

DEYLIANE APARECIDA DE ALMEIDA PEREIRA

**IMPACTO DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO EM MARCADORES
CARDIOMETABÓLICOS DE MULHERES JOVENS COM DIFERENTES PERFIS
NUTRICIONAIS E NÍVEIS DE APTIDÃO FÍSICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Silvia Eloiza Priore

Coorientadores: Andréia Queiroz Ribeiro
João Carlos Bouzas Marins
Maria do Carmo Gouveia Pelúzio
Sylvia do Carmo Castro Franceschini

VIÇOSA-MINAS GERAIS

2019

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

P436i
2019

Pereira, Deyliane Aparecida de Almeida, 1986-

Impacto do treinamento físico combinado em marcadores
cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis
nutricionais e níveis de aptidão física / Deyliane Aparecida de
Almeida Pereira. – Viçosa, MG, 2019.

244 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Silvia Eloiza Priore.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos. 2. Ácidos graxos. 3. Aptidão física -
Aspectos nutricionais. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de Pós-Graduação
em Ciência da Nutrição. II. Título.

CDD 22. ed. 613.7045

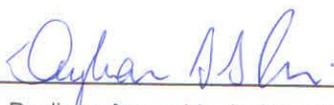
DEYLIANE APARECIDA DE ALMEIDA PEREIRA

**IMPACTO DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO EM MARCADORES
CARDIOMETABÓLICOS DE MULHERES JOVENS COM DIFERENTES PERFIS
NUTRICIONAIS E NÍVEIS DE APTIDÃO FÍSICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

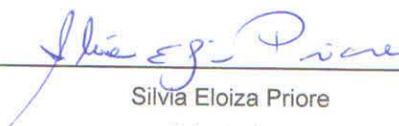
APROVADA: 07 de novembro de 2019.

Assentimento:



Deyliane Aparecida de Almeida Pereira

Autora



Sílvia Eloiza Priore

Orientadora

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente. A Ele toda hora e toda glória! “Até aqui o Senhor me ajudou” (1 Samuel 7:12)

À minha família, em especial à minha mãe que sempre está ao meu lado incentivando, apoiando e orando, e aos meus irmãos Daniela, Daniel e Dênis pelo apoio, e que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao Alex que merece cada agradecimento por minhas conquistas nos últimos anos. Obrigada pela amizade, o conselho sábio e apoio incondicional, principalmente por estar comigo em todos os momentos.

Ao grupo de oração da pós, que no horário do almoço trazia uma palavra de fé, conforto, perseverança e ânimo.

À Universidade Federal de Viçosa pela contribuição, nestes 12 anos, na minha formação profissional e pessoal. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pelo ensino de qualidade.

À professora Silvia Eloiza Priore pela paciência na orientação, pela confiança e por acreditar no meu trabalho, e principalmente pelo incentivo, para que a conclusão desta tese se tornasse possível.

Aos coorientadores Andréia Queiroz Ribeiro, João Carlos Bouzas Marins, Maria do Carmo Gouveia Pelúzio e Sylvia do Carmo Castro Franceschini agradeço pela amizade, carinho, ensinamentos, oportunidades concedidas e pela orientação, com valiosas contribuições durante a realização desse trabalho

Às universitárias que se dispuseram a participar do projeto, meus agradecimentos pela disponibilidade e dedicação.

À bolsista de iniciação científica e agora mestranda Lucimar Aguiar, pela dedicação, zelo e presteza nas atividades do projeto. Obrigada pela amizade e carinho de sempre.

Ao grupo de pesquisa “Diagnóstico e Intervenção em Distúrbios da Nutrição e Saúde em Grupos Populacionais” pela oportunidade de crescimento acadêmico, em especial a Silvia Lopes, a Dayane e a Sarah.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição e às colegas da pós graduação pelo apoio constante, troca de experiências e agradável convivência!

Aos funcionários e à chefia da Divisão de Saúde e do Setor de Raio X e do Laboratório Hemolab, pela amizade, ajuda, simpatia durante todo o período da coleta.

Aos Laboratórios de Avaliação Nutricional, Laboratório de Performance Humana, Laboratório de Força, Laboratório de Biologia do Exercício (BIOEX), Laboratório de

Bioquímica Nutricional do Departamento de Nutrição da UFV, Núcleo de Microscopia e Microanálise

Ao professor Leandro Licursi de Oliveira e ao Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM) pela disponibilidade e orientação nas análises realizadas

Às amigas e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes, em especial à Aurora, Cris, Ediane, Elizângela, Fabrícia, Franciany, Sabrina e Renata

A todos os professores presentes ao longo da jornada acadêmica pelo ensinamento transmitido e incentivo à busca pelo conhecimento.

Aos membros da banca de defesa, agradeço carinhosamente, pelo tempo despendido para a leitura deste trabalho e consequente contribuição para minha formação

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado (Código de Financiamento 001), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CNPq - 445276 / 2014-2), e à Fundação de Apoio a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) pelo financiamento deste estudo.

Finalmente, agradeço a todos que estiveram nessa longa caminhada e que contribuíram de forma direta ou indireta para que este trabalho fosse possível.

RESUMO

PEREIRA, Deyliane Aparecida de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2019. **Impacto do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física.** Orientadora: Silvia Eloiza Priore. Coorientadores: Andréia Queiroz Ribeiro, João Carlos Bouzas Marins, Maria do Carmo Gouveia Pelúzio e Sylvia do Carmo Castro Franceschini

Objetivo: Avaliar o efeito do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física. **Método:** Foram admitidas 60 universitárias, com idade de 18 a 25 anos, as quais foram distribuídas em três grupos por situação nutricional, conforme o Índice de Massa Corporal (IMC) e o percentual de gordura: eutróficos (n = 20), metabolicamente obesas (n = 26) ou obesos (n = 14), e em dois grupos conforme o nível de aptidão física: aptidão física ruim (n = 38) ou boa (n = 22). A intervenção envolveu um programa de exercício físico combinado (força e aeróbico), realizado 3 vezes por semana, com duração de 60 a 150 minutos, durante 8 semanas, em condições próximas às “reais” encontradas em ambientes de prática de exercício. Os desfechos analisados foram: aptidão física, marcadores cardiometabólicos [hemodinâmicos, sanguíneos, antropométricos e composição corporal], inflamatórios [leucócitos, Proteína C-reativa (PCR) e citocinas] e Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC). Efeitos do treinamento físico foram estimados pelo Modelo de Equações Generalizadas, de acordo com a situação nutricional e o nível de aptidão física no baseline, e pelo fator tempo antes e após a Intervenção. **Resultados:** Identificou-se que citocinas pró-inflamatórias se associaram ao aumento dos indicadores de adiposidade [Índice de Conicidade (ICC) e Relação Cintura/Quadril (RCQ) com Interleucina 12 (IL-12); ICC, RCQ, Índice de Massa Gorda (IMG1 e IMG2) com Fator de Necrose Tumoral (TNF- α)]. O **protocolo de treinamento** implementado favoreceu o decréscimo do Perímetro da Cintura (PC) e do Perímetro do Pescoço (PP), bem como dos índices RCQ, Relação Cintura/Estatura (RCE) e ICC. Observou-se também aumento da massa magra e da massa livre de gordura e reduções na massa gordurosa e no risco coronariano. Houve ainda redução nos níveis de glicemia e aumento dos níveis das hemácias, da hemoglobina e do hematócrito. Quanto aos **perfis nutricionais**, verificaram-se reduções do PC, RCQ, RCE e PCR no grupo

metabolicamente obeso. Tem-se que quanto maior a massa de gordura antes de iniciar um programa de exercício, maiores são as reduções na massa corporal e de gordura, no IMC, no PC, pescoço, RCE e risco coronariano. No que tange aos **níveis de aptidão física** houve incrementos nos glóbulos vermelhos para os dois grupos de aptidão cardiorrespiratória, e decréscimos em índices antropométricos, composição corporal e parâmetros hemodinâmicos. Quanto aos AGCC, foi identificado aumento no ácido acético e decréscimo no ácido Fórmico e Butírico. O grupo com aptidão física boa apresentou maior diminuição dos PC e PP, quando comparado ao de aptidão física ruim. Destaca-se que este é o primeiro estudo que apresenta efeitos de ácidos acético e fórmico em um desenho longitudinal em jovens estudantes de graduação. **Conclusões:** O programa de exercício físico utilizado foi eficaz na melhoria dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas decorrentes da inatividade. Em particular, houve maiores reduções de risco em indivíduos com obesidade metabólica e baixos níveis de aptidão física, pois maiores valores de massa de gordura antes da intervenção se associam a maiores perdas após ela. Em suma, o programa de exercício foi viável e reduziu os fatores de risco para DCNT.

Palavras-chave: Exercício. Ácido Graxo. Aptidão Física. Estado Nutricional.

ABSTRACT

PEREIRA, Deyliane Aparecida de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2019. **Impact of combined physical training on cardiometabolic markers in young women with distinct nutritional status and physical fitness.** Advisor: Silvia Eloiza Priore. Co-advisors: Andréia Queiroz Ribeiro, João Carlos Bouzas Marins, Maria do Carmo Gouveia Pelúzio and Sylvia do Carmo Castro Franceschini

Objective: Assessing the effect of a combined physical training on cardiometabolic markers from young women with distinct nutritional profiles and physical fitness levels.

Method: 60 female undergraduate students aged between 18 to 25 years participated in the study. They were divided into three groups according to their nutritional status, taking into consideration the Body-Mass Index (BMI) and the percentage of body fat: eutrophic (n = 20), metabolically obese (n = 26), or obese (n = 14), and into two groups according to their physical fitness: bad physical fitness (n = 38) and good physical fitness (n = 22). The intervention consisted of a combined physical activity program (strength and aerobic), performed three times a week, taking from 60 to 150 minutes, during 8 weeks, in conditions similar to the “actual ones” found in physical training environments. The items analyzed were: physical fitness, cardiometabolic markers [hemodynamic, blood, anthropometric, and body composition], inflammatory markers [leukocyte, C-Reactive Protein (CRP), and cytokines], and Short-Chain Fatty Acids (SCFA). The effects of the physical training were assessed through the Generalized Estimating Equation (GEE)—according to the nutritional status and the physical fitness level in the baseline—and the time factor before and after the intervention. **Results:** It was identified that the proinflammatory cytokines are associated with the increase of the adiposity indexes [Conicity Index (CI) and Waist-Hip Ratio (WHR) with Interleukin 12 (IL-12); and IC, WHR, and Fat Mass Distribution Index (FMI1 and FMI2) with Tumor Necrosis Factor (TNF- α)]. The **training protocol** implemented favored the decrease of the Waist Circumference (WC) and Neck Circumference (NC) and also of the WHR, Waist-to-Height Ratio (WHtR), and IC indexes. It was also observed the increase of the lean body mass and fat-free mass as well as the decrease of the fat mass and coronary risk. There was also the decrease of the glucose level and the increase of the red blood cells, hemoglobin, and hematocrit levels. Regarding the **nutritional status**, it was observed the decrease of the WC, WHR, and CRP indexes in the

metabolically obese group. It is known that the higher the body fat mass before starting performing the physical activity program, the greater the decrease of body mass, body fat, BMI, WC, NC, WHtR, and coronary risk is. Concerning the **physical fitness level**, there was the increase of the red blood cells in both cardiorespiratory fitness groups and the decrease of the anthropometric indexes, body composition, and hemodynamic parameters. Regarding the SCFA, it was identified the increase of the acetic acid and the decrease of the formic and butyric acids. The good physical fitness group had a greater decrease of the WC and NC comparing to the bad physical fitness group. It is important to highlight that this is the first longitudinal study that presents the effects of acetic and formic acids on young female undergraduate students. **Conclusion:** The physical activity program applied effectively improved the cardiometabolic diseases risk arisen from the physical inactivity. There was the decrease of the risk especially in subjects suffering from metabolic obesity and with low levels of physical fitness, since higher values of body fat mass before the intervention are associated with greater losses after it. In short, the physical activity program was feasible and it decreased the risk factor for NCDs.

Keywords: Physical activity. Fatty Acid. Physical Fitness. Nutritional Status.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO DE REVISÃO

Figura 1: Etapas da elaboração da revisão sistemática	53
---	----

METODOLOGIA

Figura 1: Fluxograma das etapas de realização da pesquisa.....	90
Figura 2 - Divisão dos grupos quanto ao IMC e percentual de gordura.....	94
Figura 3: Fluxograma de alocação da amostra	95
Figura 4 - Teste Flexão de Braços Modificado	109
Figura 5 - Teste de Abdominal	110
Figura 6 - Medidas do Banco de Wells e demonstração do teste	111
Figura 7: Fluxograma do protocolo básico do processo de dosagem das citocinas	115
Figura 8: Síntese do protocolo de exercício elaborado para intervenção, conforme preconizações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e <i>American College of Sports Medicine (ACSM)</i>	118
Figura 9: Escalas de Percepção de esforço	120
Figura 10: Escalas de Percepção de esforço	121

ARTIGO ORIGINAL 3

Figure 1: Changes (delta = final value – initial value) in anthropometric, hemodynamic, and coronary risk factors in university students with differing nutritional status, during an 8-week program of combined aerobic and resistance exercise, expressed as median values.	182
Figure 2: Changes (delta = final value – initial value) in cardiometabolic markers in university students with differing nutritional status, during an 8-week program of combined aerobic and resistance exercise, expressed as median values	183

ARTIGO ORIGINAL 4

Figura 1: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos na avaliação inicial e final dos parâmetros Antropométricos, Composição Corporal e Risco Coronariano	203
Figura 2: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos parâmetros Hematológicos.....	204
Figura 3: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos parâmetros Físicos e Hemodinâmicos	205
Figura 4: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta	206

LISTA DE QUADROS

ARTIGO DE REVISÃO

Quadro 1: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas	55
Quadro 2: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico, de acordo com a frequência semanal, associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas	57
Quadro 3: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico, de acordo com o número de semanas, associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas	59
Apêndice 1: Artigos selecionados para a revisão sistemática	72

METODOLOGIA

Quadro 1: Critérios de elegibilidade e descontinuidade.....	91
Quadro 2 – Local de realização dos questionários, avaliações e análises	96
Quadro 3 - Recomendações para utilização do exame de sangue e da avaliação da composição corporal.....	103
Quadro 4 - Escala de Percepção de Esforço (IPE)	106
Quadro 5 - Variáveis de carga de treino empregadas no treino de força e aeróbico	117
Quadro 6 – Parâmetros que foram acompanhados durante o seguimento dos grupos	122

ARTIGO ORIGINAL 1

Quadro 1. Índices de adiposidade e respectivas fórmulas	134
Quadro 2. Índices de adiposidade, calculados a partir do DEXA, e respectivas fórmulas	135

ARTIGO ORIGINAL 2

Appendix 1: Description of the intensity loads controlled during the training program for muscle strength	162
Appendix 2: Description of volume control during the muscle strength training program	162
Appendix 3: Description of intensity control during aerobic training program	163
Appendix 4: Description of volume control during the aerobic training program	163

LISTA DE TABELAS

ARTIGO DE REVISÃO

Tabela 1: Descritores e operadores booleanos utilizados nas bases de dados eletrônicas	51
--	----

METODOLOGIA

Tabela 1 - Classificação do estado nutricional e o risco para comorbidades de acordo com os valores do Índice de Massa Corporal.....	101
Tabela 2 - Pontos de Corte para Relação Cintura/Estatura.....	102
Tabela 3: Classificação do percentual de gordura.....	104
Tabela 4 - Classificação do VO_{2max} para mulheres.....	108
Tabela 5 - Classificação do Teste Flexão de Braços para mulheres	110
Tabela 6 - Classificação do Teste de Abdominal para mulheres	111
Tabela 7 - Classificação da flexibilidade para mulheres	111
Tabela 8 - Valores de referência dos lipídios, para indivíduos maiores de 20 anos, com jejum	112
Tabela 9 - Valores de referência dos lipídios, para indivíduos de 18 e 19 anos	113
Tabela 10 - Valores de referência TSH	113
Tabela 11 - Valores de referência proteína C reativa (PCR)	114

ARTIGO 1

Tabela 1. Características físicas e metabólicas de jovens universitárias	137
Tabela 2. Correlação entre interleucinas e indicadores de adiposidade corporal total e central em jovens universitárias	138
Tabela 3. Modelos finais da análise de regressão linear múltipla entre os indicadores de adiposidade corporal (variáveis dependentes) e as citocinas em universitárias ..	138

ARTIGO 2

Table 1 Behavioral and physical activities features of young women, expressed as median and interquartile interval	159
Table 2 Parameters, anthropometric index and coronary risk in young women expressed as median and interquartile interval	159
Table 3 Hemodynamic and physical fitness parameters in young women expressed as median and interquartile interval	160
Table 4 SCFA Concentrations (mmol/L) in faeces of young women recently admitted to a Brazilian public university before and after a compound physical exercise program during 8 weeks expressed as median and interquartile interval	160
Table 5 Blood and inflammatory parameters of young women expressed as median and interquartile interval	161

ARTIGO 3

Table 1: Effects of the exercise program on cardiometabolic markers in university students, categorized according to nutritional status	178
Table 2: Correlation between baseline fat mass and the changes in cardiometabolic parameters and coronary risk	179
Table 3: Body composition, hemodynamic parameters, and coronary risk, categorized according to time point and nutritional status	180
Table 4: Blood markers, hemodynamic parameters, and coronary risk, categorized according to time point and nutritional status	181

ARTIGO 4

Table 1: Dependent variable pre and post-intervention and estimative of time factor influence	201
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM - *American College of Sports Medicine*

AGCC – Ácidos Graxos de Cadeira Curta

AGL – Ácidos Graxos Livres

AHA - *American Heart Association*

Apo-A = Apolipoproteína A

Apo-B = Apolipoproteína B

ATP - Trifosfato de adenosina

bpm - batimentos por minuto

BREQ-2 - Behavioral Regularion in Exercise Questionnaire

cm – centímetros

CMT = Carga Máxima de Trabalho

CT - Colesterol Total

d/s=dias por semana

DC – Débito Cardíaco

DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis

DEXA - Dual X-Ray Absorptiometry

DM2 – Diabetes Mellitus Tipo 2

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

DP – Duplo Produto

FAI – Déficit Aeróbico Funcional

FC – Frequência Cardíaca

FCM - Frequência Cardíaca Máxima

FCM_{cal} - Frequência Cardíaca Máxima Calculada

FCM_{obt} – Frequência Cardíaca Máxima obtida

FCRep - Frequência Cardíaca de Repouso

FCReserva = Frequência Cardíaca de Reserva

FCT - Frequência Cardíaca de Treino

FIO₂ = Fração Inspirada de Oxigênio

GABA – Ácido Gama-Aminobutírico

GC = Grupo controle

GE = grupo exercício ou treinado

GH – Hormônio do Crescimento

Gpr – Proteína G
Hb - Hemoglobina
HCT – Hematócrito
HDL - High Density Lipoprotein
HIIE = Exercício Intermitente de Alta Intensidade;
HIIT = Treino Intervalado de Alta Intensidade
HOMA-IR - Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance
IAC – Índice de Adiposidade Corporal
ICC – Índice de Conicidade
IFN - Interferons
IGF-I - Insulin-like Growth Factor I
IGF-II - Insulin-like Growth Factor II
IL- Interleucina
IMC – Índice de Massa Corporal
IPAQ - International Physical Activity Questionnaire
IPE - Índice de Percepção do Esforço
ISAK - International Society for the Advancement of Kinanthropometry
Kcal - quilocaloria
Kcal.min⁻¹ – Quilocalorias por minuto
kg – quilogramas
kg/m² - quilogramas por metros ao quadrado
km/h – quilômetros por hora
L/min - Litros por minuto
LABIN - Laboratório de Bioquímica Nutricional
LAC - Laboratório de Análises Clínicas
LDL - Low Density Lipoprotein
LPS – Lipossacarídeos
MET_{max} - equivalente metabólico
MI – Membro Inferior
MICT = treinamento de ciclo contínuo de intensidade moderada;
min. = minutos
min/d = minutos por dia
ml (kg.min) - mililitros por quilograma de peso por minuto
MLG = Massa Livre de Gordura;

mmHg - milímetro de mercúrio
MS – Membro Superior
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PA – Pressão Arterial
PAD – Pressão Arterial Diastólica
PAE – Plano de Ações Estratégicas
ParQ - Physical Activity Readiness Questionnaire
PAS – Pressão Arterial Sistólica
PAS_{máx} - Pressão Arterial Sistólica Máxima
PC = Perímetro da cintura;
PCR - Proteína C Reativa
PM = Potência Máxima;
PP - Perímetro do pescoço
pVT1 = potencia do limiar ventilatório
QFCA - Questionário de Frequência de Consumo Alimentar
qPCR - Real-Time Polymerase Chain Reaction
RCC – Relação Cintura/Coxa
RCE - Relação Cintura/ Estatura
RCQ - Relação Cintura/Quadril
RI – Resistência à Insulina
RM = Repetição Máxima
rRNA - Ácido Ribonucleico Ribossomal
SBD – Sociedade Brasileira de Diabetes
seg. = segundos
sem. = semana (s)
SF-36 - Short Form-36
SISVAN - Sistema de Vigilância Alimentar Nutricional
SIT = treinamento intervalado de velocidade;
sTNFR - *Soluble TNF receptors*
TCIM = Treinamento Contínuo de Intensidade Moderada;
TF = treino de força;
TGL - Triglicerídeos
TNF- α - Tumor Necrosis Factor Alph

TR = Treinamento Resistido;

TSH - Thyroid-Stimulating Hormone

UCP - *Mitochondrial Uncoupling Protein*

UFV – Universidade Federal de Viçosa

VLDL - Very Low Density Lipoprotein

VO₂ = Captação de oxigênio;

VO₂ pico/máx : pico ou captação máxima de oxigênio

VO_{2max} - Volume Máximo de Oxigênio

WBV = Treinamento de Vibração de Corpo Inteiro;

WHO - *World Health Organization*

% = percentual

% GC - percentual de gordura corporal

[] = concentração

↑ = aumento

↓ = redução

↔ = sem alterações

♀ = mulheres

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	23
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	28
2.1. Perfil nutricional e de Doenças Crônicas não Transmissíveis	28
2.2. Estilo de vida de estudantes	29
2.3. Prática de exercício e Doenças Crônicas não Transmissíveis	30
2.4. Marcadores cardiometabólicos, inflamatórios e Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) na predição de risco cardiovascular.	32
I. Índices antropométricos e de composição corporal	32
II. Parâmetros hemodinâmicos e de aptidão física	34
III. Parâmetros Sanguíneos	36
IV. Parâmetros inflamatórios.....	37
V. Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC).....	38
REFERÊNCIAS	40
2.5. Artigo revisão 1	49
REFERÊNCIAS.....	64
Apêndice 1: Artigos selecionados para a revisão sistemática.....	72
REFERÊNCIAS APÊNDICE 1	84
3. OBJETIVOS.....	89
4. METODOLOGIA GERAL	90
4.1. Desenho do estudo.....	90
4.2. Participantes.....	90
4.3. Tamanho da amostra.....	92
4.4. Recrutamento e triagem	93
4.5. Desfechos	96
Questionários:	97
I. Questionário socioeconômico e acadêmico.....	97

II.	Questionário de Atividade física	97
III.	Questionário de Alimentação	97
IV.	Questionário Comportamental	98
V.	Questionário de Saúde	98
VI.	Questionário de auto percepção	99
Avaliações:		99
I.	Avaliações antropométricas.....	99
a)	Massa Corporal	99
b)	Estatuta	99
c)	Perímetros: abdominal, quadril, pescoço (PP), coxa, panturrilha, braço, antebraço e tórax	100
d)	Indicadores Antropométricos	101
II.	Avaliações de composição corporal	102
a)	Dobras cutâneas	103
b)	Bioimpedância Elétrica Vertical (BIA)	103
c)	Dual X-Ray Absorptiometry (DEXA)	103
III.	Avaliações de aptidão física	104
a)	Teste Submáximo de avaliação da capacidade cardiorrespiratória .	104
b)	Teste de resistência muscular localizada (Teste de Flexão de Braços e Abdominal) e de flexibilidade	109
IV.	Avaliações bioquímicas	112
a)	Dosagem de lipídios	112
b)	Hemograma Completo	113
c)	Glicemia de Jejum	113
d)	Thyroid-Stimulating Hormone (TSH) ultrasensível	113
e)	Proteína C reativa (PCR).....	114
f)	Ácido úrico	114
g)	Creatinina	114

h) Hormônio do crescimento (GH)	114
Análises com material biológico (plasma e fezes) armazenado:	114
I. Análise quantitativa da expressão de citocinas inflamatórias.....	114
II. Dosagens de Ácidos Graxos de Cadeia Curta	115
4.6. Intervenção.....	116
4.7. Métodos estatísticos	122
REFERÊNCIAS.....	124
5. RESULTADOS	130
5.1. Artigo original 1.....	131
5.2. Artigo original 2.....	146
5.3. Artigo original 3.....	164
5.4. Artigo original 4.....	184
6. LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DO ESTUDO.....	207
7. PERSPECTIVAS DA CONTINUIDADE DO ESTUDO.....	208
8. CONCLUSÃO GERAL	209
9. FINANCIAMENTO	210
10. ANEXOS.....	211
Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	211
Anexo 2 – Aprovação Comitê de Ética	213
Anexo 3 – Controle de presença	217
Anexo 4 - Ficha de musculação.....	218
Anexo 5 – Anamnese	219
Anexo 6 – Questionário de Atividade Física Habitual	226
Anexo 7 - Questionário de Frequência Alimentar	229
Anexo 8 - Motivação para a Prática de Esportes e Exercícios Físicos.....	231
Anexo 9 - Questionário de Avaliação do Risco de Diabetes Tipo 2	232
Anexo 10 – Questionário de Qualidade de Vida -SF-36	233

Anexo 11 – Ficha de avaliação física.....	237
Anexo 12 - Estimativa da gordura corporal por meio do somatório de 4 dobras cutâneas, segundo Durnin e Womersley (1974)	238
Anexo 13 - Roteiro para os protocolos de teste submáximo de avaliação da capacidade aeróbica	239
Anexo 14 - Ficha de controle de avaliação física cardiorrespiratória	240
Anexo 15 - Recomendações da <i>American Heart Association</i> para correta aferição da pressão arterial.....	242
Anexo 16 - Técnica de preparação dos reagentes e procedimentos para mensuração dos ácidos graxos de cadeia curta	244

1. INTRODUÇÃO GERAL

A prática de atividade física regular é um dos aspectos preconizados para melhoria da qualidade de vida, da aptidão física e manutenção da saúde, e seus benefícios envolvem dimensões psicológicas, sociais e fisiológicas. Níveis insuficientes de atividade física está associada a distúrbios orgânicos, denominados de Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) (1).

As DCNT são o principal problema de saúde pública no mundo, estima-se que de cada 10 mortes, 6 são atribuíveis a elas. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2015), 51,6% do total de óbitos na população estão relacionados à doenças cardiovasculares, os cânceres, as doenças respiratórias crônicas e o diabetes mellitus

O risco de desenvolvimento de DCNT são maiores quando os indivíduos apresentam indicadores cardiometabólicos alterados, como maior perímetro da cintura (2), alteração nos níveis pressóricos (3) e concentrações aumentadas de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (4).

Evidências indicam que alterações nos marcadores de risco cardiometabólico podem ser minimizadas com a prática de atividade física regular (5) e a diminuição do comportamento sedentário (6). A inatividade física é um importante fator de risco independente para diversas doenças, sendo responsável por dois milhões de mortes por ano e incapacidades físicas (5). Segundo a Organização Mundial de Saúde (5) um estilo de vida sedentário e baixos níveis de aptidão física estão associados a níveis mais elevados de colesterol, obesidade e diabetes tipo 2.

A atividade física regular oferece inúmeros benefícios na qualidade de vida, funções físicas e fisiológicas (7,8). Para indivíduos com excesso de massa corporal e/ou excesso de gordura, o exercício físico apresenta efeitos positivos na atenuação da morbimortalidade devido à diminuição massa corporal total e visceral, da massa de gordura, e ganho de massa magra e melhora da aptidão física (5). Além disso, são benéficos para aumento da síntese proteica muscular, biogênese mitocondrial, capacidade funcional; e diminuição da pressão arterial, glicemia, insulina, e risco de formação da placa de ateroma (9–11). Portanto, pode ser uma terapêutica, quando há orientação profissional adequada, para promoção de estilos de vida saudáveis e redução da prevalência de DCNT.

No Brasil, uma das formas de enfrentamento das doenças ocorre por meio de ações de incentivo a prática de atividade física e de lazer(12), pois a prevalência de

adultos sedentários oscila de 60 a 85%(13). Nessa perspectiva, a Organização Mundial de Saúde lançou sua estratégia global sobre dieta, atividade física e saúde cujo objetivo é melhorar as ações em saúde pública por meio da promoção da alimentação saudável e atividade física (5).

As recomendações atuais (10,14) sugerem para adultos a prática de exercícios no mínimo 150 a 300 minutos por semana, de intensidade moderada para prevenção e controle das doenças, e redução da prevalência de excesso de massa corporal e obesidade (7). Para isto, a prescrição dos exercícios precisa ser progressiva e combinar frequência, intensidade, volume e duração, e incluir atividades aeróbicas, de resistência (14,15).

Contudo, observa-se que a prática de atividade física em adultos, conforme a idade é inferior às recomendações das organizações de saúde (16), especialmente quando jovens ingressam no ensino superior (17,18). Como resultado, estes jovens universitários podem apresentar algum tipo de alteração metabólica, por exemplo, intolerância à glicose, dislipidemias, diabetes tipo 2, hipertensão, aumento da gordura corporal, e baixo condicionamento físico (VO_{2max}); embora apresentem estados nutricionais normais pelo Índice de Massa Corporal (IMC) (19). Segundo Ruderman *et al* (19) indivíduos com alterações metabólicas, ou seja, metabolicamente obesos, geralmente são mais jovens e possuem hábitos de vida sedentários.

Sabe-se que o ingresso no ensino superior pode influenciar na mudança de estilos de vida (18,20–23), especialmente na ingestão de alimentos calóricos, consumo de *fast foods* e maior número de horas de estudos, o que implica em ficar na posição sentada. Desta forma, tais comportamentos contribuem para o sedentarismo, diminuição do gasto calórico diário, diminuição do nível de atividade física, por conseguinte, aumento da massa corporal, prevalência de baixos níveis de aptidão física, predisposição a doenças cardiovasculares, o que leva a um aumento da prevalência de morbidade e mortalidade (20).

Quanto às Doenças Cardiovasculares (DCV) as mulheres compõem um grupo que apresenta maiores fatores de risco, pois apresentam maior deposição de massa gorda e menor quantidade de Massa Livre de Gordura (MLG) quando comparadas aos homens (24). Nelas, a maior parte da gordura se localiza na região periférica do corpo (ginoide), enquanto, nos homens, está mais concentrada na região abdominal (androide) (25). Esta deposição de gordura corporal contribui para aumento de citocinas circulantes, tais como IL-6, PCR e $TNF\alpha$ (26), que favorecem a ocorrência

de aterosclerose, hipertensão, resistência à insulina, dislipidemias e alterações no perfil lipídico (27,28).

Diante deste panorama, é sugerido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) a implementação de programas de exercício (29), pelo menos três vezes por semana, em locais em que os estudantes vivem e estudam (30), neste caso, as universidades. Em face a estas recomendações e evidências científicas, observa-se que são incipientes estudos que avaliam a influência de protocolos de exercícios combinados e presentes nas academias de musculação (locais estes que estão no nicho social de relações pessoais) sobre as DCNT. Além disso, não há clareza sobre as influências do exercício de academias de musculação em situações nutricionais diversas (eutrofia, eutrofia com alterações metabólicas e obesidade). Tem-se observado a utilização de protocolos que não correspondem à prática, portanto, faz-se necessário verificar se em condições “reais” (de academia) os achados se mantêm.

Portanto, é relevante compreender qual a influência do exercício físico em situações próximas às “reais” sobre variáveis relacionadas às DCNT, especialmente em jovens mulheres universitárias que possuem estilos de vida inativos. Além disso, podem apresentar situações nutricionais diversas tais como eutrofia, eutrofia com alterações metabólicas e obesidade. Vislumbra-se que este estudo possa orientar profissionais que atuam nesse segmento na tomada de decisão quanto a implementação de programas de exercício, bem como na prescrição de atividades.

REFERÊNCIAS

1. Reiner M, Niermann C, Jekauc D, Woll A. Long-term health benefits of physical activity – a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*. 2013;13(1):813. DOI: 10.1186/1471-2458-13-813
2. Myint PK, Kwok CS, Luben RN, Wareham NJ, Khaw K-T. Body fat percentage, body mass index and waist-to-hip ratio as predictors of mortality and cardiovascular disease. *Heart*. 2014;100(20):1613–9. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305816
3. Yano Y, Stamler J, Garside DB, Daviglius ML, Franklin SS, Carnethon MR, et al. Isolated Systolic Hypertension in Young and Middle-Aged Adults and 31-Year Risk for Cardiovascular Mortality. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(4):327–35. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.10.060
4. Ahmed HM, Miller M, Nasir K, McEvoy JW, Herrington D, Blumenthal RS, et al. Primary Low Level of High-Density Lipoprotein Cholesterol and Risks of Coronary Heart Disease, Cardiovascular Disease, and Death: Results From the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Epidemiol*. 2016;183(10):875–83. DOI: 10.1093/aje/kwv305

5. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, directeur. Geneva: World Health Organization; 2010. DOI: 10.1080/11026480410034349
6. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15(3):239–46. DOI: 10.1097/HJR.0b013e3282f55e09
7. Malta DC, Silva Junior JB da. Brazilian Strategic Action Plan to Combat Chronic Non-communicable Diseases and the global targets set to confront these diseases by 2025: a review. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2013;22(1):151–64. DOI: 10.5123/S1679-49742013000100016
8. Medina FL, Lobo F da S, Souza DR de, Kanegusuku H, Forjaz CL de M. Physical activity: impact on blood pressure. *Rev Bras Hipertens*. 2010;17(2):103–6.
9. MCARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL. *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4^a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro; 1998.
10. Brazilian Society of Cardiology (BSC). 7th Brazilian Guidelines of Hypertension. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(3):1–83.
11. Brazilian Diabetes Society (BDS). *Guidelines of the Brazilian Diabetes Society (2015-2016)*. A.C. Farma. A.C. Farma, directeur. São Paulo; 2016.
12. Brazil. Ministry of Health. Secretariy of Health Surveillance. Department of Health Situation Analysis. *Strategic Action Plan for Coping with Chronic Noncommunicable Diseases (NCD) in Brazil 2011-2022*. Ministério da Saúde, directeur. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
13. Acuña K, Cruz T. Avaliação do Estado Nutricional de Adultos e Idosos e Situação Nutricional da População Brasileira. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2004;48(3):345–61.
14. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213feff
15. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423–34. DOI: 10.1249/mss.0b013e3180616b27
16. Grim M, Hartz B, Petosa R. Impact Evaluation of a Pilot Web-Based Intervention to Increase Physical Activity. *Am J Heal Promot*. 2011;25(4):227–31. DOI: 10.4278/ajhp.081216-ARB-307
17. Haase A, Steptoe A, Sallis JF, Wardle J. Leisure-time physical activity in university students from 23 countries: Associations with health beliefs, risk awareness, and national economic development. *Prev Med (Baltim)*. 2004;39(1):182–90. DOI: 10.1016/j.ypmed.2004.01.028
18. Irwin JD. Prevalence of University Students' Sufficient Physical Activity: A Systematic Review. *Percept Mot Skills*. 2004;98(3):927–43. DOI: 10.2466/pms.98.3.927-943
19. Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes*. 1998;47(5):699–713. DOI:

- 10.2337/diabetes.47.5.699
20. Plotnikoff RC, Costigan S a, Williams RL, Hutchesson MJ, Kennedy SG, Robards SL, et al. Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12(1):45. DOI: 10.1186/s12966-015-0203-7
 21. Gropper SS, Simmons KP, Connell LJ, Ulrich P V. Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(6):1118–23. DOI: 10.1139/h2012-139
 22. Feitosa EPS, Dantas C a O, Andrade-wartha ERS, Marcellini PS, Mendes-netto RS. Hábitos Alimentares De Estudantes De Uma Universidade Pública No Nordeste, Brasil. *Alim Nutr.* 2010;21(2):225–30.
 23. Madureira AS, Corseuil HX, Pelegri A, Petroski EL. Associação entre estágios de mudança de comportamento relacionados à atividade física e estado nutricional em universitários. *Cad Saude Publica.* 2009;25(10):2139–46. DOI: 10.1590/S0102-311X2009001000005
 24. Davis SN, Galassetti P, Wasserman DH, Tate D. Effects of Gender on Neuroendocrine and Metabolic Counterregulatory Responses to Exercise in Normal Man 1. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(1):224–30. DOI: 10.1210/jcem.85.1.6328
 25. Guglielmi V, Sbraccia P. Obesity phenotypes: Depot-differences in adipose tissue and their clinical implications. *Eat Weight Disord.* Springer International Publishing; 2018;23(1):3–14. DOI: 10.1007/s40519-017-0467-9
 26. Shoelson SE, Herrero L, Naaz A. Obesity, Inflammation, and Insulin Resistance. *Gastroenterology.* 2007;132(6):2169–80. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.03.059
 27. Prestes J, Donatto FF, Dias R, Frollini AB, Cavaglieri CR. Papel Da Interleucina-6 Como Um Sinalizador Em Diferentes Tecidos Durante O Exercício Físico. *Fit Perform J.* 2006;5(6):348–53. DOI: 10.3900/fpj.5.6.348.p
 28. Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, et al. A Consideration of Biomarkers to be Used for Evaluation of Inflammation in Human Nutritional Studies. *Br J Nutr.* Cambridge University Press; 2013;109(S1):S1–34. DOI: 10.1017/S0007114512005119
 29. World Health Organization (WHO). Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. World Heal. Geneva; 2018.
 30. World Health Organization (WHO). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. Geneva; 2008. DOI: 10.1080/17441692.2010.514617

2. REVISÃO DE LITERATURA

Visando subsidiar o referencial teórico deste estudo, a revisão de literatura está elaborada em quatro tópicos, sendo eles: a) Perfil nutricional e de Doenças Crônicas não Transmissíveis; b) Estilo de vida de estudantes; c) Prática de exercício e Doenças Crônicas não Transmissíveis; e e) Marcadores cardiometabólicos, inflamatórios e Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) na predição de risco cardiovascular. A seguir serão apresentados com mais detalhes cada um destes tópicos.

2.1. Perfil nutricional e de Doenças Crônicas não Transmissíveis

A avaliação adequada do estado nutricional contribui para identificação de indivíduos com risco de desenvolvimento de doenças, especialmente as crônicas não transmissíveis, e monitoramento de intervenções. Neste estudo, a avaliação do perfil nutricional será realizada conjuntamente por dois critérios, o estado nutricional (avaliado pelo Índice de Massa Corporal - IMC) e pelo percentual de gordura corporal. Considerou-se como sobrepeso/obesidade o IMC maior que 25 kg/m² (1,2) e percentual de gordura alterado aquelas com valores superiores a 25% (3).

Nesse sentido, tem-se as seguintes situações: indivíduos eutróficos com percentual de gordura adequado; indivíduos eutróficos com percentual de gordura alterado, ou seja, metabolicamente obeso ou obesas com massa corporal normal (4); e indivíduos com sobrepeso/obeso com/sem percentual de gordura alterado.

Karelis *et al* (5) conceituam como metabolicamente obesos indivíduos que possuem massa corporal e índice de massa corporal (IMC) normais, mas apresentam um conjunto de anormalidades relacionadas com a obesidade. Segundo Conus *et al* (6) e Lorenzo *et al* (7), esse grupo possui predisposição a riscos cardiovasculares e dislipidemias próximos ou nas mesmas proporções de indivíduos obesos. As características metabólicas em ambos indivíduos (metabolicamente obesos e obesos) são aumento da gordura (visceral, total e hepática), diminuição da massa livre de gordura, insensibilidade insulínica, e aumento dos níveis de triglicérides (5).

Em suma, a relação sobrepeso/obesidade e a gordura corporal são um dos fatores com maior carga para doenças cardiovasculares. Tal situação é decorrente de alterações nos estilos de vida (sedentários) e hábitos alimentares (consumo de alimentos hipercalóricos) da população (8), especialmente em adultos jovens que a

presença de doenças metabólicas e cardiovasculares podem ser “mascaradas” em indivíduos eutróficos pelo IMC (5).

Logo, é oportuno compreender as influências que o exercício físico pode exercer sobre alterações decorrentes destes estilos de vida, pois segundo Karelis *et al* (5) conhecer as características e comportamento deste indivíduos, em relação a determinadas terapêuticas, contribui para decisões adequadas na prática do profissional de saúde. Além disso, segundo Bouchard e Rankinen (9) as alterações decorrentes da prática de exercício físico sobre os fatores de risco para DCNT podem diferir de acordo com a composição corporal.

2.2. Estilo de vida de estudantes

O ingresso na universidade pode influenciar na mudança de estilos de vida e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, especialmente alterações na composição corporal (10).

As alterações na massa corporal e adiposidade podem ser decorrentes dos hábitos alimentares, que em sua maioria são inadequados devido à falta de tempo, a substituição por lanches rápidos e práticos, e às novas relações sociais (11,12). Por conseguinte, há baixo consumo de frutas, verduras e legumes, não refletindo as orientações do guia alimentar para a população brasileira (13).

Pesquisas com estudantes não brasileiros afirmam que os padrões de consumo alimentar são inadequados (14,15), sendo o consumo de frutas e hortaliças aquém dos recomendados (16–18) indicando riscos à saúde, predisposição a doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e mortalidade (14).

Os maus hábitos alimentares de universitários, segundo Marcondelli, Costa e Schmitz (12) podem ser decorrentes dos novos comportamentos e relações sociais estabelecidas, bem como, da maior autonomia dos estudantes nas suas escolhas alimentares (compra e preparação). Junto com estes comportamentos alimentares, a participação da atividade física também diminui em universitários devido ao aumento do tempo de estudo e durante os períodos de exames (10).

Estudos em uma comunidade universitária em Minas Gerais – Brasil evidenciaram prevalência elevada de determinados fatores de risco (sedentarismo, sobrepeso, hipertensão) para DCNT, que podem ser alteradas com a prática de atividade física regular (19,20). Weinstock (21) afirma que o exercício em ambientes

universitários tem inúmeros benefícios à saúde física e mental, e declaram que estudantes que se envolvem em exercício físico regularmente são menos propensos a ingerir bebida alcoólica, além de apresentar resultados positivos na redução da massa corporal (10).

Nesse sentido, é apropriado a adoção e implementação de políticas e ações no ambiente universitário para promoção da saúde, prática de atividade física e melhoria da qualidade de vida, especialmente dos discentes para prevenção das DCNT (10,11,22,23).

2.3. Prática de exercício e Doenças Crônicas não Transmissíveis

Existem fortes evidências epidemiológicas de que o exercício aeróbico regular diminui o risco de pelo menos 35 doenças, incluindo doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes tipo 2, câncer e demência (24).

Atender as quantidades recomendadas de atividade física (pelo menos 150 min / semana de atividades aeróbicas de intensidade moderada, como caminhada, ciclismo ou corrida ou 75 min / semana de exercícios aeróbicos de intensidade vigorosa, como condicionamento aeróbico e corrida exaustiva) contribuem para redução do risco (25).

Atividade física é definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulta em gasto de energia acima do nível basal. O exercício é um subconjunto de atividade física planejado, estruturado e repetitivo e que tem como objetivo final ou intermediário a melhoria ou manutenção da aptidão física (26).

A prática de exercício físico, aeróbico e resistido, favorece a prevenção de doenças resultantes do excesso de gordura corporal (8). Para isto, os exercícios precisam ser progressivos em relação a intensidade, seleção e ordem dos exercícios, número de séries e duração do intervalo de repouso. É necessário que se combine frequência, intensidade, volume e duração do exercício para que haja benefícios, também é importante que haja uma periodização e nela conste tipos de atividades diferenciadas (atividades aeróbicas, de resistência e de flexibilidade) (25,27).

Quanto ao tipo de exercício, recomenda-se nos aeróbicos o acúmulo de no mínimo 20 minutos, três vezes por semana (27). Já o treinamento de força e resistência muscular é o treinamento composto de exercícios que acarretam

sobrecarga muscular. O aumento da força é induzido pela intensidade da sobrecarga (nível de tensão aplicada ao músculo), e o treinamento progressivo com pesos aumenta as dimensões musculares (hipertrofia), através da melhora da síntese proteica (adaptação do aumento de carga). Sabe-se que o treino de força é um programa que contribui para aumento da massa corporal, a massa livre de gordura e a força muscular dos membros (28).

O exercício físico pode contribuir para diminuição da concentração de marcadores pró-inflamatórios, ácidos graxos livres, composição corporal, marcadores inflamatórios e adipocinas, por conseguinte, a diminuição da prevalência de doenças hipocinéticas. Segundo Bays *et al* (29) o exercício contribui para uma redução em torno de 5 a 10% da gordura abdominal, já a inatividade leva ao aumento de 7% deste parâmetro.

O exercício aeróbico apresenta redução significativa na gordura visceral e os resistidos na gordura total (30), além de contribuir para a variação genética na UCP2 mediando mudanças na resistência à insulina e nos níveis de adiponectina (31). Os exercícios resistidos, também estimulam a lipólise nos adipócitos através do aumento da atividade simpática adrenérgica, esta por sua vez estimulará a redução do tecido adiposo intramuscular, além de contribuir para o aumento do estresse oxidativo e função contrátil levando a redução da massa corporal (32). Segundo Lee *et al* (33), os exercícios de resistência além de contribuir para a diminuição da gordura visceral e percentual lipídico intra-hepáticos, apresenta resultados significativos no aumento à sensibilidade a insulina quando comparados aos aeróbicos.

Diante dos benefícios que o exercício proporciona na saúde cardiovascular e perfil lipídico, seja ele aeróbico ou resistido, as recomendações de prática (*American College of Sports Medicine e American Heart Association*) tem incentivado a realização de exercícios combinados (aeróbicos e resistidos) devido aos seus benefícios adicionais de saúde e em níveis mais elevados de aptidão física, por conseguinte, redução dos riscos crônicos de saúde associados a inatividade física e do ganho de massa corporal (25,27).

Em relação à frequência, o *American College of Sports Medicine* (25) destaca que o tempo mínimo de prática deve ser de 150-300 minutos por semana com objetivo de proteção contra doenças crônicas. Em consonância, a Organização Mundial de Saúde (OMS) sugere a mesma frequência e que a implementação das ações de promoção da saúde e democratização do acesso a práticas esportivas ou de atividade

física sistematizada seja nos espaços onde as pessoas vivem, trabalham ou estudam (34). Tais ações com objetivo de melhorar a aptidão cardiorrespiratória e muscular, a saúde óssea e reduzir o risco de DCNT. Em suma, é preconizado que o tempo de prática seja totalizando minimamente 150 minutos semanais, distribuídos em atividade aeróbica de intensidade moderada (com episódios de pelo menos 10 minutos de duração) e atividades de fortalecimento muscular envolvendo os grandes grupos musculares.

No que tange a duração e volume, a literatura disponível apresenta inúmeros processos metodológicos em relação a prática de exercício, para que haja resultados satisfatórios, por exemplo: 12 semanas (35–37); ou 3 a 4 meses para exercícios aeróbicos (36–39) ou exercícios resistidos (36,40). Mas, Dias *et al* (41) apontam que 4 semanas de exercícios combinados apresenta respostas positivas em variáveis clínicas, tais como, massa corporal, massa de gordura, massa muscular, perímetros, consumo máximo de oxigênio e força muscular. Segundo a OMS (8) o volume de atividade física associado a melhoras na saúde cardiorrespiratória e metabólica oscila de acordo com a periodização adotada.

2.4. Marcadores cardiometabólicos, inflamatórios e Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) na predição de risco cardiovascular.

Com o propósito de prevenir as DCNT e propor terapêuticas, alguns marcadores cardiometabólicos tem sido amplamente adotado, por exemplo, índices antropométricos e de composição corporal, parâmetros hemodinâmicos, bioquímicos e inflamatórios. Além desses, os Ácidos Graxos de Cadeia Curta tem se apresentado como bons sinalizadores de adiposidade corporal, pois representam importante fonte de energia (42). Os subitens a seguir irão explicitar as relações estabelecidas na literatura de marcadores cardiometabólicos e inflamatórios na predição das DCNT.

I. Índices antropométricos e de composição corporal

Os indicadores antropométricos são uma alternativa fácil, de baixo custo e simples para avaliação e acompanhamento de terapêuticas para prevenção das DCNT. Não existe consenso quanto ao melhor indicador antropométrico e de composição corporal para predizer o risco de doenças cardiometabólicas.

Entre os indicadores de obesidade central tem-se o perímetro da cintura, o índice de conicidade e a relação cintura/estatura (43). Sabe-se que o acúmulo de gordura corporal na região central do corpo é um dos indicadores para predição da síndrome metabólica, dislipidemias e diabetes. Assim, o perímetro abdominal ou da cintura prediz risco elevado (≥ 80 cm) ou muito elevado (≥ 88 cm) de desenvolvimento de doenças associadas à obesidade, segundo a OMS (1,2). O Índice de Conicidade (ICC) pode indicar a propensão para desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas, e apresenta ajuste do perímetro da cintura para massa corporal e estatura, logo, propicia comparações diretas de adiposidade abdominal entre indivíduos (44). A Relação Cintura/Estatura, devido ao seu ajuste pela estatura tem apresentado maiores associações com diversos fatores de riscos cardiovasculares (45–47)

Entretanto, o perímetro do pescoço (PP) tem sido adotado como melhor preditor para fatores de risco cardiovasculares, quando comparado com avaliações da gordura visceral (48,49). Tal fato pode ser decorrente pela região do pescoço ser responsável pela liberação de ácidos graxos livres sistêmicos quando comparada à região visceral (50). Ademais, o PP leva ao maior acúmulo de moléculas de gordura na parede das artérias carótidas (49).

Em completude a estes parâmetros, a distribuição da gordura corporal pode ser avaliada pela relação cintura-quadril (RCQ), relação cintura-coxa (RCC) e relação pescoço/coxa (RCP). A RCC é indicada para avaliação do risco de doença cardiovascular, pois compreende uma medida periférica e central de localização da gordura (43) e é indicado como medida alternativa para adiposidade abdominal devido à sua associação com gordura intra-abdominal (51). A RCQ, segundo a OMS (1,2) indica riscos para doenças cardiovasculares em mulheres, quando o índice é superior a 0,85. Já a relação pescoço/ coxa é um indicador de distribuição do tecido adiposo subcutâneo das regiões corporais superior e inferior, respectivamente. Além disso, esta relação tem apresentado correlação positiva entre o perímetro do pescoço e fatores de risco cardiovascular relacionados à resistência à insulina, enquanto o perímetro da coxa apresentou correlação inversa (52).

Para obesidade total, o IMC é amplamente utilizado (43), entretanto, não informa se o excesso de massa corporal é decorrente do ganho de massa muscular ou de gordura. Logo, outro parâmetro que surgiu para estimar o percentual de gordura total é o índice de adiposidade corporal (IAC), proposto por Bergman *et al* (53).

Diante do exposto, é possível observar que há parâmetros que se associam com a obesidade total e central, bem com a sua distribuição. O exercício físico tem apresentado resultados significativos e a longo prazo para pacientes com excesso de gordura e/ou obesos, pois as mudanças nos parâmetros antropométricos melhora perfis lipídicos, regulação dos marcadores inflamatórios, composição corporal, sensibilidade à insulina e equilíbrio homeostático (29,30,54).

II. Parâmetros hemodinâmicos e de aptidão física

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é uma condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de Pressão Arterial 140/90 mmHg. Esta doença é responsável pela maior parte dos eventos cardiovasculares, por exemplo, Acidente Vascular Cerebral (AVC), Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC) e Doença Arterial Coronária (DAC) (55). No Brasil a sua prevalência é maior que 30%, e são fatores de risco a idade, raça, histórico familiar, excesso de massa corporal e obesidade, excesso de sal, sedentarismo, estresse, depressão, personalidade, fatores genéticos, diabetes melitus e dislipidemias (56), influenciam em sua prevalência.

O exercício físico apresenta importante influência no controle/redução da pressão arterial sistólica, devido a redução das catecolaminas séricas e da resistência vascular periférica, da adiposidade intra-abdominal e melhora da resistência à insulina (57). Segundo Rique, Soares e Meirelles (58) o exercício de duração e intensidade moderadas são eficazes para redução da tensão muscular esquelética, além de reduzir as respostas beta-adrenérgicas do miocárdio, logo apresenta efeito profilático agudo redutor da resposta da pressão arterial.

O American College of Sports Medicine (56) afirma que o exercício físico contribui para diminuição da pressão arterial por até 22 horas após a sua prática, e quedas de 5 mmHg medida em 24 horas por Monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) após treino aeróbico ou 15 mmHg em medida causal. O documento explicita que há conflitos na literatura sobre os efeitos do exercício resistido, mas alguns estudos relatam que há diminuição de 3 mmHg na pressão arterial sistólica e diastólica, bem como a diminuição das taxas de mortalidade por doença cardíaca. Já o exercício aeróbico é responsável pela diminuição de 5 a 7 mmHg da pressão arterial.

Portanto, a melhora dos níveis pressóricos decorrente da prática de exercício físico tem como fatores determinantes as alterações fisiológicas (neuro-hormonais) do sistema nervoso simpático, da sensibilidade baroreflexa, do volume plasmático e do sistema renina-angiotensina (56).

Em completude Gu, Cowie e Harris (59) afirmam que o treinamento físico contribuiu para remodelação aórtica e função endotelial devido a melhoras na aptidão física, especialmente capacidade cardiorrespiratória.

