Elza Cristina Giostri	
Kazuo Hatakeyama	
DOI 10.22533/at.ed.0701812128	
CAPÍTULO 9	76
COMPETITIVIDADE DOS <i>CLUSTERS</i> DO ESTADO DE SANTA CATARINA	
Marilei Osinski	
Omar Abdel Muhdi Said Omar	
José Leomar Todesco	
DOI 10.22533/at.ed.0701812129	
CAPÍTULO 10	95
EFEITO DO GLIFOSATO NO CRESCIMENTO DE OLIGOQUETAS: UMA ANÁLISE DE PARÂMETROS BIOMÉTRICOS SECUNDÁRIOS	
Geovane Barbosa dos Santos	
Diovana Gelati de Batista	
Henrique Ribeiro Müller	
Thiago Gomes Heck	
Paulo Ivo Homem de Bittencourt Júnior	
Antônio Azambuja Miragem	
DOI 10.22533/at.ed.07018121210	
CAPÍTULO 11	106
EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A MORTALIDADE E REPRODUÇÃO DE OLIGOQUETAS	
Diovana Gelati de Batista	
Geovane Barbosa dos Santos	
Henrique Ribeiro Müller	
Thiago Gomes Heck	
Paulo Ivo Homem de Bittencourt Júnior	
Antônio Azambuja Miragem	
DOI 10.22533/at.ed.07018121211	

CAPÍTULO 12 118

EFETIVIDADE DE UMA COMPONENTE CURRICULAR DEDICADA À MOTIVAÇÃO DE POTENCIAIS COLABORADORES DO SOFTWARE PÚBLICO BRASILEIRO

João Carlos Sedraz Silva
Jorge Luis Cavalcanti Ramos
Rodrigo Lins Rodrigues
Fernando da Fonseca de Souza
Alex Sandro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.07018121212

CAPÍTULO 13 131

ENSAIO DE CÉLULA DE CARGA

Elisiane Pelke Paixão
Luís Fernando Sauthier
Manuel Martin Pérez Reibold

DOI 10.22533/at.ed.07018121213

CAPÍTULO 14 139

ESTRESSE OXIDATIVO E PARÂMETROS ANALÍTICOS EM AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.): ESTADO DA ARTE

Laura Mensch Pereira
Mara Lisiane Tissot-Squalli

DOI 10.22533/at.ed.07018121214

CAPÍTULO 15 145

ESTUDO DE INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE NAS MICRORREGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL UTILIZANDO MÉTODO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

Alexandre Luiz Schäffer
Franciele Oliveira Castro
Jéssica Simon da Silva Aguiar
Erikson Kaszubowski
Iara Denise Endruweit Battisti

DOI 10.22533/at.ed.07018121215

CAPÍTULO 16 152

GÊNESE DE CONCENTRAÇÕES DE NEGÓCIOS: ANÁLISE COMPARATIVA DA LITERATURA NACIONAL E INTERNACIONAL

Anderson Antoniode Lima
Edison Yoshihiro Hamaji
Renato Telles
Getúlio Camêlo Costa

DOI 10.22533/at.ed.07018121216

CAPÍTULO 17 167

FORMAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO: ESTUDO DE CASO SOBRE O CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA QUALIDADE DA CACHAÇA DA UNESP/ARARAQUARA

Gabriel Furlan Coletti

DOI 10.22533/at.ed.07018121217

CAPÍTULO 18	176
GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA À ENGENHARIA DE REQUISITOS DE SOFTWARE: ESTUDO DE CASO EM UMA OPERADORA DE TELECOMUNICAÇÕES	
André Ronaldo Rivas Ivanir Costa Nilson Salvetti	
DOI 10.22533/at.ed.07018121218	
CAPÍTULO 19	199
HACKATHON E GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA EMPRESA CIA MAKERS – ESCOLA DE INOVAÇÃO	
Felipe dos Santos Siqueira Carina de Oliveira Barreto Sotero de Araujo Rafael Carretero Variz Antonio Felipe Corá Martins Alessandro Marco Rosini	
DOI 10.22533/at.ed.07018121219	
CAPÍTULO 20	207
MODELO DE SIMULAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE INTEGRAÇÃO USANDO TEORIA DAS FILAS	
Félix Hoffmann Sebastiany Sandro Sawicki Rafael Zancan Frantz Fabrícia Roos-Frantz Arléte Kelm Wiesner	
DOI 10.22533/at.ed.07018121220	
CAPÍTULO 21	223
O PAPEL DE UMA INCUBADORA NO APOIO À COMERCIALIZAÇÃO DE INOVAÇÕES EM PEQUENAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA	
Rodrigo Lacerda Sales Francisco José de Castro Moura Duarte Anne-Marie Maculan	
DOI 10.22533/at.ed.07018121221	
CAPÍTULO 22	238
O SISTEMISMO DE MÁRIO BUNGE	
Jorge Ivan Hmeljevski João Bosco da Mota Alves José Leomar Todesco	
DOI 10.22533/at.ed.07018121222	
CAPÍTULO 23	250
PERFIL ELETROFORÉTICO DE PROTEÍNAS DE LEITE BOVINO IN NATURA E INDUSTRIALIZADO	
Taisson Kroth Thomé da Cruz Inaiara Rosa de Oliveira Manoel Francisco Mendes Lassen Mara Lisiane Tissot-Squalli H.	
DOI 10.22533/at.ed.07018121223	
SOBRE A ORGANIZADORA	258