A capacidade cardiorrespiratória é a capacidade de realizar exercício físico moderado a intenso, com grandes grupos musculares, por maior tempo ⁶⁰. É uma variável que tem dependência do estado funcional do sistema respiratório, cardiovascular e muscular (61), e que tem associação inversa com níveis elevados de colesterol, hipertensão arterial e resistência à insulina. Segundo Lee, Jackson e Blair (62) há evidências que o aumento dos níveis de aptidão física associa-se a menores riscos de DCNT e mortalidade por eventos cardiovasculares.

A aptidão cardiorrespiratória mensurada pelo volume de oxigênio consumido (VO₂) a cada minuto de exercício, sendo uma variável importante para prescrição de exercícios aeróbicos e identificação dos efeitos do treinamento físico (63). Segundo Kettunen, Vuorimaa e Vasankari (64) o exercício físico a longo prazo promove aumento de 7% do VO₂ após 12 meses de prática, já a inatividade física é responsável por um decréscimo de 3%. Desta forma, o tempo de prática de exercício físico tem influências positivas e a longo prazo na aptidão cardiorrespiratória. É importante destacar que em indivíduos obesos e metabolicamente obesos (4) observa-se que esta capacidade se apresentam em níveis abaixo do esperado.

Sabe-se que a melhora nos níveis do VO₂ máximo decorrente do treinamento físico é responsável pela recuperação mais rápida da Pressão Arterial (PA) e Frequência Cardíaca (FC) após o esforço. A FC também é um indicador da resposta do treinamento aeróbico. Zavorsky (65) afirma que a FC máxima (FC_{máx}) pode reduzir, em adultos sedentários, após a realização de exercícios aeróbicos devido ao maior volume sistólico, entretanto, o destreinamento ou sedentarismo é responsável pelo seu aumento em torno de 3 a 7%.

Outros componentes da aptidão física relacionada à saúde são a força muscular e a flexibilidade. A força e resistência muscular são capacidades físicas que permitem avaliar a evolução do indivíduo durante o processo de treinamento, e são indicadores do nível de saúde geral. A força diz respeito à capacidade de exercer

tensão muscular contra resistência, e associa a diminuição dos fatores de risco cardiovascular, diabetes tipo 2, obesidade e pressão arterial elevada. A flexibilidade é a habilidade de mover o corpo e suas partes dentro dos limites máximos sem causar lesões articulares e musculares, sendo uma variável associada com incapacidade funcional (66).

Em suma, observa-se uma relação entre aumento da aptidão física com o menor risco para DCNT (IMC, pressão arterial, colesterol total e frações, triglicerídeos, sobrepeso e obesidade), logo, é um componente relacionado à saúde. Segundo o ACSM (27) a aptidão física aprimorada é responsável pela redução da fadiga em atividades diárias, melhora do desempenho esportivo e redução da mortalidade por eventos cardiovasculares e câncer.

III. Parâmetros Sanguíneos

As dislipidemias são um problema de saúde pública e tem apresentado associação com as doenças cardiovasculares, pois são distúrbios do metabolismo lipídico, influenciando os níveis de lipoproteínas na circulação sanguínea. A mudança de estilo de vida (alimentação e prática de atividade física) são indicadas para melhora do perfil lipoprotéico plasmático e prevenção das DCNT (58).

O exercício físico tem apresentado efeitos benéficos sobre o perfil lipoprotéico plasmático (58), especialmente o aeróbico, pois atua no aumento da HDL e diminui a LDL devido a melhora dos processos enzimáticos envolvidos no metabolismo de lipídios (aumento da lipase lipoprotéica e lecitina-colesterol-acil-transferase; redução da lipase hepática) (67–70). Os exercícios de força também são indicados, embora os efeitos ainda sejam controversos (67,71), possivelmente estão relacionados com a perda de massa corporal, restrição energética (58) e volume de prática (72). Segundo autores (73) indivíduos com níveis lipídicos mais elevados apresentam reduções significativas por mg/dL a curto prazo.

Quando o exercício é de força ou combinado, alguns estudos (68,69,74) evidenciaram resultados controversos também em relação ao Colesterol Total, bem como o HDL. Alguns autores sugerem que é necessário acompanhamento a longo prazo (72,75) para obter respostas positivas quando as lipoproteínas e prevenção de doenças cardiovasculares com o exercício físico. Possivelmente, o nível de aptidão física possua relação diretamente proporcional com os níveis lipídicos.

Outro parâmetro sanguíneo associado às DCNT é o perfil glicídico aferido pelos níveis plasmáticos de Glicose (mg/dL) e Insulina (μ U/ml), e pelo cálculo do Índice HOMA-IR. O exercício físico regular apresenta benefícios no controle do diabetes mellitus, intolerância à glicose e resistência insulínica. Os efeitos substanciais são apresentados em programas de exercício aeróbico, de intensidade submáxima (60 a 70% do $VO_{2m\acute{a}x}$), pois atua na captação de glicose pelos músculos esqueléticos, independente da insulina. No que concerne a sensibilidade à insulina são efetivos exercício com intensidades elevadas 80 a 90% da FCM (27)

A avaliação conjunta do perfil glicídico e o hormônio de crescimento (GH) tem-se apresentado mais eficaz para identificação de disfunções no metabolismo de açúcares. O GH, produzido na hipófise e responsável pelo crescimento físico do indivíduo, tem sido utilizado como fator de controle para aumento da massa magra, e responsável pelo aumento do nível de glicose no sangue (76).

IV. Parâmetros inflamatórios

Parâmetros inflamatórios (citocinas, contagem de leucócitos e proteína C reativa) são indicadores associados ao risco de desenvolvimento de DCNT por serem resultantes da secreção de moléculas, com características inflamatórias, do tecido adiposo. Esta inflamação crônica tende a ser desencadeada pelo excesso de gordura corporal, que aumenta as citocinas circulantes, tais como, Interleucina 6 (IL-6), Proteína C Reativa (PCR) e Fator de Necrose Tumoral ($TNF-\alpha$) (77).

Em contraponto, o exercício físico é um modelo mensurável de alterações em parâmetros pró-inflamatórios e anti-inflamatórios (78), decorrente da diminuição da gordura visceral e por induzir a estimulação de marcadores como adiponectina e Interleucina 10 (IL-10) (79). A IL-10 é responsável pela regulação do sistema imune, pois inibe a expressão/síntese de citocinas ou adipocinas pró-inflamatórias, logo, tem efeito protetivo contra a aterogênese e aumenta a sensibilidade à ação da leptina e insulina (77).

Outras moléculas moduladas pelo treinamento físico são as citocinas pró-inflamatórias, que são aumentadas em indivíduos obesos e favorecem a ocorrência de aterosclerose, hipertensão, resistência à insulina, dislipidemias e alterações no perfil lipídico. Dentre elas cabe destacar, o $TNF\alpha$ responsável por alterações endoteliais, estímulo ao metabolismo oxidativo de fagócitos e aumento da atividade

dos adipócitos; e a IL – 6, produzida por monócitos e células endoteliais, é responsável pelo aumento dos níveis de proteína C-reativa (indicativo de inflamação) (79,80). A proteína C reativa (PCR) é uma substância presente no sangue que indica inflamação ou infecção no organismo, podendo ser utilizada também como parâmetro para problemas cardiovasculares e indicadores de obesidade (79,81).

Programas de exercício sistematizado tem identificado modificações na Interleucina-1 β (IL-1 β), que é sensível à intensidade do exercício, na IL-6 (79,80) e no TNF- α sensíveis a duração do exercício. Tem-se observado também decréscimo nos níveis de PCR em 6 semanas de exercício (82) e nos números de leucócitos (79), que se associam com riscos cardiovasculares (83)

V. Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)

As bactérias que povoam o intestino (microbiota intestinal) são um conjunto de cluster de micro-organismos que produzem moléculas de sinalização hormonal, que são liberados na corrente sanguínea e agem em locais específicos, por exemplo o cérebro (84).

Outra função de algumas bactérias do intestino é a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Quando o indivíduo possui hábitos alimentares com compostos pró-inflamatórios (ex. gordura saturada), há predisposição para modulação da microbiota intestinal e aumento da carga calórica, por conseguinte, os AGCC são produzidos em quantidades elevadas.

Os AGCC são produzidos pela fermentação bacteriana anaeróbia no intestino e atuam como moléculas sinalizadoras, sendo os principais o acetato (50-60%), propionato (20-25%) e o butirato (15-20%). O butirato é o maior produtor de energia para as células do cólon e responsável pela homeostase, atividades anti-inflamatórias, antioxidantes (diminuir o stress oxidativo), anticarcinogênica e promover a saciedade (85,86). Leonel (86) destaca ainda as funções de regulação gênica, modulação imune, diferenciação celular, regulação da barreira intestinal, controle da diarreia, sensibilidade visceral e modulação da motilidade intestinal. O propionato e acetato produzido são ligados aos receptores acoplados à proteína G, dois Gpr41 e Gpr43, que são expressos no intestino delgado, cólon e adipócitos (84).

Bermon *et al* (84) afirmam que a diversidade bacteriana tem sido associada a melhores condições de saúde e alterações no sistema imunológico, ou seja, a

diversidade está atrelada à melhora no perfil metabólico e respostas imunológicas. Tal fato decorre destes microrganismos serem responsáveis pela degradação de macromoléculas alimentares complexas, maturação do sistema imunológico e proteção contra alguns agentes infecciosos. Contudo, quando ocorre o desequilíbrio/desregulação da microbiota, disbiose, desencadeia aumento da permeabilidade intestinal e indução de citocinas inflamatórias, como efeito absorção de toxinas provocando micro inflamação, doenças inflamatórias do intestino, autismo (84,87), obesidade (84,88,89), diabetes (84,90) e resistência à insulina (89,90).

Nesse sentido, os ácidos graxos de cadeia curta, produtos metabólicos da microbiota intestinal, podem ser importantes preditores para acompanhamento da obesidade e/ou excesso de gordura corporal, pois estão relacionados com a síntese de neurotransmissores e controle da saciedade alimentar (84). O exercício tem desempenhado papel benéfico na homeostase energética e regulação do metabolismo, modulação e restauração da microbiota intestinal (91).

Sabe-se que o exercício estimula a atividade nervosa simpática, aumentando o débito cardíaco para atender as demandas metabólicas, que aumentam os sinais barorreflexos e a perfusão sanguínea nos músculos, coração, pulmão, cérebro, vísceras; por conseguinte, este mecanismo pode estar relacionado ao aumento do sangue gastrointestinal e a permeabilidade da mucosa, que acarretará em uma microbiota diversa e protetora. Ademais, aumenta a síntese proteica muscular, a biogênese mitocondrial, capacidade funcional, massa muscular; e diminui a massa de gordura, a pressão arterial, a glicemia, os níveis de insulina e os riscos de formação da placa de ateroma (92).

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva; 2000. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)15268-3
2. World Health Organization (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: 2003; 2003.
3. Lohman TG. Advances in Body Composition Assessment. Human Kinetics Publishers, directeur. Champaign; 1992.
4. Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes*. 1998;47(5):699–713. DOI: 10.2337/diabetes.47.5.699
5. Karelis AD, St-Pierre DH, Conus F, Rabasa-Lhoret R, Poehlman ET. Metabolic and body composition factors in subgroups of obesity: what do we know? *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(6):2569–75. DOI: 10.1210/jc.2004-0165
6. Conus F, Allison DB, Rabasa-Lhoret R, St-Onge M, St-Pierre DH, Tremblay-Lebeau A, et al. Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(10):5013–20. DOI: 10.1210/jc.2004-0265
7. Lorenzo A De, Martinoli R, Vaia F, Renzo L Di. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2006;16(8):513–23. DOI: 10.1016/j.numecd.2005.10.010
8. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, directeur. Geneva: World Health Organization; 2010. DOI: 10.1080/11026480410034349
9. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6 Suppl):S446-51; discussion S452-3.
10. Plotnikoff RC, Costigan S a, Williams RL, Hutchesson MJ, Kennedy SG, Robards SL, et al. Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015;12(1):45. DOI: 10.1186/s12966-015-0203-7
11. Feitosa EPS, Dantas C a O, Andrade-wartha ERS, Marcellini PS, Mendes-netto RS. Hábitos Alimentares De Estudantes De Uma Universidade Pública No Nordeste, Brasil. *Alim Nutr*. 2010;21(2):225–30.

12. Marcondelli P, Costa THM da, Schmitz B de AS. Nível de atividade física e hábitos alimentares de universitários do 3o ao 5o semestres da área da saúde. *Rev Nutr.* 2008;21(1):39–47. DOI: 10.1590/S1415-52732008000100005
13. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2o ed. Ministério da Saúde, directeur. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.
14. Wirt A, Collins CE. Diet quality – what is it and does it matter? *Public Health Nutr.* 2009;12(12):2473. DOI: 10.1017/S136898000900531X
15. Racette SB, Deusinger SS, Strube MJ, Highstein GR, Deusinger RH. Changes in Weight and Health Behaviors from Freshman through Senior Year of College. *J Nutr Educ Behav.* 2008;40(1):39–42. DOI: 10.1016/j.jneb.2007.01.001
16. Davy SR, Benes BA, Driskell JA. Sex Differences in Dieting Trends, Eating Habits, and Nutrition Beliefs of a Group of Midwestern College Students. *J Am Diet Assoc.* 2006;106(10):1673–7. DOI: 10.1016/j.jada.2006.07.017
17. Bothmer MIK von, Fridlund B. Gender differences in health habits and in motivation for a healthy lifestyle among Swedish university students. *Nurs Heal Sci.* 2005;7(2):107–18. DOI: 10.1111/j.1442-2018.2005.00227.x
18. Ansari W El, Stock C, John J, Deeny P, Phillips C, Snelgrove S, et al. Health promoting behaviours and lifestyle characteristics of students at seven universities in the UK. *Cent Eur J Public Health.* 2011;19(4):197–204.
19. Moura BP de, Marins JCB. Perfil dos praticantes de exercícios aeróbicos no campus da Universidade Federal de Viçosa - MG. *Fit Perform J.* 2009;8(4):302–10. DOI: 10.3900/fpj.8.4.302.p
20. Moura BP de, Moreira OC, Nunes N, Marins JCB. Prevalência de fatores de risco coronariano em praticantes de atividades aeróbicas no campus da Universidade Federal De Viçosa – MG. *Arq Ciênc Saúde Unipar.* 2008;12(3):213–9.
21. Weinstock J. A review of exercise as intervention for sedentary hazardous drinking college students: Rationale and issues. *J Am Coll Heal.* 2010;58(6):539–44. DOI: 10.1080/07448481003686034
22. Irwin JD. Prevalence of University Students' Sufficient Physical Activity: A Systematic Review. *Percept Mot Skills.* 2004;98(3):927–43. DOI: 10.2466/pms.98.3.927-943

23. Gropper SS, Simmons KP, Connell LJ, Ulrich P V. Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37(6):1118–23. DOI: 10.1139/h2012-139
24. Pedersen BK. Which type of exercise keeps you young? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2019;22(2):167–73. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000546
25. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213febf
26. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1992;100(2):126–31. DOI: 10.3109/02713689209033490
27. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423–34. DOI: 10.1249/mss.0b013e3180616b27
28. Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro; 1998.
29. Bays HE, Toth PP, Kris-Etherton PM, Abate N, Aronne LJ, Brown WV, et al. Obesity, adiposity, and dyslipidemia: a consensus statement from the National Lipid Association. *J Clin Lipidol*. Mosby, Inc; 2013;7(4):304–83. DOI: 10.1016/j.jacl.2013.04.001
30. Hocking S, Samocha-Bonet D, Milner K-L, Greenfield JR, Chisholm DJ. Adiposity and Insulin Resistance in Humans: The Role of the Different Tissue and Cellular Lipid Depots. *Endocr Rev*. 2013;34(4):463–500. DOI: 10.1210/er.2012-1041
31. Lim K-I, Shin Y-A. Impact of UCP2 polymorphism on long-term exercise-mediated changes in adipocytokines and markers of metabolic syndrome. *Aging Clin Exp Res*. 2014;26(5):491–6. DOI: 10.1007/s40520-014-0213-3
32. Murphy JC, McDaniel JL, Mora K, Villareal DT, Fontana L, Weiss EP. Preferential reductions in intermuscular and visceral adipose tissue with exercise-induced weight loss compared with calorie restriction. *J Appl Physiol*. 2012;112(1):79–85. DOI: 10.1152/jappphysiol.00355.2011

33. Lee S, Bacha F, Hannon T, Kuk JL, Boesch C, Arslanian S. Effects of Aerobic Versus Resistance Exercise Without Caloric Restriction on Abdominal Fat, Intrahepatic Lipid, and Insulin Sensitivity in Obese Adolescent Boys: A Randomized, Controlled Trial. *Diabetes*. 2012;61(11):2787–95. DOI: 10.2337/db12-0214
34. World Health Organization (WHO). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. Geneva; 2008. DOI: 10.1080/17441692.2010.514617
35. Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, Gordon SE, Incledon T, Puhl SM, et al. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. *J Appl Physiol*. 1997;83(1):270–9. DOI: 10.1097/00005768-199705001-00267
36. Ross R, Rissanen J, Pedwell H, Clifford J, Shragge P. Influence of diet and exercise on skeletal muscle and visceral adipose tissue in men. *J Appl Physiol*. 1996;81(6):2445–55.
37. Hill JO, Schlundt DG, Sbrocco T, Sharp T, Pope-Cordle J, Stetson B, et al. Evaluation of an alternating-calorie diet with and without exercise in the treatment of obesity. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(2):248–54.
38. Glisezinski I, Crampes F, Harant I, Berlan M, Hejnova J, Langin D, et al. Endurance training changes in lipolytic responsiveness of obese adipose tissue. *Am J Physiol*. 1998;275(6):951–6.
39. Aggel-Leijssen DPC Van, Saris WHM, Wagenmakers AJM, Senden JM, Baak MA Van. Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men. *J Appl Physiol*. 2002;92(3):1300–9. DOI: 10.1152/jappphysiol.00030.2001
40. Ross R, Pedwell H, Rissanen J. Effects of energy restriction and exercise on skeletal muscle and adipose tissue in women as measured by magnetic resonance imaging. *Am J Clin Nutr*. 1995;61(6):1179–85.
41. Dias R, Prestes J, Manzatto R, Kraüss C, Ferreira O, Donatto FF, et al. Effects of different exercise programs on the clinical and functional status of overweight women. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum*. 2006;8(3):58–65.
42. Moraes ACF de, Silva IT da, Almeida-Pititto B de, Ferreira SRG. Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2014;58(4). DOI: 10.1590/0004-2730000002940

43. Vasques ACJ, Priore SE, Rosado LEFP de L, Franceschini S do CC. The use of anthropometric measures to assess visceral fat accumulation. *Rev Nutr.* 2010;23(1):107–18. DOI: 10.1590/S1415-52732010000100012
44. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. Vol. 17, *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity* 1993. p. 77–82.
45. Ashwell M. Waist to height ratio and the Ashwell® shape chart could predict the health risks of obesity in adults and children in all ethnic groups. *Nutr Food Sci.* 2005;35(5):359–64. DOI: 10.1108/00346650510625575
46. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005;56(5):303–7. DOI: 10.1080/09637480500195066
47. Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: “Keep your waist circumference to less than half your height”. *BMC Med.* 2014;12(1):207. DOI: 10.1186/s12916-014-0207-1
48. Ben-Noun L, Laor A. Relationship between changes in neck circumference and cardiovascular risk factors. *Exp Clin Cardiol.* 2006;11(1):14–20. DOI: 10.1016/j.amjhyper.2004.02.005
49. Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U, D’Agostino RB, Levy D, Robins SJ, et al. Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: The framingham heart study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(8):3701–10. DOI: 10.1210/jc.2009-1779
50. Nielsen S, Guo Z, Johnson CM, Hensrud DD, Jensen MD. Splanchnic lipolysis in human obesity. *J Clin Invest.* 2004;113(11):1582–8. DOI: 10.1172/JCI200421047
51. Li C, Ford ES, Zhao G, Kahn HS, Mokdad AH. Waist-to-thigh ratio and diabetes among US adults: The Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010;89(1):79–87. DOI: 10.1016/j.diabres.2010.02.014
52. Vasques ACJ, Rosado LEFP de L, Rosado GP, Ribeiro RDCL, Franceschini SDCC, Geloneze B, et al. Habilidade de indicadores antropométricos e de composição corporal em identificar a resistência à insulina. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2009;53(1):72–9. DOI: 10.1590/S0004-27302009000100011

53. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*. 2011;19(5):1083–9. DOI: 10.1038/oby.2011.38
54. Auerbach P, Nordby P, Bendtsen LQ, Mehlsen JL, Basnet SK, Vestergaard H, et al. Differential effects of endurance training and weight loss on plasma adiponectin multimers and adipose tissue macrophages in younger, moderately overweight men. *AJP Regul Integr Comp Physiol*. 2013;305(5):R490–8. DOI: 10.1152/ajpregu.00575.2012
55. Malta DC, Silva Junior JB da. Brazilian Strategic Action Plan to Combat Chronic Non-communicable Diseases and the global targets set to confront these diseases by 2025: a review. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2013;22(1):151–64. DOI: 10.5123/S1679-49742013000100016
56. Pescatello LS, Franklin B a, Fagard R, Farquhar WB, Kelley G a, Ray C a. Exercise and Hypertension. *Med Sci Sport Exerc*. 2004;36(3):533–53. DOI: 10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A
57. Brazilian Society of Cardiology (BSC). 7th Brazilian Guidelines of Hypertension. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(3):1–83.
58. Rique ABR, Soares E de A, Meirelles C de M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Rev Bras Med do Esporte. Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte*; 2002;8(6):244–54. DOI: 10.1590/S1517-86922002000600006
59. Gu K, Cowie CC, Harris MI. Mortality in adults with and without diabetes in a national cohort of the U.S. population, 1971-1993. *Diabetes Care*. 1998;21(7):1138–45.
60. American College of Sports Medicine (ACSM). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 9a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
61. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Medsi, directeur. Rio de Janeiro; 1993.
62. Lee TH, Shammash JB, Ribeiro JP, Hartley LH, Sherwood J, Goldman L. Estimation of maximum oxygen uptake from clinical data: performance of the Specific Activity Scale. *Am Heart J*. 1988;115(1 Pt 1):203–4.

63. McArdle WD, Katch FI, Katch VI. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5a. Ganabara Koogan, directeur. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan; 2003.
64. Kettunen O, Vuorimaa T, Vasankari T. 12-Mo intervention of physical exercise improved work ability, especially in subjects with low baseline work ability. *Int J Environ Res Public Health*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2014;11(4):3859–69. DOI: 10.3390/ijerph110403859
65. Zavorsky GS. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Med*. 2000;29(1):13–26.
66. Tibana RA, Balsamo S, Prestes J. Association between Muscle Strength and at-Rest Blood Pressure among Sedentary Women. Intergovernmental Panel on Climate Change, directeur. *Rev Bras Cardiol*. Cambridge: Cambridge University Press; 2011;24(3):408–9. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004
67. Prado ES, Dantas EHM. Efeitos dos exercícios físicos aeróbio e de força nas lipoproteínas HDL, LDL e lipoproteína(a). *Arq Bras Cardiol*. Arquivos Brasileiros de Cardiologia; 2002;79(4):429–33. DOI: 10.1590/S0066-782X2002001300013
68. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the Amount and Intensity of Exercise on Plasma Lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002;347(19):1483–92. DOI: 10.1056/NEJMoa020194
69. Vasankari TJ, Kujala UM, Vasankari TM, Ahotupa M. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(10):1496–501.
70. Faludi A, Izar M, Saraiva J, Chacra A, Bianco H, Afiune Neto A, et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol*. 2017;109(1). DOI: 10.5935/abc.20170121
71. Tambalis K, Panagiotakos DB, Kavouras SA, Sidossis LS. Responses of Blood Lipids to Aerobic, Resistance, and Combined Aerobic With Resistance Exercise Training: A Systematic Review of Current Evidence. *Angiology*. Centre for Reviews and Dissemination (UK); 2009;60(5):614–32. DOI: 10.1177/0003319708324927
72. Kokkinos PF, Fernhall B. Physical activity and high density lipoprotein cholesterol levels: what is the relationship? *Sports Med*. 1999;28(5):307–14.
73. Wolinsky I, Hickson JF. *Nutricao no Exercicio e no Esporte*. 2a. Roca, directeur. São Paulo: Roca; 2002.

74. MacKnight JM. Exercise considerations in hypertension, obesity, and dyslipidemia. *Clin Sports Med*. 2003;22(1):101–21.
75. Superko HR, Haskell WL, Wood PD. Modification of plasma cholesterol through exercise: Rationale and recommendations. *Postgrad Med*. 1985;78(5):64–75.
76. Spina LDC, Soares D V., Conceição FL, Brasil RRLO, Silva EMC da, Lobo PM, et al. Avaliação do Metabolismo Glicídico e da Gordura Visceral em Adultos Deficientes de Hormônio de Crescimento. *Arq Bras Endocrinol Metab* vol. 2002;46(5):536–43.
77. Shoelson SE, Herrero L, Naaz A. Obesity, Inflammation, and Insulin Resistance. *Gastroenterology*. 2007;132(6):2169–80. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.03.059
78. Moldoveanu AI, Shephard RJ, Shek PN. The cytokine response to physical activity and training. *Sports Med* [En ligne]. 2001;31(2):115–44. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11227979>
79. Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, et al. A Consideration of Biomarkers to be Used for Evaluation of Inflammation in Human Nutritional Studies. *Br J Nutr*. Cambridge University Press; 2013;109(S1):S1–34. DOI: 10.1017/S0007114512005119
80. Prestes J, Donatto FF, Dias R, Frollini AB, Cavaglieri CR. Papel Da Interleucina-6 Como Um Sinalizador Em Diferentes Tecidos Durante O Exercício Físico. *Fit Perform J*. 2006;5(6):348–53. DOI: 10.3900/fpj.5.6.348.p
81. Rossetti MB, Britto RR, Norton R de C. Prevenção primária de doenças cardiovasculares na obesidade infantojuvenil: efeito anti-inflamatório do exercício físico. *Rev Bras Med do Esporte*. Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte; 2009;15(6):472–5. DOI: 10.1590/S1517-86922009000700014
82. Ranković G, Milčić B, Savić T, Dindić B, Mancev Z, Pesić G. Effects of physical exercise on inflammatory parameters and risk for repeated acute coronary syndrome in patients with ischemic heart disease. *Vojnosanit Pregl* [En ligne]. 2009;66(1):44–8. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19195263>
83. Prado Junior PP do, Faria FR de, Faria ER de, Franceschini S do CC, Priore SE. Leucócitos como marcadores de risco para doenças cardiovasculares na adolescência: associação com características de nascimento, situação nutricional e exames bioquímicos. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34(1):38–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2015.12.003>

84. Bermon S, Petriz B, Kajéniené A, Prestes J, Castell L, Franco OL. The microbiota: an exercise immunology perspective. *Exerc Immunol Rev.* 2015;21(22):70–9.
85. Hamer HM, Jonkers D, Venema K, Vanhoutvin S, Troost FJ, Brummer RJ. Review article: The role of butyrate on colonic function. *Aliment Pharmacol Ther.* 2008;27(2):104–19. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03562.x
86. Leonel AJ, Alvarez-Leite JI. Butyrate: implications for intestinal function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012;15(5):474–9. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32835665fa
87. Clarke SF, Murphy EF, O’Sullivan O, Lucey AJ, Humphreys M, Hogan A, et al. Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut.* 2014;63:1913–20. DOI: 10.1136/gutjnl-2013-306541
88. Vrieze A, Van Nood E, Holleman F, Salojärvi J, Kootte RS, Bartelsman JFWM, et al. Transfer of intestinal microbiota from lean donors increases insulin sensitivity in individuals with metabolic syndrome. *Gastroenterology.* Elsevier Inc.; 2012;143(4):913-916.e7. DOI: 10.1053/j.gastro.2012.06.031
89. Lage DG, Brito GAP De. A relação da microbiota intestinal com obesidade e resistencia a insulina. *Rev Bras Obesidade, Nutr e Emagrecimento.* 2012;6(31):31–4.
90. Cani PD, Delzenne NM. Interplay between obesity and associated metabolic disorders: new insights into the gut microbiota. *Curr Opin Pharmacol.* 2009;9(6):737–43. DOI: 10.1016/j.coph.2009.06.016
91. Lam YY, Mitchell AJ, Holmes AJ, Denyer GS, Gummesson A, Caterson ID, et al. Role of the Gut in Visceral Fat Inflammation and Metabolic Disorders. *Obesity.* Nature Publishing Group; 2011;19(11):2113–20. DOI: 10.1038/oby.2011.68
92. de Oliveira EP, Burini RC. The impact of physical exercise on the gastrointestinal tract. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(5):533–8. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32832e6776

2.5. Artigo revisão 1

IMPACTO DO EXERCÍCIO FÍSICO EM ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS E ANTROPOMÉTRICAS DE JOVENS MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO:

Objetivo: Avaliar o impacto do exercício físico em alterações bioquímicas e antropométricas de mulheres adultas, além de estabelecer os procedimentos da prescrição de exercício adotados.

Metodologia: Três pesquisadores consultaram independentemente as bases Cochrane Library e Scielo para artigos em inglês, espanhol e português que examinaram o impacto do exercício físico em jovens mulheres. Os desfechos utilizados foram alterações bioquímicas e antropométricas. Foram incluídos 49 artigos, publicados nos últimos 25 anos.

Resultados: As mulheres eram saudáveis e a maioria possuíam excesso de gordura corporal. Identificou-se que o exercício aeróbico contribuiu para maiores reduções na adiposidade corporal e perfil lipídico, em 34 indicadores. Em relação a intensidade, para prescrição e acompanhamento do exercício, a Frequência Cardíaca Máxima (FCM) foi o parâmetro utilizado. A frequência semanal de 3 vezes e o período de 12 semanas foram responsáveis por alterações em 24 e 18 parâmetros, respectivamente, na massa corporal, de gordura e muscular, índices antropométricos e perfil lipídico.

Conclusões: Os indicadores comumente utilizados na avaliação do exercício físico são os antropométricos, devido a facilidade de acesso e aferição. O impacto do exercício físico em jovens mulheres sobre as alterações bioquímicas está relacionado às reduções do perfil lipídico. Já sobre os parâmetros antropométricos concerne na redução da gordura corporal e perímetros.

Descritores: Exercício Físico, Composição Corporal, Mulheres

INTRODUÇÃO

Em 2011, o Brasil lançou o Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), que tem como objetivo incentivar ações que impactem em melhorias na saúde e diminuição das DCNT (1). Estima-se que 6 em cada 10 mortes no mundo são atribuídas as DCNT, podendo o exercício físico ser um fator modificador desta realidade, além disso 39% dos adultos com 18 anos ou mais estavam acima do peso em 2016 e 13% eram obesos (2).

Evidências epidemiológicas indicam que a menor carga de fatores de risco cardíaco está associada com a prática de exercício físico e redução do tempo gasto em comportamentos sedentários. A prática regular é uma ferramenta de modificação em parâmetros bioquímicos, como glicemia, resistência a insulina e perfil lipídico; além de contribuir com melhoria na aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens (3–7).

As mulheres compõem um grupo que apresenta maiores fatores de risco para doenças, pois fisiologicamente pode apresentar maior quantidade de massa gorda e menor quantidade de massa livre de gordura, já os homens apresentam maior peso corporal e perímetro da cintura (8). Além disso, elas tendem a apresentar obesidade e excesso de massa corporal duas vezes mais prevalentes que os homens(9).

A adiposidade corporal está relacionada ao aumento do risco de doenças cardiometabólicas e vários indicadores têm sido utilizados para caracterizar a distribuição de gordura, por exemplo, o perímetro da cintura, massa gorda, Índice de Massa Corporal (IMC) e Relação Cintura/Quadril (RCQ) (10–13).

O excesso de gordura corporal está associado a maior carga de doenças cardiovasculares e considerada preocupação clínica e de saúde pública. (2). Nesta perspectiva, o exercício físico tem sido incentivado como parte das ações de promoção da saúde, buscando tanto em nível nacional quanto internacional melhoria na qualidade de vida dos indivíduos (1,2,14).

Portanto, esta revisão terá como objetivo avaliar o impacto do exercício físico em alterações bioquímicas e antropométricas de mulheres adultas, além de estabelecer os procedimentos da prescrição de exercício adotados. Este estudo busca incentivar com a construção deste referencial a propagação de práticas efetivas para a promoção da atividade física como ação de prevenção às DCNT.

MÉTODOS

Este estudo de revisão sistemática seguiu as recomendações do “Transparent report of Systematic Reviews and Meta-análise” (PRISMA) (15).

As questões norteadoras propostas para o estudo foram as seguintes: Qual o impacto do exercício físico crônico em indicadores antropométricos e bioquímicos em mulheres adultas jovens? Quais combinações de prática de exercício físico (tipo, intensidade, volume e tempo) estão associadas a modificações na adiposidade?

A seleção e escolha dos estudos foram realizadas no período de julho a outubro de 2019. Inicialmente fez-se a seleção por descritores de saúde em base de dados DeSC (<http://decs.bvs.br>), posteriormente a seleção dos artigos pelos termos em inglês. As buscas foram realizadas nos portais SciELO (www.scielo.org/) e Cochrane (www.cochranelibrary.com), usando os seguintes descritores combinados, conforme tabela 1.

Tabela 1: Descritores e operadores booleanos utilizados nas bases de dados eletrônicas.

Descritores combinados	SciELO	Cochrane
"Motor Activity" AND "Anthropometry" AND "women"	7	21
"Motor Activity" AND "Body Composition " AND "women"	9	68
"Exercise" AND "Anthropometry" AND "women"	20	314
"Exercise" AND "Body Composition " AND "women"	65	1511
"Training" AND "Anthropometry" AND "women"	17	217
"Training" AND " Body Composition" AND "women"	48	1055
Total de artigos	166	3186

Fonte: Elaborado pelos autores

A busca contemplou artigos escritos em inglês, espanhol e português. Artigos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados independentemente por três autores, conforme os seguintes critérios de inclusão: (a) população (mulheres jovens: 18 a 40 anos) não menopausadas, (b) estudos de intervenção (treinamento de força ou aeróbico ou combinado), (c) desfecho (antropométricos e bioquímicos); (d) artigos originais.

Para a identificação dos artigos a serem incluídos na revisão realizou-se triangulação entre os autores para identificar e reduzir vieses e tendências dos pesquisadores. Isto quer dizer que, cada pesquisador analisou a totalidade dos artigos obtidos, e os achados individuais foram comparados, procurando identificar divergências e estabelecer um consenso.

Dados sobre a mulheres com idade de 40 a 55 anos não foram inseridos (16), pois quando esta atinge a menopausa perde a proteção sustentada pelo hormônio estrogênio e, ao envelhecer, há maior acúmulo de gordura abdominal, bem como o aumento da ocorrência de problemas cardiovasculares (17). Do mesmo modo, mulheres submetidas à cirurgia bariátrica forma excluídas, pois ocorrem variações no estado nutricional e metabólico (18); mulheres idosas por apresentarem declínios na capacidade funcional (19); mulheres atletas por apresentarem desempenho físico superior à não atletas (20); mulheres com doenças/síndromes metabólicas (diabetes, câncer, síndrome do ovário policístico, hipertensão, HIV/AIDS) e físicas (fibromialgia, osteoporose) pelos mecanismos biológicos associados às mudanças serem diversos, bem como as recomendações de prescrição (21); gestantes pelos efeitos do exercício físico apresentar dados inconsistentes, especialmente quando as mulheres apresentam sobrepeso/obesidade (22). A literatura cinzenta, também foi excluída, tais como resumos de congresso, editoriais, teses e dissertações (23). Estudos que envolviam suplementação e dietas, igualmente foram excluídos, pois afeta a estrutura e/ou função do corpo e tem influência no desempenho físico (24)

A primeira avaliação dos 3.352 artigos procedeu-se pela leitura do título, no qual foram eliminados os que atendiam aos critérios de exclusão. Posteriormente realizou-se a leitura dos resumos e foram selecionados 106 artigos para leitura na íntegra, destes, 49 foram selecionados ao final dos critérios de inclusão para descrição das evidências científicas do estudo (Figura 1).

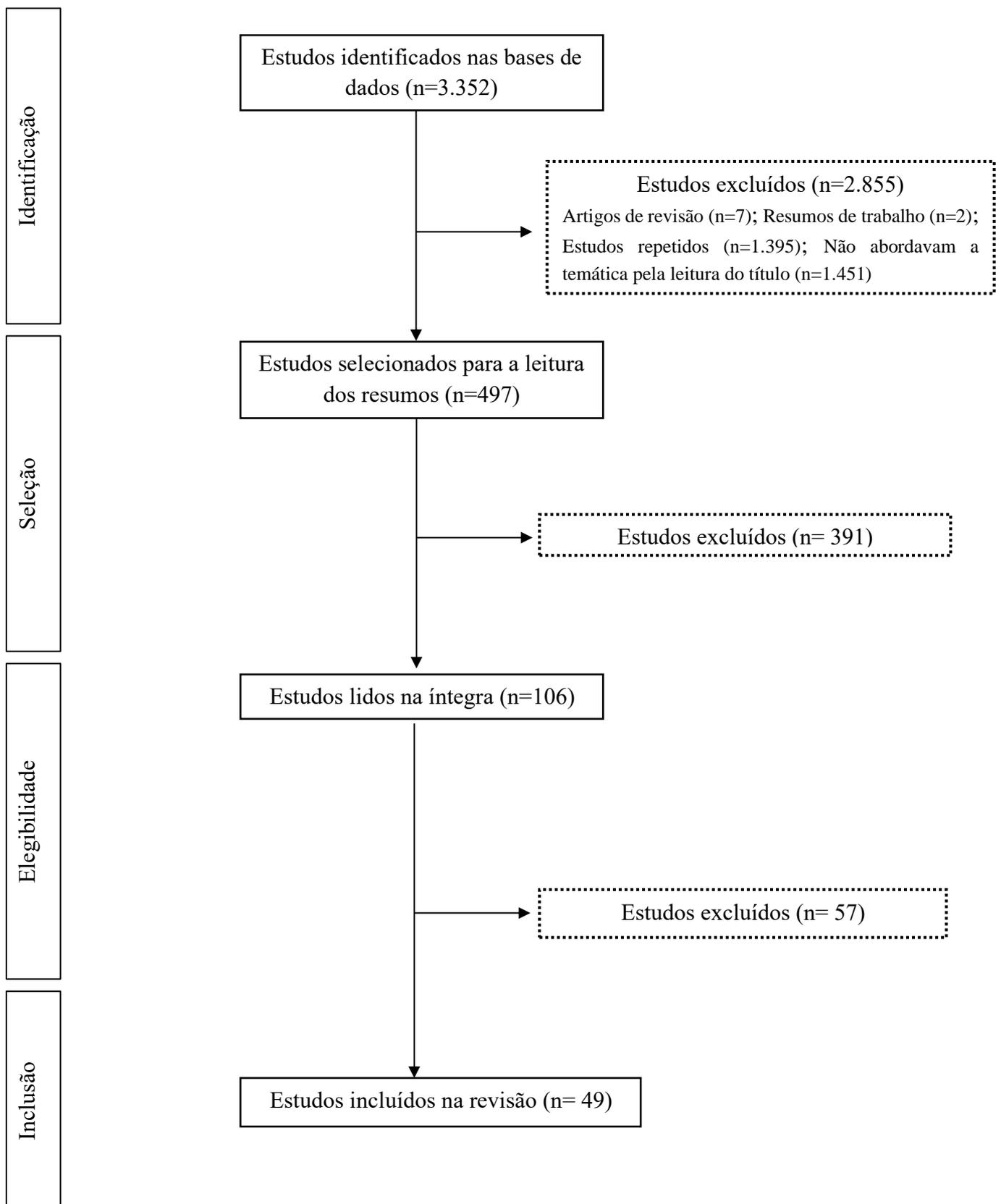


Figura 1: Etapas da elaboração da revisão sistemática.

RESULTADOS

Esta revisão foi constituída por 49 artigos (figura 1), disponíveis em língua inglesa (n=47) e portuguesa (n=2). Os mesmos foram publicados entre 1994 a 2000 (n=4), de 2001 a 2010 (n= 18) e de 2011 a 2019 (n=27). A síntese dos dados de cada estudo está disposta no apêndice 1. O maior número de estudos foi realizado nos Estados Unidos (n=15), seguido da China (n=5) e Brasil (n=4).

As mulheres eram saudáveis e possuíam as seguintes situações nutricionais: baixo peso (25), eutróficas (25,26,35–38,27–34) e sobrepeso/obesidade (25,26,46–55,33,56–61,39–45). No quadro 1 é apresentado os indicadores que sofreram alterações, de acordo com o tipo de exercício. Tem-se que a redução da adiposidade corporal e perfil lipídico, em 34 parâmetros, possuem maiores efeitos em exercícios aeróbicos (n=31), independentemente do estado nutricional (quadro 1).

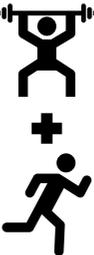
No que diz respeito a frequência semanal, a maioria dos estudos (n=24) realizaram intervenções três vezes por semana. As alterações decorrentes do exercício físico, foram identificadas em 25 indicadores de massa corporal e de gordura, índices de adiposidade e perfil lipídico (quadro 2).

Observou-se também que 12 semanas (n=18) de treinamento contribuiu para alterações significativas em 20 indicadores da massa corporal, de gordura e muscular, índices antropométricos e perfil lipídico (quadro 3).

Para prescrição do exercício e acompanhamento, os artigos selecionados utilizaram as seguintes variáveis de intensidade: 1 Repetição Máxima (1RM) (28,37,51,55,56,62–64); Percentual do Consumo Máximo de Oxigênio (% VO₂máx) (31,37,47,49,65–68), % VO₂pico (27,42,52,57,61); % Frequência Cardíaca Máxima (FCM) para cálculo da Frequência Cardíaca de Treino (FCT) (25,35,62,67–70,37,42,50,51,54–56,58); % FCpico (59); % FCreserva (43,48,65); FIO₂ (Fração Inspirada de Oxigênio) (41). Entretanto, 14 artigos não deixaram explícito qual o tipo de variável utilizada para prescrição da intensidade.

Quadro 1: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico, de acordo com o tipo de exercício físico, associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas.

Tipo de exercício	Indicador Antropométrico		Indicador Bioquímico	
	<ul style="list-style-type: none"> ↑ IMC(62) ↑ Massa corporal (62) ↑ Massa de gordura(62) ↑ Massa magra (28,29,53,58,63,64) ↑ MLG (37,54,58,62) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ % gordura corporal (29,34,58,63,64) ↓ Espessura das DC coxa e tríceps (53) ↓ IMC (51,58) ↓ Massa corporal (51,58) ↓ Massa gorda (51,53,58,64) ↓ PC (58) ↓ Perímetro do quadril (58) ↓ RCQ (58) ↓ Soma das DC (69) 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ Nesfatina-1 (51) ↑ sensibilidade à insulina(54) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ glicemia de jejum(54) ↓ PCR(51) ↓ Vaspin(51)
	<ul style="list-style-type: none"> ↑ MLG (40,59) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ % Gordura corporal (25, 33, 58, 59, 65, 71, 36, 40, 42, 44, 47, 50, 52, 55) ↓ % Gordura no tronco (41) ↓ % MLG (42) ↓ Espessura das DC (25,36,71) ↓ Gordura das pernas (38) ↓ Gordura do tronco (38) ↓ Massa corporal (25, 31, 57–59, 61, 65, 72, 33, 38, 40, 44, 47, 49, 52, 55) ↓ Massa de gordura (33, 38, 61, 43, 44, 47, 49, 52, 55, 57, 58) ↓ Massa gorda androide (43) ↓ MLG (25,42,56) ↓ PC (41,44,55,58) ↓ Perímetro do quadril (58) ↓ RCQ (44,55,57–59) ↓ Tecido adiposo visceral(48) ↓ IMC (25,33,40,47,52,55,57–59,72) ↓ Massa magra (33,44,46) ↓ Massa magra membros inferiores(46) 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ Apo-A (55) ↑ CT em hipóxia (41) ↑ GH (30) ↑ HDL (25,33,35,55,68) ↑ Resistência insulina (62) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ Adiponectina (33) ↓ Apo-B (55) ↓ CT em normoxia (41) ↓ CT (25,31,55) ↓ HDL(61) ↓ hsCRP (33) ↓ Insulina plasmática em jejum(38) ↓ LDL (25,31,55,61,67) ↓ Leptina (33) ↓ Relação CT/ HDL(68) ↓ TGL (25,40,55,61) ↓ TNF(33)

	↑ Massa corporal magra (32) ↑ Massa magra (63) ↑ MLG (39,56,59,73)	↓ % gordura corporal (34,56,63,72,74) ↓ IMC (56,59) ↓ Massa corporal (27,39,56,59,60) ↓ Massa gordura (39,59,60) ↓ Massa magra (56) ↓ MLG (27) ↓ PC (56) ↓ Perímetro do quadril (56) ↓ RCQ (59)	↑ IGFBP-3 (70)	↓ Leptina(32)
---	--	---	----------------	---------------

Legenda: Apo-A = Apolipoproteína A; Apo-B = Apolipoproteína B; CT = colesterol total; dobras cutâneas HDL = High Density Lipoprotein; hsCRP = marcador de arterosclerose; IMC = índice de massa corporal; LDL = Low Density Lipoproteins; MLG = Massa Livre de Gordura; PC = Perímetro da cintura; RCQ = relação cintura-quadril; IGFBP-3 = *Insulin-Like Growth Factor Binding Protein -3*; ↑ = aumento; ↓ = redução; ↔ = sem alterações; % = percentual; [] = concentração.

Quadro 2: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico, de acordo com a frequência semanal, associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas.

Frequência semanal	Indicadores			
	Antropométricos		Bioquímicos	
1 vez			↑ Sensibilidade à insulina (54)	↓ Glicemia de jejum (54)
2 ou 4 vezes	↑ Massa magra (28)			
3 vezes	↑ IMC (25,62,74) ↑ Massa corporal (25,62,74) ↑ Massa corporal (29,32,53,58,63,64,74) ↑ Massa de gordura (39,62) ↑ MLG (37,39,40,58,59,62) ↑ Perímetro do quadril (39) ↑ PC (39)	magra ↓ % gordura corporal (25, 29, 72, 74, 36, 42, 58, 60, 63, 64, 69, 71) ↓ % gordura no tronco(41) ↓ % MLG (42) ↓ Espessura das DC (25,36,53,69) ↓ IMC (25,40,58,59,72) ↓ Massa corporal (25,31,39,40,58–61,64,72) ↓ Massa gorda (40,43,53,58,59) ↓ Massa gorda androide (43) ↓ MLG (25,42) ↓ PC (41,58,60) ↓ RCQ (58,59) ↓ Soma de DC (71) ↓ Tecido adiposo visceral (48)	↑ CT (41) ↑ HDL(35) ↑ Resistência insulina(62)	↓ CT (25,31,41) ↓ Glicose (61) ↓ HDL(25,61) ↓ LDL (25,31,61) ↓ Leptina (69) ↓ TGL (25,40,61)
3 a 4 vezes	-	↓ % de gordura (52) ↓ IMC(52) ↓ Massa corporal (27,52) ↓ Massa gorda (27,52) ↓ MLG (27)	-	
3 a 5 vezes	↑ Massa corporal (65) ↑ MLG (56) ↑ PC (73) ↑ Perímetro do quadril (73)	↓ % gordura corporal (56,73) ↓ IMC (56) ↓ Massa corporal (56,73) ↓ Massa magra (56) ↓ MLG (56) ↓ PC (56) ↓ Perímetro do quadril (56)	-	
4 vezes	↑ MLG (49,55,73)	↓ % gordura corporal (47,50,55) ↓ Gordura corporal (49)	↑ Apo-A (55) ↑ HDL (55) ↑ Nesfatina-1(51)	↓ Apo-B(55) ↓ CT(55) ↓ LDL(55)

		↓ IMC (47,51,55) ↓ Massa corporal (47,49,51,55) ↓ Massa gorda (47,51,55) ↓ Massa magra total (47) ↓ Massa magra perna (47) ↓ PC(55) ↓ RCQ(55)		↓ PCR (51) ↓ TGL(55) ↓ Vaspin (51)
4 a 5 vezes		↓ % gordura corporal (33) ↓ IMC (33) ↓ Massa corporal (33) ↓ Massa gorda (33) ↓ Massa magra (33)	↑ HDL (33)	↓ Adiponectina (33) ↓ hsCRP (33) ↓ Leptina (33) ↓ TNF (33)
5 vezes	-	↓ % gordura corporal (44) ↓ IMC (57) ↓ Massa corporal (44,57) ↓ Massa gorda (44,57) ↓ Massa magra (44) ↓ PC (44) ↓ RCQ (44,57)	↑ HDL(68) ↑ IGFBP-3 (70)	↓ CT/ HDL (68) ↓ LDL (68)

Legenda: Apo-A = Apolipoproteína A; Apo-B = Apolipoproteína B; CT = colesterol total; dobras cutâneas HDL = High Density Lipoprotein; hsCRP = marcador de arterosclerose; IMC = índice de massa corporal; LDL = Low Density Lipoproteins; MLG = Massa Livre de Gordura; PC = Perímetro da cintura; RCQ = relação cintura-quadril; IGFBP-3 = *Insulin-Like Growth Factor Binding Protein -3*; TOTG= Tolerância oral à glicose; ↑ = aumento; ↓ = redução; ↔ = sem alterações; % = percentual; [] = concentração.

Quadro 3: Indicadores utilizados na avaliação do exercício físico, de acordo com o número de semanas, associados com alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas.

Número semanas	Indicadores			
	Antropométricos		Bioquímicos	
2	-	-	↑ sensibilidade à insulina (54)	↓ glicemia de jejum (54)
3	-	-	↑ GH(30)	
4	-	↓ % gordura corporal (50)	-	-
5	-	↓ % gordura corporal (47) ↓ IMC (47) ↓ massa corporal (47) ↓ massa de gordura androide(43) ↓ massa de gordura(43,47) ↓ massa magra total e perna (47)	-	-
5 a 7	-	↓ massa corporal (72) ↓ MLG (27)	-	-
6	-	↓ % gordura corporal (42,60,71) ↓ % MLG (42) ↓ MLG (42) ↓ PC (60) ↓ soma de DC (71)	-	-
7	-	-	↑ HDL (68)	↓ relação CT/ HDL (68)
8	↑ massa magra (53,69) ↑ MLG (59)	↓ DC coxa e tríceps (53) ↓ IMC (51,59) ↓ massa corporal (51) ↓ massa de gordura (51,53,59) ↓ RCQ (59)	↑ Nesfatina-1(51)	↓ Vaspina (51) ↓ PCR (51) ↓ leptina (69) ↓ LDL (67)
10	↑ massa magra (28)	-	-	-
11	↑ massa magra (29)	↓ % gordura corporal (29)	-	-
12	↑ IMC (25) ↑ massa corporal (25) ↑ massa muscular (58,63,64) ↑ MLG (40,49,56,58)	↓ % gordura corporal (25,36,52,56,58,63,64,72,74) ↓ % gordura no tronco (25,34) ↓ DC (25,36,69) ↓ IMC (25,40,52,56–58,72) ↓ massa corporal (25,40,49,52,56–58,61,72) ↓ massa de gordura (40,49,52,57,61,64) ↓ massa muscular (56) ↓ PC (25,56,58)	↑ CT(25) ↑HDL (35)	↓ CT (25,41) ↓ glicose (61). ↓ LDL (25,61) ↓ TGL (40,61) ↓HDL (25,61) ↓TGL (25)

		↓ PQ (56,58) ↓ RCQ (57,58) ↓ MLG (56,58)		
14	-	↓ massa de gordura visceral (48)	-	-
15	-	↓ massa corporal (38) ↓ massa de gordura (38) ↓ massa de gordura no tronco (38) ↓ massa de gordura nas pernas (38)	-	↓ insulina (38)
16	-	-	↑ IGFBP-3 (70)	-
20-40	↑ MLG (39)	↓ massa corporal (39) ↓ gordura corporal (39)	-	-
20	↑ MLG (73)	-	-	-
24	↑ MLG (37,55)	↓ % gordura (55) ↓ IMC (55) ↓ massa corporal (31,55) ↓ massa gordura(55) ↓ PC (55) ↓ RCQ (55)	↑ Apo-A (55) ↑ HDL (55)	↓ CT (31,55) ↓ TGL (55) ↓ LDL (31,55) ↓ Apo-B (55)
28	-	↓ massa corporal (33) ↓ IMC (33) ↓ % gordura corporal (33) ↓ massa de gordura (33) ↓ massa muscular (33)	↑ HDL(33)	↓ hsCRP (33) ↓ Leptina (33) ↓ Adiponectina (33) ↓ TNF (33)
64	-	↓ massa corporal (65) ↓ % gordura (65)	-	-
72	↑ IMC(62) ↑ massa de gordura (62) ↑ MLG (62)	↓ % gordura corporal (44) ↓ massa corporal (44,62) ↓ massa de gordura (44) ↓ massa muscular (44) ↓ PC (44) ↓ RCQ (44)	↑ Resistência insulina (62)	-

Legenda: Apo-A = Apolipoproteína A; Apo-B = Apolipoproteína B; CT = colesterol total; DC = dobras cutâneas; HDL = High Density Lipoprotein; hsCRP = marcador de arterosclerose; IMC = índice de massa corporal; LDL = Low Density Lipoproteins; MLG = Massa Livre de Gordura; PC = Perímetro da cintura; RCQ = relação cintura-quadril; IGFBP-3 = *Insulin-Like Growth Factor Binding Protein -3*; TOTG= Tolerância oral à glicose; ↑ = aumento; ↓ = redução; ↔ = sem alterações; % = percentual; [] = concentração.