A EXPOSIÇÃO A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA ALTERA O EQUILÍBRIO REDOX CARDÍACO DE CAMUNDONGOS EM TREINAMENTO FÍSICO MODERADO

Lílian Corrêa Costa Beber

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde, bolsista PROSUC-CAPES e membro do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí – RS

Analú Bender Dos Santos

Mestre em Atenção Integral à Saúde e membro do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí – RS

Yohanna Hannah Donato

Acadêmica do curso de Enfermagem da Unijuí e membro do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí - RS

Maicon Machado Sulzbacher

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde e membro do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí - RS

Thiago Gomes Heck

Docente do Departamento de Ciências da Vida (DCVida/Unijuí) e coordenador do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí - RS

Mirna Stela Ludwig

Docente do Departamento de Ciências da Vida (DCVida/Unijuí) e membro do Grupo de Pesquisa em Fisiologia (GPeF/Unijuí).

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Departamento de Ciências da Vida
Ijuí - RS

RESUMO: A obesidade e a exposição ao *Residual Oil Fly Ash* (ROFA) levam a inflamação subclínica e ao estresse oxidativo (EO), relacionados a complicações cardiorrespiratórias. Por ser antioxidante e anti-inflamatório, o treinamento físico moderado (TFM) é uma alternativa de tratamento para a obesidade e suas complicações. Contudo, a realização de TFM com exposição ao poluente $MP_{2.5}$ apresenta danos oxidativos. Buscamos avaliar se o ROFA também pode causar alteração nos parâmetros de EO cardíaco e pulmonar de animais em TFM e se a obesidade,

induzida pelo consumo de dieta hiperlipídica (DHL), pode tornar o organismo mais suscetível a essa situação. Dividimos camundongos fêmeas nos grupos Controle (C), Rofa (R), Dieta (D) e Dieta+Rofa (DR), que receberam DHL e ROFA, com os respectivos controles. Na 13ª semana, cada grupo foi subdividido em sedentário e treinado, totalizando oito grupos: Controle (C), Treinado (T), Rofa (R), Treinado-Rofa (TR), Dieta (D), Dieta-Treinado (DT), Dieta-Rofa (DR) e Dieta-Treinado-Rofa (DTR). Na 19ª semana os tecidos adiposo branco, pulmonar e cardíaco foram coletados. Os parâmetros oxidativos pulmonares não sofreram alterações. No tecido cardíaco, houve maior lipoperoxidação decorrente da realização do TFM com exposição ao poluente em relação ao grupo D e aumento das defesas antioxidantes dos grupos T, R e TR em relação ao grupo D. Concluímos que o TFM associado à exposição ao ROFA causa dano oxidativo no tecido cardíaco e o dano não é agravado pela obesidade.

PALAVRAS-CHAVE: obesidade; poluição atmosférica; treinamento moderado; estresse oxidativo.

ABSTRACT: Obesity and exposure to Residual Oil Fly Ash (ROFA) leads to subclinical inflammation and to oxidative stress (OS), related to cardiorespiratory complications. Because being antioxidant and anti-inflammatory, moderate physical training (MPT) is an alternative for treatment of obesity and its complications. However, MPT with exposure to PM_{2,5} pollutant presents oxidative damage. We aimed to evaluate if ROFA can also cause alterations cardiac and pulmonary OE parameters, and if high fat diet (HFD)-induced obesity can turns individual more susceptible to this situation. We divided female mice in Control (C), Rofa (R), Diet (D) and Diet-Rofa (DR) groups, that received HFD and ROFA, with respective controls. At 13th week, each group was subdivided into sedentary and trained, totalizing eight groups: Control (C), Trained (T), Rofa (R), Trained-Rofa (TR), Diet (D), Diet-Trained (DT), Diet-Rofa (DT) and Diet-Trained-Rofa (DTR) At 19th week white adipose tissue, lung and heart were collected. Lung oxidative parameters were not altered. On cardiac tissue, occurred a higher lipid peroxidation due to MPT realization with pollutant exposure in relation to D group, and an increase on antioxidant defense of T, R and TR groups in relation to D group. We conclude that MPT associated with ROFA exposure causes oxidative damage on cardiac tissue and the damage is not aggravated by obesity.