DISCUSSÃO

A prática de exercício físico, aeróbico e resistido, é considerado um dos principais mecanismos de proteção ao surgimento e a progressão dos fatores de risco predisponentes às doenças cardiovasculares (2). Entretanto, os estudos analisados, na presente revisão, apontam que o exercício aeróbico está associado com maiores alterações na adiposidade corporal de jovens mulheres adultas.

Sabe-se que este tipo de exercício, segundo Arad et al (48), quando realizado regularmente, melhoram a capacidade cardiopulmonar, os níveis das atividades habituais, a tolerância ao exercício, a sensação de bem-estar, a composição corporal, e a densidade mineral óssea; bem como diminuem a resistência à insulina. Tem-se também como fator importante para redução do desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, devido ao decréscimo da gordura visceral (48).

A prática regular também induz um estado anabólico (construção de tecido muscular depletado), e quando inseridos hábitos saudáveis (por exemplo, comer de 3 em 3 horas, controlar o tempo de treino e dormir ao menos 8 horas por dia) estes efeitos são maximizados. Contudo, se tais hábitos não estão associados, poderá ocorrer redução da massa magra (33,44,46) e massa livre de gordura (25,42,56), conforme exposto no quadro 1.

Para que os efeitos do treinamento sejam maximizados, é preciso que se combine o tipo de exercício físico com a duração, a frequência, a intensidade e o volume, conforme posicionamento do American College of Sports Medicine(76). A duração refere-se ao quanto de tempo ou período em que a atividade é realizada. A frequência informa o número de vezes que o exercício é realizado, que pode ser expresso em sessões, episódios ou vezes por semana. Já a intensidade corresponde a magnitude do esforço necessário para realizar a atividade, ou seja, o quão difícil é para pessoa realizar. Por fim, a carga de treino remete a quantidade total derivada da interação entre intensidade e volume (2).

No que tange a intensidade, a FCM e FCT foi utilizada como parâmetro na maioria dos artigos, devido a facilidade de aferição (fórmula)(77), e durante o exercício permitir a sua manipulação para garantir aos participantes o sucesso nas atividades, autoestima e aderência. Este indicador é importante para identificar desordens metabólicas, pois intensidades elevadas 80 a 90% da FCM (78) favorecem ao

aumento da sensibilidade à insulina, o que corrobora com o estudo de Trapp et al. (38).

Em completude ao exposto, sabe-se que o estado nutricional influencia no ritmo individual de resposta a estímulos semelhantes(76), desse modo, deve-se os protocolos de exercício deve atender as características fenotípicas e de saúde, bem como aos mecanismos adaptativos individuais (79). Nos artigos analisados tem-se a predominância de indivíduos com sobrepeso/obesidade, entretanto, somente o estudo de Kostrzewa-Nowak et al. (25) que classificou mulheres com baixo e excesso de peso corporal, e observaram que o exercício favoreceu o aumento de massa corporal e IMC, em indivíduos com baixo peso. Já as pessoas com excesso de peso, os autores descreveram decréscimos na massa corporal, IMC, % gordura corporal, Massa Livre de Gordura (MLG) e espessura das dobras cutâneas(25).

O treinamento favorece também a redução da inflamação subclínica, através da redução da produção de citocinas no tecido adiposo, favorecendo a perda de massa corporal, especialmente o TNF- α , que possui associação com hipertensão, dislipidemia, obesidade e resistência à insulina(33) . Além de contribuir para aumento de proteínas que regula a fome e o armazenamento de gordura, a nesfatina-1(51); redução de apolipoproteínas que predizem o risco cardiometabólico (Apo-B) (55), proteínas que regula a glicemia e o catabolismo de ácidos graxos (adiponectina e vaspin) (33,51); proteínas que indicam inflamação associada ao excesso de gordura (hsCRP) (33); hormônios responsáveis pela regulação da ingestão alimentar e no gasto energético (leptina) (32,33); aumento de proteínas que estimula a manutenção dos níveis de hemoglobina, preservação da densidade óssea e controles lipídeos e lipoproteínas (IGFBP-3)(70).

Quanto ao perfil lipídico plasmático, o exercício físico regular contribui para redução de 1% do LDL, que está relacionada a diminuição em 2% do risco para DCV(80). Outro fator importante é a correlação negativa entre treinamento físico e redução dos níveis plasmáticos de lipídios(81), por exemplo, colesterol total (25,31,41,55); LDL (25,31,55,61,67); TGL (25,40,55,61); glicemia de jejum(54) e insulina plasmática em jejum(38). E, aumento da sensibilidade à insulina(54); do hormônio do crescimento (GH) (30) e do HDL (25,33,35,55,68).

Quanto aos indicadores antropométricos, houveram reduções na massa corporal (25,27,51,52,55–61,65,31,72,33,38–40,44,47,49) na massa de gordura corporal total (25,29,44,47,49–53,55–57,33,58–61,63–66,71,72,34,74,36,38–

40,42,43), troncular (38,41), segmentar (38) e visceral (43,48); espessura das dobras cutâneas (25,36,53,69,71); IMC (25,33,59,72,40,47,51,52,55–58); perímetro da cintura (41,44,55,56,58) e do quadril (56,58); e RCQ (44,55,57–59). E, aumento na massa magra (28,29,32,53,58,63,64) e MLG (37,39,40,43,48,54,59,62,73).

Estas evidências científicas confirmam que exercitar-se regularmente, pelo menor 3 vezes na semana, em atividades aeróbicas, tem efeito significativo na prevenção e controle de DCVs (80). A maioria dos protocolos incluía intensidades de baixas a altas, sendo predominante o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). Entretanto, foi demonstrado que o exercício moderado, por 12 semanas, é mais eficaz em melhorar a saúde cardiovascular e a aptidão física. Devido a facilidade de mensuração, baixo custo, os indicadores antropométricos estão na prática clínica de rotina e nas pesquisas científicas, desse modo eles são amplamente utilizados na avaliação do exercício físico.

CONCLUSÃO

Verificou-se que decréscimos nos indicadores de adiposidade são encontradas quando são aplicadas atividades aeróbicas, três vezes por semana, com duração mínima de 12 semanas . Investigações adicionais sobre a capacidade de predição de cada indicadores devem ser realizadas a fim de orientar a prática profissional na redução deste fator de risco para doenças cardiometabólicas.

REFERÊNCIAS

1. Brazil. Ministry of Health. Secretary of Health Surveillance. Department of Health Situation Analysis. Strategic Action Plan for Coping with Chronic Noncommunicable Diseases (NCD) in Brazil 2011-2022. Ministério da Saúde, directeur. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
2. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, directeur. Geneva: World Health Organization; 2010. DOI: 10.1080/11026480410034349
3. Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;20(3):418–27. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00959.x
4. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. Cardiorespiratory Fitness and Body Mass Index as Predictors of Cardiovascular Disease Mortality Among Men With Diabetes. *Arch Intern Med*. 2005;165(18):2114. DOI: 10.1001/archinte.165.18.2114
5. Bajpeyi S, Reed MA, Molskness S, Newton C, Tanner CJ, McCartney JS, et al. Effect of short-term exercise training on intramyocellular lipid content. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37(5):822–8. DOI: 10.1139/h2012-051
6. Mei L, Chen Q, Ge L, Zheng G, Chen J. Systematic Review of Chinese Traditional Exercise Baduanjin Modulating the Blood Lipid Metabolism. *Evidence-Based Complement Altern Med*. 2012;2012:1–8. DOI: 10.1155/2012/282131
7. Nikolaidis PT. Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *J Res Med Sci* [En ligne]. 2013;18(1):22–6. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23900100>
8. Correa-Rodríguez M, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista J, Castellanos-Vega R, Arias-Coronel F, González-Ruiz K, et al. Association of Muscular Fitness and Body Fatness with Cardiometabolic Risk Factors: The FUPRECOL Study. *Nutrients*. 2018;10(11):1742. DOI: 10.3390/nu10111742
9. Irving BA, DAVIS CK, BROCK DW, WELTMAN JY, Swift DL, BARRETT EJ, et al. Effect of diet and indoor cycling on body composition and serum lipid. *J strength Cond Res*. 2018;22(1):63-72. DOI: 10.1097/MD.00000000000007115
10. Bertin E, Marcus C, Ruiz J-C, Eschard J-P, Leutenegger M. Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese humans. *Int J Obes*. Nature Publishing Group; 2000;24(3):263–70. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801121
11. Direk K, Cecelja M, Astle W, Chowienczyk P, Spector TD, Falchi M, et al. The relationship between DXA-based and anthropometric measures of visceral fat and morbidity in women. *BMC Cardiovasc Disord*. 2013;13(1):25. DOI: 10.1186/1471-2261-13-25

12. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al. Visceral Adiposity Index: A reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010;33(4):920–2. DOI: 10.2337/dc09-1825
13. Correa-Rodríguez M, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista J, Castellanos-Vega R, Arias-Coronel F, González-Ruiz K, et al. Association of Muscular Fitness and Body Fatness with Cardiometabolic Risk Factors: The FUPRECOL Study. *Nutrients*. 2018;10(11):1742. DOI: 10.3390/nu10111742
14. Malta DC, Silva Junior JB da. Brazilian Strategic Action Plan to Combat Chronic Non-communicable Diseases and the global targets set to confront these diseases by 2025: a review. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2013;22(1):151–64. DOI: 10.5123/S1679-49742013000100016
15. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097
16. Speroff L. The perimenopause: definitions, demography, and physiology. *Obstet Gynecol Clin North Am* [En ligne]. 2002;29(3):397–410. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12353664>
17. Palmer BF, Clegg DJ. The sexual dimorphism of obesity. *Mol Cell Endocrinol*. 2015;402:113–9. DOI: 10.1016/j.mce.2014.11.029
18. Pedrosa IV, Burgos MGP de A, Souza NC, Morais CN de. Nutrition aspects in obese before and after bariatric surgery. *Rev Col Bras Cir*. 2009;36(4):316–22. DOI: 10.1590/S0100-69912009000400008
19. Petroni ML, Caletti MT, Dalle Grave R, Bazzocchi A, Aparisi Gómez MP, Marchesini G. Prevention and Treatment of Sarcopenic Obesity in Women. *Nutrients*. 2019;11(6):1302. DOI: 10.3390/nu11061302
20. Toivo K, Kannus P, Kokko S, Alanko L, Heinonen OJ, Korpelainen R, et al. Musculoskeletal examination in young athletes and non-athletes: the Finnish Health Promoting Sports Club (FHPSC) study. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4(1):e000376. DOI: 10.1136/bmjsem-2018-000376
21. Pate RR. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA J Am Med Assoc*. 1995;273(5):402–7. DOI: 10.1001/jama.273.5.402
22. Du M, Ouyang Y, Nie X, Huang Y, Redding SR. Effects of physical exercise during pregnancy on maternal and infant outcomes in overweight and obese pregnant women: A meta-analysis. *Birth*. 2019;46(2):211–21. DOI: 10.1111/birt.12396
23. Donato H, Donato M. Stages for Undertaking a Systematic Review. *Acta Med Port*. 2019;32(3):227. DOI: 10.20344/amp.11923

24. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(3):543–68. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000852
25. Kostrzewa-Nowak D, Nowak R, Jastrzębski Z, Zarębska A, Bichowska M, Drobnik-Kozakiewicz I, et al. Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochem Medica.* 2015;25(1):103–13. DOI: 10.11613/BM.2015.013
26. Arikawa AY, Thomas W, Patel SR, Kurzer MS. No effect of exercise on urinary 6-sulfatoxymelatonin and catecholamines in young women participating in a 16-week randomized controlled trial. *Cancer Epidemiol biomarkers Prev.* 2013;22(9 CC-Gynaecological, Neuro-oncology and Orphan Cancer):1634-1636. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-13-0583
27. Bergouignan A, Momken I, Schoeller DA, Normand S, Zahariev A, Lescure B, et al. Regulation of energy balance during long-term physical inactivity induced by bed rest with and without exercise training. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(3):1045-1053. DOI: 10.1210/jc.2009-1005
28. Chilibeck PD, Calder A, Sale DG, Webber CE. Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass but not bone mineral mass or density in healthy, active young women. *Can J Physiol Pharmacol.* 1996;74(10):1180–5. DOI: 10.1139/y96-122
29. Cholewa JM, Rossi FE, MacDonald C, Hewins A, Gallo S, Micenski A, et al. The Effects of Moderate- Versus High-Load Resistance Training on Muscle Growth, Body Composition, and Performance in Collegiate Women. *J Strength Cond Res.* 2018;32(6):1511–24. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002048
30. Deemer SE, Castleberry TJ, Irvine C, Newmire DE, Oldham M, King GA, et al. Pilot study: an acute bout of high intensity interval exercise increases 12.5 h GH secretion. *Physiol Rep.* 2018;6(2). DOI: 10.14814/phy2.13563
31. Grandjean PW, Oden GL, Crouse SF, Brown JA, Green JS. Lipid and lipoprotein changes in women following 6 months of exercise training in a worksite fitness program. *J Sports Med Phys Fitness* [En ligne]. 1996;36(1):54-59. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00127616/full>
32. Guadalupe-Grau A, Perez-Gomez J, Olmedillas H, Chavarren J, Dorado C, Santana A, et al. Strength training combined with plyometric jumps in adults: sex differences in fat-bone axis adaptations. *J Appl Physiol.* 2009;106(4):1100-1111. DOI: 10.1152/jappphysiol.91469.2008
33. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr J* [En ligne]. 2006;53(2 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):189-195. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00564276/full>

34. KRAEMER WJ, KEUNING M, RATAMESS NA, VOLEK JS, McCORMICK M, BUSH JA, et al. Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(2):259–69. DOI: 10.1097/00005768-200102000-00015
35. Mosher PE, Ferguson MA, Arnold RO. Lipid and lipoprotein changes in premenstrual women following step aerobic dance training. *Int J Sports Med.* 2005;26(8):669-674. DOI: 10.1055/s-2004-830437
36. Pantelic S, Milanovic Z, Sporis G, Stojanovic-Tosic J. Effects of a Twelve-Week Aerobic Dance Exercises on Body Compositions Parameters in Young Women TT - Efectos de los Ejercicios de Danza Aeróbica Durante Doce Semanas sobre los Parámetros de Composición Corporal en Mujeres Jóvenes. *Int J Morphol.* 2013;31(4):1243–50. DOI: 10.4067/S0717-95022013000400016
37. Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R, et al. Effects of Endurance and Resistance Training on Total Daily Energy Expenditure in Young Women: A Controlled Randomized Trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87(3):1004–9. DOI: 10.1210/jcem.87.3.8282
38. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(4 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):684-691. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803781
39. Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Georgakouli K, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, et al. High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training-detraining randomized controlled trial. *PLoS One.* 2018;13(8):e0202390. DOI: 10.1371/journal.pone.0202390
40. Botero JP, Prado WL, Guerra RL, Speretta GF, Leite RD, Prestes J, et al. Does aerobic exercise intensity affect health-related parameters in overweight women? *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014;34(2):138-142. DOI: 10.1111/cpf.12076
41. Camacho-Cardenosa A, Camacho-Cardenosa M, Brazo-Sayavera J, Burtscher M, Timón R, Olcina G. Effects of High-Intensity Interval Training Under Normobaric Hypoxia on Cardiometabolic Risk Markers in Overweight/Obese Women. *High Alt Med Biol.* 2018;19(4):356–66. DOI: 10.1089/ham.2018.0059
42. Clark A, De La Rosa AB, DeRevere JL, Astorino TA. Effects of various interval training regimes on changes in maximal oxygen uptake, body composition, and muscular strength in sedentary women with obesity. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(4):879-888. DOI: 10.1007/s00421-019-04077-x
43. Higgins S, Fedewa M V., Hathaway ED, Schmidt MD, Evans EM. Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41(11):1177–83. DOI: 10.1139/apnm-2016-0240

44. Jakicic JM, Winters C, Lang W, Wing RR. Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: a randomized trial. *JAMA* [En ligne]. 1999;282(16 CC-SR-BEHAVMED CC-Metabolic and Endocrine Disorders CC-Heart):1554-1560. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00000177/full>
45. Kirk EP, Jacobsen DJ, Gibson C, Hill JO, Donnelly JE. Time course for changes in aerobic capacity and body composition in overweight men and women in response to long-term exercise: the Midwest Exercise Trial (MET). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27(8 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):912-919. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802317
46. Kong Z, Sun S, Liu M, Shi Q. Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. *J Diabetes Res*. 2016;2016:1–9. DOI: 10.1155/2016/4073618
47. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled Trial. Sacchetti M, directeur. *PLoS One*. 2016;11(7):e0158589. DOI: 10.1371/journal.pone.0158589
48. Arad AD, DiMenna FJ, Thomas N, Tamis-Holland J, Weil R, Geliebter A, et al. High-intensity interval training without weight loss improves exercise but not basal or insulin-induced metabolism in overweight/obese African American women. *J Appl Physiol*. 2015;119(4):352–62. DOI: 10.1152/jappphysiol.00306.2015
49. GREDIAGIN MA, CODY M, RUPP J, BENARDOT D, SHERN R. Exercise Intensity Does Not Effect Body Composition Change in Untrained, Moderately Overfat Women. *J Am Diet Assoc*. 1995;95(6):661–5. DOI: 10.1016/S0002-8223(95)00181-6
50. Mirghani SJ, Yousefi MS. The effect of interval recovery periods during HIIT on liver enzymes and lipid profile in overweight women. *Sci Sport*. Elsevier Masson SAS; 2015;30(3):147–54. DOI: 10.1016/j.scispo.2014.09.002
51. Mogharnasi M, TaheriChadorneshin H, Abbasi-Deloei N. Effect of exercise training type on plasma levels of vaspin, nesfatin-1, and high-sensitivity C-reactive protein in overweight and obese women. *Obes Med*. 2019;13:34-38. DOI: 10.1016/j.obmed.2018.12.006
52. Nie J, Zhang H, Kong Z, George K, Little JP, Tong TK, et al. Impact of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on resting and postexercise cardiac troponin T concentration. *Exp Physiol*. 2018;103(3):370-380. DOI: 10.1113/EP086767
53. Scotto di Palumbo A, Guerra E, Orlandi C, Bazzucchi I, Sacchetti M. Effect of combined resistance and endurance exercise training on regional fat loss. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(6):794–801. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.06358-1

54. Reed ME, Ben-Ezra V, Biggerstaff KD, Nichols DL. The Effects of Two Bouts of High- and Low-Volume Resistance Exercise on Glucose Tolerance in Normoglycemic Women. *J Strength Cond Res.* 2012;26(1):251–60. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318218dea3
55. Said M, Lamy N, Olfa N, Hamda M. Effects of high-impact aerobics vs. low-impact aerobics and strength training in overweight and obese women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(3):278–88. DOI: 10.23736/S0022-4707.16.05857-X
56. Sanal E, Ardic F, Kirac S. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med [En ligne].* 2013;49(1):1–11. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569489>
57. Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, Jianxiong W. High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness [En ligne].* 2012;52(3):255–62. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22648463>
58. Skrypnik D, Bogdański P, Mądry E, Karolkiewicz J, Ratajczak M, Kryściak J, et al. Effects of Endurance and Endurance Strength Training on Body Composition and Physical Capacity in Women with Abdominal Obesity. *Obes Facts.* 2015;8(3):175–87. DOI: 10.1159/000431002
59. Sperlich B, Wallmann-Sperlich B, Zinner C, Von Stauffenberg V, Losert H, Holmberg H-C. Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. *Front Physiol.* 2017;8. DOI: 10.3389/fphys.2017.00172
60. Wilms B, Frick J, Ernst B, Mueller R, Wirth B, Schultes B. Whole body vibration added to endurance training in obese women - a pilot study. *Int J Sports Med.* 2012;33(9 CC-Complementary Medicine CC-Colorectal):740-743. DOI: 10.1055/s-0032-1306284
61. Zapata-Lamana R, Henríquez-Olguín C, Burgos C, Meneses-Valdés R, Cigarroa I, Soto C, et al. Effects of Polarized Training on Cardiometabolic Risk Factors in Young Overweight and Obese Women: A Randomized-Controlled Trial. *Front Physiol.* 2018;9. DOI: 10.3389/fphys.2018.01287
62. Poehlman ET, Dvorak R V, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(7 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):2463-2468. DOI: 10.1210/jcem.85.7.6692
63. Carneiro MAS, de Oliveira AA, Martins FM, Souza AP, Nunes PRP, Orsatti FL. High-intensity interval body weight training promotes different adaptations to combined training in body composition and muscle strength in young women. *Sci Sports.* 2018;33(3):e105–13. DOI: 10.1016/j.scispo.2017.11.001
64. Souza TMF de, Cesar M de C, Borin JP, Gonelli PRG, Simões RA, Montebelo MI de L. Effects of strength resistance training with high number of repetitions on

maximal oxygen uptake and ventilatory threshold in women. *Rev Bras Med do Esporte*. 2008;14(6):513–7. DOI: 10.1590/S1517-86922008000600008

65. Potteiger JA, Kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [En ligne]. 2008;18(1):79–95. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18272935>

66. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: a Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2016;11(7):e0158589. DOI: 10.1371/journal.pone.0158589

67. Boreham CA, Kennedy RA, Murphy MH, Tully M, Wallace WF, Young I. Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Med*. 2005;39(9 CC-Child Health):590-593. DOI: 10.1136/bjism.2002.001131

68. Boreham CA, Wallace WF, Nevill A. Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Prev Med (Baltim)*. 2000;30(4):277-281. DOI: 10.1006/pmed.2000.0634

69. O'Connor TE, Lamb KL. The effects of Bodymax high-repetition resistance training on measures of body composition and muscular strength in active adult women. *J strength Cond Res* [En ligne]. 2003;17(3 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):614-620. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00457479/full>

70. Arikawa AY, Kurzer MS, Thomas W, Schmitz KH. No effect of exercise on insulin-like growth factor-I, insulin, and glucose in young women participating in a 16-week randomized controlled trial. *Cancer Epidemiol biomarkers Prev*. 2010;19(11):2987-2990. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-10-0828

71. Terblanche E, Page C, Kroff J, Venter RE. The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women. *Int J Sports Med*. 2005;26(3 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):214-219. DOI: 10.1055/s-2004-820997

72. Ko GT. Short-term effects after a 3-month aerobic or anaerobic exercise programme in Hong Kong Chinese. *Diabetes Nutr Metab* [En ligne]. 2004;17(2 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):124-127. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00482722/full>

73. Byrne HK, Wilmore JH. The effects of a 20-week exercise training program on resting metabolic rate in previously sedentary, moderately obese women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [En ligne]. 2001;11(1 CC-Metabolic and Endocrine Disorders):15-31. Disponible: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00372832/full>

74. Pereira PC, Medeiros RD, Santos AA, Oliveira LS, Aniceto RR, Júnior AA, et al. Effects of the functional strength training on body composition: An experimental study in physically inactive women. *Motricidade*. 2012;8(1):42–52. DOI: 10.6063/motricidade.8(1).238
75. MCARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL. *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro; 1998.
76. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
77. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR, Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153–6.
78. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423–34. DOI: 10.1249/mss.0b013e3180616b27
79. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6 Suppl):S446-51; discussion S452-3.
80. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol Metab Syndr*. 2010;2(1):31. DOI: 10.1186/1758-5996-2-31
81. Freitas RN, Luben R, Wareham NJ, Khaw K-T. Relationship between plasma fibrinogen and fiber intake in the EPIC-Norfolk cohort. *Eur J Clin Nutr*. 2012;66(4):443–51. DOI: 10.1038/ejcn.2011.194

Apêndice 1: Artigos selecionados para a revisão sistemática

Autor	Situação nutricional no baseline	Tipo de Exercício ¹	Frequência semanal ²	Intensidade ³	Duração ⁴	Antropométrico	Bioquímico
Arikawa <i>et al</i> ¹	IMC= 18,5 a 40 Kg/m ²	Aeróbico	5	80-85%	16	-	↓ IGFBP-3 no GC ↑ IGFBP-3 no GE
Batrakoulis <i>et al</i> ²	49 mulheres saudáveis com sobrepeso / obesidade grau I, sedentárias	GC = grupo controle (N = 21) GT = treinamento (n= 14) GTD = treinamento-destreinamento (n = 14)	3	10 a 12 exercícios de de intensidade / volume progressivamente aumentados, organizados em forma de circuito com intervalo de tempo	20 GTD 40 GT	GC ↑ gordura corporal ↑ PC ↑ perímetro do quadril Treinamento ↓ massa corporal (6%) ↓ gordura corporal (~ 5,5%) ↑ MLG (1,2-3,4%)	-
Bergouignan <i>et al</i> ³	Mulheres magras	Combinado	3 a 4	Aeróbico: 40 e 80% do VO2 pico (25% em alta intensidade e 75% em intensidade moderada)	19 sessões (resistidos) e 29 sessões (aeróbico)	↓ Massa corporal nos dois grupos. ↔ massa gorda no GC foi ↓ massa corporal devido a ↓ MLG O treinamento físico neutralizou parcialmente a atrofia muscular induzida pela inatividade física ↓ massa corporal devido a ↓ massa gorda no GE	-
Boreham <i>et al</i> ⁴	Mulheres saudáveis	Aeróbico (subir escadas)	5	VO2 e FC	8	-	↓ LDL no GE

Boreham; Wallace e Nevill ⁵	Mulheres saudáveis	Aeróbico (subir escadas)	5	VO2 e FC	7	-	GE: ↑ HDL ↓ relação CT/ HDL e no lactato
Botero <i>et al</i> ⁶	32 mulheres obesas	Aeróbico	3	VO2	12	↓ Massa corporal ↓ IMC ↓ gordura	RQ = ↓ TGL TV = ↑ MLG
Byrne e Wilmore ⁷	Mulheres moderadamente obesas	Exercícios resistidos e combinados	4	6 a 12 RM	20	↑ MLG em ambos os grupos	-
Camacho-Cardenosa <i>et al</i> ⁸	86 mulheres com sobrepeso / obesidade	G1: treinamento intervalado em hipóxia (n = 13) G2: treinamento intervalado em normoxia (n = 15) G3: treinamento de corrida repetida em hipóxia (n = 15) G4: treinamento de corrida repetida em normoxia (n = 18)	3	(G1) FIO ₂ = 17,2%; (G2) exercícios de alta intensidade em 3 minutos (90% CMT), 3 min. de recuperação ativa (55% - 65% CMT), (G3) FIO ₂ = 17,2% (4) 30 seg. de esforço total (130% CMT), 3 min. de recuperação ativa (55% - 65% CMT).	12	G1 e G3 ↓ PC ↓ % gordura no tronco	Normoxia ↓ CT Hipóxia ↑ CT
Carneiro <i>et al</i> ⁹	25 mulheres	HIBWT = treinamento intervalado de alta intensidade com pesos (n = 10) COMT = treinamento combinado (exercícios aeróbicos e de resistência) (n = 15).	3	HIBWT Tempo de duração ~ 20 min dez séries de 60 s de exercício de alta intensidade COMT tempo de duração - 60 minutos): caminhada de 30 min. de intensidade moderada, 5 exercícios resistidos (três séries de 8 a 12 repetições a 70% de 1RM)	12	↓ % gordura corporal ↑ massa muscular	-

Chilibeck <i>et al</i> ¹⁰	Mulheres jovens eutróficas	Exercícios resistidos	2 ou 4	70-80% RM	10	↑ massa magra no GE	-
Cholewa <i>et al</i> ¹¹	Mulheres jovens saudáveis	Exercício de carga moderada e de alta carga	3		11	↑ massa corporal magra e na massa seca magra ↓ % gordura corporal em ambos os grupos	-
Clark <i>et al</i> ¹²	17 mulheres obesas sedentárias (IMC = 37,5 ± 10,5 Kg/m ²)	HIIT = treinamento intervalado de alta intensidade TRAD = tradicional PER = periodizado	3	Cicloergômetro 20% VO2 pico 80 a 95% FCM	6	TRAD ↓ % gordura corporal ↓ % MLG ↓ MLG	-
Deemer <i>et al</i> ¹³	IMC 23,0-30,8 kg / m ²	Aeróbico (cicloergômetro)	-	Moderado (~50% PM) e intenso	1 vez por mês 3 vezes	-	↑ GH no GE intenso
Grandjean <i>et al</i> ¹⁴	% adequado de gordura corporal (27,6%; 28,7%)	Aeróbico	3	70-80%VO2	24	↓ Massa corporal no GE	↓CT e LDL em ambos grupos
Guadalupe-Grau ¹⁵	Jovens e eutróficas	Combinado	3		9	↑ massa corporal magra em 1,4% em ♀ do GE	↓ leptina ♀ ↑ [] osteocalcina após TF em 27% ♀
Higgins <i>et al</i> ¹⁶	Mulheres jovens com sobrepeso / obesidade previamente inativas	Ciclismo intervalado e ciclismo contínuo	3	60% a 70% FCReserva	15 sessões	↓ massa total de gordura e massa gorda androide no SIT do que no MICT	-
Jakicic <i>et al</i> ¹⁷	148 mulheres sedentárias e com sobrepeso (IMC médio = 32,8 ± 4,0 kg/m ²)	Exercício realizado em casa pelos 3 grupos : LB = exercício contínuo SB = exercício intermitente de curta duração	5	Grupo LB 20 min/d durante as semanas 1 a 4 30 min/d durante as semanas 5 a 8 40 min/d demais semanas Grupo SB e SBEQ	72	SB e SBEQ após 72 semanas ↓ massa corporal Todos grupos ↓ % gordura corporal ↓ massa gorda	-

		SBEQ = exercício intermitente de curta duração, com esteira		20 min/d até 9ª sem. 2 a 4 sessões de exercício até 9ª sem. 40 min/d a partir da 9ª		↓ massa magra ↓ PC ↓ RCQ	
				Grupo SBEQ Uso de esteiras motorizadas			
Kirk <i>et al</i> ¹⁸	Mulheres com sobrepeso	Esteira, bicicleta e hidroginástica	5		16	↑ Massa corporal e gordura no GC. ↔ Massa corporal e gordura no GE	-
Ko ¹⁹	jovens saudáveis	Combinado	3	?	12	↓ Massa corporal e ↓ IMC no grupo aeróbico ↓ % gordura corporal em ambos os grupos	↔ insulina ambos os grupos.
Kondo <i>et al.</i> ²⁰	16 mulheres (8 Obesas e 8 Eutróficas)	Aeróbico	4 a 5		28	Obesas ↓ Massa corporal ↓ IMC ↓ % gordura corporal ↓ Massa gorda ↓ massa magra GC ↓ % de gordura corporal ↓ massa gorda	Obesas ↑ VO2 máx. ↑ HDL ↓ hsCRP (marcador de arterosclerose) ↓ Leptina ↓ Adiponectina ↓ TNF
Kong <i>et al</i> ²¹	mulheres jovens com sobrepeso e obesidade	HIIT e TCIM	4		5	↓ massa magra total e perna no TCIM	-

						↔ massa magra total e perna no grupo HIIT	
Kong <i>et al</i> ²²	31 mulheres jovens obesas	HIIT = treinamento intervalado de alta intensidade TMVM = treinamento contínuo intensivo de intensidade moderada a vigorosa	4	HIIT 20 min. ciclismo repetido de 8 seg. intercalados Intervalos de repouso de 12 seg. TMVM = ciclismo 40 min. a 60-80% do V'O 2pico	5	TMVM ↓ Massa corporal total ↓ IMC ↓ massa gorda ↓ % gordura corporal	-
Kostrzewa-Nowak <i>et al.</i> ²³	34 mulheres que praticavam atividade física regular nos últimos 6 meses Grupos: Baixo peso, eutrófica e excesso de peso	Aeróbico	3	3 sem. - 50 a 60% FC 3 sem. - 55 a 65% FC 3 sem. - 60 a 70% FC 3 sem. - 65 a 75% FC	12	Baixo peso ↑ Massa corporal ↑ IMC Excesso de Peso ↓ Massa corporal ↓ IMC ↓ % gordura corporal ↓ MLG ↓ água corporal ↓ espessura das dobras cutâneas.	Excesso de peso ↓ TGL ↓ CT ↓ HDL ↓ LDL.
Kraemer <i>et al</i> ²⁴	mulheres saudáveis e ativas	Exercícios resistidos e combinados	3		12	↓ % gordura corporal em todos os GE	-
Martins <i>et al.</i> ²⁵	28 Mulheres afro-americanas, sedentárias, pré-menopáusicas, não-diabéticas, com sobrepeso / obesas	HIIT = ciclismo de alta intensidade GC = grupo controle	3	HIIT 6 min. de aquecimento 50% da FCR, 30-60 s a 75-90% da FCR recuperação 180-210 s a 50% da FCR) intercalados	14	HIIT ↓ tecido adiposo visceral	-
Mctiernan <i>et al</i> ²⁶	12 não treinadas, com excesso de massa corporal moderado e	G1 = grupo de exercícios de alta intensidade (n=9)	4	G1 = 80% VO2máx G2 = 50% VO2máx	12	G1 ↑ MLG ↓ gordura corporal G2	-

	estáveis a massa corporal	G2 = baixa intensidade (n=9)				↓ Massa corporal ↓ gordura corporal	
Mirghani e Yousefi ²⁷	Mulheres com excesso de massa corporal	HIIT	4	80% FCM	4	↓ % gordura corporal nos 3 grupos	Associação inversa significativa entre as enzimas hepáticas e o HDL-C
Mogharnasi; Chadorneshin e Abbasi-Deloei ²⁸	34 mulheres que praticavam atividade física regular nos últimos 6 meses Sobrepeso e obesas Grupos Endurance, Resistência e controle	Resistência	4	Endurance - 65 a 80% da FCM 1RM	8	Grupo de Endurance e Resistência = ↓ Massa corporal ↓ IMC ↓ Massa Gorda	Grupo de Endurance e Resistência = ↓ Vaspin e PCR ↑ Nesfatina-1 e VO2 max
Mosher; Ferguson; Arnold ²⁹	% adequado de gordura corporal (26,9%; 27,2%; 26,8%)	Aeróbico	3	70 a 85% da FCM	12	-	↑HDL no grupo EI
Nie <i>et al</i> ³⁰	48 jovens obesas sedentárias (% gordura ≥35%)	HIIT = treinamento intervalado de alta intensidade MICT = treinamento contínuo de intensidade moderada equivalente ao trabalho GC = grupo controle	3-4	HIIT = treinamento intervalado de alta intensidade (ciclos repetidos de 4 minutos a 90% da captação máxima de oxigênio (VO2max) intercalados com descanso de 3 minutos, 200-300 kJ por sessão, 3 ou 4 dias por semana] MICT = treinamento contínuo de intensidade moderada equivalente ao	12	HIIT e MICT ↓ Massa corporal ↓ massa gorda ↓ IMC ↓ % de gordura	-

				trabalho (ciclo contínuo a 60 % VO ₂ max)			
O'Connor; Lamb ³¹	Mulheres ativas	Exercícios de resistência leve e de alta repetição	3	60-90% FC	12	↓ Soma das dobras cutâneas no GE	-
Palumbo <i>et al</i> ³²	16 mulheres fisicamente inativas IMC: 27,5 ± 2,1 Kg/m ²	UpBdResist = exercícios de resistência da parte superior do corpo LwBdResist = exercícios de resistência da parte inferior do corpo	3	UpBdResist = ciclismo de 30 minutos a 50% do VO ₂ máx LwBdResist = 30 minutos em um ergômetro de braço	8	UpBdResist ↓ massa gorda ↑ massa magra ↓ dobras cutâneas coxa e tríceps LwBdResist ↓ massa gorda ↑ Massa magra ↓ dobras cutâneas coxa e tríceps	-
Pantelic <i>et al</i> ³³	59 mulheres jovens EXP Massa corporal 62,1 ± 5,6 kg IMC 23,0 ± 2,2 kg / m ² COM Massa corporal 59,4 ± 6,3 kg, IMC 21,7 ± 1,7 kg / m ²	Grupo experimental (EXP) Grupo controle (CON)	3		12	EXP ↓ dobras cutâneas ↓ % gordura	-
Pereira <i>et al</i> ³⁴	20 mulheres	GE = grupo experimental GC = grupo controle	3	1ª a 4ª sem. circuito compostas por movimentos uni e multiarticulares 3 séries de 15 repetições intervaladas por períodos de 60 segundos	12	GE ↓ % gordura corporal GC ↑ massa corporal magra ↑ IMC ↑ massa corporal	-

				5ª a 12ª sem. exercício aeróbio executado de forma intermitente, 10 exercícios em 3 séries de 15 repetições e com 30 seg. de descanso			
Poehlman et al ³⁵	mulheres jovens (18 a 35 anos) e não obesas (IMC < 26 kg /m ²), com Massa corporal estável (± 2 kg)	treinamento aeróbico (n=13), de resistência (n=16) ou condição de controle (n=19)	3	Treino aeróbico Semana 1-4: corrida lenta e corrida rápida a 60% FC Semana 5-16: ↑ tempo (5 min.) e 10% FC (60 a 90%) a cada 4 semanas Semana 17 a 24: 45 min. Treino 80 a 95% FC Treino de resistência: 1ª semana: 60 a 80% do 1-RM A partir da 2ª semana: 80% de 1-RM 5 min. aquecimento, 10 min. alongamento estático, 10 repetições, descanso de 1 a 1,5 min entre as séries	24	↔ composição corporal Grupo Treino resistência ↑ massa livre de gordura (1,3 kg)	-
Poehlman et al ³⁶	mulheres jovens e não obesas (18 a 35 anos) com IMC < 26 kg/m ²	3 grupos ET = treino aeróbico (n = 14) RT = treino resistido (n = 17) GC = controle (n = 20)	3	75 a 90 % FCM 80% do 1-RM	72	↔ gordura corporal total ↔ tecido adiposo visceral RT ↑ Massa corporal ↑ IMC ↑ massa de gordura ↑ MLG	ET e RT ↑ Resistência insulina

Potteiger <i>et al</i> ³⁷	Utilizou-se somente os dados das mulheres.	grupos de controle não-exercício (CON, 18 mulheres, 15 homens) ou exercício (EX, 25 mulheres, 16 homens)	3-5	60-75% da FC reserva 55-70% do VO2máx	64	EX ↓ massa corporal ↓ % gordura COM ↑ massa corporal ↑ PC ↑ Perímetro do quadril	
Reed <i>et al</i> ³⁸	Mulheres com excesso de Massa corporal	Exercício de resistência de baixo volume e intensidade moderada/ exercício de resistência de alto volume e intensidade moderada	1	65% FCM	2	-	↓ tolerância oral à glicose nos dois grupos ↓ glicemia de jejum após o exercício de alto volume. ↑ sensibilidade à insulina no GE.
Said <i>et al</i> ³⁹	54 mulheres saudáveis com sobrepeso e obesidade grau I	HIA = Grupo aeróbico de alto impacto (n=16) LIAS = Grupo aeróbico de baixo impacto combinado com treino de força (n=16)	4	Recomendações do ACSM ⁴⁰ Grupo HIA ↑ intensidade 5 ^a a 14 ^a sem. para 75% ↑ intensidade 15 ^a a 24 ^a sem. para 85% Grupo LIAS 1 ^a a 4 ^a sem. – aprendizado técnico. 60% 1 RM 5 ^a a 14 ^a sem. – 55 a 55% FC; 70% 1 RM 15 ^a a 24 ^a – 60 a 65% FC; 80% 1 RM	24	Ambos grupos: ↓ Massa corporal ↓ PC ↓ altura ↓ IMC ↓ RCQ ↓ % gordura ↓ massa gordura Grupo LIAS: ↑ MLG	↓ CT ↓ TGL ↓ LDL ↓ Apo-B ↑ Apo-A ↑ HDL

Sanal, Ardic e Kirac ⁴¹	65 mulheres (IMC = 31,4 ± 4,8 kg/m ²)	ARE = exercício combinado resistência + aeróbico EA = exercício aeróbico	3 a 5	EA 50 a 85% da FCM 1º mês 12 a 15 min 2º mês 20 a 30 min 3º mês 30 a 45 min ARE Resistência 2 dias (50 a 80 % 1 RM)	12	Ambos: ↓ Massa corporal ↓ IMC ↓ PC ↓ Perímetro do quadril ↓ massa magra ↓ % gordura corporal EA ↓ MLG ARE ↑ MLG	
Sijie <i>et al</i> ⁴²	70 mulheres jovens com excesso de Massa corporal (IMC ≥ 25 kg/m ² e p% gordura corporal ≥ 30%)	HIIT = grupo HIIT MICT = grupo de treinamento contínuo de intensidade moderada Controle = não treinamento	5	HIIT = 85% do VO ₂ máx MICT = caminhada e/ou corrida 50% do VO ₂ máx	12	HIT e MICT ↓ massa corporal ↓ IMC ↓ massa gordura ↓ RCQ	-
Skrypnik <i>et al</i> ⁴³	44 mulheres com obesidade abdominal	Grupo A: treino de resistência em cicloergômetros Grupo B: treinamento de força de resistência	3	Grupo A: 5 min. alongamento (50-60% da FCM); 45 min. treino 50 e 80% FCM; 5 min. ciclismo sem carga e 5 min. alongamento e respiração Grupo B: 5 min. Alongamento (50-60% FCM), 1 exercício de força (20 min.), 1 de resistência (ciclismo 25 min. 50 e 80% FCM), 5 min. ciclismo sem carga e 5 min. Alongamento	12	Ambos grupos ↓ massa corporal ↓ IMC ↓ % gordura total ↓ massa gordura total ↓ PC ↓ perímetro do quadril ↓ RCQ Grupo B ↑ massa magra total ↑ MLG	-

Souza <i>et al</i> ⁴⁴	20 mulheres saudáveis	I – grupo de treinamento de resistência de força com alto número de repetições (GT, n = 10) II – controle (GC, n = 10)	3	I – GT: exercícios resistidos, 3 séries de 25 repetições, 30% de 1RM	12	GT ↑ massa magra ↓ % gordura ↓ gordura corporal	-
Sperlich <i>et al</i> ⁴⁵	mulheres com sobrepeso IMC > 25 kg/m ²	Circuito HIIT = treinamento funcional de alta intensidade tipo circuito sozinho (n=11) Circuito combinado = treinamento funcional de alta intensidade tipo circuito combinado com exercícios de baixa intensidade e alto volume (n=8)	3	65% FCpico	9	Ambos grupos ↓ massa corporal ↓ IMC ↓ RCQ ↓ massa gorda ↑ MLG	-
Terblanche <i>et al</i> ⁴⁶	Mulheres jovens saudáveis	Corrida/ caminhada	3	-	6	↓ % gordura corporal ↓ soma de dobras cutâneas	-
Trapp <i>et al</i> ⁴⁷	Mulheres eutróficas	HIIE e exercício estacionário	-	-	15	Grupo HIIE: ↓ massa corporal total ↓ massa gorda ↓ gordura no tronco Grupo HIIE: ↓ gordura nas pernas em comparação com os braços	↓ insulina plasmática em jejum grupo HIIE

Wilms <i>et al</i> ⁴⁸	Mulheres obesas	TR e TR+WBV	3	-	6	↓PC ambos os grupos; ↓% massa gorda ambos grupos; Grupo WBV melhora massa corporal	-
Zapata-Lamana <i>et al</i> ⁴⁹	64 mulheres jovens com sobrepeso / obesidade (IMC= 33,8 ± 3,8 kg / m ²)	4 grupos: GC = grupo controle POL = grupo de treinamento de volume polarizado (MICT + HIIT) MICT = grupo de treinamento contínuo de moderada intensidade HIIT - grupo HIIT	3	MICT: 95% de pVT1. 30 min de ciclismo (70-80 rpm). 45-50 min ciclismo (70-80 rpm) HIIT: 90% VO ₂ pico Recuperação entre sessões: ~ 30-40 seg. 2 séries x 3 lutas x 60 s ciclismo. 2 min de descanso entre as sessões. 4 min de descanso entre as séries.	12	Ambos grupos ↓ gordura POL ↑ oxidação relativa de gordura POL e MICT ↓ massa corporal total	POL ↓ glicose ↓ LDL ↓ TGL HIIT ↓ HDL

Legenda: 1 = aeróbico ou resistido (força) ou combinado; 2 = Número de sessões por semana (vezes); 3 = Magnitude ou percentual da carga de treino; 4 = Duração em semanas; ACSM = American College of Sports Medicine; Apo-A = Apolipoproteína A; Apo-B = Apolipoproteína B; CMT = Carga Máxima de Trabalho; CT = colesterol total; d/s=dias por semana; FC = Frequência Cardíaca; FCM = Frequência Cardíaca Máxima; FCReserva = Frequência Cardíaca de Reserva (Frequência Cardíaca Máxima e a Frequência Cardíaca de Repouso); FIO₂ = Fração Inspirada de Oxigênio; GC = Grupo controle; GE = grupo exercício ou treinado; HDL = High Density Lipoprotein; HIIE = Exercício Intermitente de Alta Intensidade; HIIT = Treino Intervalado de Alta Intensidade; IMC = índice de massa corporal; LDL = Low Density Lipoproteins; MICT = treinamento de ciclo contínuo de intensidade moderada; min. = minutos; min/d = minutos por dia; MLG = Massa Livre de Gordura; PC = Perímetro da cintura; PM = Potência Máxima; pVT1 = potência do limiar ventilatório; RCQ = relação cintura-quadril; RM = Repetição Máxima (1-RM é definido como a quantidade máxima de resistência que pode ser movida por toda a amplitude de movimento de um exercício por não mais que uma repetição); seg. = segundos; sem. = semana (s); SIT = treinamento intervalado de velocidade; TCIM = Treinamento Contínuo de Intensidade Moderada; TF = treino de força; TR = Treinamento Resistido; VO₂ = Captação de oxigênio; VO₂ pico/máx : pico ou captação máxima de oxigênio; WBV = Treinamento de Vibração de Corpo Inteiro; ↑ = aumento; ↓ = redução; ↔ = sem alterações; % = percentual; [] = concentração; ♀ = mulheres

REFERÊNCIAS APÊNDICE 1

1. Arikawa AY, Kurzer MS, Thomas W, Schmitz KH. No effect of exercise on insulin-like growth factor-I, insulin, and glucose in young women participating in a 16-week randomized controlled trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* [Internet]. 2010;19:2987-2990. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00769197/full>
2. Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Georgakouli K, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, et al. High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training-detraining randomized controlled trial. *PLoS One* [Internet]. 2018;13:e0202390. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01703192/full>
3. Bergouignan A, Momken I, Schoeller DA, Normand S, Zahariev A, Lescure B, et al. Regulation of energy balance during long-term physical inactivity induced by bed rest with and without exercise training. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2010;95:1045-1053. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00729775/full>
4. Boreham CA, Kennedy RA, Murphy MH, Tully M, Wallace WF, Young I. Training effects of short bouts of stair climbing on cardiorespiratory fitness, blood lipids, and homocysteine in sedentary young women. *Br J Sports Med* [Internet]. 2005;39:590-593. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00524027/full>
5. Boreham CA, Wallace WF, Nevill A. Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Prev Med (Baltim)* [Internet]. 2000;30:277-281. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00276599/full>
6. Botero JP, Prado WL, Guerra RL, Speretta GF, Leite RD, Prestes J, et al. Does aerobic exercise intensity affect health-related parameters in overweight women? *Clin Physiol Funct Imaging* [Internet]. 2014;34:138-142. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01122297/full>
7. Byrne HK, Wilmore JH. The effects of a 20-week exercise training program on resting metabolic rate in previously sedentary, moderately obese women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2001;11:15-31. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00372832/full>
8. Camacho-Cardenosa A, Camacho-Cardenosa M, Brazo-Sayavera J, Burtscher M, Timón R, Olcina G. Effects of High-Intensity Interval Training Under Normobaric Hypoxia on Cardiometabolic Risk Markers in Overweight/Obese Women. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2018;19:356–66. Available at: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ham.2018.0059>
9. Carneiro MAS, de Oliveira AA, Martins FM, Souza AP, Nunes PRP, Orsatti FL. High-intensity interval body weight training promotes different adaptations to combined training in body composition and muscle strength in young women. *Sci Sports* [Internet]. 2018;33:e105–13. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S076515971730240X>
10. Chilibeck PD, Calder A, Sale DG, Webber CE. Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass but not bone mineral mass or density in healthy, active young women. *Can J Physiol Pharmacol*. 1996;74:1180–5.
11. Cholewa JM, Rossi FE, MacDonald C, Hewins A, Gallo S, Micenski A, et al. The Effects of Moderate- Versus High-Load Resistance Training on Muscle Growth, Body

- Composition, and Performance in Collegiate Women. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018;32:1511–24. Available at: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201806000-00004>
12. Clark A, De La Rosa AB, DeRevere JL, Astorino TA. Effects of various interval training regimes on changes in maximal oxygen uptake, body composition, and muscular strength in sedentary women with obesity. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2019;119:879-888. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01915985/full>
13. Deemer SE, Castleberry TJ, Irvine C, Newmire DE, Oldham M, King GA, et al. Pilot study: an acute bout of high intensity interval exercise increases 12.5 h GH secretion. *Physiol Rep* [Internet]. 2018;6. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01461383/full>
14. Grandjean PW, Oden GL, Crouse SF, Brown JA, Green JS. Lipid and lipoprotein changes in women following 6 months of exercise training in a worksite fitness program. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 1996;36:54-59. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00127616/full>
15. Guadalupe-Grau A, Perez-Gomez J, Olmedillas H, Chavarren J, Dorado C, Santana A, et al. Strength training combined with plyometric jumps in adults: sex differences in fat-bone axis adaptations. *J Appl Physiol* [Internet]. 2009;106:1100-1111. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00703989/full>
16. Higgins S, Fedewa M V., Hathaway ED, Schmidt MD, Evans EM. Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2016;41:1177–83. Available at: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2016-0240>
17. Jakicic JM, Winters C, Lang W, Wing RR. Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: a randomized trial. *JAMA* [Internet]. 1999;282:1554-1560. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00000177/full>
18. Kirk EP, Jacobsen DJ, Gibson C, Hill JO, Donnelly JE. Time course for changes in aerobic capacity and body composition in overweight men and women in response to long-term exercise: the Midwest Exercise Trial (MET). *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 2003;27:912-919. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00439328/full>
19. Ko GT. Short-term effects after a 3-month aerobic or anaerobic exercise programme in Hong Kong Chinese. *Diabetes Nutr Metab* [Internet]. 2004;17:124-127. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00482722/full>
20. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr J* [Internet]. 2006;53:189-195. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00564276/full>
21. Kong Z, Sun S, Liu M, Shi Q. Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. *J Diabetes Res* [Internet]. 2016;2016:1–9. Available at: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L612706636%0Ahttp://dx.doi.org/10.1155/2016/4073618>
22. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled

- Trial. Sacchetti M, organizador. PLoS One [Internet]. 2016;11:e0158589. Available at: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0158589>
23. Kostrzewa-Nowak D, Nowak R, Jastrzębski Z, Zarębska A, Bichowska M, Drobnik-Kozakiewicz I, et al. Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochem Medica* [Internet]. 2015;25:103–13. Available at: <http://www.biochemia-medica.com/en/journal/25/1/10.11613/BM.2015.013>
24. KRAEMER WJ, KEUNING M, RATAMESS NA, VOLEK JS, McCORMICK M, BUSH JA, et al. Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2001;33:259–69. Available at: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200102000-00015>
25. Arad AD, DiMenna FJ, Thomas N, Tamis-Holland J, Weil R, Geliebter A, et al. High-intensity interval training without weight loss improves exercise but not basal or insulin-induced metabolism in overweight/obese African American women. *J Appl Physiol* [Internet]. 2015;119:352–62. Available at: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.00306.2015>
26. GREDIAGIN MA, CODY M, RUPP J, BENARDOT D, SHERN R. Exercise Intensity Does Not Effect Body Composition Change in Untrained, Moderately Overfat Women. *J Am Diet Assoc* [Internet]. 1995;95:661–5. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002822395001816>
27. Mirghani SJ, Yousefi MS. The effect of interval recovery periods during HIIT on liver enzymes and lipid profile in overweight women. *Sci Sport* [Internet]. 2015;30:147–54. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2014.09.002>
28. Mogharnasi M, TaheriChadorneshin H, Abbasi-Deloei N. Effect of exercise training type on plasma levels of vaspin, nesfatin-1, and high-sensitivity C-reactive protein in overweight and obese women. *Obes Med* [Internet]. 2019;13:34-38. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01787750/full>
29. Mosher PE, Ferguson MA, Arnold RO. Lipid and lipoprotein changes in premenstrual women following step aerobic dance training. *Int J Sports Med* [Internet]. 2005;26:669-674. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00530128/full>
30. Nie J, Zhang H, Kong Z, George K, Little JP, Tong TK, et al. Impact of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on resting and postexercise cardiac troponin T concentration. *Exp Physiol* [Internet]. 2018;103:370-380. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01704115/full>
31. O'Connor TE, Lamb KL. The effects of Bodymax high-repetition resistance training on measures of body composition and muscular strength in active adult women. *J strength Cond Res* [Internet]. 2003;17:614-620. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00457479/full>
32. Scotto di Palumbo A, Guerra E, Orlandi C, Bazzucchi I, Sacchetti M. Effect of combined resistance and endurance exercise training on regional fat loss. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2017;57:794–801. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28497942>
33. Pantelic S, Milanovic Z, Sporis G, Stojanovic-Tosic J. Effects of a Twelve-Week Aerobic Dance Exercises on Body Compositions Parameters in Young Women TT - Efectos de los Ejercicios de Danza Aeróbica Durante Doce Semanas sobre los Parámetros de Composición Corporal en Mujeres Jóvenes. *Int J Morphol* [Internet]. 2013;31:1243–50. Available at:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022013000400016&lang=en

34. Pereira PC, Medeiros RD, Santos AA, Oliveira LS, Aniceto RR, Júnior AA, et al. Effects of the functional strength training on body composition: An experimental study in physically inactive women. *Motricidade* [Internet]. 2012;8:42–52. Available at: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-107X2012000100006&lang=en
35. Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R, et al. Effects of Endurance and Resistance Training on Total Daily Energy Expenditure in Young Women: A Controlled Randomized Trial. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2002;87:1004–9. Available at: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jcem.87.3.8282>
36. Poehlman ET, Dvorak R V, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2000;85:2463-2468. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00298351/full>
37. Potteiger JA, Kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2008;18:79–95. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18272935>
38. Reed ME, Ben-Ezra V, Biggerstaff KD, Nichols DL. The Effects of Two Bouts of High- and Low-Volume Resistance Exercise on Glucose Tolerance in Normoglycemic Women. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012;26:251–60. Available at: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201201000-00034>
39. Said M, Lamy N, Olfa N, Hamda M. Effects of high-impact aerobics vs. low-impact aerobics and strength training in overweight and obese women. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2017;57:278–88. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26609965>
40. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2009;41:687–708. Available at: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200903000-00026>
41. Sanal E, Ardic F, Kirac S. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2013;49:1–11. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569489>
42. Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, Jianxiong W. High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2012;52:255–62. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22648463>
43. Skrypnik D, Bogdański P, Mądry E, Karolkiewicz J, Ratajczak M, Kryściak J, et al. Effects of Endurance and Endurance Strength Training on Body Composition and Physical Capacity in Women with Abdominal Obesity. *Obes Facts* [Internet]. 2015;8:175–87. Available at: <https://www.karger.com/Article/FullText/431002>
44. Souza TMF de, Cesar M de C, Borin JP, Gonelli PRG, Simões RA, Montebelo MI de L. Effects of strength resistance training with high number of repetitions on maximal oxygen uptake and ventilatory threshold in women. *Rev Bras Med do Esporte* [Internet]. 2008;14:513–7. Available at:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922008000600008&lang=en

45. Sperlich B, Wallmann-Sperlich B, Zinner C, Von Stauffenberg V, Losert H, Holmberg H-C. Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. *Front Physiol* [Internet]. 2017;8. Available at: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2017.00172/full>
46. Terblanche E, Page C, Kroff J, Venter RE. The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women. *Int J Sports Med* [Internet]. 2005;26:214-219. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00512768/full>
47. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)* [Internet]. 2008;32:684-691. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00647557/full>
48. Wilms B, Frick J, Ernst B, Mueller R, Wirth B, Schultes B. Whole body vibration added to endurance training in obese women - a pilot study. *Int J Sports Med* [Internet]. 2012;33:740-743. Available at: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-00904872/full>
49. Zapata-Lamana R, Henríquez-Olguín C, Burgos C, Meneses-Valdés R, Cigarroa I, Soto C, et al. Effects of Polarized Training on Cardiometabolic Risk Factors in Young Overweight and Obese Women: A Randomized-Controlled Trial. *Front Physiol* [Internet]. 2018;9. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2018.01287/full>

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar o efeito do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física

Objetivos específicos

- Identificar as citocinas e associá-las a diferentes indicadores de adiposidade corporal total e central em jovens universitárias (Artigo original 1)
- Verificar a eficiência de um programa de treinamento composto sobre características comportamentais relacionadas ao exercício físico e à saúde física e metabólica de jovens estudantes de graduação (Artigo original 2);
- Avaliar os efeitos de uma combinação de exercícios aeróbicos e resistidos por 8 semanas em marcadores cardiometabólicos em estudantes universitários com diferentes estados nutricionais (Artigo original 3).
- Avaliar a influência de um programa de treinamento físico sobre os parâmetros físicos e metabólicos de mulheres jovens com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória (Artigo original 4).

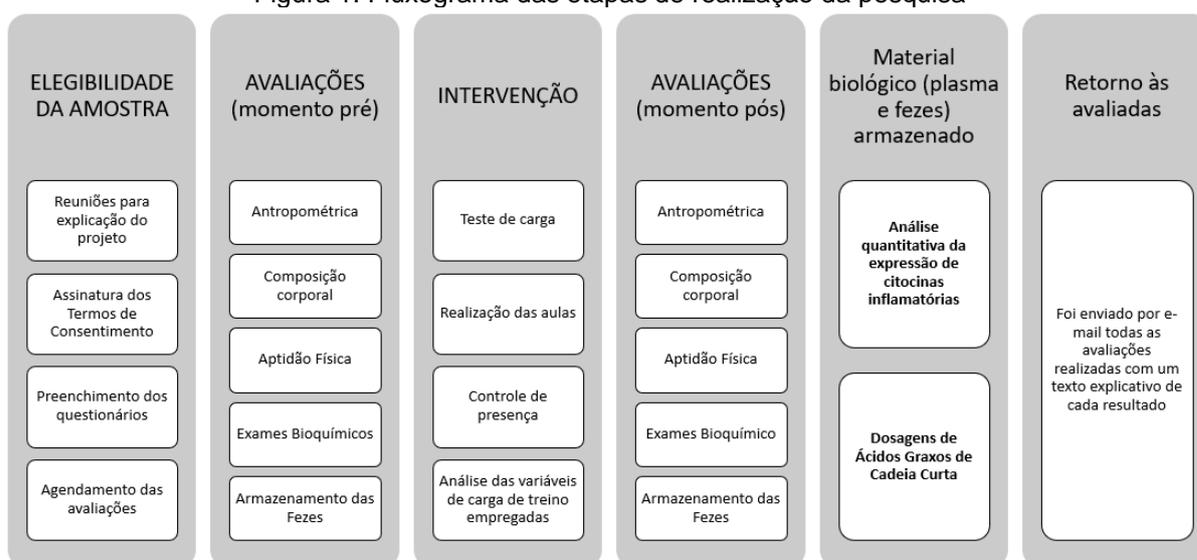
4. METODOLOGIA GERAL

4.1. Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de intervenção quase-experimental, do tipo antes e depois (1), com duração de 8 semanas, realizada com jovens universitárias, no período de setembro a novembro de 2016.

As etapas seguidas estão apresentadas na figura 1 e descritos nos tópicos seguintes.

Figura 1: Fluxograma das etapas de realização da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora

4.2. Participantes

Foram admitidas estudantes ingressantes nos cursos de graduação da Universidade Federal de Viçosa no ano de 2016. Segundo dados do Registro Escolar da instituição, a cada ano ingressam cerca de 1.400 mulheres (62,5% do total de ingressantes), sendo que em 2016, 76,7% possuíam idade de 18 a 25 anos.

Foi enviado e-mail para todas as universitárias, pelos coordenadores de curso, explicando os objetivos do estudo; as interessadas deveriam manifestar interesse pela respectiva correspondência. Agendou-se uma reunião com todas as interessadas para exposição das etapas da pesquisa, benefícios e riscos decorrentes da participação, na oportunidade foram assinados os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1).

No quadro 1 estão explícitos os critérios de elegibilidade e descontinuidade.

Quadro 1: Critérios de elegibilidade e descontinuidade.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

- Estudantes universitários ingressantes em 2016;
- Adultos Jovens - idade 18 a 25 anos (classificação da Organização Mundial de Saúde);
- Sexo feminino;
- Ciclos menstruais "regulares" (caracterizados como ciclos menstruais com regularidade entre 25 a 40 dias) (2)
- Não praticantes de exercício a pelo menos 6 meses.
- Não ser
 - Gestante;
 - Mãe com filhos até 6 meses;
 - Pessoa com deficiência física, auditiva, intelectual e visual;
 - Pessoa que faz uso de marca-passo;
 - Pessoa que faz ingestão de medicamentos psicotrópicos;
 - Pessoa que faz acompanhamento nutricional;
 - Diabético e/ou hipertenso;
 - Praticante de outra atividade física e esportiva sem orientação;
 - Pessoa inserida em programas de exercício físico regular e orientado (academias, clubes, equipes de competição, treinamentos esportivos, etc.);

CRITÉRIOS DE DESCONTINUIDADE

- Estudantes que tenha ultrapassado o limite de faltas (25%) ou faltado a 4 (quatro) intervenções consecutivas ou duas semanas consecutivas sem as devidas justificativas e planos de reposição;
- Estudantes desistentes;
- Pessoas que começaram a fazer ingestão de remédios controlados durante a participação no estudo e ficaram grávidas no decorrer do estudo;
- Tenham mudado seus hábitos alimentares após a intervenção, quando comparadas com o momento inicial

Fonte: elaborado pela autora

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Viçosa, sob o protocolo CAAE: 53452916.3.0000.5153 (Anexo 2) e todos os procedimentos foram realizados em consonância as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde) (3). Foram realizados os seguintes cuidados éticos:

- a) Informações sobre os objetivos do projeto, esclarecendo os procedimentos, métodos e rotinas a que seriam submetidos ao participarem das atividades oferecidas;
- b) Cada voluntária foi devidamente informada de todos os procedimentos do estudo e assinaram o TCLE, com plena liberdade para sanar quaisquer dúvidas que surgissem no decorrer do desenvolvimento do projeto;
- c) Informações periódicas e regulares referente a todas as etapas do projeto (avaliações e intervenção);

- d) Elas poderiam deixar a pesquisa a qualquer momento, sem ter qualquer prejuízo ou sofrer qualquer represália.
- e) Não foram remunerados financeiramente ou com qualquer espécie de benefício;

O retorno às voluntárias das avaliações realizadas foi por e-mail com texto explicativo (linguagem informal) sobre cada resultado. Ao longo das sessões de treinamento foram prestados esclarecimentos sobre cada procedimento realizado.

4.3. Tamanho da amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra, foram considerados dados dos estudos que investigou o efeito do exercício físico combinado de intensidade moderada, 60 minutos cada sessão de treino, e duração de 2 a 3 meses, com mulheres na faixa etária de interesse. Optou-se por utilizar como variável de desfecho de interesse o percentual de gordura corporal, que apresentaram efeito de -0,65 (4) a 0,46 (5).

O cálculo amostral foi realizado utilizando o software G-Power versão 3.1.9.2 (6), sendo considerado o menor efeito encontrado na literatura 0,46 (5). Assumiu-se $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,20$, assim, o estudo seria composto por 30 jovens universitárias em cada grupo de perfil nutricional. Estimando-se uma perda de 20%, seriam necessárias pelo menos 36 mulheres em cada grupo (total 108) para que a amostra possuísse o poder desejado.

Contudo, observou-se que no processo de seleção e durante a intervenção houveram perdas amostrais superiores, logo, optou-se por calcular o poder para estudos de comparação de médias (7).

Equação 1: Cálculo do poder para estudos de comparação de médias

$$Z_{\beta} = \sqrt{\frac{nd^2}{2S^2}} - Z_{\alpha/2},$$

Onde:

n= tamanho amostral

d= a diferença a média dos 2 momentos (antes e após a intervenção)

S= o desvio padrão da média ponderada pelo tamanho amostral dos grupos

$\alpha=0,05$, logo Z vale 1,96

4.4. Recrutamento e triagem

Para alocação das voluntárias seguiu-se as etapas descritas na Figura 1 (Fluxograma das etapas de realização do projeto) e o número amostral em cada etapa está descrito na Figura 3.

Os coordenadores de curso, da Universidade Federal de Viçosa, enviaram e-mail às estudantes ingressantes em 2016, com idade de 18 a 25 anos. Dentre as respondentes 244 responderam o e-mail manifestando interesse, sendo que:

- 19 estudantes não atendiam critério de inclusão, pois 2 possuíam deficiência (1 física e 1 visual) e 17 praticavam atividade física regular.
- 104 estudantes não compareceram às reuniões para assinatura do TCLE e explicação das etapas da pesquisa

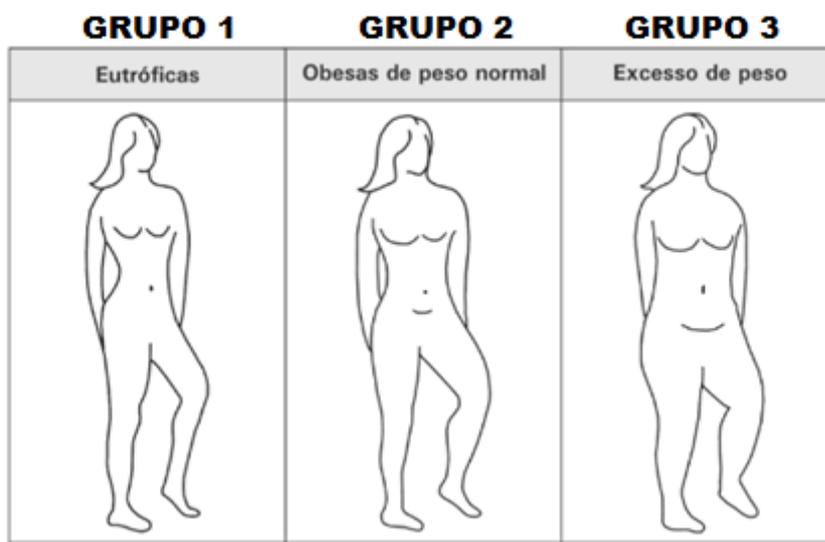
Assim, 121 estavam aptas na primeira triagem para responder os questionários demográficos, de atividade física, alimentação, comportamental, de saúde e de auto percepção. Agendou-se as avaliações e foi realizado a alocação das voluntárias nos grupos de acordo com o perfil nutricional.

As voluntárias universitárias foram alocadas em três grupos (figura 2), de acordo com o perfil nutricional, classificada pelo IMC e Percentual de Gordura (% GC), a saber:

- Grupo 1: Eutróficas IMC com %GC adequado (G1);
- Grupo 2: Eutróficas IMC e alto % GC (G2), ou seja, metabolicamente obeso ou obesas com Massa corporal normal (19);
- Grupo 3: Excesso de Massa corporal e IMC com alto % GC (G3).

A classificação do percentual de gordura foi segundo Lohman *et al* (9), sendo o %GC do G1 até 24,9%, e o G2 e G3 superiores e iguais a 25%. Utilizou-se os valores do % GC obtidos na avaliação pela Bioimpedância Elétrica Vertical.

Figura 2 - Divisão dos grupos quanto ao IMC e percentual de gordura

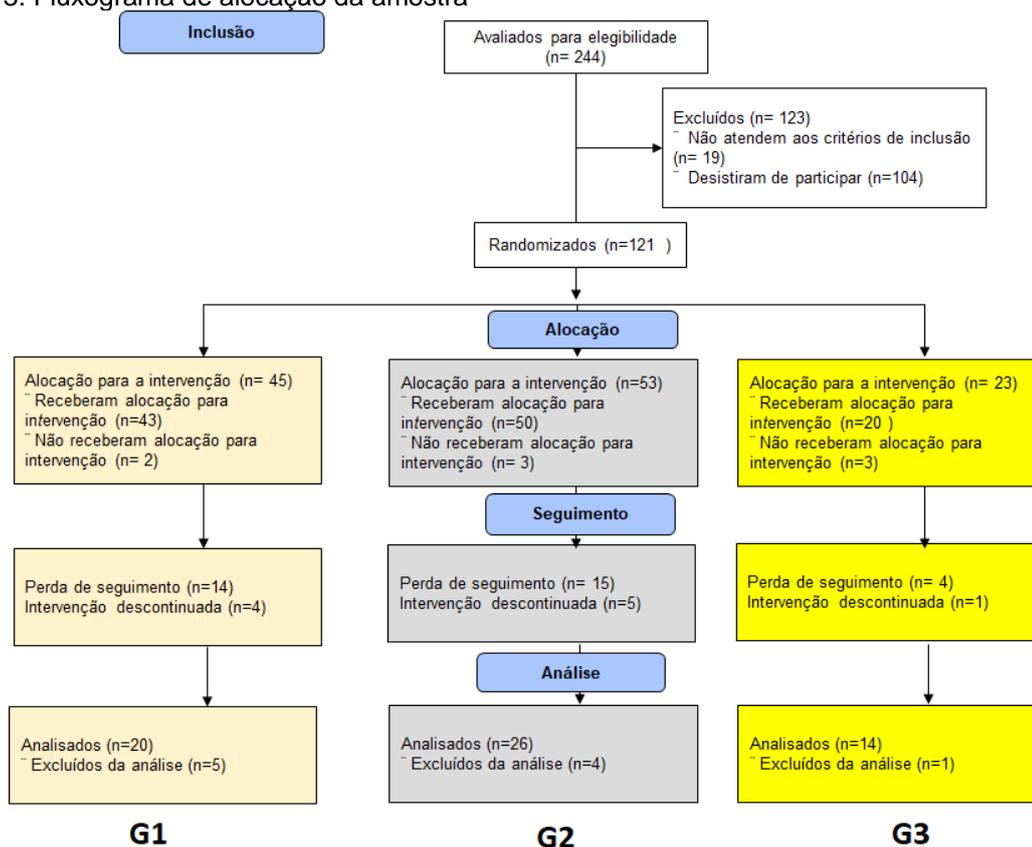


Fonte: Pereira *et al* (10)

Contudo, ao longo das avaliações houveram perdas amostrais:

- No G1 – 2 não responderam e-mail para agendamento de avaliações, 14 não compareceram as avaliações iniciais (faltaram mais de 2 vezes), 4 foram apenas na primeira semana de intervenção.
- No G2 – 5 não responderam e-mail para agendamento de avaliações, 15 não compareceram as avaliações iniciais (faltaram mais de 2 vezes), 5 foram apenas na primeira semana de intervenção.
- No G3 – 3 não responderam e-mail para agendamento de avaliações, 4 se ausentaram sem justificativa na primeira semana de intervenção, 1 foi excluída pois ausentava das aulas e não agendava as reposições.

Figura 3: Fluxograma de alocação da amostra



Legenda - Grupo 1: Eutróficas com %GC adequado (G1); Grupo 2: Eutróficas e alto % GC (G2); Grupo 3: Excesso de Massa corporal com alto % GC (G3).

Fonte: elaborado pela autora

Durante o período da intervenção, houveram paralisações e greve de servidores na instituição, e alguns professores aderiram, logo, algumas participantes optaram por retornar às suas residências ou não realizaram todas as avaliações do segundo momento ou não compareceram às avaliações, sendo no G1 5 voluntárias e no G2 4, ambos contabilizados na intervenção descontinuada ou perda de seguimento (figura 3)

Todas as partes envolvidas (pesquisador e participantes) possuíam conhecimento sobre a intervenção administrada pelo pesquisador. Os cuidados quanto à ocultação dos dados das avaliadas ficaram restritos à numeração dos frascos do material biológico (fezes e plasma) com o número de matrícula e o número atribuído de acordo com a ordem alfabética.

Todos os procedimentos de inscrição das participantes, aplicação dos questionários e avaliação, alocação e atribuição da intervenção foram realizadas por um único avaliador, pesquisadora do estudo. A avaliação de composição corporal,

pelo DEXA, foi realizada por um técnico em radiologia do setor da Divisão de Saúde da UFV, e os exames bioquímicos realizado por técnicos do laboratório conveniado à pesquisa.

4.5. Desfechos

Os desfechos primários e secundários avaliados foram realizados no momento pré-intervenção e pós-intervenção. Foram aplicados questionários demográficos, de atividade física, alimentação, comportamental, de saúde, sono, e de auto percepção de saúde. Realizou-se a checagem das informações após o preenchimento para verificar possíveis inconsistências de informações.

Posteriormente, após verificada a elegibilidade (inclusão) das voluntárias, foram realizadas avaliações antropométricas, de composição corporal, aptidão física e bioquímicas, e coletadas as amostras de fezes. As fezes e o plasma foram armazenadas a -80°C , sendo as análises do material biológico realizadas após o término da intervenção (ácidos graxos de cadeia curta realizado no ano de 2017, e marcadores inflamatórios será realizado em 2019).

Os locais de realização das avaliações e análises, e o horário, estão descritos no quadro 4

Quadro 2 – Local de realização dos questionários, avaliações e análises

Atividade	Setor	Local	Horário
Questionários	<ul style="list-style-type: none"> Residência das avaliadas ou em locais previamente agendados 	-	-
Antropometria	<ul style="list-style-type: none"> Setor de Nutrição 	<ul style="list-style-type: none"> Divisão de Saúde - UFV 	<ul style="list-style-type: none"> 07:00 as 9:30
Composição corporal	<ul style="list-style-type: none"> Setor de Nutrição Setor de Raio X 	<ul style="list-style-type: none"> Divisão de Saúde - UFV 	<ul style="list-style-type: none"> 07:00 as 9:30
Parâmetros Bioquímicos	<ul style="list-style-type: none"> Laboratório conveniado à pesquisa 	<ul style="list-style-type: none"> Viçosa - MG 	<ul style="list-style-type: none"> 07:00 as 9:00
Ácidos Graxos de Cadeia Curta	<ul style="list-style-type: none"> Laboratório de Bioquímica Nutricional (LABIN) Laboratório de Análises Clínicas (LAC) 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Nutrição e Saúde UFV 	<ul style="list-style-type: none"> 07:00 as 15:00
Marcadores Inflamatórios	<ul style="list-style-type: none"> Laboratório de Bioquímica Nutricional (LABIN) Núcleo de Microscopia e Microanálise (NMM) 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Nutrição e Saúde UFV Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCB) da UFV 	<ul style="list-style-type: none"> 08:00 as 18:00
Aptidão Física	<ul style="list-style-type: none"> Laboratório de Performance Humana 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Educação Física UFV 	<ul style="list-style-type: none"> 08:00 as 18:00

Legenda: UFV – Universidade Federal de Viçosa; MG – Minas Gerais

Fonte: elaborado pela autora

Questionários:

I. Questionário socioeconômico e acadêmico

Os questionários demográficos constavam de questões relativas as características individuais (sexo, idade, etnia), acadêmicas (curso que está matriculado na UFV), renda familiar, e se é beneficiário da assistência estudantil da universidade (Anexo 5).

II. Questionário de Atividade física

Foi aplicado o Questionário de prática de atividade física (IPAq - International *Physical Activity Questionnaire* versão curta) validado no Brasil por Matsudo *et al* (11). O instrumento possui questões sobre as atividades físicas realizadas numa semana, com intensidade vigorosa, moderada e leve. Para classificação dos indivíduos, seguiu-se as recomendações internacionais, onde o indivíduo pode ser classificado sedentário, irregularmente ativo, ativo e muito ativo (Anexo 5). Foram inseridas questões relativas a atividade física praticada (atual e pregressa), quais preferências de modalidade e horário (Anexo 5).

Foram coletadas informações sobre atividade física habitual (Anexo 6) (12) e calculado os índices de trabalho, índice de esporte e índice de lazer.

III. Questionário de Alimentação

O hábito alimentar das participantes foi avaliado por meio do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA), versão adaptada de Faria (23). O QFCA foi aplicado pela pesquisadora e os voluntários instruídos a preencherem o número de vezes por semana e por dia em que consumiam os alimentos listados no questionário. O questionário foi acrescido de questões relativa ao número de refeições realizadas por dia da semana (Anexo 7).

Informações relativas a ingestão de suplementos alimentares, refeições realizadas e percepção da qualidade da alimentação foram coletas (Anexo 5).

Os alimentos foram classificados de acordo com os níveis de processamento e tratamento (alimentos ultra processados, processados, minimamente processados ou in natura), conforme proposto no Guia Alimentar para a População Brasileira (classificação NOVA) (14)

IV. Questionário Comportamental

Foram coletadas informações sobre consumo de bebidas alcoólicas, fumo e estresse (Anexo 5), além dos motivos que levam as voluntárias a praticar ou não exercícios (Anexo 8).

Para avaliar os motivos foi utilizado o Questionário de Regulação de Comportamento no Exercício Físico/*Behavioral Regulation in Exercise Questionnaire-2* (BREQ-2) (15) que mensura diferentes índices de regulações motivacionais (Amotivação, Regulação Externa, Regulação Introjetada, Regulação Identificada, Motivação Intrínseca e Autodeterminação) relacionadas à prática de exercícios físicos (Anexo 8).

V. Questionário de Saúde

As questões relativas à saúde constaram de informações relativas às condições de saúde atual e a periodicidade que realiza exames de saúde. Investigou-se também os antecedentes mórbidos pessoais e familiares, de acordo com o grau de parentesco, e sono (Anexo 5).

Para verificar as condições prévias de saúde cardiovascular, osteomioarticular e outros motivos cardíacos, que pudessem impedir a prática de exercício físico sem a supervisão médica, foi aplicado o Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)(16) (Anexo 5).

O risco coronariano foi calculado através das variáveis: existência de comprometimentos cardiovasculares na família, tabagismo e prática de exercício (Anexo 5), além da massa corporal, pressão arterial, idade e sexo (17).

O risco de desenvolvimento de Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) foi mensurado pelo questionário Finnish Diabetes Risk Score (FINDRISK) (Anexo 9), utilizado para triagem de detecção precoce de DM2 em um tempo futuro (nos próximos 10 anos). As questões contemplam informações relativas a idade, Índice de Massa Corporal (IMC), Perímetro da cintura, prática de atividades físicas, consumo diário de frutas e verduras, uso de anti-hipertensivo, história de glicemia alterada, histórico familiar para diabetes. (18,19).

A qualidade de vida foi avaliada pelo Questionário de Qualidade de Vida (SF-36), Versão Brasileira (20), que avalia esferas física e mental do estado geral de saúde (Anexo 10). Os domínios avaliados são: capacidade funcional, aspectos físicos, dor,

estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental.

VI. Questionário de auto percepção

Avaliou-se a auto percepção das avaliadas quanto ao condicionamento físico, humor, aparência física, imagem corporal e massa corporal (Anexo 5).

Avaliações:

Esses dados foram medidos por um único avaliador treinado, antes e após a intervenção.

I. Avaliações antropométricas

A antropometria foi utilizada para investigar as variações nas dimensões físicas e composição corporal, bem como verificar o perfil nutricional das estudantes universitárias. As medidas foram registradas em uma ficha (Anexo 11) e estão descritas abaixo:

a) Massa Corporal

A massa corporal foi medida em quilogramas, utilizando-se balança da marca Kratos-cas® (com capacidade máxima de 150 kg e subdivisão em 50 g). As participantes foram pesadas com roupas leves e sem sapatos, e também foram colocadas de costas e em posição ereta no centro da balança, com o olhar num ponto fixo a sua frente de modo a evitar oscilações na leitura da medida.

b) Estatura

A estatura foi medida em centímetros, utilizando um estadiômetro portátil vertical (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil) dividido em centímetros e subdividido em milímetros, com extensão de 2,13m. Com a avaliada descalça, colocada na posição ortostática, com os calcanhares unidos e os pés formando ângulo de 45°, estando às superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital em contato com o instrumento de medida. A medida foi realizada com o indivíduo em apneia inspiratória e com a cabeça orientada no plano de Frankfurt,

paralela ao solo. A leitura foi feita no 0,1 centímetros mais próximos, com a haste da barra vertical da escala encostada à cabeça.

c) Perímetros: abdominal, quadril, pescoço (PP), coxa, panturrilha, braço, antebraço e tórax

Foi realizado por uma fita flexível e inelástica, evitando-se a compressão dos tecidos, conforme as recomendações da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (21). Cada medida foi obtida em duplicata e uma terceira medida foi realizada caso o erro técnico de medição determinado pela ISAK fosse excedido, ou seja, a segunda em relação a primeira medida tenha diferença maior que 2,5 mm. (21).

- **Perímetro Abdominal:** As voluntárias ficaram de pé, com a musculatura abdominal relaxado e sua massa corporal distribuído igualmente em ambos os pés, que estavam aproximadamente 25 a 30 cm separados. A medida do perímetro abdominal foi realizada na cicatriz umbilical e no ponto médio (entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca), no plano horizontal, conforme padronizado pela *World Health Organization*. Utilizou-se como ponto de corte ≥ 80 cm e ≥ 88 cm para classificar o perímetro abdominal quanto ao risco (elevado e muito elevado, respectivamente) de desenvolvimento de doenças associadas à obesidade (22,23);
- **Perímetro do Quadril:** Aferido com as voluntárias com os pés unidos, sendo a medida realizada na região de maior perímetro entre a cintura e a coxa. (24);
- **Perímetro do pescoço:** Utilizado o ponto médio da altura do pescoço, entre a coluna cervical e o colo médio anterior (25);
- **Perímetro da Coxa:** Aferido com os pés ligeiramente afastados lateralmente, e a fita foi colocada no ponto mesofemoral, seguindo o plano horizontal (24);
- **Perímetro da Panturrilha:** Aferido com o indivíduo na posição anatômica básica, e a fita colocada no ponto de maior perímetro da perna (24);
- **Perímetro do Braço:** O braço estava relaxado e posicionado junto ao corpo, sendo o referencial de medida o ponto medial entre o acrômio e a cabeça do rádio (24);

- **Perímetro do Antebraço:** A fita foi fixada no ponto de maior perímetro, com o braço estendido e relaxado (24);
- **Perímetro do Tórax:** O ponto de posicionamento da fita métrica foi o processo xifoide, e a medida foi lida após uma inspiração normal (24).

d) Indicadores Antropométricos

Após coleta das medidas antropométricas foram calculados índices para classificação das voluntárias:

- **Índice de Massa Corporal (IMC):** calculado pela divisão da massa corporal em quilogramas, pela altura em metros quadrados (kg/m²), e classificando-o de acordo com o *World Health Organization* (22,23)

Tabela 1 - Classificação do estado nutricional e o risco para comorbidades de acordo com os valores do Índice de Massa Corporal

Classificação	IMC	Risco de comorbidades
Baixo peso	< 18,5	Baixo (mas o risco para outros problemas clínicos é aumentado)
Eutrófico	18,5 – 24,9	-
Sobrepeso	25,0 - 29,9	Aumentado
Obesidade classe I	30,0 – 34,9	Moderado
Obesidade classe II	35,0 – 39,9	Alto
Obesidade classe III	≥ 40,00	Muito alto

Fonte: *World Health Organization* (22,23)

- **Índice de Adiposidade Corporal:** Calculado através das medidas do perímetro do quadril (cm) e a altura (metros) (26)

Equação 2 - Índice de Adiposidade Corporal

$$IAC = \frac{\text{circunferência do quadril}}{\text{altura} \times \sqrt{\text{altura}}} - 18$$

Fonte: Bergman *et al* (35)

- **Índice de conicidade:** Calculado pelas medidas do perímetro de cintura (PC) em metros, estatura em metros e massa corporal em quilos (27).

Equação 3 - Índice de Conicidade

$$ICC = \frac{PC}{0,109 \sqrt{\frac{peso}{estatura}}}$$

FONTE: (36)

- **Índice Relação cintura/quadril (RCQ):** Obtido pela divisão do perímetro da cintura (cm) pelo perímetro do quadril (cm). Os pontos de cortes foram os preconizados pela *World Health Organization* (22,23), sendo o valor maior que 0,85 indicador de riscos para doenças cardiovasculares em mulheres.
- **Relação cintura/ estatura (RCE):** calculada dividindo-se o perímetro da cintura (cm) pela estatura (cm). A classificação do riscos de cardiovasculares está na tabela 2 (28-30).

Tabela 2 - Pontos de Corte para Relação Cintura/Estatura

Ponto de corte	Risco
<0,4	Risco devido ao baixo peso
>0,5	> Risco de doenças cardiovasculares
>0,6	Risco substancialmente > para doenças cardiovasculares

Fonte: Ashwell *et al* (28-30)

- **Relação cintura/ coxa (RCC):** Obtida pela razão entre os valores de PC (cm) e o perímetro médio da coxa (cm) (27).
- **Relação pescoço/coxa:** Calculada pela razão entre o perímetro do pescoço (cm) e o perímetro da coxa (cm), ambos aferidos no ponto médio (31).

II. Avaliações de composição corporal

As avaliações ocorreram no período entre 07:00 e 9:30 horas da manhã, seguindo o protocolo de uso do manual do equipamento e Barbosa (32). Foram empregadas três técnicas, sendo elas: a) dobras cutâneas; b) Bioimpedância Elétrica Vertical (BIA) e c) Absortometria de Raios-X de dupla energia (DEXA). O quadro 5 apresenta as recomendações para realização destas avaliações e do exame sanguíneo.

Quadro 3 - Recomendações para utilização do exame de sangue e da avaliação da composição corporal

<u>PROTOCOLO</u>
Recomendações para utilização do exame de sangue e da avaliação da composição corporal
1. Estar pelo menos há 7 dias da data da última menstruação e 7 dias antes da próxima, no caso de voluntários do sexo feminino;
2. Jejum absoluto de 12 horas antes da realização do exame
3. Não realizar exercício físico nas 4 horas antes da realização do exame
4. Não consumir bebida alcoólica, café, chá ou chocolate 24 horas (1 dia) antes do exame;
5. Urinar 30 minutos antes da realização do exame e se possível evacuar antes da realização do exame
6. Não tomar banho antes do exame
7. Não utilizar acessórios metálicos (brincos, anéis, relógios e outros) durante o exame
8. Usar roupas leves, como por exemplo, roupas de ginástica
9. Não mascar chicletes e ingerir balas
10. Não fazer uso de diuréticos pelo menos nos 7 dias anteriores à realização do exame

Fonte: Barbosa (32).

a) Dobras cutâneas

As medidas aferidas foram: supra ilíaca, abdominal, tricipital, bicipital, subescapular, peitoral, coxa e panturrilha medial, de acordo com os procedimentos padronizados pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (21). Utilizou-se um adipômetro da marca Lange© (1985, *Beta Technology Incorporated*, TBW Ltda., USA), com escala de 0 a 60 mm, resolução de 1 mm e mola com pressão constante de 10 g/mm². O percentual de gordura corporal (% GC) foi estimado pelo somatório das 4 pregas cutâneas (supra ilíaca, tricipital, bicipital, subescapular) de acordo com Durnin e Womersley (33) (Anexo 12)

b) Bioimpedância Elétrica Vertical (BIA)

A avaliação foi realizada na Bioimpedância Elétrica Vertical (BIA), tetrapolar, com 8 eletrodos táteis (marca *InBody230*, fabricante *Biospace Co., Ltd.*, Portugal). Esta avaliação foi realizada com a voluntária em pé, com as pernas e braços paralelos ao tronco. Esse método identificou dados como massa corporal, massa muscular, massa de gordura do corpo, água total do corpo, massa sem gordura, massa magra segmentar e gordura segmentar, e taxa metabólica basal. Esta avaliação foi utilizada para alocação dos grupos.

c) Dual X-Ray Absorptiometry (DEXA)

A avaliação foi realizada no equipamento de Absortometria de Raios-X de dupla energia (DEXA) (*Lunar Prodigy Advance DXA System®* - analysis version: 13.31, GE

Healthcare, Madison, WI, USA). Avaliou a composição corporal, nos três principais componentes do corpo: massa gorda, massa magra e massa mineral óssea. Durante a avaliação o aparelho emitiu um duplo feixe de Raio-X, com atenuação deste raio nos diferentes tecidos e densidades do corpo.

A classificação do percentual de gordura foi segundo Lohman *et al* (9) conforme exposto na tabela 3..

Tabela 3: Classificação do percentual de gordura

Percentual de Gordura (%)	Classificação do risco
≤ 8	Alto Risco (Subnutrição)
9 – 22	Abaixo da Média
> 23	Média
24 – 31	Acima da Média
≥ 32	Alto Risco (Obesidade)

Fonte: Lohman *et al* (9)

III. Avaliações de aptidão física

a) Teste Submáximo de avaliação da capacidade cardiorrespiratória

O protocolo utilizado foi o de Robergs e Roberts (34) em esteira, com duração de 14 minutos, sendo inicialmente 3 minutos de aquecimento, duas etapas de 4 minutos cada de parte principal e 3 minutos de volta a calma.

A opção por este protocolo decorre dos voluntários, em sua maioria, possuírem hábitos sedentários (elevadas horas sentados estudando e assistindo aula, por exemplo), e o roteiro do teste considerar a especificidade do indivíduo, seu estado de saúde e considerações musculoesqueléticas (por exemplo, indivíduos obesos).

O roteiro utilizado foi o adotado pelo Laboratório de Performance Humana, do Departamento de Educação Física (Anexo 13), da UFV, e a ficha de controle de avaliação (Anexo 14) que contemplou a avaliação de diferentes medidas antropométricas (verificação da individualidade dos voluntários e condições de saúde e aptidão física).

Dentre os cuidados observados e realizados durante o teste tem-se:

- **Adaptação do avaliado na esteira** – agendou-se um dia para que a voluntária visitasse o laboratório e realizasse a adaptação à esteira;
- **No dia da avaliação**, selecionou-se a velocidade da primeira etapa do teste menor que a da segunda;

- **O ajuste da carga inicial** foi em função da capacidade da avaliada, observada no dia de adaptação da avaliada na esteira;
- **Para voluntárias não adaptadas ao exercício**, utilizou-se duas velocidades de caminhada, por exemplo, variando de 3 a 6 quilômetros por hora (km/h). Para as que já haviam realizado em algum momento a prática do exercício, adotou-se duas velocidades variando entre 6 a 8 km/h.

Foi utilizado ergômetro (esteira) da marca ECAFIX®, modelo EG700X, sem inclinação para realização das atividades de esforço, um frequencímetro da marca Oregon (Modelo SE211/SE232) para mensuração e controle da Frequência Cardíaca (FC), bem como cronômetros para controlar o tempo de aquecimento, dos estágios e recuperação, e esfigmomanômetro aneróide, modelo rodizio, da marca Wan Med.

As voluntárias foram orientadas a comparecer ao local de realização dos testes com 5 minutos de antecedência. A Frequência Cardíaca de Repouso (FCRep) foi aferida após a voluntária colocar o frequencímetro e permanecer 5 minutos deitada, o menor valor observado pelo pesquisador foi a FCRep. A pressão arterial foi aferida logo em seguida com o avaliado sentado, atendendo as recomendações da *American Heart Association* (Anexo 15), para correta aferição da pressão arterial e da VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (35).

O protocolo de avaliação foi realizado em dois momentos, agendados em dias separados, um de adaptação à esteira e outro de realização do teste propriamente dito. O cálculo da intensidade do trabalho, referenciados na FCM (Frequência Cardíaca Máxima) e na FCRep, foi pela fórmula proposta por Karvonen (24,36).

Equação 4 - Frequência Cardíaca de Treino (FCT)

$$FCT = FCRep + x (FCM - FCRep)$$

Onde:

FCT = frequência cardíaca de treino;

x = % do esforço desejado (50% e 85%);

FCM = frequência cardíaca máxima;

FCRep = frequência cardíaca de repouso.

A FCM foi calculada pela fórmula proposta por Tanaka (37) que leva em consideração a idade do avaliado. Foi considerada uma flutuação da FC nos escores previsto de ± 8 bpm (batimentos por minuto)

Equação 5 - Frequência Cardíaca Máxima Calculada (FCM_{cal})
 $FCM_{CAL} = 208,75 - 0,73 (\text{IDADE anos})$

A monitorização da FC no ergômetro foi realizada a cada um minuto e a pressão arterial e o IPE (Índice de Percepção do Esforço) a cada 2 minutos. O estágio de aquecimento teve duração de 3 minutos, após houve dois estágios de 4 minutos com intensidades de acordo com o comportamento da FC, e 3 minutos de recuperação para finalizar o teste. Foi anotado relato de fadiga e motivos de interrupção do teste.

O IPE é uma escala de valores que o avaliado informa a sensação de intensidade de trabalho durante o teste ou exercício físico. Através dos valores é possível obter informações sobre a interferência do exercício no avaliado, podendo ser parâmetro para interrupção do teste. A escala é numerada de 6 a 20, contendo 15 pontos (quadro 6). Sabe-se que o IPE e a FC estão linearmente relacionados com a intensidade do trabalho, bem como fatores indicativos de fadiga muscular. Nesse sentido, este indicador foi utilizado para avaliar a continuidade ou interrupção do teste.

Quadro 4 - Escala de Percepção de Esforço (IPE)

6	
7	Muito, muito leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Moderadamente leve
12	
13	Um pouco pesado
14	
15	Pesado
16	
17	Muito pesado
18	
19	Muito, muito pesado
20	Esforço máximo

Fonte: Pollock e Wilmore (38)

O teste foi interrompido, conforme preconizado pela *American College of Sports Medicine* (39), caso o avaliado:

- Relatasse sintomas anginosos;
- Houvesse queda da PAS (Pressão Arterial Sistólica) significativa (cair 20 milímetros de mercúrio (mmHg)) ou falha na elevação da PAS com aumento na intensidade do exercício;

- Houvesse aumento excessivo da PAS ou PAD (Pressão Arterial Diastólica) (PAS > 260 mmHg ou PAD > 115 mmHg);
- Apresentasse sinais de tontura, confusão, ataxia, palidez, cianose, náuseas ou pele fria e úmida;
- Solicitasse interrupção do teste;
- Apresentasse manifestações físicas ou verbais de fadiga grave;
- Houvesse falha no equipamento.

Além disso, a FC foi diretamente relacionada com o aumento do consumo de oxigênio e a intensidade do trabalho, assim, caso ela não aumentasse com a intensidade do exercício, foi um motivo de interrupção do teste.

Os procedimentos seguiram os preconizados pelo *American College of Sports Medicine* (39). Os parâmetros hemodinâmicos e metabólicos calculados, subsidiados no teste, foram: Volume de Oxigênio Máximo (VO₂max) Previsto e Calculado; Volume de Oxigênio máximo (VO₂max) calculado (capacidade aeróbica relativa); FAI – Déficit Aeróbico Funcional; DP – Duplo Produto; VO₂maxL/min-1 (capacidade aeróbica bruta); METmax; Kcal Max (quilocaloria); e FCMobt – Frequência Cardíaca Máxima obtida.

O roteiro utilizado foi o adotado pelo Laboratório de Performance Humana, do Departamento de Educação Física, da Universidade Federal de Viçosa, e a ficha de controle de avaliação disponível no software AvaEsporte®.

Volume de Oxigênio Máximo (VO₂max)

VO₂max é um índice utilizado para classificar o nível de aptidão cardiorrespiratório. Calculou-se o VO₂max previsto (equação 6), calculado (equação 7) e bruto (equação 8)

Equação 6 - Volume de Oxigênio Máximo (VO₂max) Previsto

$$VO_{2max} \text{ mL}(\text{kg} \cdot \text{min})^{-1} = 42,3 - 0,356 \times \text{idade}$$

* mL(kg.min) - mililitros por quilograma de peso por minuto

Equação 7 - Volume de Oxigênio máximo (VO₂max) calculado (capacidade aeróbica relativa)

$$VO_{2max} \text{ mL}(\text{kg} \cdot \text{min})^{-1} = 200 + \frac{(12 \times W)}{P}$$

Onde:

W: última carga em watts no teste submáximo de Robergs e Roberts (para converter em kgm.min⁻¹ multiplica por 6,12

P = massa corporal em kg

Equação 8 - Volume de Oxigênio Máximo Calculado L/min⁻¹ (capacidade aeróbica bruta)

$$VO2máx \text{ L/min}^{-1} = \frac{\text{peso}(kg) \times VO2máx\text{ml}(kg.\text{min}^{-1})}{1000}$$

Pode ser convertido a Kcal.min⁻¹, fornecendo um ritmo de dispêndio de energia

Neste estudo foi utilizado a tabela de classificação do nível de aptidão física da *American Heart Association* (AHA) para mulheres em VO_{2max} mL(Kg.min)⁻¹ (40).

Valores de referências	Classificação
< 24	Muito fraca
24-30	Fraca
31-37	Regular
38-48	Boa
> 49	Excelente

FONTE: Herdy e Caixeta (40).

FAI – Déficit Aeróbico Funcional

O FAI é um indicador do quanto o avaliado está acima ou abaixo de seu VO_{2max} esperado. O valor obtido é expresso em porcentagem, contribuindo assim para demonstrar o grau de condição física do avaliado. Um valor negativo indica que o indivíduo está muito bem condicionado, pois o VO_{2max} obtido está superior ao VO_{2max} previsto (24)

Equação 9 - Déficit Aeróbico Funcional (FAI)

$$FAI = \frac{VO2max_{previsto} - VO2max_{obtido}}{VO2max_{previsto}} \times 100$$

DP – Duplo Produto

O duplo produto (DP) é um parâmetro que estabelece correlação linear entre o produto da FC e da Pressão Arterial Sistólica Máxima (PAS_{máx}), com o consumo de oxigênio do miocárdio (24)

Equação 10 - Duplo Produto

$$DP = \frac{FC_{máx} \times PAS_{máx}}{100}$$

Onde:

DP = duplo produto

FC_{máx} = frequência cardíaca máxima obtida no último estágio em bpm

PAS_{máx} = pressão arterial sistólica máxima em mmHg

METmax

O MET (equivalente metabólico) máximo é o consumo de oxigênio durante o teste. Ele expressa o gasto metabólico do organismo.

$$\text{Equação 11 - MET}_{\text{máximo}} \\ \text{MET}_{\text{máx}} = \frac{\text{VO2}_{\text{máx}} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}}{3,5}$$

*1 MET = 3,5 ml/kg.min⁻¹ □ repouso

Kcalmax (quilocaloria)

O Kcal (quilocaloria) máximo é a quantidade de energia gasta em uma determinada atividade

$$\text{Equação 12 - Kcal máximo} \\ \text{Kcal}_{\text{por minuto}} = \frac{\text{METs da atividade} \times \text{peso} \times 3,5}{200}$$

*5 kcal = 1 l.min⁻¹ VO2

FCM_{obt} – Frequência Cardíaca Máxima obtida

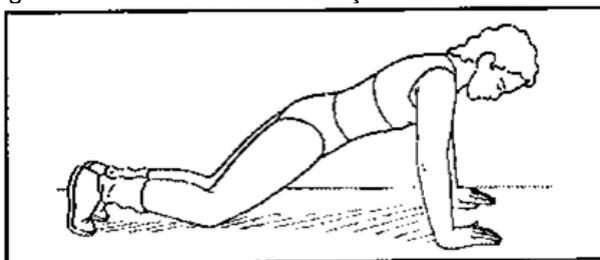
A FC_{pico} foi a FC mais elevada obtida durante o teste no ergômetro.

b) Teste de resistência muscular localizada (Teste de Flexão de Braços e Abdominal) e de flexibilidade

Teste de Flexão de Braços:

Foi aplicado o teste de Flexão de Braços Modificado (38), que avalia força e resistência de membros superiores e tronco e a evolução durante o processo de treinamento.

Figura 4 - Teste Flexão de Braços Modificado



Fonte: Pollock e Wilmore (38)

Com apoio dos joelhos e suporte de 60% da massa corporal) solicitou-se a avaliada que ficasse na posição inicial da flexão modificada (joelhos apoiados no chão), em quatro ou seis apoios e com os braços estendidos, e posteriormente realize uma flexão completa de braços até o tórax ficar próximo ao solo, retornando à posição inicial. A avaliada deveria manter esta execução e completar o número máximo de repetições corretas em 60 segundos (38) a classificação utilizada está exposta na tabela 5.

Tabela 5 - Classificação do Teste Flexão de Braços para mulheres

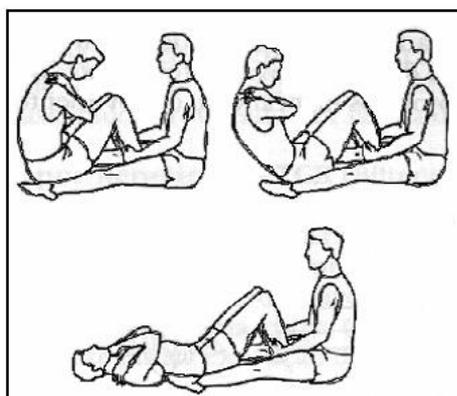
Valores de referências (cm)	Classificação
≤ 09	Fraco
10-14	Regular
15-20	Médio
21-29	Bom
≥ 30	Excelente

Fonte: Pollock e Wilmore (38) * cm – centímetros

Teste de Abdominal

Aplicou-se um teste de resistência muscular abdominal, pelo número máximo de flexões abdominais realizadas corretamente em 60 segundos. A avaliada iniciou o teste deitada sobre as suas costas, com pernas flexionadas, pés apoiados no chão e as mãos cruzadas no peito (38).

Figura 5 - Teste de Abdominal



Fonte: Pollock e Wilmore (38)

Na execução a avaliada deveria realizar flexão de abdominais encostando os cotovelos nos joelhos e retornando à posição inicial. A determinação da resistência muscular foi pelo número máximo de flexões abdominais realizadas corretamente em 60 segundos (38) e foi classificada conforme exposto na tabela 5.

Tabela 6 - Classificação do Teste de Abdominal para mulheres

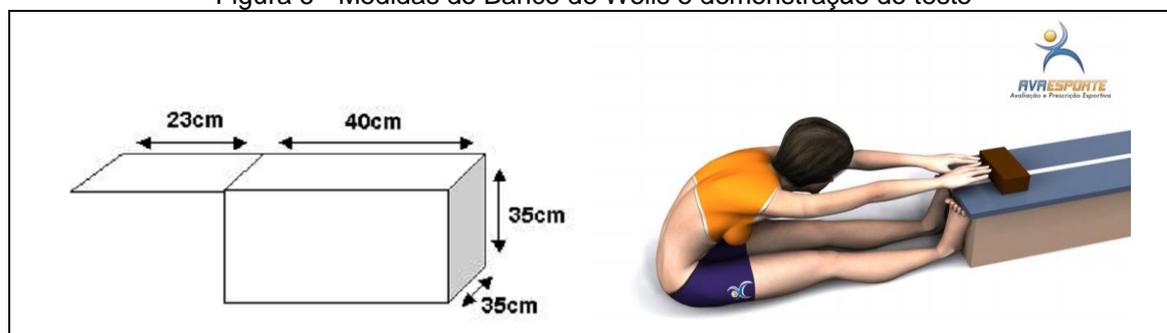
Valores de referências (cm)	Classificação
≤ 20	Fraco
21-24	Regular
25-30	Médio
31-35	Bom
≥ 36	Excelente

Fonte: Pollock e Wilmore (38)

Teste de Flexibilidade:

Foi realizado o teste de Sentar e Alcançar que objetiva avaliar a flexibilidade da região posterior das coxas, quadril e lombar. Utilizou-se o “Banco de Wells”, onde a avaliada ficou sentada com as pernas estendidas, unidas e com os pés apoiados ao banco. Foram realizadas 3 tentativas e registrou-se o maior valor expresso em centímetros (38)

Figura 6 - Medidas do Banco de Wells e demonstração do teste



Fonte: Pollock e Wilmore (38)

A avaliada sentou-se com os pés contra uma caixa, correspondente ao ponto 23 cm (cm – centímetros), e deveria realizar uma projeção do tronco à frente juntamente com os membros superiores na tentativa de alcançar a medida máxima fixada no banco. Após alcançar o ponto mais longe possível, a avaliada recebeu um escore de 23 cm, mais a distância alcançada. Foram realizadas 3 tentativas e registrou-se o maior valor expresso em centímetros ou milímetros (38). A classificação utilizada está expressa na tabela 6.

Tabela 7 - Classificação da flexibilidade para mulheres

Valores de referências (cm)	Classificação
≤ 27	Fraco
28-32	Regular
33-36	Médio
37-40	Bom
≥ 41	Excelente

Fonte: Pollock e Wilmore (38)

IV. Avaliações bioquímicas

Amostras sanguíneas foram coletadas após jejum de 12 horas, entre 7 e 9 horas da manhã, em um laboratório conveniado, por profissionais habilitados e treinados. Foram coletados 4 mL de sangue da veia cubital e posteriormente centrifugados para separar o soro dos demais componentes do sangue. Foram avaliados a dosagem de lipídios, hemograma completo, glicemia de jejum, TSH, Hormônio do crescimento, creatinina, creatinofosfoquinase e Proteína C- Reativa (PCR).

a) Dosagem de lipídios

As dosagens de lipídios plasmáticos foram realizadas mediante coleta de amostras sangue. O soro foi imediatamente centrifugado, sendo determinados os teores de triglicerídeos (TGL), colesterol total (CT) e frações, lipoproteínas de baixa e de alta densidade.

Os valores de colesterol sérico total foram determinados pelo método enzimático colesterol oxidase/peroxidase em aparelho espectrofotômetro. O HDL foi medido pelo método reativo precipitante, e o LDL (Low Density Lipoprotein) calculado pela fórmula de Friedewald¹. Os triglicerídeos séricos foram determinados pelo método enzimático glicerol.

Equação 13 - Equação de Friedewald

$$LDL\ mg/dL = \text{Colesterol Total} - HDL - \left(\frac{\text{Triglicerídeos}}{5} \right)$$

Os valores de referência dos lipídios, para indivíduos maiores de 20 anos, foram:

Tabela 8 - Valores de referência dos lipídios, para indivíduos maiores de 20 anos, com jejum

Lipídeos	Valores (mg/dL)	Categoria de referência
Colesterol Total	< 190	Desejável
HDL-C	> 40	Desejável
Triglicerídeos	< 150	Desejável
Categoria de risco		
	< 130	Muito alto
	< 100	Alto
LDL-C	< 70	Intermediário
	< 50	Baixo

Fonte: Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC) (41)

¹ Para utilização desta fórmula, os valores de triglicerídeos devem ser menores que 400mg/dL, caso contrário torna-se imprecisa (59)

Os valores de referência dos lipídios, para indivíduos de 18 e 19 anos, com jejum foram:

Tabela 9 - Valores de referência dos lipídios, para indivíduos de 18 e 19 anos

Lipídeos	Valores (mg/dL)	Categoria de referência
Colesterol Total	< 170	Desejável
LDL-C	< 110	Desejável
HDL-C	> 45	Desejável
Triglicerídeos	< 90	Desejável

Fonte: Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC) (41)

b) Hemograma Completo

O hemograma completo foi composto pela mensuração dos glóbulos vermelhos, Hematócrito (HCT) e Hemoglobina (Hb), e dos glóbulos brancos. Os valores de referência são da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC) (41).

c) Glicemia de Jejum

A dosagem de glicose foi determinada pela metodologia de ensaio colorimétrico enzimático, e a dosagem de insulina utilizando a metodologia de eletroquimioluminescência. Calculou-se a resistência insulínica (HOMA-IR - *Homeostasis Model Assessment*) pela equação proposta por Matthews *et al* (42). Os valores de referência são da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC) (41).