KEYWORDS: obesity; atmospheric pollution; moderate training; oxidative stress.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica com crescente abrangência na população mundial. Cerca de 50% da população brasileira adulta apresenta-se com sobrepeso (IMC>25) e 17% obesa (IMC> 30) (Organization, 2003). Trata-se do acúmulo excessivo e hipertrofia do tecido adiposo branco, que torna o indivíduo mais suscetível a lipólise e a desequilíbrios nos parâmetros lipídicos (Bendale *et al.*, 2013), geralmente associados a um quadro inflamatório de baixo grau (Wedell-Neergaard *et al.*, 2018) e de estresse

oxidativo (Bortolin *et al.*, 2018).

A obesidade é caracterizada por inflamação subclínica, com excessiva produção de citocinas inflamatórias, como o TNF- α (Bortolin *et al.*, 2018), IL-6 pelo próprio tecido, ou por macrófagos M1 infiltrados (Enos *et al.*, 2013) e IL-1 β . Tais citocinas estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento de doenças cardiometabólicas (Pedersen, 2017).

A obesidade eleva a suscetibilidade individual a fatores danosos ambientais, como a poluição (Goettems-Fiorin *et al.*, 2016; Haberzettl *et al.*, 2016). Dentre os poluentes atmosféricos, destaca-se o *Residual Oil Fly Ash* (ROFA), formado pela queima de combustíveis fósseis e rico em metais pesados (Ghio *et al.*, 2002). O ROFA é um tipo de material particulado fino (MP_{2,5}) que, por apresentar diâmetro reduzido, pode ser facilmente absorvido e afetar o trato respiratório por meio do estresse oxidativo e de processos inflamatórios (Ghio *et al.*, 2002; Damiani *et al.*, 2012; Orona *et al.*, 2016). Pode ultrapassar a barreira alvéolo-capilar e atingir a circulação sanguínea e assim, levar ao comprometimento cardíaco (Damiani *et al.*, 2012; Orona *et al.*, 2016; WHO – World Health Organization. , 2017; Mai, 2017) e sistêmico.

Uma das medidas recomendadas para reduzir as complicações da obesidade é o exercício físico. O exercício eleva a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e a atividade de enzimas antioxidantes como mecanismo compensatório, de modo a tornar o indivíduo mais resistente a fatores estressores (Cardoso *et al.*, 2018). Além disso, o exercício apresenta efeito anti-inflamatório (Pedersen, 2017; Cardoso *et al.*, 2018) direto por meio da produção de miocinas, como IL-6 e IL-10 (Ropelle *et al.*, 2010; Pedersen, 2017) também envolvidas na lipólise e metabolismo glicêmico, e indiretos pelo seu efeito sobre mudança da composição corporal. Ambos auxiliam na prevenção e/ou tratamento da resistência insulínica e doenças cardíacas (Pedersen, 2017).

Apesar dos evidentes benefícios do treinamento físico nas complicações cardíacas decorrentes da obesidade, sabe-se que a realização de exercícios moderados em exposição ao MP_{2,5} causa lipoperoxidação (Mai, 2017). Nesse trabalho buscamos avaliar se o ROFA interfere nos parâmetros oxidativos (lipoperoxidação e atividade de enzimas antioxidantes SOD e CAT) do coração e pulmão em organismos submetidos a treinamento físico moderado, e se a obesidade, induzida pelo consumo de dieta hiperlipídica, pode tornar este organismo mais suscetível ao dano oxidativo.

METODOLOGIA

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIJUÍ (NO 0.11/2013).

Animais: utilizamos 65 camundongos fêmeas B6129SF2/J com três meses de idade. Os animais foram mantidos durante todo o período experimental no Biotério da

Unijuí em caixas semimetabólicas, com temperatura ambiente controlada ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) e ciclo claro-escuro de 12 horas. Todos os animais receberam água a vontade (*ad libitum*).

Delineamento experimental: Os animais foram inicialmente divididos em quatro grupos: Controle (C), Rofa (R), Dieta (D) e Dieta+Rofa (DR). Os grupos C e R receberam ração padrão para animais de laboratório (Nuvilab CR-1), obtidas comercialmente de Nuvital Nutrientes SA., com energia metabolizável total de 16.6 MJ/kg, sendo 11.4 % de gordura, 62.8% de carboidratos e 25.8% de proteínas e consistindo de proteína bruta, matéria mineral e fibrosa. Os grupos D e DR receberam dieta hiperlipídica à base de banha de porco, com energia metabolizável total de 22,8 MJ/kg, sendo de 58,3% de gorduras, 24,5% de carboidratos e 17,2% de proteínas (Winzell e Ahren, 2004).

No mesmo período, os animais receberam diariamente instilação intranasal de 10 μL de solução fisiológica (C e D) ou 10 μL de ROFA (concentração de 20 $\mu\text{g}/10\mu\text{L}$) (R e DR). O ROFA foi obtido através de partículas retiradas de um precipitador eletrostático instalado em uma das chaminés de uma fábrica de aço de grandes dimensões localizado na cidade de São Paulo. Sua composição é Fe $1058,9\pm 2,37 \mu\text{g/g}$; Rb $719,7\pm 1,0 \mu\text{g/g}$; $\pm 0,3 \mu\text{g/g}$; La $10,3\pm 0,1 \mu\text{g/g}$; Co $9,9\pm 0,25 \mu\text{g/g}$; Mn $3,8\pm 24 \mu\text{g/g}$; Sb $2,2\pm 0,9 \mu\text{g/g}$; Br $1,5\pm 19 \mu\text{g/g}$ (média \pm desvio padrão). As partículas apresentam diâmetro aerodinâmico médio de $1,2\pm 2,24 \mu\text{m}$, configurando um tipo de $\text{MP}_{2,5}$ (Ghio *et al.*, 2002). O poluente foi administrado por meio de instilação intranasal com utilização de micropipeta automática, utilizando-se do reflexo de apneia (Medeiros *et al.*, 2004).

Na 13^a semana, os grupos C, R, D e DR foram subdivididos em oito grupos: Controle (C), Treinado (T), Rofa (R), Treinado-Rofa (TR), Dieta (D), Dieta-Treinado (DT), Dieta-Rofa (DR) e Dieta-Treinado-Rofa (DTR). Os animais pertencentes aos grupos T, DT, TR e DTR foram adaptados à natação por 10 minutos, sem adição de carga, por três dias, na água a 30°C , numa profundidade de 20 cm. Nas seis semanas subsequentes eles realizaram treinamento de intensidade moderada, iniciando na primeira com 4% de carga e 20 min de treinamento. Na segunda foi acrescido 1% de carga e manteve-se o tempo. Nas quatro subsequentes a duração do exercício foi aumentada em 10 minutos a cada semana, alcançando 60 minutos na sexta semana e mantendo a carga de 5%. Os animais não treinados (C, D, R, DR) foram submetidos ao mesmo manuseio, permanecendo no tanque com água a 30°C na profundidade de 2 cm.

Durante essas seis semanas a instilação de ROFA e o consumo de DHL foram mantidos, totalizando 19 semanas com estas intervenções e apenas seis de exercício moderado (tabela 1).

Grupo experimental	Treinamento	Dieta	Instilação
<i>Controle</i>	Sedentários	Padrão: 11.4 % de gordura, 62.8% de carboidratos e 25.8% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de solução fisiológica
<i>Treinado</i>	Treinamento físico moderado. Natação com 4% de carga.	Padrão: 11.4 % de gordura, 62.8% de carboidratos e 25.8% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de solução fisiológica
<i>Rofa</i>	Sedentários	Padrão: 11.4 % de gordura, 62.8% de carboidratos e 25.8% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de ROFA (concentração de 20 µg/10µL)
<i>Treinado-Rofa</i>	Treinamento físico moderado. Natação com 4% de carga.	Padrão: 11.4 % de gordura, 62.8% de carboidratos e 25.8% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de ROFA (concentração de 20 µg/10µL)
<i>Dieta</i>	Sedentários	DHL: 58,3% de gorduras, 24,5% de carboidratos e 17,2% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de solução fisiológica
<i>Dieta-Treinado</i>	Treinamento físico moderado. Natação com 4% de carga.	DHL: 58,3% de gorduras, 24,5% de carboidratos e 17,2% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de solução fisiológica
<i>Dieta-Treinado-Rofa</i>	Treinamento físico moderado. Natação com 4% de carga.	DHL: 58,3% de gorduras, 24,5% de carboidratos e 17,2% de proteínas	Instilação intranasal de 10 µL de ROFA (concentração de 20 µg/10µL)

Tabela 1: Delineamento experimental.

Ao fim destas 19 semanas, os tecidos adiposo branco, pulmonar e cardíaco foram coletados. O tecido adiposo foi pesado para cálculo da adiposidade, dada pelo quociente do peso do tecido pelo peso corpóreo total (Goettems-Fiorin *et al.*, 2016) (Figura 3, material suplementar). Pulmão e coração foram congelados em nitrogênio líquido e mantidos em freezer a -20°C. Posteriormente, foram homogeneizados em tampão fosfato de potássio (KPi, pH 7,4) contendo inibidor de protease (PMSF) para realização das análises bioquímicas.

Análises bioquímicas:

Lipoperoxidação: foi avaliada conforme o Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), a 535 nm (Buege e Aust, 1978).

Atividade da superóxido dismutase (SOD): foi determinada a partir da inibição da autoxidação do pirogalo, a 420nm (Marklund e Marklund, 1974).

Atividade da catalase (CAT): mensurada a partir da decomposição de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), a 240 nm (Aebi, 1984).