Equação 14 - HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment*)

$$[\text{HOMA-IR} = \text{insulina sérica de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicose sérica de jejum } (\text{mg/dL}) / 405]^{15}.$$

d) Thyroid-Stimulating Hormone (TSH) ultrassensível

O TSH ultrassensível verificou as alterações nos níveis do hormônio estimulante da tireoide (TSH), produzido na hipófise, atuando na produção dos hormônios T3 e T4. Os valores de referência utilizados estão na tabela 9.

Tabela 10 - Valores de referência TSH

Valores de referência	Classificação
0,4 - 4,5 uU/L	Valores normais de TSH
0.7–1.8 ng/dL	Valores normais de T4 livre

Fonte: Sgarbi *et al* (43)

e) Proteína C reativa (PCR)

Os valores de referência para classificação dos riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares estão apresentados na tabela 10.

Tabela 11 - Valores de referência proteína C reativa (PCR)

Valores de referência	Classificação
Menor que 0,1 mg/dL	Baixo risco
Entre 0,1 mg/dL e 0,3 mg/dL	Médio risco
Maior que 0,3 mg/dL	Alto risco

Fonte: Pearson *et al* (44)

f) Ácido úrico

Foi avaliado pelo método colorimétrico enzimático e os intervalos de referência normais utilizados foram 1,9 a 7,5 mg/dL (45)

g) Creatinina

Foi determinada através do método colorimétrico baseado na Metodologia Ponto Final de Jaffé Modificado. Os valores normais considerados serão os abaixo de 1,4 mg/dL (46)

h) Hormônio do crescimento (GH)

Foi adotado como valores normais as voluntárias que apresentaram de GH maior que 5ng/ml (47).

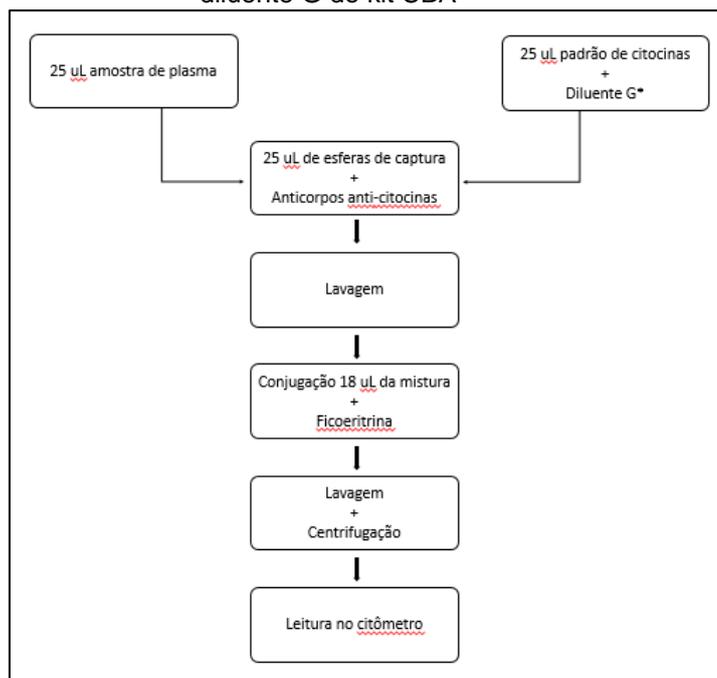
Análises com material biológico (plasma e fezes) armazenado:

I. Análise quantitativa da expressão de citocinas inflamatórias

Foram armazenadas o plasma das avaliadas em -80°C e a dosagem das citocinas IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α e IL-12p70 foi utilizando o Kit Cytometric Bead Array (CBA) de citocinas inflamatórias (CBA KIT CITOCINAS INFLAMATÓRIAS, BD, Pharmingen, EUA; Catalog. n. 551811).

Segundo Morgan *et al* (48) o Kit CBA mescla as tecnologias no ELISA com a citometria de fluxo que utiliza esferas de poliestireno marcadas com fluorescência, de diferentes graus.

Figura 7: Fluxograma do protocolo básico do processo de dosagem das citocinas
*diluyente G do kit CBA



Os dados que forem adquiridos em citômetro de fluxo (*FACScalibur*, BD, E.U.A.) serão analisados com auxílio do software específico para CBA (*FCAP Array TM Software*, BD, *Pharmingen*, EUA), por meio de curvas de calibração obtidas dos padrões de citocinas do kit. Após a construção das curvas, a concentração dos analitos na amostra foi determinada em pg/mL.

II. Dosagens de Ácidos Graxos de Cadeia Curta

A quantificação das concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta foi realizada nos Laboratório de Bioquímica Nutricional (LABIN) e Laboratório de Análises Clínicas (LAC), do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV.

Pesou-se 10 microgramas (μg) de fezes (congeladas a -80°C) e dissolveu-a em 1990 microlitro (μl) de água mili Q, sendo o protocolo de extração dos ácidos graxos pelas técnicas adaptada de Smiricky *et al* (57) e Zhao, Nyman e Jonsson (50) para análise de ácidos orgânicos em HPLC (Anexo 16).

Realizou-se a análise de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – UV (HPLC-UV), marca SHIMADZU, Detector modelo SPD-20^a VP acoplado ao Detector Ultravioleta (UV), bomba (LC-20AT); forno (CTO 20 A); autoinjeter (SIL-20^a HT), detector de índice de refração (RID-10 A), Desgaseificador (DGU-20^a 5R); modulo de comunicação CBM 20^a, sistema de aquisição de dados Lab Solution.

Utilizou-se a Coluna HPX 87H (Aminex®) e pré-coluna de mesma fase, sendo as condições analíticas:

- Coluna: 300 x 7,8 mm
- Fase Móvel: Água mili Q (0,005M de H₂SO₄)
- Temperatura: 32°C
- Fluxo: 0,6mL/min
- Tempo de análise: 50min
- Comprimento de onda: 210nm
- Volume de injeção da amostra 20mL
- Volume de injeção do padrão: 20mL
- Pressão: 75KgF

Os ácidos graxos identificados foram acético, propiônico, butírico, fórmico, isobutírico e isovalérico e foram expressos em µmol/g. A partir destes foram calculados a razão acético/Propiônico e os ácidos graxos totais.

4.6. Intervenção

A intervenção consistiu em um programa de exercício físico combinado (força e aeróbico), conforme preconizações da Organização Mundial de Saúde (51) e American College of Sports Medicine (ACSM) (16,52,53). A intervenção teve duração de 8 semanas (meses de setembro a novembro de 2016).

O programa de exercício físico foi realizado no Laboratório de Força do Departamento de Educação Física da UFV, após a realização das avaliações antropométricas e de composição corporal, aptidão física e sanguíneas, e entrega da amostra de fezes.

A prescrição foi realizada por dois professores de Educação Física, e a carga de treinamento foi derivada de uma relação entre “intensidade vs volume”. O quadro 2 apresenta as variáveis de carga de treino empregadas ao longo do estudo para o treino de força e aeróbico.

Quadro 5 - Variáveis de carga de treino empregadas no treino de força e aeróbico

Treinamento de força		Treinamento aeróbico	
Intensidade	Volume	Intensidade	Volume
<ul style="list-style-type: none"> • Peso • Velocidade do movimento • Intervalo entre as séries • Intervalos entre os exercícios • IPE • Limiar da força • Posição dos exercícios no circuito 	<ul style="list-style-type: none"> • N° de exercícios • N° de séries • N° de repetições • Frequência semanal • Tempo total da seção de treino 	<ul style="list-style-type: none"> • FC • IPE 	<ul style="list-style-type: none"> • N° de exercícios • N° de séries • Tempo de execução • Frequência semanal • Tempo total acumulado

Legenda: IPE – Índice de Percepção de Esforço; FC – Frequência Cardíaca; N° - número de exercícios
 Fonte: elaborado pela autora

O controle do exercício físico, durante as intervenções, foi realizado por meio da intensidade (FC), frequência (assiduidade às aulas) e dosagem (volume de treinamento informado pela quantidade de meses).

As frequências (assiduidade) às intervenções foram controladas pela lista de chamada (anexo 3), e a ausência por 4 (quatro) intervenções consecutivas ou duas semanas consecutivas, sem justificativas e reposição, a voluntária era excluído do estudo.

Durante as atividades, os voluntários utilizaram monitores de frequência cardíaca (FC) da marca Oregon (Modelo SE211/SE232), para verificar o comportamento da frequência cardíaca. Caso fossem registrados valores de frequência cardíaca acima de 85% estimados pela fórmula da Frequência Cardíaca de Treino (FCT) (36), as voluntárias eram orientadas a diminuir a intensidade do exercício.

Equação 15 – Fórmula da Frequência Cardíaca de Treino (FCT) proposto por Karnoven (36)

$$FCT = FCRep + x (FCM - FCRep)$$

Onde:

FCT = frequência cardíaca de treino;

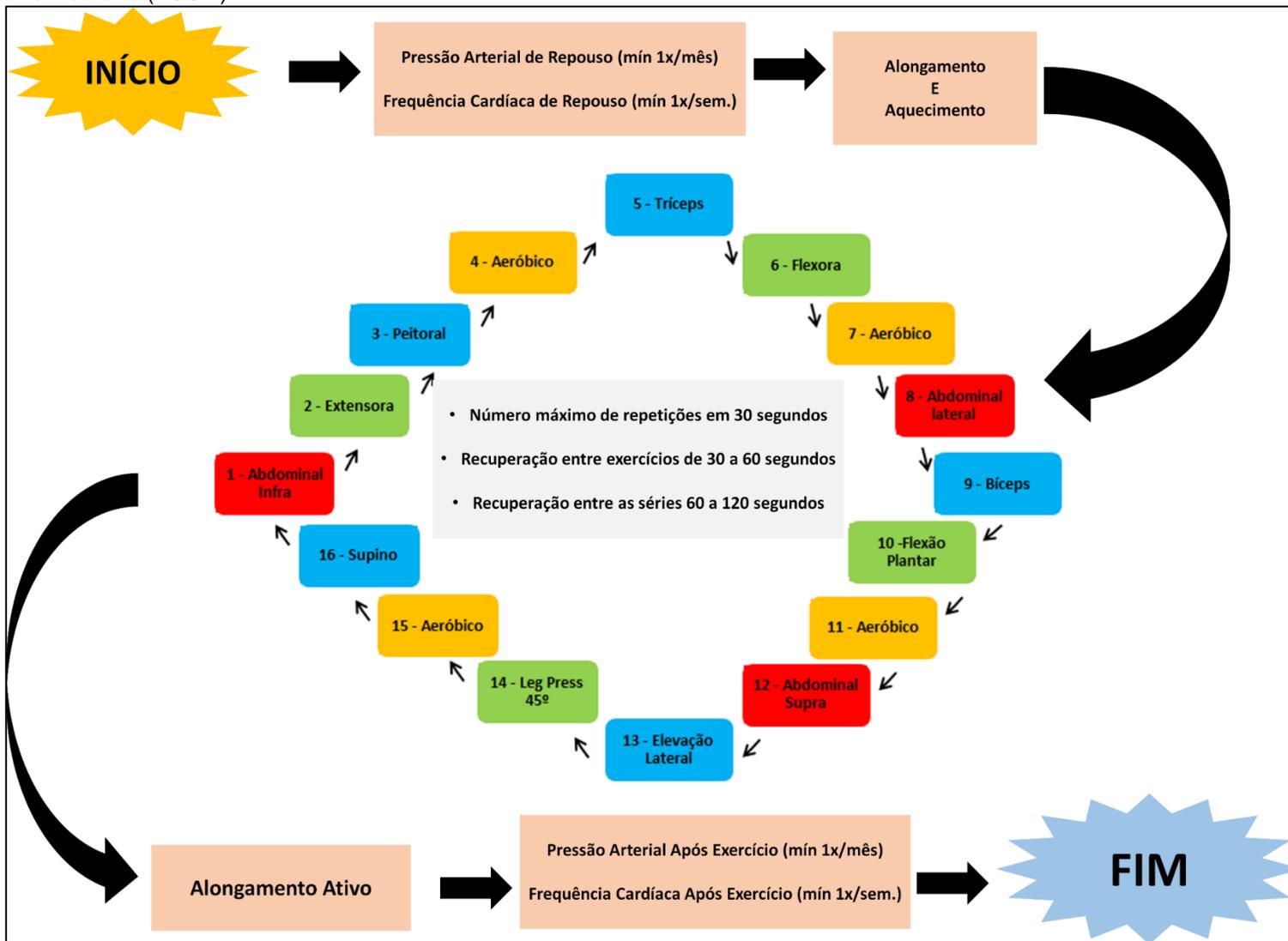
x = % do esforço desejado (50% e 85%);

FCM = frequência cardíaca máxima obtida pela formula de Tanaka (37);

FCRep = frequência cardíaca de repouso aferida após a voluntária colocar o frequencímetro e permanecer 5 minutos deitada, o menor valor observado pelo pesquisador foi a FCRep.

A síntese do protocolo de exercício elaborado para intervenção, conforme preconizações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e American College of Sports Medicine (ACSM), quanto aos exercícios e frequência semanal está disposto na Figura 4.

Figura 8: Síntese do protocolo de exercício elaborado para intervenção, conforme preconizações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e American College of Sports Medicine (ACSM)



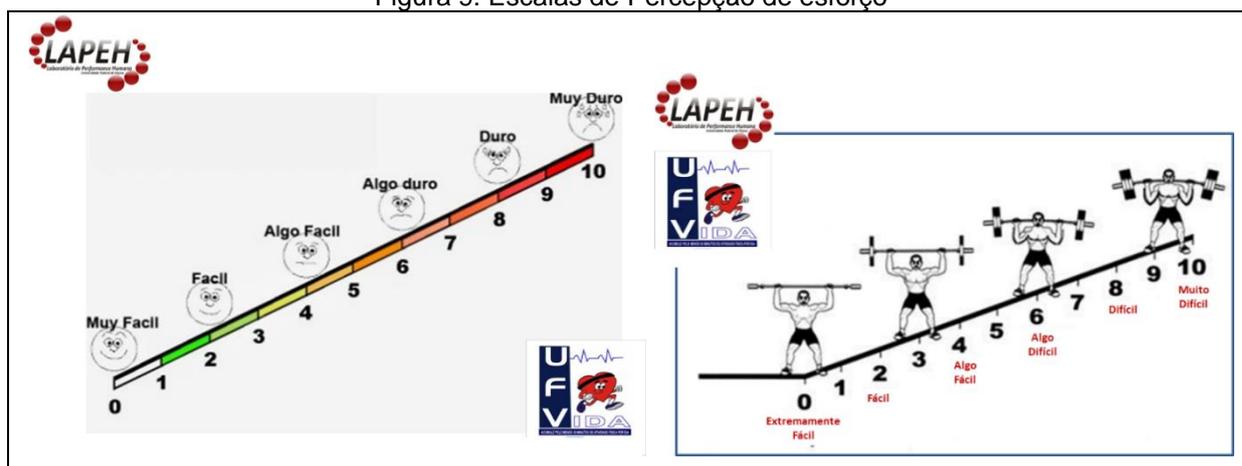
Fonte: elaborado pela autora

a) Treinamento de Força:

A.1.) Controle de carga da intensidade

- ✓ **Peso:** O ajuste para aumento de peso ao longo do período de treinamento foi realizado pela análise do Índice de Percepção de Esforço (IPE) (escala abaixo de 4 ou 5), a execução correta do exercício segundo arco articular (percepção subjetiva do professor), e realização de repetições acima de 12 no intervalo de 30 segundos. A carga inicial foi estimada durante o teste de carga e anotadas em fichas individuais (Anexo 4) (16,51);
- ✓ **Velocidade do movimento:** foi indicado aos voluntários que o número de repetições oscilasse entre 8 a 12, desta forma, a velocidade de realização foi de acordo com cada voluntária. Ao longo das semanas foi solicitado que aumentasse de uma a duas repetições (quando a voluntária iniciasse com números inferior a 12), caso conseguisse realizar mais de 12 repetições foi feito o ajuste do peso (16,51);
- ✓ **Intervalo entre as séries:** o intervalo de descanso entre as séries oscilou de 120 a 60 segundos, havendo decréscimo de 10 segundos a cada semana (ver Figura 4), respeitando a variabilidade individual dos voluntários (16,51);
- ✓ **Intervalos entre os exercícios:** o intervalo de descanso entre os exercícios oscilou de 60 a 30 segundo, havendo decréscimo de 10 segundos a cada semana até fixar o tempo de 30 segundo (ver Figura 4) (16,51);
- ✓ **Índice de Percepção de Esforço (IPE):** os exercícios de resistência foram controlados pelo preenchimento da Escala do IPE (Figura 4) e à medida que as praticantes informaram o IPE na faixa de 4 ou 5, houve aumento de carga do exercício. As escalas de IPE (Escalas OMNI – (Figura 5) (54) foram apresentadas como pictogramas, onde a voluntária identificou a percepção de esforço ou fadiga, numa escala graduada numericamente, imediatamente após o exercício;

Figura 9: Escalas de Percepção de esforço



Fonte: Robertson et al (54) e Mays et al (55)

- ✓ **Limiar da força:** foi pelo limiar de fadiga durante os exercícios (56);
- ✓ **Posição dos exercícios no circuito:** a posição dos exercícios no circuito foram intercaladas contemplando exercícios aeróbicos e resistidos (membros superiores, inferiores e abdominal) (51).

A.2.) Controle do volume

- ✓ **Número de exercícios:** os exercícios trabalharam músculos das pernas, quadril, abdominais, peitorais, ombros e braços (ver Figura 3), conforme preconizados pela ACMS, totalizando 12 exercícios para treinamento de força (3 abdominais, 5 para membros superiores e 4 para membros inferiores) em cada sessão de treino (16);
- ✓ **Número de séries:** as séries oscilaram de duas a três, sendo que somente na primeira semana (adaptação, conhecimento e aprendizado do exercício) foi realizada uma vez. Segundo a ACMS a progressão de 2 a 3 séries contribui para melhoria da força e potência, variáveis da aptidão física relacionada à saúde (16);
- ✓ **Número de repetições:** para cada exercício foi solicitado que os voluntários fizessem de 8 a 12 repetições, números preconizados para melhoria de força e potência (16);
- ✓ **Frequência semanal:** 3 vezes, em dias não consecutivos, respeitando o tempo de recuperação preconizado pela ACSM (16);

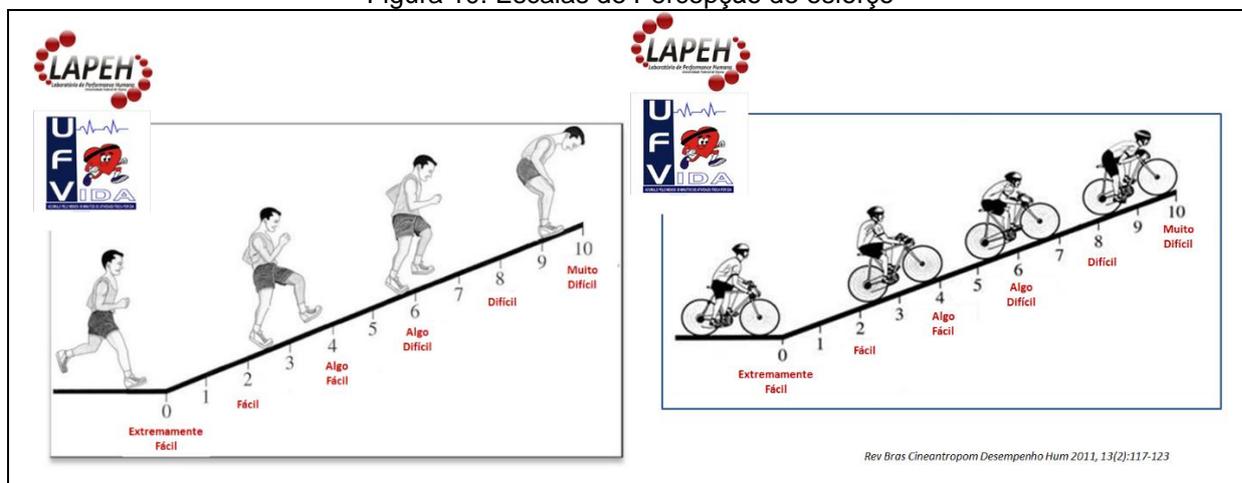
- ✓ **Tempo total da seção de treino:** as sessões de treino tiveram duração de 20 a 40 minutos, totalizando 60 a 150 minutos por semana, atendendo ao tempo preconizado pela ACSM (16).

b) Treinamento aeróbico

B.1.) Controle de carga da intensidade

- ✓ **Frequência Cardíaca (FC):** As atividades aeróbicas iniciaram com frequência cardíaca de treino em torno de 50 a 60% da FC_{máx} nas primeiras duas semanas, para garantir aos participantes o sucesso nas atividades, autoestima e aderência ao exercício. Nas semanas seguintes a intensidade foi aumentada de 5 em 5% até 80-85% da FC_{máx}. A FC foi monitorada durante as sessões de treino por um frequencímetro (Marca Oregon - Modelo SE211/SE232), no qual foi definida as zonas alvos de exercício (57);
- ✓ **Índice de Percepção de Esforço (IPE):** os exercícios aeróbicos foram controlados pelo preenchimento da Escala do IPE (Figura 6) e foram comparadas com a frequência cardíaca registrada. O valor numérico foi indicativo para percepção individual do esforço, e também para estimar se a frequência cardíaca estava adequada à atividade realizada (58)

Figura 10: Escalas de Percepção de esforço



Fonte: Robertson et al (54) e Mays et al (55)

B.2.) Controle do volume

- ✓ **Número de exercícios:** cada sessão de treino continha 4 exercícios aeróbicos que foram intercalados no treinamento de força (51);

- ✓ **Número de séries:** as séries oscilaram de duas a três, sendo que somente na primeira semana (conhecimento e aprendizado do exercício) foi realizada uma vez (51);
- ✓ **Tempo de execução:** o tempo (somatório) de execução dos exercícios aeróbicos tiveram duração mínima de 10 minutos, com execuções curtas entre os exercícios resistidos (16);
- ✓ **Frequência semanal:** os exercícios aeróbicos foram oferecidos nos treinos semanais (3 vezes por semana) (51);
- ✓ **Tempo total acumulado:** o somatório do tempo do exercício aeróbico atendeu as recomendações da ACMS de pelo menos 30 minutos diário, além disso, houve progressão gradual ao longo das semanas para melhor aderência e menor risco de lesão (16).

Em síntese, os parâmetros acompanhados durante o seguimento dos grupos estão no quadro 3, e o programa de exercício teve o esquema apresentado na figura 4:

Quadro 6 – Parâmetros que foram acompanhados durante o seguimento dos grupos

PARÂMETRO ACOMPANHADOS	DIÁRIO	SEMANAL	MENSAL
Frequência Cardíaca	X		
Pressão Arterial			X
Intensidade do exercício		X	
Escalas de IPE (Índice de Percepção de Esforço)	X		
Séries dos exercícios		X	
Tempo de recuperação		X	
Intervalo entre as séries		X	
Execução dos exercícios	X		

Fonte: elaborado pela autora

4.7. Métodos estatísticos

O banco de dados foi duplamente digitado no software Excel e foi verificado a consistência dos dados pelo software Epidata, versão 3.1. As análises foram realizadas no software estatístico SPSS (versão 20.0) e Stata (versão 13). Inicialmente foi realizado o Teste Shapiro Wilk para verificar a normalidade na

distribuição dos dados quantitativos. Posteriormente, se os dados fossem considerados normais realizou-se a estatística descritiva utilizando média e desvio padrão, enquanto que para as variáveis que não apresentaram distribuição normal foi utilizado a mediana e intervalo interquartil. Adotou-se nível de significância ($\alpha=5\%$); e poder estatístico do teste ($1-\beta=80-90\%$).

As mudanças observadas nos marcadores cardiometabólicos (variáveis antropométricas, de composição corporal, risco coronariano, parâmetros sanguíneos e hemodinâmicos) ao longo do tempo (Tempo 1 - T1 e Tempo 2 -T2), de acordo com a situação nutricional (Grupo 1 – G1, Grupo 2 – G2 e Grupo 3 – G3) e de acordo com o nível de aptidão física (boa e ruim) e o efeito de interação (Grupo x Tempo) foram analisadas pelas Equações de Estimação Generalizadas (GEE) (59). O detalhamento das análises realizadas estão descritas em cada artigo, na sessão resultados da tese.

REFERÊNCIAS

1. Behi R, Nolan M. Quasi-experimeiftal research designs. *Br J Nurs.* 1996;5(17):1079–81. DOI: 10.12968/bjon.1996.5.17.1079
2. Tsampoukos A, Peckham EA, James R, Nevill ME. Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(4):659–67. DOI: 10.1007/s00421-010-1384-z
3. Brasil. Resolução 466/2012/CNS/MS/CONEP que trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196. *Diário Of da União.* 2012;12:59.
4. Oliveira Filho A de, Shiromoto RN. Effects of physical exercice over corporal fat predictor indexes: corporal mass index, waist-hip proportion and cutaneous folds. *Rev da Educ Física/UEM.* 2001;12(2):105–12. DOI: 10.4025/reveducfisv12n2p105-112
5. Mediano MFF, Barbosa JSDO, Sichieri R, Pereira RA. Effects of exercise on insulin sensitivity in obese women submitted to a weight loss program: a clinical trial. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2007;51(6):993–9. DOI: 10.1590/S0004-27302007000600015
6. Prajapati B, Dunne M, Armstrong R. Sample size estimation and statistical power analyses. *Optom Today.* 2010;50:1–9.
7. Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, Atucha ET, Fajardo JF. *Bioestadística Amigable.* 2a. Madri: Diaz de Santos; 2009.
8. Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes.* 1998;47(5):699–713. DOI: 10.2337/diabetes.47.5.699
9. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment.* Human Kinetics Publishers, directeur. Champaign; 1992.
10. Pereira PF, Vieira PCR, Franceschini S do CC, Priore SE. Adolescentes metabolicamente obesos de peso normal. Dans: Priore SE, S.Oliveira RM, Faria ER de, Franceschini S do CC, Pereira PF, directeurs. *Nutrição e saúde na adolescência.* Editora Ru ed Rio de Janeiro; 2010. p. 147–50.
11. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. International Physical Activity Questionnaire (Ipaq): Validity and Reproducibility Study in Brazil. *Rev Bras Atividade Física Saúde.* 2012;6(2):5–18. DOI: 10.12820/rbafs.v.6n2p5-18

12. Sardinha A, Levitan MN, Lopes FL, Perna G, Esquivel G, Griez EJ, et al. Tradução e adaptação transcultural do Questionário de Atividade Física. *Rev Psiquiatr Clín.* 2010;37(1):16–22.
13. Faria RC de. Impacto da atividade física habitual sobre os componentes da síndrome metabólica em adolescentes. Universidade Federal de Viçosa; 2014.
14. Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C, Jaime P, Paula Martins A, et al. NOVA. The star shines bright. *World Nutr.* 2016;7(1–3):28–38.
15. Markland D, Tobin V. A modification of the Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire to include an assessment of amotivation. *J Sport Exerc Psychol.* 2004;26:191–6.
16. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
17. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano.* 4a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro; 1998.
18. Saaristo T, Peltonen M, Lindström J, Saarikoski L, Sundvall J, Eriksson JG, et al. Cross-sectional evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score: a tool to identify undetected type 2 diabetes, abnormal glucose tolerance and metabolic syndrome. *Diabetes Vasc Dis Res.* 2005;2(2):67–72. DOI: 10.3132/dvdr.2005.011
19. Lindström J, Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. *Diabetes Care.* American Diabetes Association; 2003;26(3):725–31. DOI: 10.2337/DIACARE.26.3.725
20. Campolina AG, Bortoluzzo AB, Ferraz MB, Ciconelli RM. Validação da versão brasileira do questionário genérico de qualidade de vida short-form 6 dimensions (SF-6D Brasil). *Cien Saude Colet.* ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva; 2011;16(7):3103–10. DOI: 10.1590/S1413-81232011000800010
21. Stewart AD, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder JH De. International standards for anthropometric assessment. The International Society for the Advancement of Kinanthropometry, directeur. New Zealand: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.
22. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva; 2000. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)15268-3

23. World Health Organization (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: 2003; 2003. DOI: ISBN 92 4 120916 X ISSN 0512-3054 (NLM classification: QU 145)
24. Marins JCB, Giannichi RS. Avaliação e Prescrição da Atividade Física: guia prático. 3a edição. Shape, directeur. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
25. Ben-Noun LL, Sohar E, Laor A. Neck Circumference as a Simple Screening Measure for Identifying Overweight and Obese Patients. *Obes Res.* 2001;9(8):470–7. DOI: 10.1038/oby.2001.61
26. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity.* 2011;19(5):1083–9. DOI: 10.1038/oby.2011.38
27. Vasques ACJ, Priore SE, Rosado LEFP de L, Franceschini S do CC. The use of anthropometric measures to assess visceral fat accumulation. *Rev Nutr.* 2010;23(1):107–18. DOI: 10.1590/S1415-52732010000100012
28. Ashwell M. Waist to height ratio and the Ashwell® shape chart could predict the health risks of obesity in adults and children in all ethnic groups. *Nutr Food Sci.* 2005;35(5):359–64. DOI: 10.1108/00346650510625575
29. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005;56(5):303–7. DOI: 10.1080/09637480500195066
30. Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: “Keep your waist circumference to less than half your height”. *BMC Med.* 2014;12(1):207. DOI: 10.1186/s12916-014-0207-1
31. Vasques ACJ, Rosado LEFP de L, Rosado GP, Ribeiro RDCL, Franceschini SDCC, Geloneze B, et al. Habilidade de indicadores antropométricos e de composição corporal em identificar a resistência à insulina. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2009;53(1):72–9. DOI: 10.1590/S0004-27302009000100011
32. Barbosa KBF. Métodos Para Avaliação Do Consumo Alimentar E Sua Relação Com Marcadores De Risco Para a Síndrome Metabólica Em Adolescentes Do Sexo Feminino. Universidade Federal de Viçosa; 2006.
33. Durnin J V, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77–97.

34. Robergs RA, Roberts SO. Fundamental principles of exercise physiology for fitness, performance, and health. 2o ed. McGraw-Hill Higher Education; 2002.
35. Brazilian Society of Cardiology (BSC). 7th Brazilian Guidelines of Hypertension. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(3):1–83.
36. Karnoven MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957;35(3):307–15.
37. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR, Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(1):153–6.
38. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Medsi, directeur. Rio de Janeiro; 1993.
39. American College of Sports Medicine (ACSM). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 9a. Koogan G, directeur. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
40. Herdy AH, Caixeta A. Brazilian Cardiorespiratory Fitness Classification Based on Maximum Oxygen Consumption. *Arq Bras Cardiol.* 2016;106(5):389–395. DOI: 10.5935/abc.20160070
41. Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC), Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, Sociedade Brasileira de Patologia Clínica. Consenso Brasileiro para a Normatização da Determinação Laboratorial do Perfil Lipídico. 2016. p. 1–5.
42. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski a S, Naylor B a, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28(7):412–9. DOI: 10.1007/BF00280883
43. Sgarbi JA, S Teixeira PF, Z Maciel LM, F S Mazeto GM, Vaisman M, Montenegro Junior RM, et al. Consenso brasileiro para a abordagem clínica e tratamento do hipotireoidismo subclínico em adultos: recomendações do Departamento de Tireoide da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. *Arq Bras Endocrinol Metab [En ligne].* 2013 [cité le 11 novembro 2017];57(3). Disponible: <http://www.scielo.br/pdf/abem/v57n3/v57n3a03.pdf>
44. Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO, Criqui M, et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for

- Disease Control and Prevention and the American Heart Association. *Circulation*. 2003;107(3):499–511.
45. Williamson MA, Snyder LM, Wallach JB. Wallach's interpretation of diagnostic tests. 9a. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, directeur. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
46. Kirsztajn GM. Avaliação do ritmo de filtração glomerular. *J Bras Patol e Med Lab*. 2007;43(4):257–64.
47. Brasil RRLO, Conceição FL, Coelho CW, Rebello C V., Araújo CGS, Vaisman M. Efeitos do treinamento físico contra resistência sobre a composição corporal e a potência muscular em adultos deficientes de hormônio do crescimento. *Arq Bras Endocrinol Metabol. ABE&M*; 2001;45(2):134–40. DOI: 10.1590/S0004-27302001000200004
48. Morgan E, Varro R, Sepulveda H, Ember JA, Apgar J, Wilson J, et al. Cytometric bead array: a multiplexed assay platform with applications in various areas of biology. *Clin Immunol*. 2004;110(3):252–66. DOI: 10.1016/j.clim.2003.11.017
49. Smiricky-Tjardes MR, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Fahey GC. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *J Anim Sci*. 2003;81(10):2535–45.
50. Zhao G, Nyman M, Jönsson JÅ. Rapid determination of short-chain fatty acids in colonic contents and faeces of humans and rats by acidified water-extraction and direct-injection gas chromatography. *Biomed Chromatogr*. 2006;20(8):674–82. DOI: 10.1002/bmc.580
51. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, directeur. Geneva: World Health Organization; 2010. DOI: 10.1080/11026480410034349
52. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(2):459–71. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181949333
53. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423–34. DOI: 10.1249/mss.0b013e3180616b27

54. Robertson RJ, Goss FL, Bell J a, Dixon CB, Gallagher KI, Lagally KM, et al. Self-regulated cycling using the Children's OMNI Scale of Perceived Exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(7):1168–75. DOI: 10.1097/00005768-200207000-00018
55. Mays RJ, Goss FL, Schafer MA, Kim KH, Nagle-Stilley EF, Robertson RJ. Validation of adult omni perceived exertion scales for elliptical ergometry. *Percept Mot Skills.* 2010;111(3):848–62. DOI: 10.2466/05.06.PMS.111.6.848-862
56. Marchetti PH. *Investigações Sobre O Controle Neuromotor Do Músculo Reto Do Abdome.* Universidade de São Paulo; 2005.
57. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3(1):16–30. DOI: 10.1123/ijsp.3.1.16
58. Reed JL, Pipe AL. Practical Approaches to Prescribing Physical Activity and Monitoring Exercise Intensity. *Can J Cardiol.* 2016;32(4):514–22. DOI: 10.1016/j.cjca.2015.12.024
59. Stiger TR, Kosinski AS, Barnhart HX, Kleinbaum DG. Anova for repeated ordinal data with small sample size? a comparison of anova, manova, wls and gee methods by simulation. *Commun Stat - Simul Comput.* 1998;27(2):357–75. DOI: 10.1080/03610919808813485
60. Faludi A, Izar M, Saraiva J, Chacra A, Bianco H, Afiune Neto A, et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol.* 2017;109(1). DOI: 10.5935/abc.20170121

5. RESULTADOS

Em consonância com as normas vigentes no regimento interno do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, em seu artigo 36 §2º, a apresentação dos resultados obtidos, bem como a discussão dos mesmos, dar-se-ão em forma de artigos científicos.

ARTIGO 1 (Original): Cytokines and body adiposity in young female undergraduate students

Artigo aceito no periódico: Nutricion hospitalaria

ARTIGO 2 (Original): Training Program of Aerobic and Strength Exercise on Physical and Metabolic Health of Young Female Undergraduate Students

Artigo aceito para publicação no periódico: Health Science Journal (ISSN 1791-809X)

DOI: 10.21767/1791-809X.100676

ARTIGO 3 (Original): Effects of nutritional status and physical training on cardiometabolic markers in young women

ARTIGO 4 (Original): The influence of a physical training program over physical and metabolic parameters of young women with different cardiorespiratory fitness levels

5.1. Artigo original 1

CITOCINAS E ADIPOSIDADE CORPORAL EM JOVENS UNIVERSITÁRIAS

RESUMO:

Objetivo: Identificar as citocinas e associá-las a diferentes indicadores de adiposidade corporal total e central em jovens universitárias.

Métodos: Foram avaliadas 58 jovens universitárias, idade de 18 a 25 anos, recém-ingressas em uma universidade pública brasileira. Verificaram-se as medidas antropométricas (massa corporal, estatura, perímetro da cintura e do quadril) e a composição corporal pelo DEXA, e obtiveram-se os valores de massa de gordura androide, ginoide e troncular. Foram analisadas as citocinas (IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10 e TNF- α) e calculados os Índices de Massa Corporal (IMC), de Adiposidade Corporal (IAC), de Adiposidade Visceral (IAV), de Conicidade (ICC), de Relação Cintura-Quadril (RCQ), de Relação Cintura-Estatura (RCE), de Distribuição de Massa Gorda 1 (IMG1) e de Distribuição de Massa Gorda 2 (IMG2). Por fim, realizou-se a regressão linear para estimar o coeficiente de regressão e o intervalo de confiança, sendo as variáveis preditoras (citocinas) ajustadas à idade e à presença de obesidade na família. Adotou-se a significância estatística de $\alpha = 5\%$.

Resultados: Identificou-se correlação entre os indicadores de adiposidade e as citocinas (ICC e RCQ com IL-12; ICC, RCQ, IMG1 e IMG2 com TNF- α). Quanto aos modelos de regressão, o aumento das citocinas se relacionavam com o aumento nos indicadores ICC, RCQ, IMG1 e IMG2.

Conclusão: Citocinas pró-inflamatórias se associaram ao aumento dos indicadores de adiposidade; logo, eles se tornam uma estratégia viável à prática clínica para sinalizar propensão a desordens inflamatórias.

Palavras-chave: Gordura corporal. DEXA. Antropometria. Mulheres.

INTRODUÇÃO

O excesso de massa corporal é um problema de saúde pública associado às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (1). Isso se deve ao fato de a obesidade ser um fator de risco para o aparecimento de várias doenças, entre elas a hipertensão, o diabetes tipo 2 e as doenças cardiovasculares. Desse modo, a epidemia da obesidade deve ter ação predominante nas políticas, nos programas e nas ações de saúde, fazendo-se importante, assim, a implementação de estratégias preventivas, como a identificação precoce dos indivíduos de maior risco, o que poderá contribuir para menores gastos em saúde (2)

Uma estratégia para o diagnóstico precoce é a avaliação da composição corporal, o que permite detectar potenciais riscos à saúde. Essa avaliação contribui para identificar o acúmulo de gordura corporal mesmo em indivíduos que apresentem massa corporal adequada (3). Associado ao ganho de massa corporal, há também como fator prejudicial o aumento de tecido adiposo visceral (TAV) (4).

O aumento da gordura corporal está relacionado com a expressão das adipocinas TNF α e a IL6, que contribuem para o aparecimento de doenças (5). Contudo, na prática profissional, nem sempre é possível dosar as citocinas, e uma estratégia que pode ser efetiva para avaliar esse acúmulo de gordura corporal é a avaliação antropométrica. Isso é afirmado, pois pesquisas (6–8) apontam associação de medidas antropométricas com o TAV e o risco de doenças, mas efeitos aditivos e interativos com a adiposidade visceral, a partir da utilização de índices com citocinas, ainda são subinvestigados.

Um grupo de risco para alterações TAV são estudantes universitários, pois estão predispostos às alterações metabólicas decorrentes do excesso de gordura corporal e visceral. Isso pode ser justificado por mudanças no estilo de vida causadas pelo ingresso na universidade, levando-os a baixos níveis de atividade física e ao aumento da ingestão de fast foods e alimentos ultraprocessados ricos em calorias (9–12). Entre os estudantes, as mulheres são um grupo que fisiologicamente pode apresentar maior quantidade de massa gorda e menor quantidade de massa livre de gordura, já os homens apresentam maior massa corporal e perímetro da cintura (13), características potenciais para o desenvolvimento de fatores de risco para doenças (7). Essas alterações, desencadeadas pelo excesso de gordura corporal, aumentam

também as citocinas circulantes, tais como IL-6, PCR e TNF α (14), que favorecem a ocorrência de aterosclerose, hipertensão, resistência à insulina, dislipidemias e alterações no perfil lipídico (15,16).

Portanto, busca-se, com este artigo, identificar as citocinas e associá-las a diferentes indicadores de adiposidade corporal total e central em jovens universitárias.

MÉTODOS

Amostra

Este trabalho é um estudo de linha de base do Projeto “Efeito do exercício físico no controle metabólico, marcadores inflamatórios, adipocinas e microbiota intestinal”, realizado com estudantes de uma universidade pública de 18 a 25 anos. A amostra foi constituída por adesão voluntária de 75 graduandas, regularmente matriculadas no segundo período de graduação de uma universidade pública brasileira.

Para avaliar os critérios de elegibilidade, investigaram-se as avaliadas que possuíam ciclos menstruais regulares, eram sedentárias ou insuficientemente ativas (17) e sem deficiência (física, intelectual, visual e auditiva). Não foram selecionadas gestantes e mães com filhos de até 6 meses, bem como mulheres que fizessem uso de marca-passo, que ingerissem medicamentos psicotrópicos e que realizassem acompanhamento nutricional, diabéticos e/ou hipertensas.

O universo amostral do presente estudo foram 58 graduandas que possuíam dados referentes às citocinas.

Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Viçosa, sob o protocolo CAAE: 53452916.3.0000.5153, e todos os procedimentos foram realizados em consonância com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde). Todos os indivíduos forneceram consentimento informado por escrito de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 1983.

Índices Antropométricos

Aferiu-se a massa corporal em quilogramas, utilizando-se balança da marca Kratos-cas®, e a estatura foi medida em centímetros, utilizando estadiômetro portátil vertical (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil). Foi utilizada fita flexível e inelástica para aferir o perímetro da cintura (na cicatriz umbilical e no ponto médio entre a margem inferior da última costela e a crista ilíaca) e do quadril seguindo as recomendações da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Calcularam-se os IAC (18), IAV (8) e ICC (19); bem como as RCQ (20) e RCE (21); e o IMC (20) Quadro 1).

Quadro 1. Índices de adiposidade e respectivas fórmulas

Índices	Fórmulas
Índice de Adiposidade Corporal	$IAC = \frac{PQ (cm)}{altura (m) \times \sqrt{altura (m)}} - 18$
Índice de Adiposidade Visceral	$IAV = \left(\frac{PC (cm)}{36,58} + (1,89 \times IMC) \right) \times \frac{TG}{0,81} \times \frac{1,52}{HDL}$
Índice de Conicidade	$ICC = \frac{PC (cm)}{0,109 \sqrt{\frac{peso (Kg)}{estatura (m)}}}$
Relação Cintura-Quadril	$RCQ = \frac{PC (cm)}{PQ (cm)}$
Relação Cintura-Estatura	$RCE = \frac{PC (cm)}{Estatura (m)}$
Índice de Massa Corporal	$IMC = \frac{Peso (Kg)}{Estatura (m)^2}$

Legenda: PQ = Perímetro do Quadril (cm); PC = Perímetro da Cintura (cm); IMC = Índice de Massa Corporal (Kg/m²); TG = Triglicerídeos (mg/dL); HDL = *High Density Lipoprotein* (mg/dL).

Composição Corporal

A composição corporal foi realizada no período de 7h às 9h30 da manhã, pelo Equipamento de Absortometria de Raios-X de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System® – analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA). Foram obtidos os dados de gordura corporal total (GCT), gordura regional (androide e ginoide), massa magra e massa livre de gordura. Para a realização desse procedimento, as avaliadas estavam em jejum de 12 horas e atendiam as recomendações do fabricante do DEXA.

A região androide foi aferida na área ao redor da cintura, entre o ponto médio da coluna lombar e a parte superior da pelve, e na área ginecoide, aproximadamente entre a cabeça do fêmur e o meio da coxa (quadril). Antes de cada sessão de digitalização, o aparelho foi calibrado de acordo com os procedimentos padrão recomendados pelo fabricante.

Com os dados do DEXA, calcularam-se os IMG1 e 2 e a Razão Androide-Ginoide (RAG) (Quadro 2).

Quadro 2. Índices de adiposidade, calculados a partir do DEXA, e respectivas fórmulas

Índices	Fórmulas
Índice de Distribuição de Massa Gorda 1	$IMG_1 = \frac{\%GT}{\%GP}$
Índice de Distribuição de Massa Gorda 2	$IMG_2 = \frac{MGT}{MGM}$
Razão Androide-Ginoide	$RAG = \frac{\%GA}{\%GG}$

Legenda: IMG₁ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 1; GT = Percentual de Gordura do Tronco; GP = Percentual de Gordura das Pernas; IMG₂ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 2; MGT = Massa Gorda do Tronco; MGM = Massa Gorda dos Membros (massa gordosa dos braços e das pernas); RAG = Razão Androide-Ginoide; GA = Gordura Androide; GG = Gordura Ginoide.

Foram classificadas em androide as universitárias em que o resultado da RAG fosse ≥ 1 , e foram classificadas em ginoide aquelas com resultado da RAG < 1 .

Citocinas inflamatórias, colesterol e frações

Amostras sanguíneas foram coletadas entre 7h e 9h da manhã, após jejum de 12 horas, em um laboratório conveniado, por profissionais habilitados e treinados. Coletaram-se 4 mL de sangue da veia cubital, que, posteriormente, foram centrifugados para separar o soro dos demais componentes sanguíneos. Foram dosados colesterol total, *Low Density Lipoproteins* (LDL), *High Density Lipoprotein* (HDL) e triglicerídeos (TGL).

Armazenou-se o plasma em -80°C , e, posteriormente, realizaram-se as dosagens de citocinas IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10 e TNF- α . Utilizou-se o Kit Cytometric Bead Array (CBA) de citocinas inflamatórias (CBA KIT CITOCINAS INFLAMATÓRIAS, BD, Pharmingen, EUA; Catalog. n. 551811). O Kit CBA mescla as tecnologias no ELISA com a citometria de fluxo, que utiliza esferas de poliestireno marcadas com

fluorescência de diferentes graus (22). Os dados que foram adquiridos em citômetro de fluxo (FACScalibur, BD, E.U.A.) foram analisados com auxílio do software específico para CBA (FCAP Array TM Software, BD, Pharmingen, EUA), por curvas de calibração obtidas dos padrões de citocinas do kit. Após isso, a concentração dos analitos na amostra foi determinada em pg/mL.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas no software estatístico Stata (versão 13), e realizou-se o Teste Shapiro Wilk para verificar a normalidade na distribuição dos dados quantitativos. Com relação à análise descritiva dos dados, ela está apresentada em mediana e intervalo interquartil.

O teste de correlação de Spearman foi aplicado para avaliar a correlação entre os indicadores de adiposidade corporal e central (IMC, IAC, IAV, ICC, RCE, PC, RCQ, RAG, IMG1 e IMG2) com as citocinas (Interleucinas 1 β , 6, 8, 10, 12 e Fator de Necrose Tumoral – TNF α).

Na análise bivariada, o coeficiente de regressão e o intervalo de confiança (IC) foram estimados por meio da regressão linear, com variáveis de ajuste de $p \leq 0,25$ para inclusão das variáveis no modelo, obtido na correlação. Adotou-se nível de significância $\alpha = 5\%$. Para verificar a adequação do modelo de regressão linear, foi aplicado o teste geral de White para heteroscedasticidade na distribuição dos erros.

RESULTADOS

Foram avaliadas 58 universitárias com média de idade de 19 a 25 anos ($\pm 1,82$). De acordo com a avaliação da composição corporal, o percentual médio de gordura total pelo DEXA foi de 33,61% ($\pm 0,94$), já a razão percentual (%) de gordura androide por gordura ginoide foi de 0,61 ($\pm 0,02$). A partir desses dados, constata-se que a gordura corporal está localizada predominantemente na região dos quadris (região gluteofemoral e coxas) (Tabela 1).

Identificou-se que todos os indicadores de adiposidade se correlacionaram com as citocinas, exceto o IAV, sendo elas classificadas como fracas. Destaca-se que a Interleucina 1 β não se correlacionou com nenhum indicador, enquanto o TNF α , com 70% dos indicadores (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta os modelos finais da análise de regressão linear múltipla; o aumento das interleucinas se relaciona com o aumento dos indicadores ICC, RCQ, IMG1 e IMG2, independentemente da idade e da obesidade familiar. Os demais indicadores não atenderam os pressupostos da regressão linear, ou seja, a homocedasticidade e a normalidade dos resíduos.

Tabela 1. Características físicas e metabólicas de jovens universitárias

Variável	Mediana	p25 - p75
Antropométricas e composição corporal		
Massa Corporal (Kg)	58,39	51,39 – 65,39
Massa Magra (kg)	35,76	32,50 - 38,85
Massa Gordurosa (Kg)	20,24	15,04 - 24,23
Massa Óssea (kg)	2,24	1,99 – 2,51
Massa Livre de Gordura (kg)	38,02	34,37 – 41,37
Massa Gordura Androide (Kg)	0,87	0,46 – 1,25
Massa Gordura Ginoide (Kg)	4,01	2,96 – 4,55
Perímetro da Cintura cicatriz umbilical (cm)	76,38	69,38 - 83,75
Perímetro da Cintura ponto médio (cm)	76,88	70,31 – 3,38
Perímetro do Quadril	97,88	90,88 – 101,38
% de gordura total por DEXA	34,09	28,59 – 38,17
Índices		
Razão % Gordura Androide-Ginoide	0,64	0,48 – 0,75
IMC (kg/m ²)	22,27	19,29 - 24,50
RCQ (cm)	0,79	0,75 - 0,84
RCE (cm)	0,47	0,44 - 0,52
Índice de Conicidade	1,18	1,14 - 1,22
Índice de Adiposidade Corporal	28,43	26,50 – 32,08
Índice de Adiposidade Visceral	2,40	1,93 – 3,53
Parâmetros Bioquímicos		
Colesterol total (mg/dL)	153,00	140,00 - 173,00
LDL (mg/dL)	82,00	65,00 - 97,00
HDL (mg/dL)	55,00	51,00 - 62,00
TGL (mg/dL)	76,00	60,00 - 111,00
Citocinas		
IL-1 β (pg/mL)	123,00	65,20 - 236,30
IL-6 (pg/mL)	129,20	89,10 - 186,00
IL-8 (pg/mL)	138,40	58,30 - 264,50
IL-10 (pg/mL)	97,90	73,60 - 118,30
IL-12 (pg/mL)	131,90	62,80 - 249,30
TNF α (pg/mL)	178,00	27,70 - 300,90

Legenda: DEXA = Absorimetria por Raio-X de Dupla Energia; IMC = Índice de Massa Corporal; RCQ = Relação Cintura-Quadril; RCE = Relação Cintura-Estatura; LDL = Low Density Lipoproteins; HDL = High Density Lipoprotein; TGL = Triglicerídeos; PCR = Proteína C Reativa; TSH = Thyroid-Stimulating Hormone; IL = Interleucina; TNF α = Fator de Necrose Tumoral.

Tabela 2. Correlação entre interleucinas e indicadores de adiposidade corporal total e central em jovens universitárias.

Variáveis	IL1 β		IL6		IL8		IL10		IL12		TNF	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
IMC	-0.0646	0.6301	0.0291	0.8281	-0.1784	0.1802	-0.2340	0.0771	0.0011	0.9934	0.0397	0.7673
IAC	0.0425	0.7512	0.0531	0.6923	-0.0641	0.6327	-0.2216	0.0946	-0.0217	0.8718	-0.0140	0.9170
IAV	0.0500	0.7092	0.1234	0.3559	0.0410	0.7601	-0.1362	0.3081	0.1149	0.3906	0.0660	0.6226
ICC	0.1415	0.2894	0.2541	0.0543	0.1220	0.3616	0.0263	0.8447	0.3654	0.0048	0.3957	0.0021
RCE	0.0012	0.9931	0.1074	0.4223	-0.0941	0.4823	-0.1611	0.2269	0.1195	0.3716	0.1757	0.1872
PC	-0.0075	0.9556	0.1104	0.4094	-0.0862	0.5199	-0.1771	0.1836	0.1553	0.2245	0.1957	0.1411
RCQ	0.0373	0.7809	0.1750	0.1890	0.0025	0.9850	0.0411	0.7594	0.2671	0.0427	0.3198	0.0144
RAG	0.0694	0.6045	0.1497	0.2622	-0.0402	0.7646	-0.0700	0.6017	0.1615	0.2258	0.2212	0.0953
IMG ₁	0.0594	0.6576	0.1701	0.2019	-0.0038	0.9775	-0.0035	0.9790	0.1942	0.1441	0.2666	0.0430
IMG ₂	0.0538	0.6885	0.1627	0.2224	-0.0067	0.9603	-0.0191	0.8867	0.1870	0.1599	0.2722	0.0388

Legenda: IMC = Índice de Massa Corporal; IAC = Índice de Adiposidade Corporal; IAV = Índice de Adiposidade Visceral; ICC = Índice de Conicidade; RCE = Relação Cintura-Estatura; PC = Perímetro da Cintura aferido na cicatriz umbilical; RCQ = Relação Cintura-Quadril; RAG = Razão Androide-Ginóide; IMG₁ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 1; IMG₂ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 2; IL = Interleucina; TNF α = Fator de Necrose Tumoral.