Dosagem de proteínas: avaliada pelo método espectrofotométrico de Bradford,

a 595 nm (Bradford, 1976).

Análise Estatística: ANOVA de uma via, seguida de Tukey, considerando $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tecido pulmonar não foi responsivo as intervenções, visto não ter havido diferença no nível de lipoperoxidação entre os grupos (Figura 1A), tampouco na atividade das enzimas antioxidantes SOD (Figura 1B), CAT (Figura 1C) e na razão entre elas (Figura 1D).

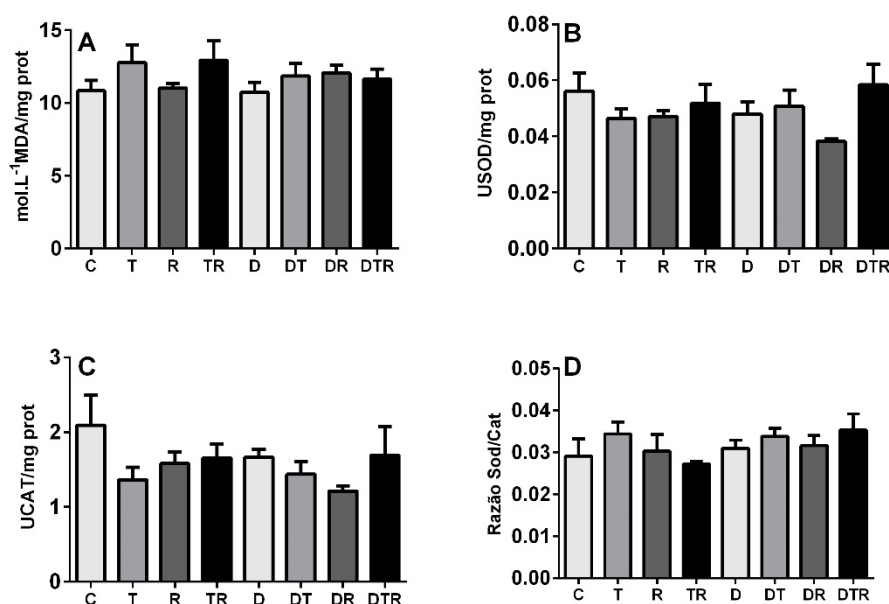


Figura 1: Avaliação de parâmetros relacionados ao estresse oxidativo tecidual do pulmão em camundongos após 19 semanas de dieta hiperlipídica e exposição ao ROFA, acompanhadas a partir da 13^a semana, de treinamento físico moderado. Lipoperoxidação (A), atividade enzimática das enzimas SOD (B) e CAT (C), razão SOD/CAT (D). Os valores foram expressos em média ± DP. A) $P=0,4351$. B) $P=0,3540$. C) $P=0,3599$. D) $P=0,6699$.

Sabe-se que cerca de 50% das partículas de $MP_{2,5}$ se depositam nas vias aéreas superiores, 33-50% podem alcançar os alvéolos pulmonares e uma porcentagem menor alcançar a corrente sanguínea (Mai, 2017). Sabe-se também que, apesar da maior deposição de ROFA nas vias aéreas, maior dano oxidativo pode ocorrer no tecido cardíaco (Damiani *et al.*, 2012).

Quanto ao tecido cardíaco, observou-se que a dieta hiperlipídica (D) reduziu a lipoperoxidação (Figura 2A) e a atividade das enzimas antioxidantes SOD (Figura 2B) e CAT (Figura 2C). Esse resultado pode ser decorrente do efeito do consumo crônico de DHL que aumenta a adiposidade e reduz a taxa metabólica basal. Na medida que a adiposidade aumenta, pela DHL, a massa magra e a taxa metabólica reduzem (Sparti *et al.*, 1997; McMurray *et al.*, 2014), e isso se reflete na diminuição do dano oxidativo e da atividade das enzimas antioxidantes.

A instilação do ROFA (R) isolada e somada ao treinamento moderado (TR)

causou maior lipoperoxidação no tecido cardíaco em comparação aos animais que receberam apenas a DHL (D) (Figura 2A). Este resultado aponta para os possíveis malefícios de realizar atividades físicas ao ar livre em locais cuja qualidade do ar não é adequada, mesmo que ainda não seja considerada 'alerta' por órgãos reguladores da saúde pública e ambiental.

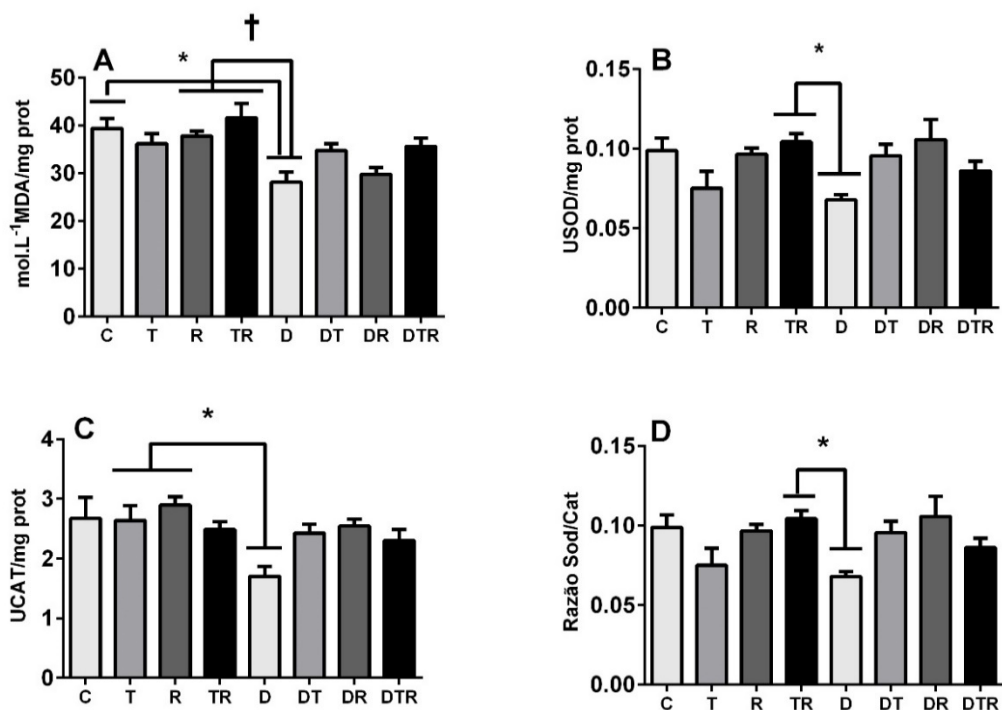


Figura 2: Avaliação de parâmetros relacionados ao estresse oxidativo tecidual do coração em camundongos após 19 semanas de dieta hiperlipídica e exposição ao ROFA, acompanhadas a partir da 13ª semana, de treinamento físico moderado. Lipoperoxidação (A), atividade enzimática das enzimas SOD (B) e CAT (C), razão SOD/CAT (D). Os valores foram expressos em média ± DP. A) *P<0,01 vs C. † P<0,01 vs D. B) *P<0,01 vs D. C) *P<0,01 vs D. D) *P<0,05 vs D.

Os maiores valores de lipoperoxidação encontrados nos animais que receberam ROFA (R e TR) (Figura 2A) apontam para o seu potencial na indução do estresse oxidativo, em decorrência da sua composição rica em metais pesados, incluindo ferro, vanádio e níquel, os quais podem induzir a formação de ERO por meio das reações de Fenton (Ghio *et al.*, 2002).

O aumento da frequência cardíaca e respiratória, como ocorre durante o exercício físico, aumentam a inalação de poluentes e, conseqüentemente, o dano oxidativo (Cavalcante De Sa *et al.*, 2016). O treinamento moderado (T) isolado levou a um aumento da atividade da CAT no tecido cardíaco em relação ao grupo que recebeu apenas DHL (D) (Figura 2C), apontando o seu potencial na redução e/ou reversão das complicações decorrentes da obesidade, induzida pela DHL. Isto se dá pela natureza antioxidante e anti-inflamatória do treinamento físico (Pedersen, 2017).

O ROFA isolado (R), por sua vez, mesmo tendo causado maior lipoperoxidação, induziu uma maior atividade da CAT quando comparado aos animais obesos (D)

(Figura 2C) mostrando que o organismo consegue se defender dos danos oxidativos decorrentes deste poluente, quando não associado a outro fator de risco, por meio do aumento das enzimas antioxidantes.

A associação entre treinamento moderado e ROFA levou a maior atividade da SOD em relação àqueles que receberam apenas DHL (Figura 2B). No entanto, quando analisada a razão entre as duas enzimas antioxidantes (SOD/CAT), o treinamento moderado somado à instilação diária de ROFA elevou a razão entre estas duas enzimas quando comparados ao grupo que recebeu apenas DHL (Figura 2D). A SOD e a CAT são enzimas complementares na defesa contra ERO, portanto, suas atividades devem estar equilibradas de modo a evitar a superprodução de intermediários reativos nesse processo. Enquanto a SOD age na dismutação do superóxido (O_2^-) em H_2O_2 e oxigênio, a CAT age sobre o H_2O_2 remanescente, para neutralizá-lo, transformando em água e oxigênio (Perry *et al.*, 2010)2010. Logo, em casos em que a atividade da CAT não atende à demanda, ou seja, não acompanha a atividade da SOD, há aumento na produção de H_2O_2 , que pode se transformar novamente em O_2^- se permanecer no sistema (Peng *et al.*, 2016). Esse desequilíbrio entre as duas enzimas pode culminar no estresse oxidativo, o que foi verificado nesse estudo pela lipoperoxidação do tecido cardíaco.