Tabela 3. Modelos finais da análise de regressão linear múltipla entre os indicadores de adiposidade corporal (variáveis dependentes) e as citocinas em universitárias

Variáveis	β ajustado*	IC 95%	Valor de p
ICC			
IL 12	9.490 x 10 ⁻⁵	6.440 x 10 ⁻⁵ - 1.835 x 10 ⁻⁴	0.036
RCQ			
TNF α	6.960 x 10 ⁻⁵	1.270 x 10 ⁻⁵ - 1.265 x 10 ⁻⁴	0.017
IMG₁			
IL6	5.002 x 10 ⁻⁴	7.530 x 10 ⁻⁵ - 9.251 x 10 ⁻⁴	0.022
IL12	2.774 x 10 ⁻⁴	5.510 x 10 ⁻⁵ - 4.996 x 10 ⁻⁴	0.015
TNF α	2.980 x 10 ⁻⁴	1.193 x 10 ⁻⁴ - 4.768 x 10 ⁻⁴	0.002
IMG₂			
IL6	3.994 x 10 ⁻⁴	6.770 x 10 ⁻⁵ - 7.310 x 10 ⁻⁴	0.019
IL12	2.226 x 10 ⁻⁴	4.930 x 10 ⁻⁵ - 3.960 x 10 ⁻⁴	0.013
TNF α	2.330 x 10 ⁻⁴	9.320 x 10 ⁻⁵ - 3.729 x 10 ⁻⁴	0.002

*Variáveis preditoras ajustadas por idade e presença de obesidade na família. Legenda: ICC = Índice de Conicidade; RCQ = Relação Cintura-Quadril; IMG₁ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 1; IMG₂ = Índices de Distribuição de Massa Gorda 2; IL = Interleucina; TNF α = Fator de Necrose Tumoral.

DISCUSSÃO

O aumento na prevalência de sobrepeso e obesidade vem ocorrendo em vários países no mundo, inclusive no Brasil, e esse acúmulo de gordura corporal é fator de risco para doenças, como as cardiovasculares, o diabetes tipo 2 e a hipertensão (23). Na amostra investigada, 46,70% apresenta elevado percentual de gordura. Quando se trata de mulheres, o acúmulo de gordura acima do esperado está associado ao risco de doenças cardiometabólicas (5).

Outro fator que merece destaque é a localização da gordura corporal, pois o padrão de distribuição de gordura no sexo feminino está relacionado aos níveis de estrogênio, que, com o passar dos anos, tendem a diminuir. Isso leva a mudanças no local de armazenamento da gordura, com aumento na região androide, elevando, conseqüentemente, o risco de doenças (24). Isso significa dizer que os riscos à saúde estão relacionados ao local do corpo em que a gordura está armazenada; por exemplo, o aumento da gordura androide e/ou a sua proporção em relação à gordura ginoide está relacionado a fatores de risco para doenças (25).

Sabe-se que as mulheres tendem a apresentar maior quantidade de gordura corporal do que os homens; nelas, a maior parte da gordura se localiza na região periférica do corpo (ginoide), enquanto, nos homens, está mais concentrada na região abdominal (androide) (26). Tal fato corrobora os resultados encontrados nesta pesquisa (Tabela 1). Embora a gordura ginoide esteja menos associada aos riscos cardiometabólicos quando comparada com a gordura androide (27), 35,0% da amostra apresenta o perímetro da cintura alterado, o que predispõe a dislipidemias (28).

O tecido adiposo, principalmente o localizado na região central do corpo, exerce papel significativo na produção de citocinas inflamatórias, sendo essa capacidade ainda maior no tecido adiposo intra-abdominal (visceral) quando comparado ao tecido adiposo subcutâneo (29). O visceral pode produzir maior quantidade de IL-6 e TNF em pessoas que apresentam obesidade central, ou seja, o aumento da gordura corporal, que pode ser identificada pelos indicadores de adiposidade corporal, pode, conseqüentemente, ocasionar aumento na produção das citocinas (30).

Parâmetros inflamatórios são indicadores associados a risco de desenvolvimento de DCNT por serem resultantes da secreção de moléculas, com características inflamatórias, do tecido adiposo (31). Essa inflamação crônica tende a

ser desencadeada pelo excesso de gordura corporal, que aumenta as citocinas circulantes, tais como Interleucina 6 (IL-6) e Fator de Necrose Tumoral (TNF α) (14).

As concentrações de IL-6 e TNF- α são diretamente proporcionais à quantidade de tecido adiposo (32). O TNF- α é responsável por alterações endoteliais, estímulo ao metabolismo oxidativo de fagócitos e aumento da atividade dos adipócitos; e a IL-6, produzida por monócitos e células endoteliais, é responsável pelo aumento dos níveis de proteína C-reativa, que é um indicativo de inflamação (15,16).

A IL-6 pode agir de diferentes formas no organismo de acordo com a sua concentração e participa da produção de proteínas de fase aguda que estão relacionadas à resposta pró-inflamatória. Além disso, seu aumento poder estar diretamente associado à massa corporal e à resistência à ação da insulina, sendo, assim, relacionada à inflamação subclínica na obesidade (33).

O TNF- α apresenta maiores concentrações séricas em indivíduos com elevado TAV, quando comparados aos sem obesidade central (34). Essa situação pode ser verificada com os dados do presente estudo (Tabela 2).

A IL-12 tem papel na imunidade mediada por células, sendo necessária para resistência a infecções intracelulares; desse modo, trata-se de uma citocina que pode ser importante para o desenvolvimento da autoimunidade, embora haja dados contraditórios (35). Verifica-se que, em indivíduos com sobrepeso ou obesos, as concentrações plasmáticas dessa citocina são superiores quando comparadas aos eutróficos; logo, a IL-12 possui correlação positiva com a massa de gordura.

A possível explicação para esses níveis elevados decorre da hiperleptenemia em indivíduos com alterações na gordura corporal (36). Em monócitos e macrófagos, segundo Fantuzzi (37), a leptina favorece a produção de citocinas pró-inflamatórias, como TNF α , IL-6 e IL-12. Desse modo, há uma relação entre o aumento da massa corporal e esses marcadores inflamatórios. Ademais, identificou-se correlação entre os indicadores de adiposidade e as citocinas: o aumento das citocinas IL-12, IL-6 e TNF α se relacionava ao aumento nos indicadores ICC, RCQ, IMG1 e IMG2 (Tabela 3).

O ICC avalia propensão para desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas, permitindo, assim, comparações diretas de adiposidade abdominal entre indivíduos (38).

O IMG1 e o IMG2 têm papel na definição da síndrome metabólica e das anormalidades na distribuição da gordura corporal (lipodistrofia) (39). As mudanças

na distribuição da gordura corporal podem vir acompanhadas por alterações na glicose sanguínea, aumentando, por conseguinte, a predisposição de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes. Embora essas alterações estejam prevalentes em pacientes adécticos, em indivíduos saudáveis, ainda são desconhecidas; no entanto, infere-se que elas sejam decorrentes de estilos de vida sedentários e da ingestão de alimentos hipercalóricos (40). Nessa concepção, a avaliação dos IMG1 e 2 é útil para diagnóstico e manejo da obesidade clínica, bem como para a identificação de indivíduos com riscos potenciais para o desenvolvimento dos fatores de risco associados à obesidade (39).

Diante do exposto, os modelos da análise de regressão linear múltipla entre indicadores de adiposidade corporal e citocinas no presente estudo (Tabela 3) apontam que, à medida que há aumento das citocinas, ocorre também aumento nos valores desses indicadores. O cálculo de indicadores parte de medidas antropométricas que são de mais fácil aferição e apresentam menores custos quando comparadas à avaliação de citocinas, uma vez que sua utilização na prática clínica acarretará menores gastos em saúde.

Cabe destacar que, ao interpretar os dados desta pesquisa, é apropriado considerar certas limitações do estudo. A principal delas é o seu desenho transversal; assim, as associações apresentadas entre fatores independentes e variáveis de resultado não representam necessariamente relações causais, pois trata-se da linha de base de um estudo longitudinal. Portanto, os dados apresentados poderão servir de subsídio para estudos futuros.

CONCLUSÃO

Citocinas pró-inflamatórias, neste estudo, associaram-se ao aumento dos indicadores de adiposidade. A obesidade, especialmente mórbida e visceral, significa um estado inflamatório, mas suas consequências negativas são vitalmente importantes quando se trata de doença cardiovascular. Desse modo, os indicadores podem se tornar uma estratégia viável à prática clínica para sinalizar propensão a desordens inflamatórias.

REFERÊNCIAS

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, *et al.* Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384(9945):766–81. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8
2. Casanello P, Krause BJ, Castro-Rodríguez JA, Uauy R. Epigenética y obesidad. *Rev Chil Pediatr*. 2016;87(5):335–42. DOI: 10.1016/j.rchipe.2016.08.009
3. Neeland IJ, Turer AT, Ayers CR, Powell-Wiley TM, Vega GL, Farzaneh-Far R, *et al.* Dysfunctional Adiposity and the Risk of Prediabetes and Type 2 Diabetes in Obese Adults. *JAMA*. 2012;308(11):1150. DOI: 10.1001/2012.jama.11132
4. Miazgowski T, Krzyżanowska-Świniarska B, Dziwura-Ogonowska J, Widecka K. The associations between cardiometabolic risk factors and visceral fat measured by a new dual-energy X-ray absorptiometry-derived method in lean healthy Caucasian women. *Endocrine*. 2014;47(2):500–5. DOI: 10.1007/s12020-014-0180-7
5. Hermsdorff HHM, Monteiro JBR. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema? *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2004;48(6):803–11. DOI: 10.1590/S0004-27302004000600005
6. Bertin E, Marcus C, Ruiz J-C, Eschard J-P, Leutenegger M. Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese humans. *Int J Obes*. Nature Publishing Group; 2000;24(3):263–70. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801121
7. Direk K, Cecelja M, Astle W, Chowienczyk P, Spector TD, Falchi M, *et al.* The relationship between DXA-based and anthropometric measures of visceral fat and morbidity in women. *BMC Cardiovasc Disord*. 2013;13(1):25. DOI: 10.1186/1471-2261-13-25
8. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, *et al.* Visceral Adiposity Index: A reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010;33(4):920–2. DOI: 10.2337/dc09-1825
9. Grim M, Hertz B, Petosa R. Impact Evaluation of a Pilot Web-Based Intervention to Increase Physical Activity. *Am J Heal Promot*. 2011;25(4):227–31. DOI: 10.4278/ajhp.081216-ARB-307
10. Haase A, Steptoe A, Sallis JF, Wardle J. Leisure-time physical activity in university students from 23 countries: Associations with health beliefs, risk awareness,

and national economic development. *Prev Med (Baltim)*. 2004;39(1):182–90. DOI: 10.1016/j.ypmed.2004.01.028

11. Irwin JD. Prevalence of university students' sufficient physical activity: a systematic review. *Percept Mot Skills*. 2004;98(3 Pt 1):927–43. DOI: 10.2466/pms.98.3.927-943

12. Plotnikoff RC, Costigan S a, Williams RL, Hutchesson MJ, Kennedy SG, Robards SL, *et al*. Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015;12(1):45. DOI: 10.1186/s12966-015-0203-7

13. Correa-Rodríguez M, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista J, Castellanos-Vega R, Arias-Coronel F, González-Ruiz K, *et al*. Association of Muscular Fitness and Body Fatness with Cardiometabolic Risk Factors: The FUPRECOL Study. *Nutrients*. 2018;10(11):1742. DOI: 10.3390/nu10111742

14. Shoelson SE, Herrero L, Naaz A. Obesity, Inflammation, and Insulin Resistance. *Gastroenterology*. 2007;132(6):2169–80. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.03.059

15. Prestes J, Donatto FF, Dias R, Frollini AB, Cavaglieri CR. Papel Da Interleucina-6 Como Um Sinalizador Em Diferentes Tecidos Durante O Exercício Físico. *Fit Perform J*. 2006;5(6):348–53. DOI: 10.3900/fpj.5.6.348.p

16. Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, *et al*. A Consideration of Biomarkers to be Used for Evaluation of Inflammation in Human Nutritional Studies. *Br J Nutr*. Cambridge University Press; 2013;109(S1):S1–34. DOI: 10.1017/S0007114512005119

17. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, *et al*. International Physical Activity Questionnaire (Ipaq): Validity and Reproducibility Study in Brazil. *Rev Bras Atividade Física Saúde*. 2012;6(2):5–18. DOI: 10.12820/rbafs.v.6n2p5-18

18. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, *et al*. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*. 2011;19(5):1083–9. DOI: 10.1038/oby.2011.38

19. Vasques ACJ, Priore SE, Rosado LEFP de L, Franceschini S do CC. The use of anthropometric measures to assess visceral fat accumulation. *Rev Nutr*. 2010;23(1):107–18. DOI: 10.1590/S1415-52732010000100012

20. World Health Organization (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: 2003; 2003. DOI: ISBN 92 4 120916 X ISSN 0512-3054 (NLM classification: QU 145)
21. Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: “Keep your waist circumference to less than half your height”. *BMC Med.* 2014;12(1):207. DOI: 10.1186/s12916-014-0207-1
22. Morgan E, Varro R, Sepulveda H, Ember JA, Apgar J, Wilson J, *et al.* Cytometric bead array: a multiplexed assay platform with applications in various areas of biology. *Clin Immunol.* 2004;110(3):252–66. DOI: 10.1016/j.clim.2003.11.017
23. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases. World Health Organization 2014. DOI: ISBN 9789241564854
24. Bogl LH, Kaye SM, Rämö JT, Kangas AJ, Soininen P, Hakkarainen A, *et al.* Abdominal obesity and circulating metabolites: A twin study approach. *Metabolism.* Elsevier Inc.; 2016;65(3):111–21. DOI: 10.1016/j.metabol.2015.10.027
25. Seyed-Sadjadi N, Berg J, Bilgin AA, Grant R. Visceral fat mass: Is it the link between uric acid and diabetes risk? *Lipids Health Dis.* *Lipids in Health and Disease*; 2017;16(1):1–9. DOI: 10.1186/s12944-017-0532-4
26. Guglielmi V, Sbraccia P. Obesity phenotypes: Depot-differences in adipose tissue and their clinical implications. *Eat Weight Disord.* Springer International Publishing; 2018;23(1):3–14. DOI: 10.1007/s40519-017-0467-9
27. Okosun IS, Seale JP, Lyn R. Commingling effect of gynoid and android fat patterns on cardiometabolic dysregulation in normal weight American adults. *Nutr Diabetes.* 2015;5(5):e155–e155. DOI: 10.1038/nutd.2015.5
28. Chang S-H, Beason TS, Hunleth JM, Colditz GA. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas.* 2012;72(3):175–91. DOI: 10.1016/j.maturitas.2012.04.004
29. Vella CA, Allison MA, Cushman M, Jenny NS, Miles MP, Larsen B, *et al.* Physical Activity and Adiposity-related Inflammation: The MESA. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(5):915–21. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001179
30. Burghardt RD, Kazim MA, Rütter W, Niemeier A, Strahl A. The impact of physical activity on serum levels of inflammatory markers in rheumatoid arthritis: a systematic literature review. *Rheumatol Int.* Springer Berlin Heidelberg; 2019;39(5):793–804. DOI: 10.1007/s00296-019-04284-x

31. Jeong S-K, Nam H-S, Son M-H, Son E-J, Cho K-H. Interactive Effect of Obesity Indexes on Cognition. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2005;19(2–3):91–6. DOI: 10.1159/000082659
32. Hulsmans M, Van Dooren E, Mathieu C, Holvoet P. Decrease of miR-146b-5p in Monocytes during Obesity Is Associated with Loss of the Anti-Inflammatory but Not Insulin Signaling Action of Adiponectin. DOI: 10.1371/journal.pone.0032794
33. Da Silva NI, Sobrinho HM da R, Blanch GT, Cruvinel WM, Gomes CM. Adipocinas e sua relação com a obesidade. *Rev EVS - Rev Ciências Ambient e Saúde*. 2019;46(1). DOI: 10.18224/evs.v46i1.7179
34. El-Wakkad A, Hassan NE-M, Sibaii H, El-Zayat SR. Proinflammatory, anti-inflammatory cytokines and adipokines in students with central obesity. *Cytokine*. 2013;61(2):682–7. DOI: 10.1016/j.cyto.2012.11.010
35. Hunter CA. New IL-12-family members: IL-23 and IL-27, cytokines with divergent functions. *Nat Rev Immunol*. 2005;5(7):521–31. DOI: 10.1038/nri1648
36. da Silveira MR, Frollini AB, Verlengia R, Cavaglieri CR. Correlação entre obesidade, adipocinas e sistema imunológico. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2009;11(4):466–72. DOI: 10.5007/1980-0037.2009v11n4p466
37. Fantuzzi G. Adipose tissue, adipokines, and inflammation. *J Allergy Clin Immunol*. 2005;115(5):911–9. DOI: 10.1016/j.jaci.2005.02.023
38. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. Vol. 17, *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity* 1993. p. 77–82.
39. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. Vella A, directeur. *PLoS One*. 2009;4(9):e7038. DOI: 10.1371/journal.pone.0007038
40. Viraben R, Aquilina C. Indinavir-associated lipodystrophy. *AIDS*. 1998;12(6):F37–9. DOI: 10.1097/00002030-199806000-00001

5.2. Artigo original 2

PROGRAMA DE TREINAMENTO DO EXERCÍCIO AERÓBICO E DE FORÇA EM SAÚDE FÍSICA E METABÓLICA DE JOVENS FEMININAS

RESUMO:

Objetivo: Verificar a eficiência de um programa de treinamento composto sobre características comportamentais relacionadas ao exercício físico e à saúde física e metabólica de jovens estudantes de graduação.

Método: Foi realizado um estudo de intervenção com universitárias de 18 a 25 anos. Avaliou-se seu perfil antropométrico e composição corporal, nível de atividade física, saúde física e cardiovascular. Além disso, foram analisados os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em amostras fecais, e foi realizado um programa composto de exercícios físicos (resistência e aeróbico) durante 8 semanas, três vezes por semana.

Resultados: Um protocolo de treinamento composto de 8 semanas promove efeitos positivos no comportamento, atividade física, antropometria, composição corporal, hemodinâmica, aptidão física e SCFA. A análise da concentração de AGCC nas fezes identificou um aumento nos ácidos acéticos e na relação acético / propiônico, bem como uma diminuição nos ácidos butíricos, ácidos fórmicos e ácidos isovaléricos.

Conclusão: Os resultados mostraram que a intervenção em saúde física e metabólica é eficiente e também é um meio potencial de promover mudanças comportamentais, principalmente em relação às atividades físicas e fatores motivacionais.

Palavras-chave: Metodologia; Treinamento físico; Ácidos graxos de cadeia curta; Saúde

IPHSJ-19-1476

Article type: Research Article

Received date: 2019-08-23

Accepted date: 2019-09-03

Published date: 2019-09-10

Volume Number: 13 | Issue Number: 5 | PDF Number: 676

Training Program of Aerobic and Strength Exercise on Physical and Metabolic Health of Young Female Undergraduate Students

Pereira DAA^{1*}, Silva LA¹, Peluzio MCG¹, Marins JCB², Ribeiro AQ¹, Franceschini SCC¹ and Priore SE¹

¹Department of Nutrition and Health, Federal University of Vicosa, Vicosa, Minas Gerais, Brazil

²Human Performance Laboratory, Department of Physical Education, Federal University of Vicosa, Vicosa, Minas Gerais, Brazil

*Corresponding author: Pereira DAA, Nutrition Assessment Laboratory, Department of Nutrition and Health. Av. PH Rolfs, s/n-University Campus-36570-900, Federal University of Vicosa, Vicosa, Minas Gerais, Brazil, Tel: +55 (31) 98839-2711; E-mail: deyliane.pereira@ufv.br

Abstract

Background: Verify the efficiency of a compound training program on behavioral features related to both physical exercise and physical and metabolic health of young female undergraduate students.

Method: An intervention study was carried out with female undergraduate students from 18 to 25 years old. It was evaluated their anthropometric profile and body composition, physical activity level, physical and cardiovascular health. Besides that, it was analyzed Short-Chain Fatty Acids (SCFA) in faecal samples, and a compound physical exercise program (resistance and aerobic) was carried out during 8 weeks, three times a week.

Results: An 8-week compound training protocol promote positive effects on the behavioral, physical activity, anthropometric, body composition, hemodynamic, physical fitness and SCFA. The analysis of SCFA concentration in faeces identified detected an increase in acetic acids and in acetic/propionic ratio, as well as a decrease in butyric acids, formic acids and isovaleric acids.

Conclusion: The results showed that intervention in physical and metabolic health are efficient and it is also a potential mean of promoting behavioral changes, mainly regarding physical activities and motivational factors.

Keywords: Methodology; Physical training; Short-chain fatty acids; Health

Introduction

Background

Physical inactivity has been identified as the fourth main risk factor to mortality worldwide [1], also epidemiological data from recent domestic research [2] show that 7 out of 10 Brazilian don't practice physical and sports activities, which prevails among young undergraduate students. To exemplify such statement, researches showed that the prevalence of sedentary behavior among these public ranges from 70 to 90% [3-5], which contributes to the early increase in NCDs risk factors.

College admission may influence the change of lifestyle and prevent the development of NCDs, osteoporosis, cancer and depression [6], especially in women, who have features that potentialize the increase of these diseases when associated to sedentary behavior, for this group presents smaller amount of fat-free mass, low aerobic capacity, high lipid accumulation and inflammatory cells [7]. According to this, young undergraduate students represent a share of the population important to consolidate the regular practice of physical activity for life, which may be considered a critical window in the educational process concerning healthy lifestyle [8].

There are interventions intended to promote the practice of physical activity to young adults, however, there is little knowledge on the methodology of study, the types of intervention, the evidence of effects and the outcomes to health, especially in undergraduate population. The most current recommendations [9,10] suggest the practice of moderate-intensity physical activities to adults during, at least, 150 to 300 minutes per week to prevent and control diseases as well as to reduce the prevalence of excessive body mass and obesity.

The physical activity prescription needs to be planned and structured. Its intensity and volume must be taking into consideration as well, which must be a progressive loading program, so that there are benefits. It is also important that there is periodization in the prescription, and there must also have varying activities on it, namely, aerobic, resistance and flexibility activities [10].

According to Bouchard [11], the training should also take into account the subject's phenotypic and health features, since adaptive mechanisms differ from person to person. The individual response to similar stimuli differs based on baseline modifications at the muscular, cardiovascular, pulmonary and hormonal levels, as well as on genotype, previous experience and technique of exercise performance [10].

From the understanding of the complexity related to both the prescription and implementation of a training method and the existing variability according to the assisted population, there is the need of thoroughly describing the intensity of the training routines [12] so that the researches are reliable, applicable and straightforward. Nevertheless, we note a substantial lack concerning the methodological description: has any training method been applied? Has any new procedure been implemented?

Ideally, the exercise prescription should be individual with specific load. However, we know that group activities as well as the moderate-intensity ones improve higher adherence, which makes collective circuit training an unlike strategy that may provide successful outcomes [13-15]. Currently, compound exercises of aerobic and strength components are considered the most adequate ones. Thus, it is important to verify whether

the prescription methods inherent to this format can really deliver physical and metabolic benefits, supporting the professionals from this field during decision-making.

The aim of this study is to verify the efficiency of a compound training program on behavioral features related to both physical exercise and physical and metabolic health of young female undergraduate students.

Methods

Subjects

The subjects of this investigation were female students, admitted at undergraduate courses from a Brazilian public university, in 2016, ranging from 18 to 25 years old. The inclusion criteria selected were women with “regular” menstrual cycles [16] and who were not practicing physical activities for at least 6 months. Taking the inclusion criteria into consideration, the study started with 75 subjects and finished, after 8 weeks of training, with 60.

Ethical approval

The study satisfies the standards of Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (Human Research Ethics Committee) from Federal University of Vicosa (UFV), according to the Opinion number 1.447.278 as well as to Certificado de Apresentação para Apresentação Ética – CAAE (certificate of presentation for Ethical Consideration) number 53452916.3.0000.5153. It is also in accordance with the demands from Ministry of Health and under Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Guidelines and Standards Regulating Research Involving Human Subjects) (Resolution 466/2012 from National Health Council) [17].

Design

The intervention program had 3 steps.

Steps 1 and 3: Initial and Final Evaluations

Anamnesis: The anamnesis considered socio-demographic, academic, physical activities and health situations. We also applied the summarized version of International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) validated in Brazil by Matsudo *et al.* [18] and collected data on regular physical activity and we calculated the index of labor, sports and leisure [19].

The risk of coronary diseases was calculated by applying variables of existing cardiovascular compromises in the family, smoking and physical activity practice, body mass, blood pressure, age and sex [20], which had already been applied by Pitanga *et al.* [21] to evaluate adults.

In order to evaluate the reason that led the female volunteers to practice physical activities or not, we applied the Behavioral Regulation in Exercise Questionnaire-2 (BREQ-2) [22].

Anthropometric and body composition evaluation measures

All the anthropometric procedures satisfied the guidelines and recommendations from International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) [23].

Body mass was measured in kilograms, deploying a Kratos-cas® scale (with maximum capacity of 150 kg and subdivision of 50 g). The height was taken in centimeters, deploying a vertical portable stadiometer (Altuxata®, Belo Horizonte, Brazil), and for taking the circumference abdominal, hips and neck circumferences, it was deployed a flexible and not elastic measuring tape. After collecting the measures, we calculated Body-Mass Index (BMI), Waist-Hip Ratio (WHR) [24], Conicity Index (CI) [25] and Waist-to-Height Ratio (WHtR) [26].

Were carried out deploying the device dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System® – analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA), which provided values of lean body mass, fat mass, bone mass, and fat-free mass.

Hematologic and short-chain fatty acids evaluation measures

Blood samples were collected from 7 a.m. to 9 a.m., after the subjects fasted for 12 hours, it was evaluated uric acid, lipid profile, creatinine, creatinine phosphokinase (CPK), Growth Hormone (GH), fasting glucose level, complete blood count, platelets, C-reactive protein and Thyroid-Stimulating Hormone (TSH). The normal range was based on Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (Brazilian Society of Clinical Analysis) [27].

The measurement of Short-Chain Fatty Acids (SCFA) was carried out in Laboratório de Bioquímica Nutricional – LABIN (Laboratory of Nutritional Biochemistry) and Laboratório de Análises Clínicas – LAC (Laboratory of Clinical Analysis) from Department of Nutrition and Health in UFV. A ten microgram (μg) faeces sample (frozen at -80°C) was weighted, which was dissolved in 1990 microliter (μL) of Milli-Q water, and the protocol for extracting the fatty acids followed the techniques adapted by Smiricky *et al.* [28] and Zhao *et al.* [29] for HPLC analysis of organic acids. The fatty acids identified were acetic, propionic, butyric, formic, isobutyric, and isovaleric, which were measured in $\mu\text{mol/g}$. The acetic/propionic ratio was calculated.

Tests and measures for physical condition evaluation

The cardiorespiratory capacity was evaluated by applying Robergs *et al.* [30] submaximal protocol in a treadmill during 8 minutes, divided in two stages of 4 minutes each.

The schedule applied was developed by Laboratório de Performance Humana (Laboratory of Human Performance) from Department of Physical Education in UFV. The physical evaluation form used is available in AvaEsporte® software.

It was used an EX CAFIX® ergometer (treadmill), model EG700X, without incline, in order to perform the effort activities; an Oregon heart rate monitoring system (model SE211/SE232) in order to measure and control Heart Beat (HB) per minute; and a Wan Med® mercury sphygmomanometer with wheels.

The blood pressure was measured right, with the subject in sitting position, satisfying the recommendations from American Heart Association (AHA) and VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial [9] (VII Brazilian Guideline of Arterial Hypertension) in order to do it adequately.

The hemodynamic and metabolic parameters calculated were: Predicted and Calculated Maximal Oxygen Uptake ($\text{VO}_2 \text{ MAX}$); Functional Aerobic Impairment (FAI); Double Product (DP); maximum Metabolic Equivalent of Task (MET); maximum Kilocalorie (kcal); and Maximum Heart Rate (MHR) [31].

To evaluate the muscular endurance, carried out through Modified Push-ups and Sit-ups, and flexibility, Pollock *et al.* [32] protocol and classification were applied.

Second Stage: Training Program

The intervention was made up of a compound physical activity program (strength and aerobic) during 8 weeks (from September to November, 2016), satisfying both ACSM [10,33,34] and World Health Organization (WHO) recommendations [15].

During the activities, the volunteers used the Oregon heart rate monitoring system (model SE211/SE232) to verify the HB behavior. In case the maximum values obtained were higher than those estimated by the Training Heart Rate equation [35] and by the submaximal test, the volunteers were oriented to reduce the exercise intensity.

Training program duration, intensity and monitoring

In the strength training, the intensity load control was done based on weight, movement speed, interval between series, interval between the exercises, RPE, strength threshold, and exercise position in the circuit. Additional files (**Appendix 1**) fully presents the actions related to intensity control fully.

The volume control in strength training was performed based on the number of exercises, number of series, number of repetitions, weekly frequency and training session total duration. Additional files (**Appendix 2**) fully presents the actions related to volume control.

In aerobic training, the intensity load control was performed based on HB and RPE. The exercises performed covered bicycle, jumps, ropes, jogging, and bench. Additional files (**Appendix 3**) describe the aerobic training intensity control.

The volume control in the aerobic training was performed based on the number of exercises, number of series, number of repetitions, weekly frequency and the accumulated total duration. Additional files (**Appendix 4**) indicate the aerobic training volume control.

Statistical Analyses

The normality of the quantitative variables was analyzed by applying the Shapiro-Wilk test. In addition, the intervention impact was analyzed by applying the Wilcoxon test. The delta (time 2-time 1) was calculated in order to measure the Confidence Interval, with its upper and lower limits. Every investigated variable present power of study from 0.9 a 1.0 [36]. In all the tests, $\alpha \leq 5\%$ was applied. The results are presented as median and interquartile range. The statistical software SPSS version 20 and Stata version 13 were used in order to elaborate the database and its analysis.

Results

Table 1 presents the behavioral features related to physical activity in young female undergraduate students taking into consideration motivation, sedentary behavior and regular practice of physical activity. Their motivation to practice physical activity increased because there was a considerable statistical increase in self-esteem scores (interjected regulation); they understood the goals, values and the rules (identified regulation); they were interested in the activity and enjoyed it (intrinsic motivation); and they understood the benefits provided by the activity and internalized them (self-determination) [22]. On the other hand, although the time spent sitting during the weekdays reduced 90 minutes, it was not enough because this amount of time was offset on the weekends [36].

In this study, it was verified that there was the labor index decrease and the sport index increase [19], which has positive impact to both health and changes in the lifestyle (**Table 1**).

Regarding the anthropometric indexes, there was a decrease in waist circumference, neck circumference, WHR index, WHtR RCE and conicity index, variables related to the decrease in risk factors for cardiovascular diseases [26,37]. These changes may be related to the increase in lean body mass and fat-free mass, as well as the decrease in fat mass and, consequently, on the coronary risk (**Table 2**).

Regarding the hemodynamic parameters, there were not great changes in RHR, Systolic Blood Pressure (SBP) and Diastolic Blood Pressure (DBP). However, it was identified an increase in Basal Metabolic Rate (BMR) and in all the physical fitness variables: flexibility, upper limbs strength, abdominal strength, VO₂ MAX (ml) and MET. Furthermore, there was a decrease in FAI, DP, MHR and maximum measured SBP (**Table 3**).

The analysis of SCFA concentration in faeces identified detected an increase in acetic acids and in acetic/propionic ratio, as well as a decrease in butyric acids, formic acids and isovaleric acids. This is the first study, up to our knowledge, that approaches these acids regarding the longitudinal impact in young female undergraduate students (**Table 4**).

Regarding inflammatory and blood parameters, there was a decrease in glucose levels, High-Density Lipoprotein-Cholesterol (HDL), creatinine, CPK and monocytes. There was also an increase in red blood cell levels, hemoglobin, hematocrit, Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) and Mean Corpuscular Volume (MCV) (**Table 5**).

Discussion

The activity program implemented in 8 weeks, in a closely similar to “real” situations seen in environments for practicing physical activities, positively changed the subjects’ physical and metabolic health and some specific aspects of their behavior related to their physical activity practice, which enhances the findings in Plotnikoff *et al.* [6].

Regarding the motivations to practice physical activities, it is observed that there was an increase in the motivational levels related to self-esteem and to the understanding of the benefits of having active life habits. According to Nahas [38] to several people, start practicing physical activities and keeping the healthy life to achieve a good physical fitness is a hard task, for it demands individual struggle. Thus, adhering and implementing policies and actions in undergraduate environment to promote health is relevant, since active lifestyles help to prevent NCDs [6].

The exercise practice provided change in the regular physical activities, reversely changing both labor and sport indexes (**Table 1**). Weinstock [39] claims that practicing exercises in the undergraduate environments provides countless benefits to physical and mental health. He states that students who engage in regular physical activities are less likely to drink alcoholic beverages and present positive results related to body mass reduction [6].

Hence, engaging in group classes may promote the adherence to the physical activity practice and lifestyle changes, consequently preventing diseases associated with inactivity. It was observed in the current study, e.g., that the regular physical activity practice decreased coronary risk factors score (**Table 2**). Therefore, physical training may be applied as a non-pharmacological way of improving strength and increasing muscle mass, which results in body mass loss.

Regarding the subjects' body mass and body composition, there was a decrease in the anthropometric indexes of abdominal adiposity (waist circumference, conicity index and WHtR) [25] as well as of fat mass. There was also an increase in lean body mass and fat-free mass (**Table 2**), confirming the meta-analyses made by Pattyn *et al.* [12], which identified physical activities positive effects compared to most of the metabolic risk factors.

The changes in the indexes and in the body composition may also be associated with the BMR increase [40], likely resulting from the body mass gain greater than 1 kg (**Table 2**). Before the intervention, the subjects were classified according to their physical fitness level ranging from weak to regular [41] regarding flexibility (53.3%), cardiorespiratory capacity (63.3%), abdominal strength (91.7%) and upper limbs strength (21.7%). After training during 8 weeks, there was an increase in the proportion of subjects classified as having from medium to excellent physical fitness regarding flexibility (68.3%), cardiorespiratory capacity (63.3%), abdominal strength (30.0%) and upper limbs strength (78.3%).

The improvement in physical fitness and cardiorespiratory levels in the study (**Table 3**) may result from the increase in cardiac contractility [42], skeletal muscle buffering capacity, mitochondrial biogenesis, and oxidative capacity [43]. There was also an increase in the significant oxidative adaptations in the exercising muscle as well as in the maximum oxygen intake [44]. In the study, the parameters were not controlled. However, they might have influenced the positive result.

Another aspect to which physical fitness is related is the hormonal issues that may range due to quantity or lack of physical activity. In this study, TSH and GH hormonal alterations were not detected. It was observed in the subjects that the neuromuscular adaptations (lean body mass increase) may promote reduce this leakage and may be linked to the duration and intensity of the exercise, as well as to the individual physical fitness level [45].

Physical training also contributed to reduce the inflammatory levels related to the high levels of C-reactive protein, white blood cells or fibrinogen [46]. The current study identified the monocyte level increase after the intervention. The mechanism that prevents physical activity to prevent or reduce inflammation may result from muscular injuries that increase inflammation. Thus, the monocytes act repairing the muscle, especially removing damaged tissue [47], fact that may be related to the increase of these parameters.

Abramson *et al.* [46] stated that practicing physical activity from 4 to 21 time per month (physical activity was practiced 16 times per month in the current study) is associated with a lower chances of having high level of

C-reactive protein (Odds Ratio=0.63; IC 95% 0.58 to 1.02) and leukocytes. It also decreases fibrinogen levels in healthy adults, resulting in a lower of developing coronary disease.

Regarding HDL, it was decreased after the intervention. It is believed that changes are not related to the intensity of the physical activity program [48], but its volume of exercises needed in order to increase HDL and LDL levels should probably be greater, since the result does not rely on the exercise intensity or on the physical conditioning improvement [48].

Another possible explanation to the HDL decrease is the changes resulting from intra individual variation of plasma lipids deriving from environmental factors, such as dietary and seasonal variation [49]. In short, the current study points out that this type of “compound” activity can also positively improve lipid profile, for the parameters were considered normal in accordance to those recommended by health organizations [27].

Another important disease predictor are SCFA, metabolic products from the gut microbiota, present in the intestine and positively or negatively related to obesity and/or excessive body fat, for they are associated to the synthesis of neurotransmitters and to the food satiation control. Besides that, they affect the metabolism of lipids, glucose and cholesterol in several tissues [50]. **Table 4** shows that the exercises program had a significant impact in 5 to 8 acids.

According to Estak *et al.* [51], the improvement in the cardiorespiratory capacity is associated with variations in genes linked to the fatty acids biosynthesis, resulted from the increase in faecal butyrate production. In opposition to that, the current study identified decreases in the levels of this metabolic in the total amount of samples. However, when classified according to the level of physical fitness as good (medium to excellent) or bad (weak to regular) [32,41], in the beginning of the intervention, it was observed that there was an increase in the levels of the subjects classified as having good physical fitness (Right before: Median=23.20; P25=7.11; P75=113.22. Right after: Median=43.26; P25=7.96; P75=77.61) when compared to the subjects classified as having bad physical fitness (Right before: Median=45.51; P25=10.04; P75=125.62. Right after: Median=29.73; P25=7.66; P75=60.32).

Estak *et al.* [51] states that the abundance of butyrate is associated with neutrophil chemotaxis. Therefore, it is believed that physical fitness promotes an immune response compared to physical activity, for individuals with bad physical fitness present high inflammatory levels [52].

It was not found any scientific evidence relating the other SCFA (acetic, formic, isovaleric and acetic/propionic ratio) which also presented changes to the physical training. It is believed that physical fitness promotes the production of butyrate, and consequently of the other SCFA, which promotes health in general. Thus, the prescription of physical activity is indicated as adjuvant therapy to prevent dysbiosis-related diseases [51].

One of the limitations of the study is the absence of a control group, for the effect without training is unknown in the evaluated subjects. However, there is scientific evidence about the NCDs risk when there is physical inactivity/sedentary behavior, promoting the increase in body mass and/or fat, which prejudices physical and metabolic health [53,54].

Conclusion

Finally, the effectiveness of a compound training program was investigated, implemented to young female undergraduate students, with specific behavioral, hemodynamic, blood, inflammatory, anthropometric and body composition, physical activity, physical fitness and SCFA parameters. The findings enable to infer that the implemented program, even during only 8 weeks, can promote positive changes in physical and metabolic health in young women, especially regarding physical fitness. Thereby, it is believed that the compound training programs promote the decrease of risks for cardiovascular and coronary diseases resulting from the improvement of physical fitness.

Therefore, public health interventions targeting young undergraduate students in order to decrease modified risk factors for NCDs are essential. To this end, the methodological description helps to guide the professionals in carrying out collective public police actions through physical exercises.

References

1. World Health Organization (2011) Global status report on noncommunicable diseases 2010, Geneva.
2. United Nations Development Program - UNDP (2017) National Human Development Report - Movement is Life: Physical and Sporting Activities for All People: 2017, Brazil.
3. Haase A, Steptoe A, Sallis JF, Wardle J (2004) Leisure-time physical activity in university students from 23 countries: Associations with health beliefs, risk awareness, and national economic development. *Prev Med (Baltim)* 39:182-190.
4. Bion FM, Chagas MHDC, Muniz GDS, de Sousa LGO (2008) Nutritional status, anthropometrical measurements, socio-economic status, and physical activity in Brazilian university students. *Nutr Hosp* 23: 234-241.
5. Udo T, Mun EY, Buckman JF, Vaschillo EG, Vaschillo B, *et al.* (2013) Potential side effects of unhealthy lifestyle choices and health risks on basal and reactive heart rate variability in college drinkers. *J Stud Alcohol Drugs* 74: 787-796.
6. Plotnikoff RC, Costigan SA, Williams RL, Hutchesson MJ, Kennedy SG, *et al.* (2015) Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 12: 45-55.
7. Lorenzo A De, Martinoli R, Vaia F, Renzo L (2006) Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 16: 513-523.
8. McCracken M, Jiles R, Blanck HM (2007) Health behaviors of the young adult U.S. population: behavioral risk factor surveillance system, 2003. *Prev Chronic Dis* 4: A25.
9. Brazilian Society of Cardiology (BSC) (2016) 7th Brazilian Guidelines of Hypertension. *Arq Bras Cardiol* 107: 1-83.
10. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, *et al.* (2011) American College of Sports Medicine American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1334-1459.
11. Bouchard C, Rankinen T (2001) Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 33: S446-451.
12. Pattyn N, Cornelissen VA, Eshghi SRT, Vanhees L (2013) The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome. *Sport Med* 43: 121-133.
13. Thompson WR (2017) Worldwide survey of fitness trends for 2018: The CREP Edition. ACSM's Heal Fit J.
14. American College of Sports Medicine (ACSM) (2014) ACSM testing guidelines of Effort and Your Prescription, 9a. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro
15. World Health Organization (WHO) (2010) Global recommendations on physical activity for health.
16. Tsampoukos A, Peckham EA, James R, Nevill ME (2010) Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *Eur J Appl Physiol* 109: 659-667.
17. Brazil (2012) Resolution 466/2012/CNS/MS/CONEP that deals with research on human beings and updates Resolution 196. *Diary Of Union* 12: 59.
18. Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, *et al.* (2012) International Physical Activity Questionnaire (Ipaq): Validity and Reproducibility Study in Brazil. *Rev Braz Physical Activity Health* 6: 5-18.
19. Sardinha A, Levitan MN, Lopes FL, Perna G, Esquivel G, *et al.* (2010) The Physical Activity Questionnaire of Translation and Cross-Cultural Adaptation. *Rev Psiq Clin* 37: 16-22.
20. McArdle WD, Katch KI KV (2009) *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance.* (7th edn.).
21. Gondim FJ, Francisco C, Gondim J, Luiz PA (2005) Anthropometric indexes of obesity as an instrument of screening for high coronary risk in adults in the city of Salvador-Bahia. *Arq Bras Cardiol* 85: 26-31.
22. Markland D, Tobin V (2004) A modification of the Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire to include an assessment of amotivation. *J Sport Exerc Psychol* 26: 191-196.
23. Stewart AD, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder JH De (2011) International standards for anthropometric assessment. The International Society for the Advancement of Kinanthropometry, New Zealand.
24. World Health Organization (WHO) (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.
25. Vasques ACJ, Priore SE, Rosado LEFP, Franceschini S (2010) The use of anthropometric measures to assess visceral fat accumulation. *Rev Nutr* 23: 107-118.
26. Ashwell M, Mayhew L, Richardson J, Rickayzen B (2014) Waist-to-height ratio is more predictive of years of life lost than body mass index. *PLoS One* 9: e103483.

27. Laboratory Determination of Brazilian Society for Clinical Analysis (SBAC), Brazilian Society of Diabetes (SBD), Brazilian Society of Cardiology (SBC), Brazilian Society of Endocrinology and Metabology, Brazilian Society of Clinical Pathology (2016). The Lipid Profile. pp: 1-5.
28. Smiricky-Tjardes MR, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Fahey GC (2003) Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *J Anim Sci* 81: 2535-2545.
29. Zhao G, Nyman M, Jonsson JA (2006) Rapid determination of short-chain fatty acids in colonic contents and faeces of humans and rats by acidified water-extraction and direct-injection gas chromatography. *Biomed Chromatogr* 20: 674-682.
30. Robergs RA, Roberts SO (2002) Fundamental principles of exercise physiology for fitness, performance, and health. (20th edn.). McGraw-Hill Higher Education.
31. Marins JCB, Giannichi RS (2003) Assessment and Prescription of Physical Activity: A Practical Guide, 3rd Edition. Shape, Rio de Janeiro.
32. Pollock ML, Wilmore JH (1993) In Health and disease exercises: Prevention and rehabilitation for assessment and prescription, (2nd edn.). Rio de Janeiro.
33. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, *et al.* (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1423-1434.
34. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, *et al.* (2009) Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 41: 459-471.
35. Karnoven MJ, Kentala E, Mustala O (1957) The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 35: 307-315.
36. Martinez-Gonzalez MA, Sanchez-Villegas A, Atucha ET, Fajardo JF (2009) Friendly Biostatistics, 2nd. Diaz de Santos, Madri.
37. Ashwell M, Hsieh SD (2005) Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr* 56: 303-307.
38. Nahas MK (2013) Physical activity, health and quality of life: an active lifestyle for concepts and suggestions. (6th edn).
39. Weinstock J (2010) A review of exercise as intervention for sedentary hazardous drinking college students: Rationale and issues. *J Am Coll Heal* 58: 539-544.
40. Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH (1992) The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 55: 802-810.
41. Herdy AH, Caixeta A (2016) Brazilian Cardiorespiratory Fitness Classification Based on Maximum Oxygen Consumption. *Arq Bras Cardiol* 106: 389-395.
42. Helgerud JH, Ydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, *et al.* (2007) Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sport Exerc* 39: 665-671.
43. Gibala MJ, McGee SL (2008) Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev* 36: 58-63.
44. Harmer AR, Chisholm DJ, McKenna MJ, Hunter SK, Ruell PA, *et al.* (2008) Sprint Training Increases Muscle Oxidative Metabolism During High-Intensity Exercise in Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 31: 2097-2102.
45. Silva CC, Goldberg TBL, Capela RC, Kurokawa CS, Teixeira AS, *et al.* (2007) Acute post-exercise blood lactate and creatin phosphokinase levels responses in young athletes. *Rev Bras Med Esporte* 13: 381-386.
46. Abramson JL, Vaccarino V (2002) Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older us Adults. *Arch Intern Med* 162: 1286.
47. Silva FOC, Macedo DV (2011) Physical exercise, inflammatory process and adaptive condition: an overview. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 13: 320-328.
48. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, *et al.* (2002) Effects of the Amount and Intensity of Exercise on Plasma Lipoproteins. *N Engl J Med* 347: 1483-1492.
49. Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad MH, Rocha VZ, *et al.* (2013) Dyslipidemias and Prevention of Atherosclerosis for V Brazilian Guideline. *Arq Bras Cardiol* 101: 01-22.
50. Bermon S, Petriz B, Kajeniene A, Prestes J, Castell L, *et al.* (2015) The microbiota: an exercise immunology perspective. *Exerc Immunol Rev* 21: 70-79.
51. Estaki M, Pither J, Baumeister P, Little JP, Gill SK, *et al.* (2016) Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. *Microbiome* 4: 42.

52. Lira FS, Rosa JC, Pimentel GD, Souza HA, Caperuto EC, *et al.* (2010) Endotoxin levels correlate positively with a sedentary lifestyle and negatively with highly trained subjects. *Lipids Health Dis* 9: 82.
53. Must A, Tybor DJ (2005) Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes* 29: S84-S96.
54. Sassen B, Cornelissen VA, Kiers H, Wittink H, Kok G, *et al.* (2009) Physical fitness matters more than physical activity in controlling cardiovascular disease risk factors. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 16: 677-683.

	Before	After	p*
Behavioral (Scores motivation)			
No motivation	-	-	-
External Regulation	-	-	-
Introjected Regulation	0.33 (0.00-1.00)	1.00 (0.00-1.67)	< 0.001
Identified Regulation	2.00 (1.19-2.75)	2.75 (2.25-3.31)	< 0.001
Intrinsic Motivation	2.00 (0.75-3.00)	2.50 (2.00-3.25)	< 0.001
Self-determination	7.54 (12.06-2.73)	10.50 (14.08-9.56)	< 0.001
Sedentary behavior (minutes)			
Time spent sitting (weekdays)	600.00 (480.00- 840.00)	510.00 (420.00-720.00)	0.336
Time spent sitting (weekends)	600 (360.00-840.00)	600.00 (420.00- 900.00)	0.959
Regular physical activity (Scores)			
Labor Index	17.00 (14.00-19.00)	2.38 (2.13-2.63)	< 0.001
Sport Index	1.75 (1.50-2.31)	2.50 (2.25-2.81)	< 0.001
Leisure Index	9.38 (6.44-12.75)	10.88 (7.25-16.38)	0.139
*: Wilcoxon test			

Table 1 Behavioral and physical activities features of young women, expressed as median and interquartile interval.

	Before	After	p
Anthropometry			
Body mass (kg)	58.83 (51.89-65.78)	59.05 (51.66- 65.56)	0.164
WC (cm)	76,38 (69,31-83.75)	76.00 (68.56-83.50)	0.024
Neck circumference (cm)	30.75 (29.81- 31.43)	30.00 (29.50- 31.19)	< 0.001
Hip circumference (cm)	97.88 (90.81-101.44)	98.13 (90.75-100.88)	0.149
Anthropometric indexes			
BMI (kg/m ²)	22.42 (19.41- 24.85)	22.22 (19.69- 25.13)	0.149
WHR (cm)	0.79 (0.75- 0.84)	0.79 (0,74-0.83)	0.003
WHtR (cm)	0.47 (0.44-0.52)	0.46 (0.43- 0.52)	0.027
Conicity index	1.18 (1.10 -1.22)	1.13 (1.06- 1.18)	0.004
Body composition			
Lean Body Mass (kg)	35.76 (32.46- 38.90)	36.98 (33.27- 39.39)	< 0.001
Fat Mass (kg)	20.24 (14.90- 24.24)	18.94 (14.43- 23.62)	< 0.001
Bone Mass (kg)	2.24 (1.99-2.51)	2.23 (2.00- 2.56)	0.216
Fat-Free Mass (kg)	38.02 (34.34- 41.43)	39.36 (35.36- 41.83)	< 0.001
Coronary Risk	12.00 (11.00 -15.00)	11.00 (9.00- 14.00)	< 0.001
Value of p obtained based on Wilcoxon Signed-Rank Test (before x after). WC=Waist Circumference.			

Table 2 Parameters, anthropometric index and coronary risk in young women expressed as median and interquartile interval.

	Before	After	p
Hemodynamic			
SBP (mmHg)	110.00 (110.00-120.00)	110.00 (110.00-120.00)	0.895
DBP (mg/dL)	80.00 (80.00-80.00)	80.00 (80.00-80.00)	0.083
RHR (bpm)	73.00 (65.00-79.50)	71.00 (66.00-79.00)	0.556
BMR	1241.50 (1145.00-1319.50)	1248.00 (1178.50-1338.00)	< 0.001
Physical fitness			
Flexibility	26.40 (18.88-31.10)	29.30 (25.15-33.38)	< 0.001
ULS	12.50 (8.25-18.00)	21.00 (16.00-25.00)	< 0.001
Abdominal Strength	19.00 (14.25-22.00)	22.50 (19.25-26.00)	< 0.001
VO2 MAX (ml)	30.46 (27.79-22.47)	32.21 (29.43-34.75)	< 0.001
MHR	185.50 (181.00-193.75)	180.50 (172.25-186.75)	< 0.001
SBP maximum measured	150.00 (142.50-150.00)	140.00 (140.00-150.00)	< 0.001
MET	8.70 (7.91-9.58)	9.20 (8.41-9.93)	< 0.001
FAI	18.52 (9.39-25.52)	13.96 (6.16-21.29)	< 0.001
Double Product	27750.00 (26587.50-29212.50)	25635.00 (24462.50-27015.00)	< 0.001
BEO	1360.73 (1258.75-1462.89)	1364.04 (1255.44-1459.77)	0.137
ULS=Upper Limb Strength; FAI=Functional Aerobic Impairment; BEO=Basal Energy Output. Value of p obtained based on Wilcoxon Signed-Rank Test (before x after).			

Table 3 Hemodynamic and physical fitness parameters in young women expressed as median and interquartile interval.

	Before	After	p
Acetic	80.14 (43.81-116.93)	89.53 (48.66-171.94)	0.032
Propionic	11.65 (8.65-14.44)	11.33 (9.40-15.54)	0.489
Butyric	32.03 (7.79-119.51)	30.60 (7.73-65.98)	0.038
Total FA*	153.69 (84.29-250.94)	153.34 (90.73-238.16)	0.889
Acetic/propionic Ratio	5.96 (3.50-10.25)	8.36 (3.95-14.55)	46
Formic	3.75 (0.00-7.83)	0.00 (0.00-0.99)	<0.001
Isobutyric	8.79 (6.24-56.13)	6.88 (5.48-16.64)	0.09
Isovaleric	11.97 (4.58-18.51)	7.08 (0.00-12.79)	0.033
Value of p obtained based on Wilcoxon Signed-Rank Test (before x after).			

Table 4 SCFA Concentrations (mmol/L) in faeces of young women recently admitted to a Brazilian public university before and after a compound physical exercise program during 8 weeks expressed as median and interquartile interval.

	Before	After	p
Blood			
Glucose (mg/dL)	80.00 (75.00-83.00)	76.00 (71.00-81.00)	0.018
Insulin (μ U/ml)	6.30 (4.35-9.40)	7.10 (4.60-9.50)	0.592
Triglyceride (mg/dL)	76.00 (60.00-111.00)	70.00 (55.00-100.00)	0.693
Cholesterol	153.00 (140.00-173.00)	151.00 (137.00-169.00)	0.45
HDL (mg/dL)	55.00 (51.00-62.00)	54.00 (50.00-62.00)	0.038
LDL	82.00 (65.00-97.00)	83.00 (66.00-93.00)	0.852
Uric Acid (mg/dL)	3.10 (2.70-3.70)	3.10 (2.50-3.90)	0.806
Creatinine	0.82 (0.78-0.90)	0.79 (0.73-0.86)	0.002
TSH	1.74 (1.30-2.51)	2.00 (1.41-2.60)	0.437
GH	1.54 (0.61-5.54)	2.81 (0.54-4.74)	0.821
CPK	105.00 (75.60-163.00)	83.40 (68.30-119.50)	0.003
Blood count			
Red Blood Cell	4.39 (4.14-4.60)	4.54 (4.35-4.78)	< 0.001
Hemoglobin	12.65 (12.08-13.20)	13.40 (12.78-13.83)	< 0.001
Hematocrit	38.40 (36.30-40.03)	40.55 (38.28-41.80)	< 0.001
MCV	87.70 (84.40-90.98)	88.85 (84.98-92.88)	0.003
MCH	29.15 (27.98-30.33)	29.65 (28.38-30.63)	0.004
MCHC	33.00 (31.60-33.70)	33.10 (32.80-33.30)	0.79
RDW	13.20 (12.70-13.96)	13.20 (12.70-13.90)	0.436
Platelets	241500.00 (213750.00-274500.00)	251000.00 (205750.00-296750.00)	0.315
Inflammatory			
Leukocytes	6450.00 (5200.00-7325.00)	6300.00 (5575.00-7325.00)	0.63
Eosinophils	102.00 (56.75-181.25)	97.00 (55.50-181.25)	0.935
Monocytes	327.50 (273.00-387.75)	376.00 (315.00-473.00)	0.002
Lymphocytes	2299.00 (1953.00-2816.25)	2417.00 (2006.25-2700.00)	0.481
PCR	0.80 (0.40-2.20)	0.90 (0.50-2.20)	0.877
Value of p obtained based on Wilcoxon Signed-Rank Test (before x after).			