Resultados similares já foram mostrados em outros trabalhos onde foram avaliados o treinamento físico de diferentes intensidades (moderado e intenso), associado à exposição de poluentes em concentração inferior (Mai, 2017). No presente trabalho avaliou-se o efeito de um tipo específico de $MP_{2,5}$, o ROFA, mais rico em metais de transição, e de sua associação com a obesidade sobre o estresse oxidativo. Observou-se que a obesidade não agravou o dano oxidativo, todavia, evidenciou-se a possibilidade de ocorrência de danos ao tecido cardíaco quando a realização do treinamento físico moderado for associada a exposição à poluentes como o ROFA, mesmo que em concentração considerada “aceitável”.

CONCLUSÃO

Os dados indicam que a exposição a poluentes altera o equilíbrio redox cardíaco, reforçando a necessidade das recomendações de realização de exercício físico em locais com condições de ar adequadas. Nesse contexto, período de exposição e concentração avaliada, a obesidade induzida pelo consumo de DHL não agravou o dano oxidativo.

REFERÊNCIAS

- AEBI, H. Catalase in vitro. **Methods Enzymol**, v. 105, p. 121-6, 1984. ISSN 0076-6879 (Print) 0076-6879 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6727660> >.
- BENDALE, D. S. et al. 17-beta Oestradiol prevents cardiovascular dysfunction in post-menopausal metabolic syndrome by affecting SIRT1/AMPK/H3 acetylation. **Br J Pharmacol**, v. 170, n. 4, p. 779-95, Oct 2013. ISSN 1476-5381 (Electronic) 0007-1188 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23826814> >.
- BORTOLIN, R. C. et al. A new animal diet based on human Western diet is a robust diet-induced obesity model: comparison to high-fat and cafeteria diets in term of metabolic and gut microbiota disruption. **Int J Obes (Lond)**, v. 42, n. 3, p. 525-534, Mar 2018. ISSN 1476-5497 (Electronic) 0307-0565 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28895587> >.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem**, v. 72, p. 248-54, May 07 1976. ISSN 0003-2697 (Print) 0003-2697 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/942051> >.
- BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. **Methods Enzymol**, v. 52, p. 302-10, 1978. ISSN 0076-6879 (Print) 0076-6879 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/672633> >.
- CARDOSO, G. H. et al. High-Intensity Exercise Prevents Disturbances in Lung Inflammatory Cytokines and Antioxidant Defenses Induced by Lipopolysaccharide. **Inflammation**, Jul 20 2018. ISSN 1573-2576 (Electronic) 0360-3997 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30030654> >.
- CAVALCANTE DE SA, M. et al. Aerobic exercise in polluted urban environments: effects on airway defense mechanisms in young healthy amateur runners. **J Breath Res**, v. 10, n. 4, p. 046018, Dec 21 2016. ISSN 1752-7163 (Electronic) 1752-7155 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28000620> >.
- DAMIANI, R. M. et al. Is cardiac tissue more susceptible than lung to oxidative effects induced by chronic nasotropic instillation of residual oil fly ash (ROFA)? **Toxicol Mech Methods**, v. 22, n. 7, p. 533-9, Sep 2012. ISSN 1537-6524 (Electronic) 1537-6516 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22563929> >.
- ENOS, R. T. et al. Influence of dietary saturated fat content on adiposity, macrophage behavior, inflammation, and metabolism: composition matters. **J Lipid Res**, v. 54, n. 1, p. 152-63, Jan 2013. ISSN 1539-7262 (Electronic) 0022-2275 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23103474> >.
- GHIO, A. J. et al. Biologic effects of oil fly ash. **Environ Health Perspect**, v. 110 Suppl 1, p. 89-94, Feb 2002. ISSN 0091-6765 (Print) 0091-6765 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11834466> >.
- GOETTEMS-FIORIN, P. B. et al. Fine particulate matter potentiates type 2 diabetes development in high-fat diet-treated mice: stress response and extracellular to intracellular HSP70 ratio analysis. **J Physiol Biochem**, v. 72, n. 4, p. 643-656, Dec 2016. ISSN 1877-8755 (Electronic) 1138-7548 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27356529> >.
- HABERZETTL, P. et al. Exposure to Fine Particulate Air Pollution Causes Vascular Insulin Resistance by Inducing Pulmonary Oxidative Stress. **Environ Health Perspect**, v. 124, n. 12, p. 1830-1839, Dec 2016. ISSN 1552-9924 (Electronic)

0091-6765 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27128347> >.

MAI, A. S. S., A. B.; COSTA-BEBER, L. C.; BASSO, R. D. B.; SULZBACHER, L. M.; GOETTEM-FIORIN, P. B.; FRIZZO, M. N.; RHODEN, C. R.; LUDWIG, M. S.; HECK, T. G. Exercise training under exposure to low levels of fine particulate matter: effects on heart oxidative stress and extra-to-intracellular HSP70 ratio. . **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2017.

MARKLUND, S.; MARKLUND, G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. **Eur J Biochem**, v. 47, n. 3, p. 469-74, Sep 16 1974. ISSN 0014-2956 (Print)

0014-2956 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4215654> >.

MCMURRAY, R. G. et al. Examining variations of resting metabolic rate of adults: a public health perspective. **Med Sci Sports Exerc**, v. 46, n. 7, p. 1352-8, Jul 2014. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24300125> >.

MEDEIROS, N., JR. et al. Acute pulmonary and hematological effects of two types of particle surrogates are influenced by their elemental composition. **Environ Res**, v. 95, n. 1, p. 62-70, May 2004. ISSN 0013-9351 (Print)

0013-9351 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15068931> >.

ORGANIZATION, W. H. Chapter 6: Neglected Global Epidemics: three growing threats. 2003. Disponível em: < http://www.who.int/whr/2003/chapter6/en/index1.html#fig_6_1 >.

ORONA, N. S. et al. Acute exposure to Buenos Aires air particles (UAP-BA) induces local and systemic inflammatory response in middle-aged mice: A time course study. **Environ Pollut**, v. 208, n. Pt A, p. 261-270, Jan 2016. ISSN 1873-6424 (Electronic)

0269-7491 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26255684> >.

PEDERSEN, B. K. Anti-inflammatory effects of exercise: role in diabetes and cardiovascular disease. **Eur J Clin Invest**, v. 47, n. 8, p. 600-611, Aug 2017. ISSN 1365-2362 (Electronic)

0014-2972 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28722106> >.

PENG, J. R. et al. Elevated Levels of Plasma Superoxide Dismutases 1 and 2 in Patients with Coronary Artery Disease. **Biomed Res Int**, v. 2016, p. 3708905, 2016. ISSN 2314-6141 (Electronic). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27830142> >.

PERRY, J. J. et al. The structural biochemistry of the superoxide dismutases. **Biochim Biophys Acta**, v. 1804, n. 2, p. 245-62, Feb 2010. ISSN 0006-3002 (Print)

0006-3002 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19914407> >.

ROPELLE, E. R. et al. IL-6 and IL-10 anti-inflammatory activity links exercise to hypothalamic insulin and leptin sensitivity through IKKbeta and ER stress inhibition. **PLoS Biol**, v. 8, n. 8, Aug 24 2010. ISSN 1545-7885 (Electronic)

1544-9173 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20808781> >.

SPARTI, A. et al. Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. **Metabolism**, v. 46, n. 10, p. 1225-30, Oct 1997. ISSN 0026-0495 (Print)

0026-0495 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9322812> >.

WEDELL-NEERGAARD, A. S. et al. Cardiorespiratory fitness and the metabolic syndrome: Roles of inflammation and abdominal obesity. **PLoS One**, v. 13, n. 3, p. e0194991, 2018. ISSN 1932-6203 (Electronic)

1932-6203 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29590212> >.

WHO – World Health Organization. . <http://www.who.int/publications/10-year-review/health-guardian/>

WINZELL, M. S.; AHREN, B. The high-fat diet-fed mouse: a model for studying mechanisms and treatment of impaired glucose tolerance and type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53 Suppl 3, p. S215-9, Dec 2004. ISSN 0012-1797 (Print)

0012-1797 (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15561913> >.

MATERIAL SUPLEMENTAR

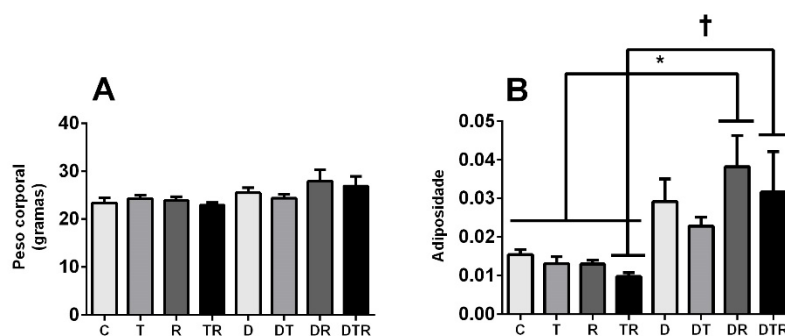


Figura 3: Avaliação de peso total (A) e adiposidade corporal (B) de camundongos após 19 semanas de dieta hiperlipídica e exposição ao ROFA, acompanhadas a partir da 13^a semana, de treinamento físico moderado. Os valores foram expressos em média \pm DP. A) $P=0,08$ B) $*P=0,0003$ vs C, T, R e TR, † vs TR.