Table 5 Blood and inflammatory parameters of young women expressed as median and interquartile interval.

Variables	Description
Weight	Weight adjustment during the training was performed by analyzing: RPE (scale under 4 or 5); the adequate exercise execution according to the range of motion (teacher's subjective perception); and the performance of 12 repetitions in a 30 second interval. The initial load was established during the load test recorded in individual evaluation forms.
Movement speed	The volunteers were oriented to vary the number of repetitions from 8 to 12 in each stage of exercises lasting 30 seconds so that the speed of the performance was adjusted according to each subject. During the weeks, they were asked to add 1 or 2 repetitions more (if the volunteer had started performing less than 12 repetitions). In case any of them were able to perform more than 12 repetitions, the weight was adjusted.
Interval between series	The resting interval between series ranged from 120 to 60 seconds, with a decrease in 10 seconds per week, observing the volunteers' individual variability.
Interval between exercises	The resting interval between exercises ranged from 60 to 30 seconds, with a decrease in 10 seconds each week until reaching 30 seconds.
RPE per illustrated scale	The resistance exercises were controlled by filling the RPE Scale and, as the subjects reported the RPE between 4 or 5, the exercise load was increased. The RPE scales – OMNI Scale Illustrated [1] were presented as pictograms, in which the volunteers identified, right after performing the exercise, their perception on the exertion or fatigue in a numerical graduated scale.
Strength threshold	The strength threshold was established by the fatigue threshold during the exercises, i.e., the limit capacity of muscle reserve to develop a limit reserve capacity of the muscle to perform an activity [2].
Exercise position in the circuit	The exercise positions in the circuit were interleaved, covering both aerobic and resistance activities (upper limbs, lower limbs and abs) [3].
Source: Garber <i>et al.</i> and ACSM [3,4].	

Appendix 1: Description of the intensity loads controlled during the training program for muscle strength.

Variables	Descriptions
Number of exercises	The exercises work on leg, hip, back, abs, chest, shoulder, and arm muscles, according to ACSM, resulting on 12 exercises for strength training (3 abdominals, 5 to the upper limbs and 4 to the lower limbs) each training session.
Number of series	The series ranged from 2 to 3, being performed only once in the first week (adaptation, getting aware of the exercises and learning them). According to ACSM, the progression from 2 to 3 series contributes to improve strength and power, physical fitness variables related to health.
Number of repetitions	The volunteers were oriented to perform from 8 to 12 repetitions in each exercise, which are the recommended numbers to improve strength and power.
Weekly frequency	The sessions were carried out 3 times, in non-consecutive days, observing the recovering period suggested by ACSM.
Training session total duration	The trainings lasted from 20 to 40 minutes, resulting from 60 to 120 minutes per week, satisfying ACSM' prescription.
Source: Garber <i>et al.</i> [4]	

Appendix 2: Description of volume control during the muscle strength training program.

Variable	Description
Heart Beat (HB)	The HB was based on the submaximal test from cardiorespiratory capacity evaluation. The aerobic exercises started with training heart rate around 50 to 60% MHR in the first 2 weeks in order to guarantee the subjects succeeded in the activities, self-esteem and adherence to the exercises. In the following weeks, the intensity was increased 5% per week until reaching 80-85% MHR. The HB was monitored during the training sessions applying the heart rate monitoring system, which defined the exercise target zone [5].
Rate Perceived Exertion (RPE)	The aerobic exercises were controlled by filling the RPE Scale, and they were compared with the recorded HB. The numeric value was indicated the RPE. It was also applied to verify if the HB was in accordance with the performed activity [6].

Appendix 3: Description of intensity control during aerobic training program.

Variable	Description
Number of exercises	Each training session contained 4 aerobic exercises which were interleaved in the strength training [3].
Numbers of series	The series ranged from 2 to 3, being performed only once during the first week (getting aware of the exercises and learning them) [3].
Execution time	The execution time (sum) of the aerobic exercises lasted at least 10 minutes and at most 15 minutes, with short executions between the resistance exercises [4].
Weekly frequency	The aerobic exercises were performed in the weekly training (3 times per week) [3].
Accumulated total duration	The weekly aerobic exercises total duration met ACSM' recommendations. Moreover, there was a gradual progression during the weeks in order to improve adherence and provide lower injury risk [4].

Appendix 4: Description of volume control during the aerobic training program.

References

55. Robertson RJ, Goss FL, Bell J, Dixon CB, Gallagher KI, *et al.* (2002) Self-regulated cycling using the Children's OMNI Scale of Perceived Exertion. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1168-1175.
56. Marchetti PH (2005) Investigations into the Neuromotor Control of the Abdomen Straight Muscle. University of Sao Paulo.
57. World Health Organization (WHO) (2010) Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization.
58. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, *et al.* (2011) American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1334-1359.
59. Borresen J, Lambert MI (2008) Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform* 3: 16-30.
60. Reed JL, Pipe AL (2016) Practical approaches to prescribing physical activity and monitoring exercise intensity. *Can J Cardiol* 32: 514-522.

5.3. Artigo original 3

EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO EM MARCADORES CARDIOMETABÓLICOS EM MULHERES JOVENS

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos de uma combinação de exercícios aeróbicos e resistidos por 8 semanas em marcadores cardiometabólicos em estudantes universitários com diferentes estados nutricionais.

Métodos: Estudantes universitários realizaram um programa combinado de exercícios por 8 semanas, três vezes por semana. Os indivíduos foram classificados como: eutróficos ($n = 20$), obesos metabolicamente ($n = 26$) ou obesos ($n = 14$) e os marcadores cardiovasculares foram avaliados antes e após a intervenção. Comparações foram feitas entre os três grupos e entre os dois momentos, e a interação (grupo \times tempo) foi obtida, utilizando-se equações de estimação generalizadas.

Resultados: Houve um efeito principal do grupo nos parâmetros antropométricos e na composição corporal; avaliação do modelo de homeostase: resistência à insulina; e insulina sérica, triglicerídeos e ácido úrico ($p < 0,05$). Houve um efeito principal do tempo na relação cintura-quadril (RCQ); perímetro do pescoço; glicose sérica; e massa magra, de gordura e livre de ($p < 0,05$). Também houve interação entre tempo e grupo em relação ao perímetro da cintura, RCQ e relação cintura / estatura ($p < 0,05$).

Conclusões: O programa de exercício físico utilizado foi eficaz na melhoria dos fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis. Em particular, houve maiores reduções de risco em indivíduos com obesidade metabólica.

PALAVRAS CHAVE: exercício físico; composição corporal; Estado nutricional; ensaio clínico; marcador cardiometabólico.

EFFECTS OF NUTRITIONAL STATUS AND PHYSICAL TRAINING ON CARDIOMETABOLIC MARKERS IN YOUNG WOMEN

ABSTRACT

Purpose: We aimed to assess the effects of a combination of aerobic and resistance exercise over 8 weeks on cardiometabolic markers in university students with differing nutritional statuses.

Methods: Female university students, aged 18–25 years, undertook a combined physical exercise program for 8 weeks, three times a week for 60–80 min. The subjects were classified into three groups according to their nutritional status: eutrophic (G1) (n=20), metabolically obese (G2) (n = 26), or obese (G3) (n=14), and cardiovascular markers were assessed before (T1) and after (T2) the intervention. Comparisons among the three groups and between the two time points were conducted, and the interaction (group × time) was obtained, using generalized estimating equations.

Results: There was a main effect of group on anthropometric parameters and body composition; homeostasis model assessment-insulin resistance; and serum insulin, triglycerides, and uric acid (all $p < 0.05$). There was a main effect of time on waist-to-hip ratio (WHR); neck circumference; serum glucose; and lean, fat, and fat-free mass (all $p < 0.05$). There was also an interaction between time and group with regard to waist circumference, WHR, and waist-to-height ratio (all $p < 0.05$).

Conclusions: The program of physical exercise used was effective at ameliorating risk factors for non-communicable chronic diseases. In particular, there were greater risk reductions in metabolically obese individuals; therefore, it would be most appropriate to implement combination physical training in individuals with normal body mass and body mass index, but with a high body fat percentage.

KEYWORDS: Physical exercise, Body composition, Nutritional status, Clinical assay, Cardiometabolic Marker.

EFFECTS OF NUTRITIONAL STATUS AND PHYSICAL TRAINING ON CARDIOMETABOLIC MARKERS IN YOUNG WOMEN

INTRODUCTION

Participation in a physical exercise program has been encouraged by some national and international health agencies (Brazil, 2011; WHO, 2010), because has positive effects on quality of life, and physical and physiological function (Malta & Silva Junior, 2013; Medina, Lobo, Souza, Kanegusuku, & Forjaz, 2010). According to World Health Organization (WHO) estimates (2010), of every 10 deaths, six are attributable to non-communicable chronic diseases (NCDs), and physical exercise is thought to be an appropriate method of reducing this proportion.

Arem *et al.* (2015) conducted a study of 660,000 subjects to quantify the association between leisure physical activity and mortality. They found that there is a 20% lower risk of mortality in individuals who perform physical activity with a minimum of 7.5 metabolic equivalents per week (hazard ratio [HR] = 0.80, 95% confidence interval [CI] 0.78–0.82). People who exercise one-to-two times a week have a 31% lower risk (0.69, 0.67–0.70), and those who exercise two-to-three times a week have a 37% lower risk (0.63, 0.62–0.65).

NCDs are associated with high rates of morbidity and mortality, and therefore place a major burden on health systems, because of the direct costs of treating patients. According to the WHO, under-active people, who do not undertake the recommended levels of activity with respect to volume, intensity, or time, are at a 20–30% higher risk of all-cause morbidity (WHO, 2010) and this risk is still higher when metabolic alterations are present (Karelis, St-Pierre, Conus, Rabasa-Lhoret, & Poehlman, 2004; Lorenzo, Martinoli, Vaia, & Renzo, 2006).

Premenopausal women have a lower risk of heart disease because of their higher circulating concentrations of estrogen (Melo *et al.*, 2017). However, a number of factors have a negative impact on women's health, especially a sedentary lifestyle and an unhealthy diet (Conus *et al.*, 2004; Lorenzo *et al.*, 2006). Two-thirds of young women in Brazil are sedentary (IBGE, 2015), and they are likely to be at higher risk of NCDs because of their low fat-free mass (FFM), low aerobic capacity, high fat mass, and larger numbers of pro-inflammatory cells in tissues. These characteristics are associated with a higher risk of developing the metabolic syndrome and cardiovascular diseases (Conus *et al.*, 2004; Lorenzo *et al.*, 2006).

NCDs frequently involve cardiometabolic changes, resulting from excess body mass, high blood pressure, and high blood glucose and lipid concentrations. However, a combination of aerobic and resistance exercise, when performed for 60 min daily or 150 min across a week (Garber *et al.*, 2011; Haskell, 2007), for a minimum of 4–8 weeks (Dias *et al.*, 2006), has the potential to ameliorate metabolic and inflammatory disorders, and reduce the risks associated with NCDs. According to Bays *et al.* (2013), exercise can achieve a 5–10% reduction in abdominal fat, whereas inactivity leads to an increase of 7% in this parameter.

Although the beneficial effects of physical exercise have been widely described, few studies have been conducted to assess its efficacy in young women with differing nutritional status, especially in Brazil and in real-life settings. Several studies have shown positive effects of a regular exercise program in women with excess body fat (Bays *et al.*, 2013; Hocking, Samocha-Bonet, Milner, Greenfield, & Chisholm, 2013; Murphy *et al.*, 2012). However, there have been no investigations conducted in eutrophic individuals with metabolic alterations to show which cardiometabolic parameters (anthropometry, body composition, blood biochemistry, hemodynamic parameters, or coronary risk) are affected by combination physical exercise. Therefore, we aimed to assess the effect of such an exercise program in this group.

Fedewa *et al.* (2014), in a review of the changes in body mass and adiposity that occur in university students, identified a mean body mass gain of 1.55 kg per year of their course and a positive association with the percentage of body fat during this period. Similarly, in a

longitudinal 4-year study conducted by Gropper *et al.* (2012) of Auburn University students, 70% demonstrated a mean weight gain of 5.3 kg, and there was an increase in the prevalence of obesity and excess fat. In addition, the Freshman 15 study, conducted at a public university in the northeastern United States, found that students tend to gain 6.8 pounds in their first year of college (Mihalopoulos, Auinger, & Klein, 2008).

It is important for health professionals to understand the influences that physical exercise can exert on nutritional status in this group of people, so that their prescribed therapies are appropriate for the prevention of disease.

This study aimed to investigate the effect of combination physical exercise on cardiometabolic markers in university students with differing nutritional statuses.

METHODS

Participants

This was an uncontrolled intervention study conducted in students from a Federal University in the small city of Minas Gerais, Brazil. Permission to undertake the study was given by the Research Ethics Committee for Human Beings of the Federal University of Viçosa (CAAE: 53452916.3.0000.5153). Written informed consent was provided by all volunteers before their participation in the study.

We included university students aged 18–25 years who were enrolled in first year courses, and who were sedentary or insufficiently active according to the International Physical Activity Questionnaire, short version, (IPAq) (Matsudo *et al.*, 2012). The course coordinators recruited subjects by sending an e-mail to all university students commencing their studies in 2016, in which the objectives of the study were explained and an invitation to participate was included. Interested students completed questionnaires to establish their eligibility. These requested sociodemographic data, and details of their normal physical activity (IPAq short version), diet (Food Frequency Questionnaire; FFQ) (Fisberg, Colucci, Morimoto, & Marchioni, 2008), and ability to undertake physical activity (Physical Activity Readiness Questionnaire; PAR-Q) (Garber *et al.*, 2011). The latter was used to assess the candidates' history of osteoarticular and cardiovascular conditions that could prevent them undertaking physical exercise without medical supervision.

Students were included who had regular menstrual cycles of 25–40 days (Tsampoukos, Peckham, James, & Nevill, 2010) and who had no physical, intellectual, visual, or auditory disabilities. No participant had reported a history of muscular or orthopedic problems. Students who were taking prescription drugs, were diabetic or hypertensive, or who were monitoring their diet, were excluded. We did not analyze data obtained from students who were absent from > 25% of their classes, who dropped out of the study, who missed an assessment on three consecutive occasions, who started using prescription drugs during the study, and/or became pregnant.

A total of 75 women were initially allocated to three groups, according to their nutritional status, having been classified according to their body mass index (BMI) and body fat percentage (%BF). Group 1 had a normal BMI and %BF (G1), Group 2 had a normal BMI but a high %BF (G2), and Group 3 had a high BMI and a high %BF (G3). The classification of %BF was performed according to Lohman *et al.* (1992) using values obtained with an Inbody 230®, 8-electrode tetrapolar bioimpedance apparatus. Sixty subjects completed the study: 20 belonging to G1, 26 to G2, and 14 to G3.

Intervention

Prior to the intervention, all eligible volunteers underwent anthropometric, body composition and blood biochemical measurements. The training protocol was guided by a physical trainer and included a combination of aerobic and resistance exercise of moderate

intensity, performed at a mean frequency of three times a week, and with sessions lasting 60–80 min. The muscle groups that were subjected to resistance exercise followed the American College of Sports Medicine Guidelines (Garber *et al.*, 2011): the leg, hip, back, abdomen, pectoral, shoulder and arm muscles. Heart rate, exercise intensity, and scales of perceived exertion (OMNI scales) were monitored to verify the adequacy of the training (Robertson *et al.*, 2002).

The intervention was conducted in the Strength Laboratory of the institution in which the students were registered. The training load was derived from the “intensity vs. volume” relationship (Garber *et al.*, 2011). Compliance with the physical exercise program was monitored by measuring heart rate, as a measure of intensity, attendance at classes and amount of day, as a measure of volume of training.

The training sessions were organized in a circuit, composed of 16 alternating exercises, involving both aerobic and resistance activities for the upper and lower body and both sets of limbs. A submaximal test was performed for 30 sec for each resistance exercise. Initially, a resistance load was applied at which the volunteer should be able to perform 8–12 repetitions with a certain level of discomfort (their fatigue threshold).

During the program, the rest intervals between series were 60–120 sec, and between exercises 30–60 sec, with a reduction of 10 sec in both parameters each week, until 30 sec was reached. This has been determined to be optimal to induce metabolic and cardiovascular adaptation. The strength threshold, that is, the point at which it shows the maximum strength potential of the individual (upper limit), was estimated using the fatigue threshold established during the exercise program (ACSM, 1998).

The aerobic activities aimed to achieve an HR of ~50–60% of the maximum HR (HR_{max}) in the first week, to guarantee the participants some success and promote adherence to the program. Subsequently the intensity was increased by 5% per week until 80–85% of HR_{max} was reached. During the program the volunteers wore Oregon® HR monitors (Model SE211 / SE232). If HR values above those estimated by the training HR formula proposed by Karvonen *et al.* (1957) were recorded, the volunteer was asked to reduce the intensity of their exercise.

The intervention lasted 8 consecutive weeks (September to November 2016), and each training session involved a maximum of 15 subjects. All participants, regardless of their group, attended on non-consecutive days and undertook the same exercises. At the end of the study period, the same anthropometric, body composition, and biochemical assessments were performed as at baseline.

Outcomes

The impact of the intervention was assessed by comparing the cardiometabolic parameters (anthropometric factors, body composition, blood biochemistry, hemodynamic parameters, and coronary risk) in the participants from each group. The participant enrolment procedures, administration and assessment of the questionnaires, and the allocation and assignment of the intervention, were performed by a researcher with a masters’ degree in physical education.

The anthropometric parameters analyzed were body mass, height, waist circumference measured at the umbilicus (WC), neck circumference (NC), and hip circumference (HC). These data were measured by a single, trained evaluator, both before and after the intervention. Body mass was measured using a Kratos-cas® scale (with a maximum capacity of 150 kg and subdivisions of 50 g); height by vertical portable stadiometer (Altuxata®, Belo Horizonte, Brazil) divided into centimeters and subdivided into millimeters, that extended to 2.13 m; and the circumferences using an inelastic tape, as recommended by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & Ridder, 2011).

From these measurements, BMI, waist-to-hip ratio (WHR), and waist-to-height ratio (WHtR) were calculated.

Body composition was assessed using Dual Energy X-ray Absorption (DXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System®; analysis version 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA), between 07:00 and 09:30 h, following the manufacturer's protocol. This assessment was performed by a radiology technician from the health sector of the institution where the research was conducted.

The blood parameters analyzed were glucose, insulin, triglycerides, total cholesterol and fractions, and uric acid, through serum. Insulin resistance (IR) was assessed using the Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) (Matthews *et al.*, 1985). Blood sample collection was performed in a clinical analysis laboratory after 12 h of fasting.

Resting Heart Rate (RHR) was measured using an Oregon® Heart Rate Monitor (Model SE211 / SE232) after the volunteer had been lying down for 5 min, with the lowest value recorded during this period being used. Blood pressure was measured immediately afterwards, while the participant was seated, in accordance with the recommendations of the VII Brazilian Guidelines for Hypertension (BSC, 2016).

Coronary risk was calculated using information regarding the history of cardiovascular disease in the participant's family; their smoking and exercise habits; and their body mass, blood pressure, age, and sex (McArdle and Katch, 2009).

Statistical analysis

For the calculation of the required sample size, data from studies investigating the effect of moderate intensity physical exercise, undertaken for 60 min per training session, with a duration of 2–3 months, that had been conducted in women in the age group of interest, were examined. The percentage of body fat, which had an effect of $DCohen = -0.65$ at $DCohen = 0.46$ (Mediano, Barbosa, Sichieri, & Pereira, 2007; Oliveira Filho & Shiromoto, 2001) was used as the variable of interest. The smallest effect was then used, which was 0.46.

The sample calculation was performed using G-Power software version 3.1.9.2 (Prajapati, Dunne, & Armstrong, 2010), assuming $\alpha = 0.05$ and $\beta = 0.20$. Estimating a dropout rate of 20%, it would be necessary to include at least 36 women in each group (total 108), so that the study would be appropriately powered. However, we observed that in the screening process and during the intervention there were higher levels of sample loss; therefore, we chose to calculate the power for a comparison of means study (Martínez-González, Sánchez-Villegas, Atucha, & Fajardo, 2009, pp. 394–399). We also calculated the magnitude of the differences by effect size (Cohen's *d*) and the classification used was: <0.3 small, <0.5 medium, and ≥ 0.5 large, with a 95% confidence interval (Fritz, Morris, & Richler, 2012). In addition, we verified the percentage of the effect for the variables that were normally distributed (Fritz *et al.*, 2012).

The changes observed in the cardiometabolic parameters between times T1 and T2, according to nutritional status (G1, G2, or G3) and their interaction (Group \times Time) were assessed by modeling using Generalized Estimating Equations (GEE). We used a robust covariance matrix in the GEE, meaning that for data with a normal distribution the Identity Function was used, whereas for variables with non-normal distribution we adopted the logarithmic derivative of the gamma function. Post hoc comparisons were performed using the Bonferroni test. Data were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS 23.0, Chicago, IL, USA) and are presented as means and standard deviations.

We also assessed the changes ($\Delta = \text{final value} - \text{initial value}$) in the quantitative variables, for which normality was determined using the Shapiro-Wilk test. Subsequently, comparisons of the differences in the median values between the nutritional status groups were performed using the Mann-Whitney U-test, and the values are presented graphically as medians

and quartiles. We calculated the correlations between total fat mass and the differences in the cardiometabolic parameters using Pearson or Spearman correlations.

A two-tailed p-value of <0.05 was accepted as indicating statistical significance

RESULTS

The study power ranged from 0.8 to 1.0 (Martínez-González *et al.*, 2009) for anthropometric variables (body mass and WC), body composition (lean mass, fat mass, and FFM), and blood biochemistry (glucose, insulin, triglycerides, low-density lipoprotein-cholesterol (LDL), high-density lipoprotein-cholesterol (HDL), and leukocyte count). For BMI, total cholesterol, and systolic blood pressure (SBP) the power varied from 0.5 to 0.7, and for the other variables it was not calculated; therefore, the results presented should be interpreted with caution, because the sizes of the effects were small and there is a risk that the null hypothesis may be rejected incorrectly.

When the changes in cardiometabolic markers during the study were compared between G2 and G1, larger reductions ($p < 0.05$) occurred for G2 in WC (Δ Median = -1.37 cm), WHR (Δ Median = -0.01 cm), WHtR (Δ Median = -0.01 cm) (Figure 1), and c-reactive protein (CRP) (Δ Median = -0.50) (Figure 2). CRP also showed a larger reduction in G2 than G3 (Figure 2). The size of the estimated effect was medium-to-large for all three groups with regard to NC, lean mass, FFM, glucose, CRP, and coronary risk (table 1).

Table 2 shows the correlations between fat mass at baseline (T1), and changes in cardiometabolic parameters and coronary risk. Baseline fat mass correlated negatively with the changes in body mass ($r = -0.314$, $p = 0.015$), BMI ($r = -0.344$, $p = 0.007$), waist circumference ($r = -0.279$; $p = 0.031$), NC ($r = -0.327$, $p = 0.011$), WHR ($r = -0.280$, $p = 0.030$), fat mass ($r = -0.360$, $p = 0.005$), bone ($r = -0.271$, $p = 0.022$), uric acid ($r = -0.298$, $p = 0.022$), CRP ($r = -0.310$, $p = 0.017$), and coronary risk ($R = -0.317$, $p = 0.015$). In other words, higher fat mass before the intervention was associated with greater reductions in these parameters during the study.

Table 3 shows the results obtained using the GEE technique. Regarding the main effect of group, there were differences in the means of the anthropometric and body composition parameters ($p < 0.05$). This implies that there were differences between the groups with regard to these parameters; the exceptions being at T1 for lean mass, bone mass, and FFM; and at T2 for WHR, NC, lean mass, and FFM; for each of which there was no difference between G1 and G2.

Regarding the main effect of time, and regardless of the group, there was a difference in the mean values of WHR (G2: $p = 0.001$), NC (G2: $p < 0.001$), lean mass (G1 and G2: both $p < 0.001$), fat mass (G2 and G3: $p < 0.001$ and $p = 0.014$, respectively), FFM (G1, G2, and G3: $p < 0.001$, $p < 0.001$, and $p = 0.045$, respectively), and coronary risk (G2 and G3: $p = 0.004$ and $p = 0.001$, respectively). This implies that the intervention increased lean mass (in G1 and G2) and FFM (in G1, G2, and G3), and reduced WHR (in G2), NC (in G2), and fat mass (in G2 and G3).

Analysis of the interaction between time and group showed that the means of WC, WHR, and WHtR demonstrated different patterns the trends, because the interaction graphs showed no interactions (parallel lines), but demonstrated group effects (large distances between lines) and little effect of the intervention (small mean differences between T1 and T2).

Table 4 presents the results obtained using the GEE technique for blood biochemistry, hemodynamics, and coronary risk parameters. No interaction between time and group was observed, but an effect of the intervention on blood glucose was verified (although this disappeared if these data were analyzed separately), as were effects of group on insulin (G1 \neq G2 in T2), HOMA-IR (G1 \neq G2 in T2), triglycerides (G1 \neq G2 in T1), and uric acid (no difference when analyzed separately) (figure 2).

Due to the reduction in fat mass, there was an increase in the proportion of eutrophic women with an appropriate %BF (G1), from 33.3% (T1) to 41.7% (T2) and a reduction in the number of metabolically obese eutrophic individuals (G2).

DISCUSSION

The study shows that an intervention composed of a combination of aerobic and resistance exercise, followed for 8 weeks, has a positive impact on cardiometabolic parameters of female university students classified according to their nutritional status. This finding is consistent with those of another study that assessed university students (Plotnikoff *et al.*, 2015). However, the absence of a control group in the present study means that the data should be interpreted with caution, because changes that might have occurred in the absence of training have not been evaluated. Lack of physical exercise in young people has been shown to be a key risk factor for NCDs, and there is a direct association between inactivity/sedentary behavior and high BMI and/or fat mass (Must & Tybor, 2005), accompanied by an abnormal lipid profile. However, it should also be emphasized that while the effects of the exercise program on anthropometric and body composition variables were large, inferences should be presented with caution (Shadish, Cook, & Campbell, 2002).

The success of the exercise program implemented in this study reinforces the importance of regular and supervised sessions in gyms or organized settings for the prevention or amelioration of risk factors for NCDs in metabolically obese and obese individuals, because the coronary risk score (Table 3) was lowered by the intervention in both G2 and G3. Metabolically obese and obese individuals are characterized by high visceral fat mass, a high degree of adiposity, low insulin sensitivity, and high levels of circulating triglycerides (Karelis *et al.*, 2004), implying a risk of cardiovascular disease developing. The reduction in the coronary risk score that occurred during the intervention may be due to the reduction in adipose mass induced (Table 3), especially a reduction in the abdominal region (Kay & Fiatarone Singh, 2006), because this is an important risk factor for cardiovascular disease.

We observed larger variations, differences with time, in anthropometric parameters (WC, WHR, and WHtR) in G2 (Figure 1) than in G1. This can be explained by the fact that exercise stimulates metabolic adaptations, resulting in greater fat oxidation and lower circulating concentrations of insulin and leptin, reducing adiposity (McArdle and Katch, 2009). Thus, a reduction in visceral fat is implied by the reductions in WC, WHR, and WHtR noted in this study. These reductions (Table 3) depended on both group and time and could also be explained by the fact that physical exercise leads to the release of adrenaline, because fat mass is more sensitive to the induction of lipolysis by catecholamines, mediated through binding to β -adrenoreceptors (Wajchenberg, 2000). These results are consistent with those reported following other intervention studies in which these parameters were assessed (Donnelly *et al.*, 2003; Ha & So, 2012) and are of significance because they imply a reduction in adiposity. High fat mass is considered the most significant predictor of the development of NCDs, because in many individuals metabolic diseases may go unnoticed because their BMI is normal, emphasizing the need for early detection and treatment of visceral obesity (Karelis *et al.*, 2004; Ruderman, Chisholm, Pi-Sunyer, & Schneider, 1998).

An uncontrolled factor that might have positively affected the outcome of this study is how sedentary the lifestyle of the participants was prior to the start of the study. The effectiveness of the intervention is indicated by the size of the estimated effect, which was large, suggesting that the 8-week exercise program may be a viable method for reducing visceral adiposity, especially for metabolically obese individuals. Other studies of similar training regimens also showed positive effects on body, fat, and muscle mass, WC and NC, maximum oxygen consumption, and muscle strength, but not in all cases (Dias *et al.*, 2006).

The intervention affected body composition (lean, fat, and FFM), NC, and WHR, which may be the result of neuromuscular adaptations to physical exercise, as well as higher energy expenditure, in these sedentary young people (Garber *et al.*, 2011). In contrast to the studies by Auerbach *et al.* (2013), Bays *et al.* (2013), and Hocking *et al.* (2013), who found significant effects of exercise training in overweight or obese patients on lipid profile, insulin sensitivity, and homeostatic balance, which are altered alongside changes in body mass, we found that in our sample these parameters were within the normal range recommended by health organizations and were not altered by the intervention (BDS, 2016).

HOMA-IR, indicative of the degree of insulin resistance, was different between the groups (G1<G2) after exercise, secondary to effects on blood glucose (decreased during the intervention) and insulin (different between groups). Lim and Shim (2014) stated that physical exercise promotes important physiological changes, given that it is capable of reducing abdominal and intrahepatic fat mass, mainly by improving insulin sensitivity and increasing free fatty acid (FFA) concentrations.

Skeletal muscle accounts for approximately 75% of insulin-stimulated glucose uptake, but an exercise-induced increase in muscle glucose disposal may account for the reduction in glucose levels observed here (Table 2). Indeed, physical exercise is associated with an up to 20-fold increase in muscle contraction, massively favoring the uptake of plasma glucose into the intracellular environment (BDS, 2016; Lin & Sun, 2010).

A combination of aerobic and resistance exercise is an appropriate approach to reduce plasma glucose levels, because this increases the thermogenic and oxidative capacity of adipocytes, promoting greater energy expenditure, secondary to the action of irisin. This hormone has been shown to be released by contracting muscle, causing a reduction in body fat, which may contribute to the amelioration of insulin resistance and improvement in glucose homeostasis (BDS, 2016). In addition, the reduction in glucose levels may be associated with higher fat oxidative capacity (Table 3), which favors insulin sensitivity, resulting in an increase in glucose uptake in muscle (Lin & Sun, 2010) and a reduction in circulating plasma triglycerides (Karelis *et al.*, 2004). Although triglyceride levels were similar between the groups after the intervention they were lower than beforehand, and it is known this parameter changes alongside uric acid concentrations and insulin resistance (Giacomello, Di Sciascio, & Quarantino, 1997), suggesting that physical exercise is an appropriate method of minimizing the risk of NCDs.

In the present study, we have shown that the higher the baseline fat mass, the greater the decline in risk factors for NCDs after physical exercise (body mass, BMI, WC, WHtR, NC, fat mass, uric acid, and CRP). According to McArdle, Katch, and Katch (2009), the effect of physical exercise on weight loss is directly related to the amount of excess body fat. In other words, metabolically obese and obese individuals lose body mass and fat faster than people with normal body mass. In the present study, there was no loss of body mass in the subjects (Table 3), but fat mass was lost, consistent with the assertion of McArdle, Katch, and Katch (2009). However, such a change in body composition requires moderate-intensity exercise to be performed over a significant period of time that prioritizes large muscle groups, as undertaken in this study (McArdle and Katch, 2009).

Effects of the exercise program were not shown on some parameters, possibly due to its relatively short duration. According to Garber *et al.* (2011), the amelioration of risk factors for NCDs by exercise depends on its volume, an index of the interaction between exercise intensity, frequency and duration. Therefore, a longer program duration may be required to cause changes in plasma lipid profile, because the intensity and frequency of the program were consistent with the current recommendations (BSC, 2016; Garber *et al.*, 2011).

Another possible explanation is that responses to the same physical exercise program may differ according to the genetic and phenotypic characteristics, the health status (Bouchard

& Rankinen, 2001), and the adaptative mechanism activated in each participant. These mechanisms may involve changes in the muscular, cardiovascular, pulmonary, and/or endocrine systems (McArdle and Katch, 2009). Such variation is exemplified by considering participant A, who lost 0.60 kg of fat mass and showed improvements in WC (−6 cm), NC (−0.75 cm), total cholesterol (−17 mg/dL), and LDL (−21 mg/dL), whereas participant G showed improvements in none of these parameters. Thus, we can infer that individual responses to physical training may differ according to both the nutritional status and the adaptive mechanisms activated in each participant, meaning that an increase in the duration of the intervention and/or its frequency may be necessary to achieve a better response among eutrophic or obese subjects. Therefore, in future studies we recommend an increase the frequency and duration of the exercise sessions used in such a combination exercise program. In addition, an increase in sample size may permit the detection of more subtle effects on cardiometabolic parameters.

The results obtained in this study support the usefulness of programs of this nature (Donnelly *et al.*, 2003) for the health of university students, as recommended in the Strategic Action Plan (SAP) for coping with NCDs in Brazil (Brazil, 2011). The implementation of such physical activity programs in the university environment also has a further advantage, because the students may then subsequently be responsible for promoting healthy lifestyles among the population, as recommended by the WHO (2010).

The size of the sample in each group may be considered to be a limitation of this study. We suggest that future studies are carried out in more subjects over a longer period, and that they use high-precision cardiac monitoring to monitor hemodynamic responses during exercise. In addition, it would be useful to investigate whether similar cardiometabolic responses are generated in women older than 25 and in men.

CONCLUSIONS

We conclude that a combined aerobic and resistance exercise program, supervised over 8 weeks, is able to promote beneficial changes in young women in anthropometric indicators, body composition, blood glucose, and coronary risk. The results confirm the importance of physical exercise in metabolically obese and obese women for the improvement of risk factors for NCDs, because in many instances metabolic diseases may not be easily detectable, especially when individuals have normal body mass and BMI. Furthermore, the indirect effects of such a program may be beneficial changes in individual lifestyles, but also the promotion of healthy lifestyles in the wider population.

REFERENCES

- American College of Sports medicine Position Stand. (1998). The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Fitness in Healthy Adults. *Medical Science Sports Exercise*. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A>
- Arem, H., Moore, S. C., Patel, A., Hartge, P., Berrington de Gonzalez, A., Visvanathan, K., ... Matthews, C. E. (2015). Leisure Time Physical Activity and Mortality. *JAMA Internal Medicine*, 175(6), 959. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.0533>
- Auerbach, P., Nordby, P., Bendtsen, L. Q., Mehlsen, J. L., Basnet, S. K., Vestergaard, H., ... Stallknecht, B. (2013). Differential effects of endurance training and weight loss on plasma adiponectin multimers and adipose tissue macrophages in younger, moderately overweight men. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 305(5), R490–R498. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00575.2012>
- Bays, H. E., Toth, P. P., Kris-Etherton, P. M., Abate, N., Aronne, L. J., Brown, W. V., ... Samuel, V. T. (2013). Obesity, adiposity, and dyslipidemia: a consensus statement from the National Lipid Association. *Journal of Clinical Lipidology*, 7(4), 304–383.

- <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2013.04.001>
- Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 Suppl), S446-51; discussion S452-3.
- Brazil. Ministry of Health. Secretary of Health Surveillance. Department of Health Situation Analysis. (2011). *Strategic Action Plan for Coping with Chronic Noncommunicable Diseases (NCD) in Brazil 2011-2022*. (Ministério da Saúde, Ed.). Brasília: Ministério da Saúde.
- Brazilian Diabetes Society (BDS). (2016). *Guidelines of the Brazilian Diabetes Society (2015-2016)*. (A.C. Farma, Ed.) (A.C. Farma). São Paulo.
- Brazilian Society of Cardiology (BSC). (2016). *7th Brazilian Guidelines of Hypertension*. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 107(3), 1–83.
- Conus, F., Allison, D. B., Rabasa-Lhoret, R., St-Onge, M., St-Pierre, D. H., Tremblay-Lebeau, A., & Poehlman, E. T. (2004). Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(10), 5013–5020. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0265>
- Dias, R., Prestes, J., Manzatto, R., Kraüss, C., Ferreira, O., Donatto, F. F., ... Cavaglieri, C. R. (2006). Effects of different exercise programs on the clinical and functional status of overweight women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 8(3), 58–65.
- Donnelly, J. E., Hill, J. O., Jacobsen, D. J., Potteiger, J., Sullivan, D. K., Johnson, S. L., ... Washburn, R. a. (2003). Effects of a 16-Month Randomized Controlled Exercise Trial on Body Weight and Composition in Young, Overweight Men and Women. *Archives of Internal Medicine*, 163(11), 1343. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.11.1343>
- Fedewa, M. V., Das, B. M., Evans, E. M., & Dishman, R. K. (2014). Change in Weight and Adiposity in College Students. *American Journal of Preventive Medicine*, 47(5), 641–652. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.07.035>
- Fisberg, R. M., Colucci, A. C. A., Morimoto, J. M., & Marchioni, D. M. L. (2008). Food frequency questionnaire for adults based on population study. *Revista de Saúde Pública*, 42(3), 550–554. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102008005000020>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M. M., ... American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Giacomello, A., Di Sciascio, N., & Quarantino, C. P. (1997). Relation between serum triglyceride level, serum urate concentration, and fractional urate excretion. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 46(9), 1085–1089.
- Gropper, S. S., Simmons, K. P., Connell, L. J., & Ulrich, P. V. (2012). Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(6), 1118–1123. <https://doi.org/10.1139/h2012-139>
- Ha, C.-H., & So, W.-Y. (2012). Effects of combined exercise training on body composition and metabolic syndrome factors. *Iranian Journal of Public Health*, 41(8), 20–26.
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... BAUMAN, A. (2007). Physical Activity and Public Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1423–1434. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>

- Hocking, S., Samocha-Bonet, D., Milner, K.-L., Greenfield, J. R., & Chisholm, D. J. (2013). Adiposity and Insulin Resistance in Humans: The Role of the Different Tissue and Cellular Lipid Depots. *Endocrine Reviews*, 34(4), 463–500. <https://doi.org/10.1210/er.2012-1041>
- IBGE. (2015). Sports and Physical Activity Practices in 2015. Retrieved from <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100364.pdf>
- Karelis, A. D., St-Pierre, D. H., Conus, F., Rabasa-Lhoret, R., & Poehlman, E. T. (2004). Metabolic and body composition factors in subgroups of obesity: what do we know? *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(6), 2569–2575. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0165>
- Karnoven, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35(3), 307–315.
- Kay, S. J., & Fiatarone Singh, M. A. (2006). The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, 7(2), 183–200. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00250.x>
- Lim, K.-I., & Shin, Y.-A. (2014). Impact of UCP2 polymorphism on long-term exercise-mediated changes in adipocytokines and markers of metabolic syndrome. *Aging Clinical and Experimental Research*, 26(5), 491–496. <https://doi.org/10.1007/s40520-014-0213-3>
- Lin, Y., & Sun, Z. (2010). Current views on type 2 diabetes. *Journal of Endocrinology*, 204(1), 1–11. <https://doi.org/10.1677/JOE-09-0260>
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. (Human Kinetics Publishers, Ed.). Champaign.
- Lorenzo, A. De, Martinoli, R., Vaia, F., & Renzo, L. Di. (2006). Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 16(8), 513–523. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2005.10.010>
- Malta, D. C., & Silva Junior, J. B. da. (2013). Brazilian Strategic Action Plan to Combat Chronic Non-communicable Diseases and the global targets set to confront these diseases by 2025: a review. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 22(1), 151–164. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742013000100016>
- Martínez-González, M. A., Sánchez-Villegas, A., Atucha, E. T., & Fajardo, J. F. (2009). *Bioestadística Amigable (2a)*. Madri: Diaz de Santos.
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L. C., & Braggion, G. (2012). International Physical Activity Questionnaire (Ipaq): Validity and Reproducibility Study in Brazil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 6(2), 5–18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>
- Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, a S., Naylor, B. a, Treacher, D. F., & Turner, R. C. (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28(7), 412–419. <https://doi.org/10.1007/BF00280883>
- McArdle WD, Katch KI, K. V. (2009). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7th Edition. <https://doi.org/10.1161/01.STR.25.4.793>
- Mediano, M. F. F., Barbosa, J. S. D. O., Sichieri, R., & Pereira, R. A. (2007). Effects of exercise on insulin sensitivity in obese women submitted to a weight loss program: a clinical trial. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 51(6), 993–999. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302007000600015>
- Medina, F. L., Lobo, F. da S., Souza, D. R. de, Kanegusuku, H., & Forjaz, C. L. de M. (2010). Physical activity: impact on blood pressure. *Rev Bras Hipertens*, 17(2), 103–106.
- Melo, J. B. de, Campos, R. C. A., Carvalho, P. C., Meireles, M. F., Andrade, M. V. G., Rocha, T. P. O., ... Figueiredo Neto, J. A. de. (2017). Cardiovascular Risk Factors in Climacteric Women with Coronary Artery Disease. *International Journal of Cardiovascular Sciences*.

- <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20170056>
- Mihalopoulos, N. L., Auinger, P., & Klein, J. D. (2008). The Freshman 15: is it real? *Journal of American College Health*, 56(5), 531–533. <https://doi.org/10.3200/JACH.56.5.531-534>
- Murphy, J. C., McDaniel, J. L., Mora, K., Villareal, D. T., Fontana, L., & Weiss, E. P. (2012). Preferential reductions in intermuscular and visceral adipose tissue with exercise-induced weight loss compared with calorie restriction. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 112(1), 79–85. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00355.2011>
- Must, A., & Tybor, D. J. (2005). Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *International Journal of Obesity*, 29(S2), S84–S96. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803064>
- Oliveira Filho, A. de, & Shiromoto, R. N. (2001). Effects of physical exercise over corporal fat predictor indexes: corporal mass index, waist-hip proportion and cutaneous folds. *Revista Da Educação Física/UEM*, 12(2), 105–112. <https://doi.org/10.4025/reveducfisv12n2p105-112>
- Plotnikoff, R. C., Costigan, S. a, Williams, R. L., Hutchesson, M. J., Kennedy, S. G., Robards, S. L., ... Germov, J. (2015). Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0203-7>
- Prajapati, B., Dunne, M., & Armstrong, R. (2010). Sample size estimation and statistical power analyses. *Optometry Today*, 50, 1–9.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Bell, J. a, Dixon, C. B., Gallagher, K. I., Lagally, K. M., ... Thompkins, T. (2002). Self-regulated cycling using the Children's OMNI Scale of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1168–1175. <https://doi.org/10.1097/00005768-200207000-00018>
- Ruderman, N., Chisholm, D., Pi-Sunyer, X., & Schneider, S. (1998). The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes*, 47(5), 699–713. <https://doi.org/10.2337/diabetes.47.5.699>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Experimental and Designs for Generalized Causal Inference. *Experimental and Quasi-Experimental Design for Causal Inference*, (814), 33–42. <https://doi.org/10.1198/jasa.2005.s22>
- Stewart, A. D., Marfell-Jones, M., Olds, T., & Ridder, J. H. De. (2011). International standards for anthropometric assessment. (The International Society for the Advancement of Kinanthropometry, Ed.). New Zealand: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Tsampoukos, A., Peckham, E. A., James, R., & Nevill, M. E. (2010). Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 659–667. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1384-z>
- Wajchenberg, B. L. (2000). Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome. *Endocrine Reviews*, 21(6), 697–738. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.6.0415>
- World Health Organization (WHO). (2010). Global recommendations on physical activity for health. (World Health Organization, Ed.). Geneva: World Health Organization. <https://doi.org/10.1080/11026480410034349>

Corresponding author:

Deyliane Aparecida de Almeida Pereira - Laboratório de Avaliação Nutricional, Departamento de Nutrição e Saúde. Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário, Zip Code: 36570-900. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

E-mail: deyliane.pereira@ufv.br; Tel: +55 (31) 98839-2711; ORCID IDs: 0000-0002-7784-213X

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Laboratórios de Avaliação Nutricional, Laboratório de Performance Humana, Laboratório de Força and the Health Division of the Federal University of Viçosa for housing the assessments. We thank Mark Cleasby, PhD, from Edanz Group (www.edanzediting.com/ac) for editing a draft of this manuscript.

PERSONAL CONTRIBUTIONS OF EACH AUTHOR

DAAP- manuscript writing, concept and design, data acquisition, data analysis, and interpretation; LAS, CFF - concept and design, and data acquisition; ASC - manuscript writing, data analysis and interpretation, and statistical expertise; SEP, JCBM, SCCF e MCGP - writing and manuscript review, concept and design; AQR - writing and manuscript review, concept and design, and statistical expertise.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Funding: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 445276/2014-2). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Ethical approval: All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent: Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

Data availability: The datasets generated during and/or analysed during the current study are not publicly available due the doctoral thesis has not yet been defended but are available from the corresponding author on reasonable request.

Table 1: Effects of the exercise program on cardiometabolic markers in university students, categorized according to nutritional status.

Variable	G1			G2			G3		
	d Cohen	CI		d Cohen	CI		d Cohen	CI	
		Lower	Upper		Lower	Upper		Lower	Upper
Body Mass (kg)	0.29	-0.59	1.55	0.10	-0.52	0.74	0.02	-1.56	1.66
BMI (kg/m ²)	0.49	-0.06	0.44	0.11	-0.17	0.25	0.04	-0.36	0.40
WC (cm)	0.41	-0.31	1.39	1.27	0.84	2.14	0.38	-0.60	1.78
WHR	0.00	-0.01	0.01	1.00	0.00	0.02	0.00	-0.01	0.01
WHtR	0.00	-0.01	0.01	1.00	0.00	0.02	0.00	-0.01	0.01
NC (cm)	0.96	0.09	0.43	1.57	0.26	0.54	0.53	-0.12	0.62
Lean mass (kg)	0.80	0.14	1.30	1.18	0.41	1.13	0.51	-0.28	1.38
Fat mass (kg)	0.29	-0.33	0.89	1.16	0.41	1.17	0.50	-0.44	2.04
Bone mass (kg)	0.00	-0.05	0.05	0.00	-0.03	0.03	0.25	-0.04	0.08
Free fat mass (kg)	0.76	0.11	1.35	1.11	0.38	1.16	0.53	-0.27	1.43
Glucose (mg/dL)	1.12	0.71	2.59	1.92	1.76	3.20	1.91	2.03	4.81
Insulin (μ U/ml)	0.21	-0.31	0.61	1.89	1.04	1.92	1.07	0.33	2.09
HOMA-IR	0.48	-0.02	0.16	1.63	0.16	0.34	1.19	0.10	0.46
Triglyceride (mg/dL)	0.60	-0.18	6.38	0.47	-0.73	8.09	0.07	-12.25	14.67
Cholesterol (mg/dL)	0.15	-3.47	5.67	0.43	-0.59	4.67	0.64	-1.36	13.94
HDL (mg/dL)	1.67	2.00	4.50	1.79	1.98	3.78	0.29	-1.29	2.85
LDL (mg/dL)	0.64	0.03	7.37	0.40	-0.64	3.76	1.04	1.85	12.87
Uric Acid (mg/dL)	0.28	-0.05	0.13	0.54	0.00	0.18	0.40	-0.09	0.29
Leukocytes (mil/mm ³)	1.32	368.44	1061.56	1.48	1686.11	3713.89	0.30	-193.43	436.29
CRP	0.77	0.32	3.46	1.42	0.59	1.37	0.85	0.10	2.30
SBP (mmHg)	0.26	-0.74	1.74	0.04	-0.81	0.95	0.69	-0.17	3.03
DBP (mg/dL)	0.00	-0.31	0.31	2.99	1.57	2.29	0.69	-0.08	1.50
RHR (bpm)	0.09	-1.30	1.70	0.51	-0.09	2.17	1.72	1.91	5.09
CR	2.03	0.92	1.78	3.34	1.32	1.86	2.12	1.13	2.43

G1: eutrophic; G2: eutrophic but metabolically obese; G3: obese. d Cohen = effect size; CI = confidence interval; BMI = body mass index; WC = waist circumference; WHR = waist-to-hip ratio; WHtR = waist-to-height ratio; NC = neck circumference; FFM = fat-free mass; HOMA = homeostatic model assessment; HDL = high-density lipoprotein-cholesterol; LDL = low-density lipoprotein-cholesterol; CRP = c-reactive protein; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; RHR = resting heart rate; CR = coronary risk.

Table 2: Correlation between baseline fat mass and the changes in cardiometabolic parameters and coronary risk.

Variable	Fat mass (kg) T1	
	r	p
Δ Body Mass (kg)	-0.314*	0.015
Δ BMI (kg/m ²)	-0.344 [#]	0.007
Δ WC (cm)	-0.279*	0.031
Δ WHR	-0.145	0.270
Δ WHtR	-0.280*	0.030
Δ NC (cm) ⁺	-0.327*	0.011
Δ Lean mass (kg)	-0.112	0.394
Δ Fat mass (kg)	-0.360 [#]	0.005
Δ Bone mass (kg)	-0.271*	0.036
Δ Fat free mass (kg)	-0.126	0.336
Δ Glucose (mg/dL)	-0.077	0.561
Δ Insulin (μ U/ml) ⁺	-0.099	0.462
Δ HOMA-IR ⁺	-0.077	0.568
Δ Triglyceride (mg/dL) ⁺	0.009	0.947
Δ Cholesterol (mg/dL) ⁺⁺	0.086	0.515
Δ HDL (mg/dL) ⁺	0.154	0.245
Δ LDL (mg/dL) ⁺⁺	0.059	0.656
Δ Uric acid (mg/dL)	-0.298*	0.022
Δ Leukocytes (mil/mm ³) ⁺	-0.146	0.275
Δ CRP ⁺	-0.310*	0.017
Δ SBP (mmHg) ⁺	-0.045	0.734
Δ DBP (mg/dL) ⁺	-0.230	0.077
Δ RHR (bpm)	-0.099	0.452
Δ CR ⁺	0.317*	0.015

BMI = body mass index; WC = waist circumference; WHR = waist-to-hip ratio; WHtR = waist-to-height ratio; NC = neck circumference; FFM = fat-free mass; HOMA = homeostatic model assessment; HDL = high-density lipoprotein-cholesterol; LDL = low-density lipoprotein-cholesterol; CRP = c-reactive protein; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; RHR = resting heart rate; CR = coronary risk. [#]*p* <0.001 and **p* <0.05. + Spearman's correlation used. For other variables, Pearson's correlation was used.

Table 3: Body composition, hemodynamic parameters, and coronary risk, categorized according to time point and nutritional status.

Variable	Group	Before	After	Group ¹	Effect Time ²	T x G ³
Body Mass (kg)	G1	50.65 (1.73) aA	51.13 (1.60) aA			
	G2	58.74 (1.12) bA	58.85 (1.13) bA	<0.001	0.232	0.407
	G3	70.00 (2.08) cA	69.95 (2.06)cA			
BMI (kg/m ²)	G1	19.02 (0.41) aA	19.21 (0.37) aA			
	G2	22.36 (0.37) bA	22.40 (0.38) bA	<0.001	0.205	0.320
	G3	27.04 (0.50) cA	27.02 (0.47) cA			
WC (cm)	G1	68.30 (1.41) aA	68.84 (1.25) aA			
	G2	78.05 (1.11) bA	76.56 (1.23) bA	<0.001	0.112	0.002
	G3	87.41 (1.63) cA	86.82 (1.44) cA			
WHR	G1	0.76 (0.01) aA	0.76 (0.01) aA			
	G2	0.80 (0.01) bA	0.79 (0.01) aB	<0.001	0.018	0.041
	G3	0.83 (0.01) cA	0.83 (0.01) bA			
WHtR	G1	0.42 (0.01) aA	0.42 (0.01) aA			
	G2	0.48 (0.01) bA	0.47 (0.01) bA	<0.001	0.115	0.002
	G3	0.54 (0.01) cA	0.54 (0.01) cA			
NC (cm)*	G1	29.99 (0.29) aA	29.73 (0.25) aA			
	G2	30.74 (0.25) bA	30.34 (0.26) aB	<0.001	0.002	0.660
	G3	32.27 (0.42) cA	32.02 (0.52) bA			
Lean mass (kg)	G1	34.64 (0.90) aA	35.36 (0.91) aB			
	G2	35.28 (0.67) aA	36.05 (0.64) aB	0.016	<0.001	0.824
	G3	38.50 (1.09) bA	39.05 (1.05) bA			
Fat mass (kg)	G1	13.57 (1.01) aA	13.29 (0.89) aA			
	G2	20.67 (0.68) bA	19.88 (0.68) bB	<0.001	<0.001	0.163
	G3	28.29 (1.62) cA	27.49 (1.56) cB			
Bone mass (kg)	G1	2.18 (0.08) aA	2.18 (0.07) aA			
	G2	2.24 (0.06) aA	2.24 (0.05) aA	0.003	0.247	0.421
	G3	2.50 (0.08) bA	2.52 (0.08) bA			
FFM (kg)	G1	36.81 (0.96) aA	37.54 (0.97) aB			
	G2	37.52 (0.71) aA	38.29 (0.68) aB	0.011	<0.001	0.851
	G3	40.99 (1.12) bA	41.57 (1.08) bB			
SBP (mmHg) *	G1	112.50 (2.11) aA	113.00 (1.75) aA			
	G2	110.77 (1.53) aA	110.77 (1.63) aA	0.602	0.805	0.835
	G3	112.86 (1.87) aA	111.43 (2.23) aA			
DBP (mg/dL) *	G1	80.50 (0.49) aA	80.50 (0.487) aA			
	G2	82.31 (0.83) aA	80.38 (0.38) aA	0.161	0.121	0.265
	G3	82.14 (1.10) aA	81.43 (0.94) aA			
RHR (bpm)	G1	71.55 (2.48) aA	71.75 (2.19) aA			
	G2	71.42 (2.17) aA	72.46 (1.88) aA	0.986	0.513	0.236
	G3	73.86 (1.35) aA	70.36 (2.55) aA			
CR*	G1	12.70 (0.77) aA	11.35 (0.54) aA			
	G2	12.92 (0.44) aA	11.33 (0.51) aB	0.397	< 0.001	0.898
	G3	14.14 (0.80) aA	12.36 (0.88) aB			

Mean (standard deviation). G1: eutrophic; G2: eutrophic but metabolically obese; G3: obese. BMI = body mass index; WC = waist circumference; WHR = waist-to-hip ratio; WHtR = waist-to-height ratio; NC = neck circumference; FFM = fat-free mass; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; RHR = resting heart rate; CR = coronary risk. 1 - Main effect of group; 2 - Main effect of time; 3 - Interaction. Comparisons over time were made using the Generalized Estimating Equations (GEE) technique and *post hoc* comparisons performed using the Bonferroni test. * Gamma Distribution with Logarithmic Function was used. The level of significance was set at $p < 0.05$. Different lowercase letters indicate that the mean values for each group differ at a given time point (T1 or T2). Different uppercase letters show the evolution of a given group during the 8-week study period.

Table 4: Blood markers, hemodynamic parameters, and coronary risk, categorized according to time point and nutritional status.

Variable	Group	Before	After	Effect		
				Group ¹	Time ²	T x G ³
Glucose (mg/dL)	G1	77.40 (1.53) aA	75.75 (1.41) aA	0.492	0.021	0.812
	G2	79.68 (1.05) aA	77.20 (1.49) aA			
	G3	79.71 (1.42) aA	76.29 (2.10) aA			
Insulin (μ U/ml)	G1	5.98 (0.88) aA	5.83 (0.52) aA	0.014	0.947	0.172
	G2	7.31 (0.57) aA	8.79 (0.95) bA			
	G3	8.95 (1.22) aA	7.74 (1.03) abA			
HOMA-IR	G1	1.16 (0.18) aA	1.09 (0.10) aA	0.015	0.760	0.178
	G2	1.44 (0.12) aA	1.69 (0.18) bA			
	G3	1.77 (0.25) aA	1.49 (0.22) abA			
Triglyceride (mg/dL)	G1	70.65 (4.44) aA	73.75 (5.73) aA	0.022	0.959	0.681
	G2	96.16 (7.23) bA	92.48 (8.54) aA			
	G3	95.43 (13.55) abA	96.64 (20.41) aA			
Cholesterol (mg/dL)	G1	149.10 (7.48) aA	150.20 (6.78) aA	0.375	0.350	0.538
	G2	161.32 (4.98) aA	159.28 (4.45) aA			
	G3	165.86 (10.33) aA	159.57 (9.33) aA			
HDL (mg/dL)	G1	57.90 (1.89) aA	54.65 (2.00) aA	0.939	0.053	0.180
	G2	56.96 (1.65) aA	54.08 (1.57) aA			
	G3	55.79 (2.61) aA	56.57 (2.72) aA			
LDL (mg/dL)	G1	77.05 (5.94) aA	80.75 (5.53) aA	0.507	0.762	0.173
	G2	85.16 (4.09) aA	86.72 (3.79) aA			
	G3	91.07 (7.66) aA	83.71 (6.48) aA			
Uric Acid (mg/dL)	G1	3.01 (0.12) aA	2.97 (0.16) aA	0.042	0.871	0.697
	G2	3.29 (0.15) aA	3.38 (0.18) aA			
	G3	3.62 (0.25) aA	3.52 (0.25) aA			
Leukocytes (mil/mm ³)	G1	7180.00 (699.09) aA	6465.00 (312.11) aA	0.866	0.461	0.343
	G2	6208.33 (228.59) aA	8908.33 (2563.74) aA			
	G3	6871.43 (394.66) aA	6750.00 (415.61) aA			
CRP	G1	4.50 (3.33) aA	2.61 (0.95) aA	0.407	0.661	0.253
	G2	2.56 (0.88) aA	1.58 (0.43) aA			
	G3	3.04 (0.96) aA	4.24 (1.75) aA			

Mean (standard deviation). G1: eutrophic; G2: eutrophic but metabolically obese; G3: obese. HOMA = homeostatic model assessment; HDL = high-density lipoprotein-cholesterol; LDL = low-density lipoprotein-cholesterol; CRP = c-reactive protein. 1 - Main effect of the group; 2 - Main effect of time; 3 - Interaction. Comparisons over time were made using the Generalized Estimating Equations (GEE) technique and *post hoc* comparisons performed using the Bonferroni test. * Gamma Distribution with Logarithmic Function was used. The level of significance was set at $p < 0.05$. Different lowercase letters indicate that the mean values for each group differ at a given time point (T1 or T2). Different uppercase letters show the evolution of a given group during the 8-week study period.

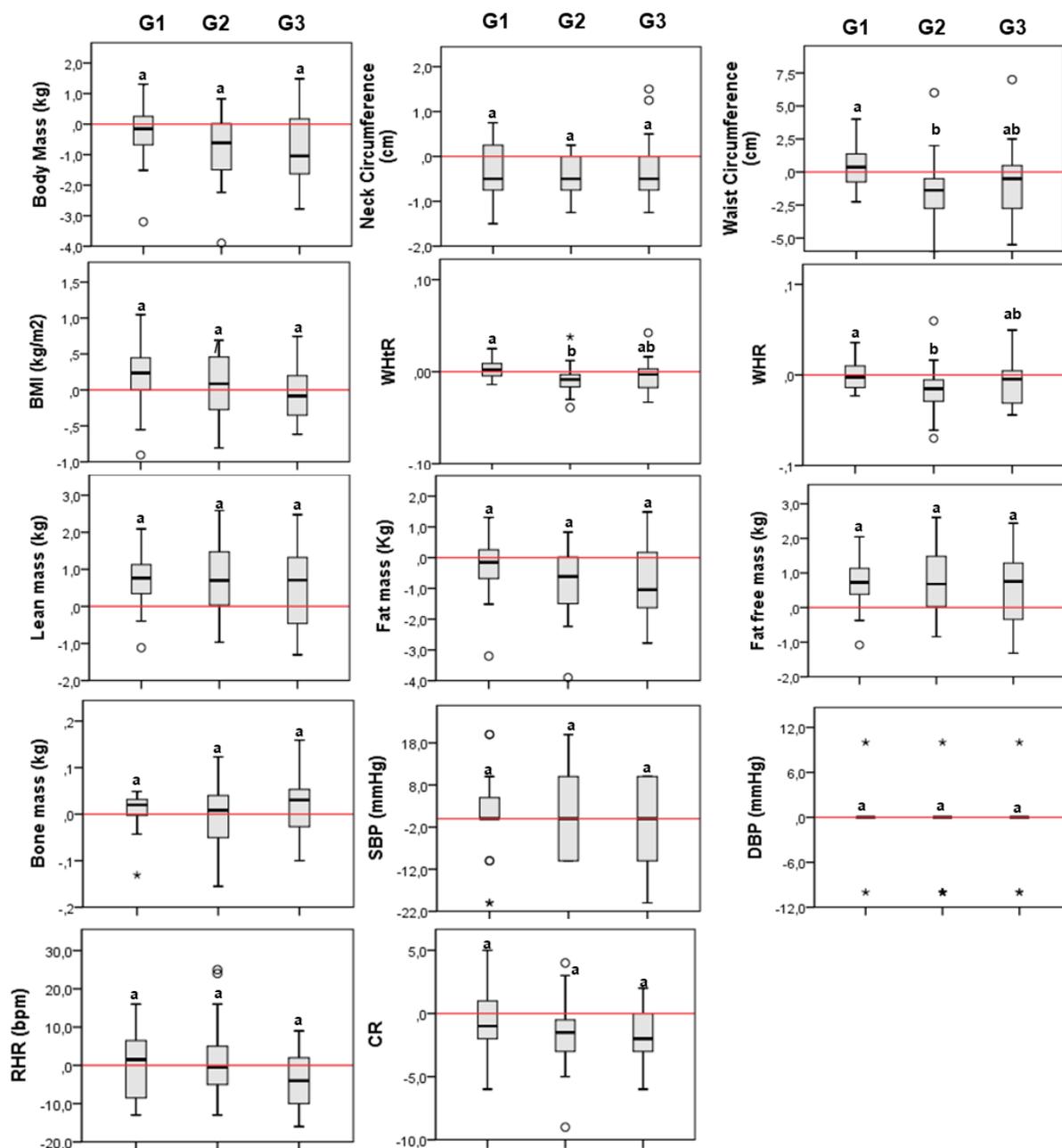


Figure 1: Changes (delta = final value - initial value) in anthropometric, hemodynamic, and coronary risk factors in university students with differing nutritional status, during an 8-week program of combined aerobic and resistance exercise, expressed as median values. G1: eutrophic; G2: eutrophic but metabolically obese; G3: obese. BMI = body mass index; NC = neck circumference; WHR = waist-to-hip ratio; WHtR = waist-to-height ratio; SBP = systolic blood pressure; DPB = diastolic blood pressure; RHR = resting heart rate. Letters a, b, c: delta comparison (G1 x G2 / G1 x G3 / G2 x G3) by Mann-Whitney U-test. Different letters indicate $p < 0.05$. O* Indicates outliers.

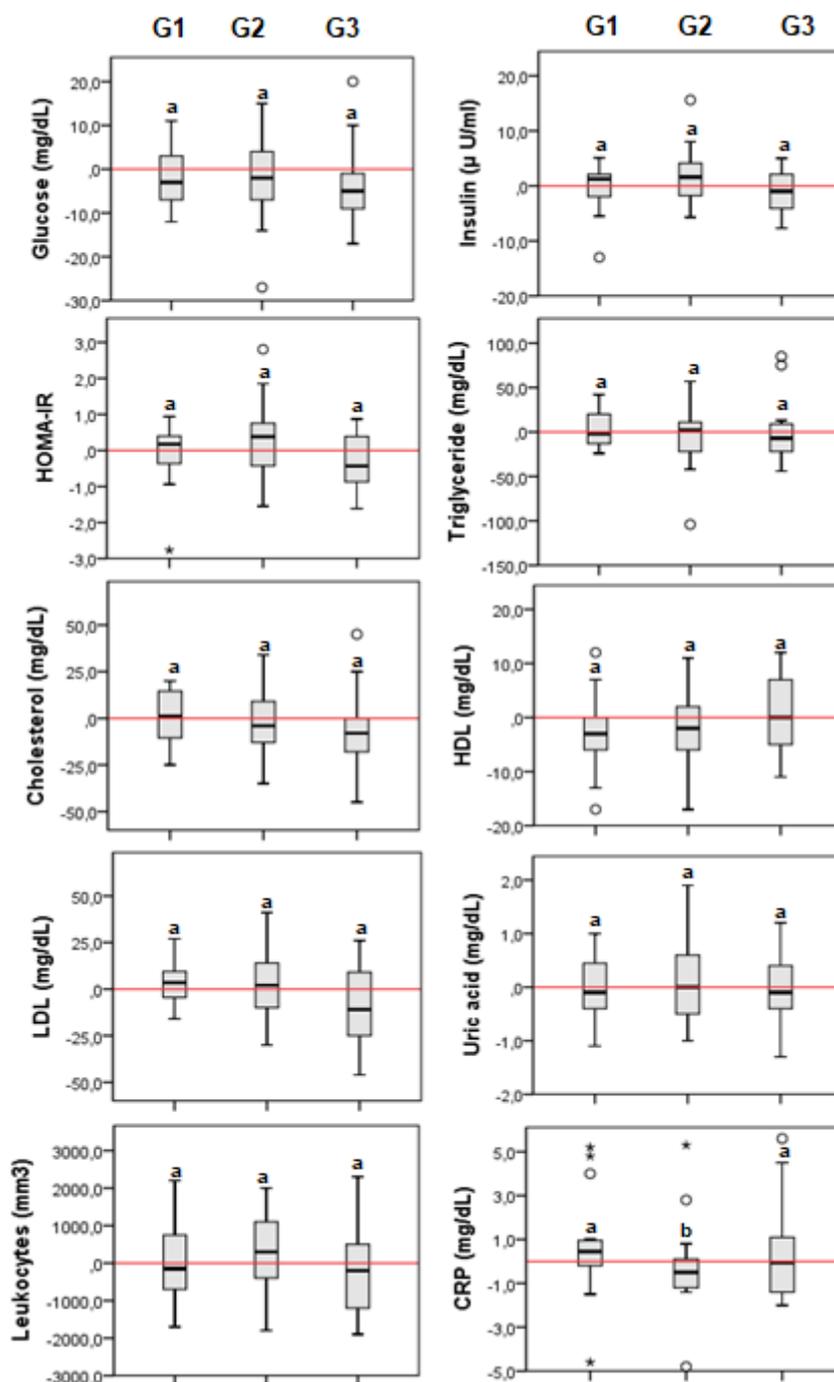


Figure 2: Changes (delta = final value – initial value) in cardiometabolic markers in university students with differing nutritional status, during an 8-week program of combined aerobic and resistance exercise, expressed as median values. G1: eutrophic; G2: eutrophic but metabolically obese; G3: obese. BMI = body mass index; NC = neck circumference; WHR = waist-to-hip ratio; WHtR = waist-to-height ratio; SBP = systolic blood pressure; DPB = diastolic blood pressure; RHR = resting heart rate. Letters a, b, c: delta comparison (G1 x G2 / G1 x G3 / G2 x G3) by Mann-Whitney U-test. Different letters indicate $p < 0.05$. O* Indicates outliers.

5.4. Artigo original 4

INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO NOS PARÂMETROS FÍSICOS E METABÓLICOS DE MULHERES JOVENS, COM DIFERENTES NÍVEIS DE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar a influência de um programa de treinamento físico sobre os parâmetros físicos e metabólicos de mulheres jovens com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória.

MÉTODOS: 60 alunas de graduação foram submetidas a um protocolo composto de exercício físico, durante 8 semanas, três vezes por semana. Foram avaliados índices antropométricos, composição corporal, testes de aptidão física, sangue e ácidos graxos de cadeia curta. Os dados foram coletados entre agosto de 2016 e dezembro de 2016 e avaliados pela modelagem de Equações de Estimativa Generalizadas (GEE).

RESULTADOS: Foi identificado um aumento significativo no ácido acético (T1: Média = 89,09 DP = \pm 9,30 vs T2: Média = 119,99 DP = \pm 11,99) e uma diminuição no ácido fórmico (T1: Média = 7,40 DP = \pm 1,51 vs T2: Média = 1,56 DP = \pm 0,48) e ácido butírico (T1: Média = 73,47 DP = \pm 10,74 vs T2: Média = 44,64 DP = \pm 5,91). Até onde se sabe, este é o primeiro estudo que apresenta efeitos de ácidos acético e fórmico em um desenho longitudinal em jovens estudantes de graduação. Houve interação entre o fator tempo e o grupo: o G2 (boa aptidão física) apresentou maior diminuição nos perímetros da cintura e pescoço quando comparado ao G1 (má aptidão física).

CONCLUSÕES: O programa de treinamento físico, durante 8 semanas, promove alterações nos parâmetros físicos e metabólicos associados às doenças cardiometabólicas em mulheres jovens com diferentes níveis de aptidão física.

Palavras-chave: Aptidão cardiorrespiratória. Adulto jovem Doenças não transmissíveis.

THE INFLUENCE OF A PHYSICAL TRAINING PROGRAM OVER PHYSICAL AND METABOLIC PARAMETERS OF YOUNG WOMEN WITH DIFFERENT CARDIORESPIRATORY FITNESS LEVELS

ABSTRACT

BACKGROUND: Evaluate the influence of a physical training program over physical and metabolic parameters of young women with different cardiorespiratory fitness levels.

METHODS: 60 female undergraduate students were subjected to a compound physical exercise protocol, during 8 weeks, three times a week. Anthropometric indexes, body composition, physical fitness tests, blood and short-chain fatty acids were evaluated. Data were collected between August 2016 and December 2016 and assessed by modeling Generalized Estimating Equations (GEE).

RESULTS: It was identified a significant increase in acetic acid (T1: Average = 89.09 ± 9.30 vs T2: Average = 119.99 ± 11.99) and a decrease in formic (T1: Average = 7.40 ± 1.51 vs T2: Average = 1.56 ± 0.48) and butyric (T1: Average = 73.47 ± 10.74 vs T2: Average = 44.64 ± 5.91). As far as it is known, this is the first study presenting acetic and formic acids effects in a longitudinal design. There was an interaction between time factor and the group: G2 (good physical fitness) presented higher decrease in waist and neck circumferences when compared to G1 (bad physical fitness).

CONCLUSIONS: The physical training program, during 8 weeks, promotes alterations in physical and metabolic parameters associated with cardiometabolic diseases in young women with different physical fitness levels.

Keywords: Cardiorespiratory fitness. Young adult. Noncommunicable Diseases.

INTRODUÇÃO

A atividade física é reconhecida como promotora de saúde e de redução de riscos para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas [1,2]. No entanto, estudos têm identificado que universitários não estão atendendo às recomendações de práticas de exercício, ou seja, não se exercitam pelo menos 150 minutos de atividade aeróbica de intensidade vigorosa/moderada ou 75 minutos semanalmente de atividade vigorosa [3].

Entre os universitários, as mulheres, quando comparadas aos homens, apresentaram as maiores prevalências de sedentarismo [3], fato esse que contribui para aumento de massa corporal [4] e decréscimo da aptidão física relacionada à saúde em jovens universitários. Tais alterações relacionam-se às mudanças no estilo de vida, que diz respeito especialmente à ingestão de alimentos calóricos, como fast foods, e ao maior número de horas de estudos, em que os estudantes ficam na posição sentada [4].

Baixos níveis de aptidão física contribuem em até 60% para o desenvolvimento de doenças cardíacas [5] e para aumento do risco cardiometabólico [Odds Ratio (OR) = 1,6, 95% Intervalo de Confiança (CI) 1,0 to 2,5, $p = 0,036$] [6]. Além disso, o estilo de vida sedentário e com baixos níveis de aptidão física está associado a níveis mais elevados de colesterol, altas prevalências de obesidade, hipertensão arterial, resistência à insulina e diabetes tipo 2 [7]. Por outro lado, o aprimoramento da aptidão e o da função cardiorrespiratória e musculoesquelética contribuem para melhorar a capacidade funcional [8], bem como reduzir, durante o treinamento físico, a adiposidade e níveis pressóricos elevados, que são fatores de risco para Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) [7].

A aptidão física é constituída de componentes físicos e metabólicos, como a composição corporal, a resistência cardiorrespiratória, a força muscular e resistente, a flexibilidade e os componentes hemodinâmicos [9]. A capacidade cardiorrespiratória (VO_{2max}) permite descrever a resistência dos sistemas cardiovascular e respiratório em fornecer oxigênio durante a atividade física regular [7]. Segundo Kettunen, Vuorimaa e Vasankari [10], o exercício físico a longo prazo promove aumento de 7% do VO_2 após 12 meses de prática, já a inatividade física é responsável por um decréscimo de 3%.

Outros componentes da aptidão física relacionados à saúde são a força muscular e a flexibilidade. Trata-se de capacidades físicas que permitem avaliar a

evolução do indivíduo durante o processo de treinamento e são indicadores do nível de saúde física e metabólica. Um exemplo disso é o estudo de Tibana, Balsamo e Prestes [11], que identificaram que mulheres sedentárias, com idade superior a 18 anos e não menopausadas, apresentam menor força muscular relativa e possuem níveis elevados de pressão arterial em repouso, risco para doença cardiovascular, diabetes tipo 2 e obesidade.

Quanto ao excesso de tecido adiposo, Correa Rodríguez *et al* [6], em um estudo com universitários, identificaram elevado risco cardiometabólico nas mulheres com inaptidão física, bem como alto teor de gordura localizado na cintura e índice de massa gordurosa (OR = 7,7; IC95% 2,3 a 15,8, $p < 0,01$). Já Wijndaele *et al* [12] identificaram que aptidão aeróbica é inversamente associada ao risco de síndrome metabólica ($\beta = -0,208$, $p < 0,001$).

Desse modo, torna-se clara, na literatura, a relação entre o aumento da aptidão física e o menor risco de desenvolvimento de fatores para DCNT. Isso se deve ao fato de a aptidão física aprimorada ser responsável pela diminuição da fadiga em atividades diárias, melhora do desempenho esportivo e redução da mortalidade por eventos cardiovasculares e câncer [2,13]. Nessa concepção, este estudo objetiva avaliar a influência de um programa de treinamento físico nos parâmetros físicos e metabólicos de mulheres jovens, com diferentes níveis de aptidão física.

METODOLOGIA

Desenho e amostra do estudo

Este é um estudo de intervenção quase-experimental, com avaliações antes e depois [14]. A amostra foi composta por estudantes voluntários do segundo período de graduação, com idades entre 18 e 25 anos.

Segundo dados de registro escolar da instituição, em 2016 ingressou na universidade 1.400 mulheres e 76,7% tinham entre 18 e 25 anos. Para recrutá-los, os coordenadores do curso enviaram e-mail, a todos os estudantes universitários que entraram em 2016, explicando os objetivos do estudo e convidando-os a participar. Dentre as respondentes 244 responderam o e-mail manifestando interesse.

Dos entrevistados, 104 não compareceram às reuniões para assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Os interessados que apareceram e completaram o histórico de triagem para que se verificassem a elegibilidade.

Adotaram-se como critério mulheres sedentárias ou insuficientemente ativas, segundo Questionário Internacional de Atividade Física, versão curta, (IPAq) [15], que tivessem ciclos menstruais “regulares” [16], que não fossem deficientes (físicos, intelectuais, visuais e auditivos) e que estivessem dispostas a frequentar regularmente as sessões de exercício físico e a realizar todas as avaliações. Dessas, 19 não atenderam aos critérios de inclusão.

Os dados foram coletados entre agosto de 2016 e dezembro de 2016 na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram alocados em dois grupos, grupo de aptidão física ruim (G1) e grupo de aptidão física boa (G2).

Os critérios para descontinuidade foram limites de ausência (25%); 4 (quatro) ausências consecutivas nas intervenções sem justificativa e planos de substituição adequados; alunos que abandonaram a universidade; indivíduos que começam a tomar medicamentos psicotrópicos durante o estudo; mulheres que engravidaram durante o estudo; e os que mudaram seus hábitos alimentares durante a intervenção.

Levando em consideração os critérios de exclusão, inclusão e descontinuidade, o estudo começou com 75 sujeitos e terminou, após 8 semanas de treinamento, com 60, com o grupo 1 (G1) composto por 38 universitários e o grupo 2 (G2) 22 universitários .

A intervenção

A intervenção foi baseada nas recomendações do American College of Sports Medicine (ACMS) [2,9] e da Organização Mundial de Saúde (OMS) [1]. Adotou-se um protocolo de exercício físico combinado (força e aeróbico), durante três vezes por semana, com 60 a 150 minutos de duração por sessão e de intensidade leve a moderada, por 8 semanas.

Os grupos musculares do treinamento contemplavam as Orientações da American College of Sports Medicine (ACSM) [9], sendo eles músculos da perna, quadril, abdômen, peitorais, ombros e braços. Para verificar a adequabilidade do treino, foram acompanhados os valores de frequência cardíaca, a intensidade do exercício e as escalas de percepção de esforço (Escalas OMNI) [17].

As sessões de treino foram organizadas em um circuito, composto por 16 exercícios alternados. A estudante voluntária deveria fazer em 30 segundos entre 8 a 12 repetições. O intervalo de descanso entre as séries oscilou de 120 a 60 segundos, e, entre os exercícios, de 60 a 30.

As atividades aeróbicas foram iniciadas com Frequência Cardíaca (FC) de treino em torno de 50 a 60% da FC máxima (FC_{máx}) na primeira semana, nas seguintes aumentou-se a intensidade de 5 em 5% até 80-85% da FC_{máx}.

Procedimentos éticos

O estudo foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número CAAE: 53452916.3.0000.5153), atendendo assim a legislação brasileira para estudo com seres humanos. As voluntárias elegíveis foram informadas dos objetivos do estudo e as que concordaram com os termos foram convidadas a assinar o documento de consentimento livre e esclarecido.

Coleta de dados e definição de variáveis

Informações sociodemográficas e de saúde

As informações sociodemográficas e de saúde envolviam: a) dados sociodemográficos; b) questionário de prática de atividade física (IPAq versão curta) [15]; c) questionário de frequência de consumo alimentar (QFCA) [18]; d) questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q) [9].

Parâmetros físicos e metabólicos

- **Massa corporal, estatura e perímetros**

Para obtenção da massa corporal, foi utilizada balança da marca Kratos-cas® (com capacidade máxima de 150 kg e subdivisão em 50 g). A estatura foi aferida por meio de estadiômetro portátil vertical (Altuxata®, Belo Horizonte, Brasil) dividido em centímetros e subdividido em milímetros, com extensão de 2,13m. O perímetro da cintura no ponto médio (PC), perímetro do pescoço (PP), perímetro do quadril (PQ) foram medidos em duplicata, com uso de uma fita inelástica, com escala em centímetros, conforme as recomendações da International Society for the

Advancement of Kinanthropometry (ISAK) [19]. Esses dados foram aferidos, no início e no final do seguimento, por uma única avaliadora, que foi treinada para esse fim. A partir das medidas, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC), Relação cintura/quadril (RCQ), Relação cintura/estatura (RCE) e Índice de Conicidade.

Foi avaliada a composição corporal (massa magra, gordurosa, livre de gordura e óssea) por meio da Absortometria de raios-X de dupla energia (DXA) (Lunar Prodigy Advance DXA System® - analysis version: 13.31, GE Healthcare, Madison, WI, USA), no período entre 07:00 e 9:30 horas da manhã, seguindo o protocolo de uso do manual do equipamento.

- **Aptidão Física**

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada pelo protocolo submáximo de Robergs e Roberts [20] em esteira, com duração de 14 minutos, sendo inicialmente 3 minutos de aquecimento, duas etapas de 4 minutos cada de parte principal e 3 minutos de volta a calma.

O roteiro utilizado foi o adotado pelo Laboratório de Performance Humana, do Departamento de Educação Física, da Universidade Federal de Viçosa, e a ficha de controle de avaliação disponível no software AvaEsporte®. Utilizaram-se o ergômetro da marca ECAFIX®, modelo EG700X, sem inclinação, frequencímetro da marca Oregon (Modelo SE211/SE232) para aferição e controle da Frequência Cardíaca (FC) a cada minuto; os cronômetros, para controlar o tempo de aquecimento, dos estágios e da recuperação durante o teste de esforço; e o esfigmomanômetro de mercúrio sobre rodízios, marca Wan Med®. O teste foi interrompido, conforme critérios propostos pela ACSM [7]. A aferição da pressão arterial atendeu as recomendações da VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial [21]. A aptidão cardiorrespiratória foi classificada, no início da intervenção, como boa (média a excelente) ou ruim (fraco a regular) [22] de acordo com os resultados obtidos nos testes.

O protocolo e classificação de Pollock e Wilmore [22] foram utilizados para avaliação da resistência muscular localizada, pelos testes de Flexão de Braços Modificado e Abdominal e de flexibilidade (Teste Sentar e Alcançar). Utilizou-se o valor original obtido no teste em repetições ou centímetros na descrição dos resultados.

- **Exames laboratoriais**

A coleta de sangue ocorreu no início e após 8 semanas do seguimento, sendo realizada pela manhã por técnicos de um laboratório conveniado, observando-se o jejum de pelo menos 12 horas e abstinência alcoólica de 72 horas. Os valores bioquímicos de normalidade tomaram com base as recomendações da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas [23] e foram analisados perfil glicídico, hemograma, creatinina e Creatinofosfoquinase (CPK).

Avaliaram-se também as concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta no Laboratório de Bioquímica Nutricional (LABIN) e no Laboratório de Análises Clínicas (LAC), do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram pesados 10 microgramas (μg) de fezes (congeladas a -80°C); em seguida, foram dissolvidos em 1990 microlitro (μL) de água mili Q, utilizando-se o protocolo de extração dos ácidos graxos pelas técnicas adaptadas de Smiricky *et al* [24] e Zhao, Nyman e Jonsson [25] para análise de ácidos orgânicos em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

Realizou-se a análise de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – UV (HPLC-UV), marca SHIMADZU, Detector modelo SPD-20^a VP acoplado ao Detector Ultravioleta (UV), bomba (LC-20AT); forno (CTO 20 A); autoinjeter (SIL-20^a HT), detector de índice de refração (RID-10 A), Desgaseificador (DGU-20^a 5R); módulo de comunicação CBM 20^a, sistema de aquisição de dados Lab Solution. Utilizou-se a Coluna HPX 87H (Aminex®) e pré-coluna de mesma fase, sendo as condições analíticas: Coluna: 300 x 7,8 mm; Fase Móvel: Água mili Q (0,005M de H₂SO₄); Temperatura: 32°C; Fluxo: 0,6mL/min; Tempo de análise: 50min; Comprimento de onda: 210nm; Volume de injeção da amostra 20mL; Volume de injeção do padrão: 20mL; e Pressão: 75KgF. Os ácidos graxos identificados foram acéticos, propiônico, butírico, fórmico, isobutírico e Isovalérico, e foram expressos em $\mu\text{mol/g}$; após isso, calculou-se a razão entre acético e propiônico.

Processamento e análise dos dados

Para avaliar a relação das variáveis respostas e aquela de exposição ao longo do tempo, utilizou-se a técnica de equação de estimação generalizada (GEE), com distribuição linear, apropriada para respostas contínuas e medidas repetidas [26]. Adotaram-se, como fatores, o tempo [avaliação inicial (T1) e final (T2)] e o grupo

[aptidão cardiorrespiratória ruim (G1) e boa (G2)]. Alterações observadas nos parâmetros cardiometabólicos entre os tempos T1 e T2, de acordo com a capacidade respiratória (G1 ou G2).

Utilizou-se uma matriz de covariância robusta no GEE, o que significa que para dados com distribuição normal foi utilizada a Função Identidade, enquanto que para variáveis com distribuição não normal adotamos a derivada logarítmica da função gama. Nos casos de interação (Grupo x Time), aplicou-se o teste de comparação entre pares de Bonferroni.

Na representação gráfica, os dados estão apresentados em média, desvio padrão e limite superior e inferior, com intervalo de confiança de 95% (IC95%). Para todos os testes, adotou-se $\alpha = 5\%$. Os dados foram analisados no Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 23.0, Chicago, IL, EUA) e são apresentados como média e desvio padrão.

RESULTADOS

A perda no seguimento das voluntárias foi de 20% (n=15). Não houve diferença nas variáveis socioeconômicas, de saúde e alimentar entre o grupo de participantes que permaneceu no estudo e aquele que deixou o estudo ao longo do seguimento (dados não apresentados).

Observou-se diferença entre as avaliações da pré-intervenção (T1) e pós-intervenção (T2), independente do grupo, nas variáveis físicas e metabólicas. Evidenciou-se decréscimo em índices antropométricos (no perímetro da cintura e pescoço, índice de conicidade, RCQ e RCE), composição corporal (massa gordurosa), parâmetros hematológicos (glicose, creatinina e CPK) e hemodinâmicos [Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca de Pico (FCpico) e Pressão Arterial Sistólica (PAS) obtido durante teste de esforço], ácido fórmico e pontuação do risco coronariano. Constatou-se incremento nos glóbulos vermelhos [hemácias, hemoglobina, hematócrito, no Volume Corpuscular Médio (VCM) e na Hemoglobina Corpuscular Média (HCM)], nos parâmetros físicos (força de membros superiores e abdominal, e flexibilidade) e na razão acético/propiónico (Tabela 1).

Para os dois grupos [grupo com aptidão física ruim (G1) e aptidão física boa (G2)], verificou-se diferença no perímetro da cintura, na massa gordurosa, no índice de conicidade, na RCQ, na RCE, no risco coronariano (FIGURA 1), nas hemácias, na hemoglobina, no hematócrito (FIGURA 2), na força de membros superiores e

abdominal, na flexibilidade, na FC máxima obtida, na Pressão Arterial Sistólica (PAS) máxima obtida (FIGURA 3) e no ácido fórmico (FIGURA 4) ($p < 0,05$).

Para o G1, notou-se diferença entre as avaliações do T1 e T2 quanto à massa corporal, à magra, à livre de gordura e ao IMC ($p = 0,025$, $p < 0,001$, $p < 0,001$, $p = 0,009$) (FIGURA 1), creatinina ($p = 0,007$) (FIGURA 2), PAD ($p = 0,008$) (FIGURA 3) e butírico ($p = 0,008$) (FIGURA 4); e, para o G2, a diferença se deu no perímetro do pescoço ($p = 0,001$) (FIGURA 1), no VCM ($p = 0,037$) (FIGURA 2) e na razão acético/propiónico ($p = 0,035$) (FIGURA 4).

A análise dos efeitos univariados mostrou que o grupo aptidão cardiorrespiratória ruim (G1) possui valores médios menores, quando comparados aos do grupo aptidão cardiorrespiratória boa (G2), de massa corporal ($58,33 \pm 1,25$ G1 vs. $59,24 \pm 1,37$ G2), IMC ($22,21 \pm 0,44$ G1 vs. $22,55 \pm 0,49$ G2), RDW ($13,30 \pm 0,14$ G1 vs. $13,71 \pm 0,17$ G2) e flexibilidade ($23,29 \pm 1,57$ G1 vs. $26,50 \pm 1,28$ G2) no momento pré-intervenção; e VCM ($87,59 \pm 0,85$ G1 vs. $89,11 \pm 0,77$ G2) e PAD ($79,98 \pm 0,03$ G1 vs. $81,06 \pm 0,50$ G2) no momento pós-intervenção ($p < 0,05$).

Por fim, na interação entre tempo (T1 e T2) e grupo (G1 e G2) foi encontrada diferença na massa corporal ($p = 0,007$), na massa magra ($p = 0,006$), na livre de gordura ($p = 0,006$) e no IMC ($0,009$).

DISCUSSÃO

Estilos de vida inativos contribuem para baixos níveis de aptidão física, que predispõem a percentuais elevados de gordura corporal [6,27]. Entretanto, o exercício físico é fator positivo para reduções de fatores de risco coronariano, por exemplo, indicadores de adiposidade e perfil glicídico [2,6,9], o que pode ser observado no presente estudo (tabela 1).

Outro fator importante para saúde cardiovascular, decorrente do treinamento físico, é o aumento dos glóbulos vermelhos devido a sua capacidade de transporte de oxigênio. Para um bom desempenho aeróbico, é preciso disponibilidade adequada de oxigênio, sendo as hemácias responsáveis por esse processo. No presente estudo, identificou-se que houve incrementos em parâmetros hematológicos (glóbulos vermelhos e HCM) (Tabela 1 e Figura 2). No estudo realizado por Cengiz e Çinar [28], identificou-se que jovens universitárias, em treinamento por 8 semanas, aumentaram os glóbulos vermelhos, dados que corroboram os encontrados neste estudo.

Por outro lado, estudos têm apresentado dados controversos quanto ao efeito do exercício em parâmetros hematológicos, pois são dependentes do tipo, da intensidade e da duração do exercício [29]. Alguns estudos observaram acréscimo [30–32], decréscimo [33,34] ou sem alteração [28].

O aumento na contagem dos glóbulos vermelhos e hemoglobina é um fenômeno esperado do treino de componente aeróbico. No presente estudo, identificou-se que o percentual de aumento, em exercício combinado por 8 semanas, foi de 4,22% (IC 95% 2,60 a 5,84) para glóbulos vermelhos, 5,58% (IC 95% 3,98 a 7,18) para hemoglobina e 5,51% (IC 95% 3,82 a 7,19) para hematócrito.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ahmadizad e El-Sayed [35] avaliaram mudanças sanguíneas, após exercício de resistência agudo, em jovens adultos saudáveis e encontraram aumento de 5,6%, 5,4% e 6,2% na contagem de glóbulos vermelhos, hemoglobina e hematócrito, respectivamente.

Segundo Ahmadizad e El-Sayed [35], não há explicação plausível para o aumento do hematócrito, mas pondera-se a redução do volume plasmático decorrente do aumento da pressão arterial promovido pelo exercício.

No que tange a aspectos metabólicos, foram encontradas reduções no ácido fórmico (G1 e G2), no butírico (G1) e na razão acético/propiónico (G2) das universitárias. Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são produtos metabólicos da microbiota intestinal e estão relacionados à síntese e ao controle da saciedade alimentar e, recentemente, aos marcadores metabólicos de saúde geral, por exemplo a adiposidade [37]. .

Le Chatelier [37] afirma que a saúde intestinal tem sido associada a aumentos do ácido butírico em pessoas fisicamente ativas; entretanto, no presente estudo, identificaram-se reduções após o exercício físico em pessoas com baixa aptidão (G1) (Figura 4). Esse evento pode estar relacionado ao tempo de intervenção.

O grupo G1 apresenta baixos níveis no momento inicial, pode-se inferir que os níveis iniciais de aptidão física podem interferir nas mudanças desse parâmetro, logo, indivíduos com baixa aptidão física podem apresentar elevados níveis inflamatórios [39]. Os demais AGCC (acético, fórmico e razão acético/propiónico), são incipientes os estudos que relacionam esses ácidos ao exercício físico. Quanto à adiposidade, Carnethon *et al* [40] afirmaram que a mudança da aptidão é inversamente correlacionada ao ganho de massa corporal ao longo de 7 ($r = -0,37$) e 15 anos ($r = -0,25$) (ambos $p < 0,001$)

Numa perspectiva de saúde pública, estar fisicamente apto pode conferir benefício adicional para uma composição corporal saudável e menor risco metabólico [40,41]. Assim, é importante encorajar jovens mulheres ao aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória, por meio do exercício físico, e à melhora dos preditores para uma boa saúde [42], visto que mudanças foram encontradas no presente estudo, em ambos os grupos, para fatores que predispõem a doenças cardiometabólicas. Ademais, isso pode ser observado também no estudo de López-Martínez *et al* [43], em que se constatou que 20 minutos/semana de atividade física vigorosa diminui o risco cardiometabólico em universitários.

CONCLUSÃO:

Desse modo, cabe destacar que a aptidão física (fator grupo) e a intervenção (fator tempo) se interagem em alterações da massa corporal, do IMC e das massas magra e livre de gordura, o que representa fator de proteção para doenças.

Nesse sentido, é indispensável conhecer os níveis de aptidão inicial do paciente para que as intervenções sejam eficazes e adequadas quanto ao tipo, ao volume e à intensidade. Embora o estudo apresente algumas limitações que concernem ao tamanho amostral e à ausência de grupo controle, a falta de controle da confusão e a amostra não representativa, limita a generalização dos resultados. Conclui-se que um programa de treinamento físico, mesmo realizado por apenas 8 semanas, contribui para alterações em parâmetros físicos e metabólicos relacionados às doenças cardiometabólicas em jovens mulheres, com diferentes níveis de aptidão física.

Sugere-se que estudos futuros tenham períodos maiores de intervenção realizado com mulheres com diferentes idades. Assim, apesar dessas limitações, este é o primeiro estudo a apresentar efeitos do ácido acético e fórmico, em um desenho longitudinal, em jovens em idade universitária.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization, organizador. Geneva: World Health Organization; 2010.
2. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, *et al.* Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2007;39:1423–34. Recuperado de: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200708000-00027>
3. Varela-Mato V, Cancela JM, Ayan C, Martín V, Molina A. Lifestyle and Health among Spanish University Students: Differences by Gender and Academic Discipline. *Int J Environ Res Public Health*. 2012;9:2728–41.
4. Gropper SS, Simmons KP, Connell LJ, Ulrich P V. Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37:1118–23.
5. American College of Sports Medicine. Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde. 3a. Guanabara Koogan, organizador. Rio de Janeiro - RJ; 2011.
6. Correa-Rodríguez M, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista J, Castellanos-Vega R, Arias-Coronel F, González-Ruiz K, *et al.* Association of Muscular Fitness and Body Fatness with Cardiometabolic Risk Factors: The FUPRECOL Study. *Nutrients* [Internet]. 2018;10:1742. Recuperado de: <http://www.mdpi.com/2072-6643/10/11/1742>
7. American College of Sports Medicine (ACSM). Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. 9a. Koogan G, organizador. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
8. Bertz F, Brekke H, Ellegard L, Wennergren M, Rasmussen KM, Winkvist A. Dietary restriction or dietary restriction and exercise, but not exercise intervention alone, reduces weight and fat mass in overweight and obese women postpartum. *FASEB J* [Internet]. 2010;24. Recuperado de: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-01021513/full>
9. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-MM, *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise

for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1334–59.

10. Kettunen O, Vuorimaa T, Vasankari T. 12-Mo intervention of physical exercise improved work ability, especially in subjects with low baseline work ability. *Int J Environ Res Public Health.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2014;11:3859–69.

11. Tibana RA, Balsamo S, Prestes J. Association between Muscle Strength and at-Rest Blood Pressure among Sedentary Women. Intergovernmental Panel on Climate Change, organizador. *Rev Bras Cardiol.* Cambridge: Cambridge University Press; 2011;24:408–9.

12. Wijndaele K, Duvigneaud N, Matton L, Duquet W, Thomis M, Beunen G, *et al.* Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:233–40.

13. Sassen B, Cornelissen VA, Kiers H, Wittink H, Kok G, Vanhees L. Physical fitness matters more than physical activity in controlling cardiovascular disease risk factors. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2009;16:677–83.

14. Behi R, Nolan M. Quasi-experimental research designs. *Br J Nurs.* 1996;5:1079–81.

15. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, *et al.* International Physical Activity Questionnaire (Ipaq): Validity and Reproducibility Study in Brazil. *Rev Bras Atividade Física Saúde.* 2012;6:5–18.

16. Tsampoukos A, Peckham EA, James R, Nevill ME. Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109:659–67.

17. Robertson RJ, Goss FL, Bell J a, Dixon CB, Gallagher KI, Lagally KM, *et al.* Self-regulated cycling using the Children's OMNI Scale of Perceived Exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:1168–75.

18. Faria RC de. Impacto da atividade física habitual sobre os componentes da síndrome metabólica em adolescentes. Universidade Federal de Viçosa; 2014.

19. Stewart AD, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder JH De. International standards for anthropometric assessment. The International Society for the Advancement of Kinanthropometry, organizador. New Zealand: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.

20. Robergs RA, Roberts SO. Fundamental principles of exercise physiology for fitness, performance, and health. 2o ed. McGraw-Hill Higher Education; 2002.
21. Brazilian Society of Cardiology (BSC). 7th Brazilian Guidelines of Hypertension. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107:1–83.
22. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Medsi, organizador. Rio de Janeiro; 1993.
23. Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC), Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, Sociedade Brasileira de Patologia Clínica. Consenso Brasileiro para a Normatização da Determinação Laboratorial do Perfil Lipídico. 2016. p. 1–5.
24. Smiricky-Tjardes MR, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Fahey GC. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *J Anim Sci.* 2003;81:2535–45.
25. Zhao G, Nyman M, Jönsson JÅ. Rapid determination of short-chain fatty acids in colonic contents and faeces of humans and rats by acidified water-extraction and direct-injection gas chromatography. *Biomed Chromatogr.* 2006;20:674–82.
26. Twisk JWR. Applied longitudinal data analysis for epidemiology: A practical guide, second edition. *Appl. Longitud. Data Anal. Epidemiol. A Pract. Guid.* 2011.
27. Plotnikoff RC, Costigan S a, Williams RL, Hutchesson MJ, Kennedy SG, Robards SL, *et al.* Effectiveness of interventions targeting physical activity, nutrition and healthy weight for university and college students: a systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12:45.
28. Cengiz ŞŞ, Çinar V. The Effect of 8-Week Core Exercises on Some Hematological Parameters in Sedentary Females. *Turkish J Sci Res.* 2014;1:1–5.
29. Wang J-S. Anemia, heart failure and exercise training. *Int J Cardiol [Internet]. Elsevier Ireland Ltd;* 2013;168:1525–6. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.11.024>
30. Hassan Muhammed Rostam Al-Bewyaney. Complete Blood Count in Athletic and Nonathletic Persons. *Diyala J Pure Sci.* 2011;7:74–81.
31. El-Sayed MS, Ali N, El-Sayed Ali Z. Haemorheology in exercise and training. *Sports Med [Internet].* 2005;35:649–70. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16076228>

32. Hu M, Lin W. Effects of exercise training on red blood cell production: Implications for anemia. *Acta Haematol.* 2012;127:156–64.
33. Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, Gaenzler H, Joannidis M, Eibl G, *et al.* Short-Term Effects of Prolonged Strenuous Endurance Exercise on the Level of Haematocrit in Amateur Cyclists. *Int J Sports Med* [Internet]. 2002;23:158–61. Recuperado de: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2002-23169>
34. Boyadjiev N, Taralov Z. Red blood cell variables in highly trained pubescent athletes: a comparative analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2000;34:200–4. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10854020>
35. Ahmadizad S, El-Sayed MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. *J Sports Sci* [Internet]. 2005;23:243–9. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410410001730151>
36. Bermon S, Petriz B, Kajéniené A, Prestes J, Castell L, Franco OL. The microbiota: an exercise immunology perspective. *Exerc Immunol Rev.* 2015;21:70–9.
37. Le Chatelier E, Nielsen T, Qin J, Prifti E, Hildebrand F, Falony G, *et al.* Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. *Nature.* 2013;500:541–6.
38. Estaki M, Pither J, Baumeister P, Little JP, Gill SK, Ghosh S, *et al.* Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. *Microbiome.* 2016;4.
39. Lira FS, Rosa JC, Pimentel GD, Souza HA, Caperuto EC, Carnevali LC, *et al.* Endotoxin levels correlate positively with a sedentary lifestyle and negatively with highly trained subjects. *Lipids Health Dis.* 2010;9:82.
40. Carnethon MR. Cardiorespiratory Fitness in Young Adulthood and the Development of Cardiovascular Disease Risk Factors. *JAMA* [Internet]. 2003;290:3092. Recuperado de: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.290.23.3092>
41. Satchek JM, Kuder JF, Economos CD. Physical Fitness, Adiposity and Metabolic Risk Factors in Young College Students. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2009;1. Recuperado de: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-900000000-99372>
42. Fogelholm M. Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. *Obes Rev* [Internet]. 2010;11:202–21. Recuperado de: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-789X.2009.00653.x>

43. López-Martínez S, Sánchez-López M, Solera-Martinez M, Arias-Palencia N, Fuentes-Chacón RM, Martínez-Vizcaíno V. Physical activity, fitness, and metabolic syndrome in young adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2013;23:312–21. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23239681>

Tabela 1: Variáveis respostas antes e após a intervenção e a estimativa de influência do fator tempo.

	Pré-intervenção Média (DP)	Pós-intervenção Média (DP)	p	β^*	IC (95%)	p
Antropométricos						
Massa Corporal (kg)	58,79 (1,30)	58,87 (1,24)	0,637	0,39	-0,104 a 0,88	0,123
Perímetro da Cintura (cm)	76,60 (1,26)	73,70 (1,11)	< 0,001	3,36	1,88 a 4,84	< 0,001
Perímetro Pescoço (cm)	30,86 (0,21)	30,53 (0,22)	0,003	0,39	0,16 a 0,60	0,001
Composição Corporal						
Massa Gordurosa (kg)	20,15 (0,93)	19,43 (0,87)	< 0,001	0,88	0,43 a 1,33	< 0,001
Massa magra (kg)	35,86 (0,53)	36,57 (0,52)	< 0,001	-0,33	-0,75 a 0,08	0,116
Massa óssea (kg)	2,28 (0,04)	2,28 (0,04)	0,823	-0,01	-0,04 a 0,01	0,180
Massa Livre de Gordura (kg)	38,14 (0,56)	38,86 (0,55)	< 0,001	-0,35	-0,76 a 0,07	0,099
Índices						
IMC (Kg/m ²)	22,38 (0,46)	22,42 (0,44)	0,599	0,14	-0,04 a 0,32	0,132
Índice de Conicidade	1,17 (0,01)	1,12 (0,01)	< 0,001	0,05	0,03 a 0,07	< 0,001
RCQ (cm)	0,79 (0,01)	0,76 (0,01)	< 0,001	0,03	0,02 a 0,05	< 0,001
RCE (cm)	0,47 (0,01)	0,46 (0,01)	< 0,001	0,02	0,01 a 0,03	< 0,001
Parâmetros hematológicos						
Glicose (mg/dL)	78,99 (0,81)	76,36 (0,92)	0,014	2,47	-0,45 a 5,38	0,097
Insulina (u U/mL)	7,29 (0,51)	7,34 (0,47)	0,931	-0,49	-2,22 a 1,23	0,576
Creatinina (mg/dL)	0,83 (0,01)	0,79 (0,01)	0,004	0,03	-0,01 a 0,07	0,176
CPK (U/L)	129,96 (10,10)	105,65 (9,04)	0,024	20,34	-0,55 a 41,24	0,056
Hemácias (milhões/mm ³)	4,37 (0,05)	4,56 (0,38)	< 0,001	-0,21	-0,32 a -0,10	< 0,001
Hemoglobina (g/dL)	12,62 (0,11)	13,33 (0,11)	< 0,001	-0,80	-1,11 a -0,50	< 0,001
Hematócrito (%)	38,11 (0,32)	40,19 (0,31)	< 0,001	-2,59	-3,50 a -1,68	< 0,001
VCM (fL)	87,50 (0,68)	88,35 (0,73)	0,043	-1,43	-2,77 a -0,08	0,037
HCM (pg)	29,00 (0,26)	29,29 (0,24)	0,019	-0,32	-0,73 a 0,09	0,125
CHCM (g/dL)	33,11 (0,09)	33,15 (0,07)	0,688	0,08	-0,21 a 0,37	0,598
RDW (%)	13,50 (0,13)	13,38 (0,13)	0,160	0,24	-0,04 a 0,52	0,090
Parâmetros físicos						
Força de MS (repetições)	13,31 (0,86)	21,51 (0,83)	< 0,001	-8,09	-10,49 a -5,68	< 0,001
Força Abdominal (repetições)	17,31 (0,92)	22,95 (0,85)	< 0,001	-5,67	-7,52 a -3,82	< 0,001
Flexibilidade (cm)	24,89 (1,20)	28,99 (1,05)	< 0,001	-3,95	-4,99 a -2,90	< 0,001
Parâmetros hemodinâmicos						
PAS (mmHg) repouso	111,40 (1,00)	111,69 (1,10)	0,817	-1,81	-5,14 a 1,53	0,288
PAD (mmHg) repouso	81,70 (0,51)	80,52 (0,25)	0,028	0,77	-0,95 a 2,48	0,380
FCR (bpm) repouso	72,05 (1,21)	71,27 (1,22)	0,472	-0,88	-4,23 a 2,47	0,606
FCM obt (bpm)	185,45 (1,35)	179,82 (1,40)	< 0,001	4,97	1,79 a 8,15	0,002
PAS obt (mmHg)	148,22 (1,08)	143,07 (0,84)	< 0,001	4,37	0,88 a 7,86	0,014

AGCC						
Acético (umol/g)	89,09 (9,30)	119,82 (11,99)	0,037	-31,25	-71,63 a 9,13	0,129
Propiônico (umol/g)	13,34 (0,91)	13,25 (1,11)	0,937	0,72	-3,82 a 5,26	0,757
Razão acético/propionico	7,70 (0,94)	10,02 (1,00)	0,063	-3,32	-6,40 a -0,23	0,035
Butírico (umol/g)	73,47 (10,74)	44,64 (5,91)	0,008	20,90	-4,64 a 46,44	0,109
Fórmico (umol/g)	7,40 (1,51)	1,56 (0,48)	< 0,001	6,39	1,19 a 11,59	0,016
Isobutírico (umol/g)	38,09 (11,11)	35,83 (16,01)	0,912	1,111	-54,41 a 56,63	0,969
Isovalérico (umol/g)	13,71 (2,00)	9,69 (1,43)	0,072	0,49	-3,98 a 4,95	0,830
AG totais** (umol/g)	175,06 (16,86)	177,69 (14,76)	0,894	-13,21	-68,06 a 41,64	0,637
Risco Coronariano (pontos)	13,05 (0,36)	11,61 (0,39)	< 0,001	1,16	0,02 a 2,29	0,046

Legenda: * β obtido pela técnica de Equações de Estimacões Generalizadas (GEE), sendo o pós-intervenção (T2) a referência; DP = Desvio Padrão; p= valor de alfa; β = valor de beta na regressão GEE; IC= intervalo de confiança; MC = Índice de Massa Corporal; RCQ= Cintura/Quadril; RCE=Relação Cintura/Estatura; CPK= Creatinofosfoquinase; VCM = Volume Corpuscular Médio; HCM = Hemoglobina Corpuscular Média; CHCM = Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média; RDW = *Red Cell Distribution Width*; MS = Membros Superiores; PAS=Pressão Arterial Sistólica; PAD=Pressão Arterial Diastólica; FCR= Frequência Cardíaca de Repouso; FCMobt = Frequência Cardíaca Máxima obtida durante teste de capacidade cardiorrespiratória; PAS máx = Pressão Arterial Sistólica máxima obtida durante teste de capacidade cardiorrespiratória; ** soma de todos os ácidos graxos de cadeia curta. Comparações ao longo do tempo avaliadas pela técnica de Equações de Estimacões Generalizadas (GEE). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

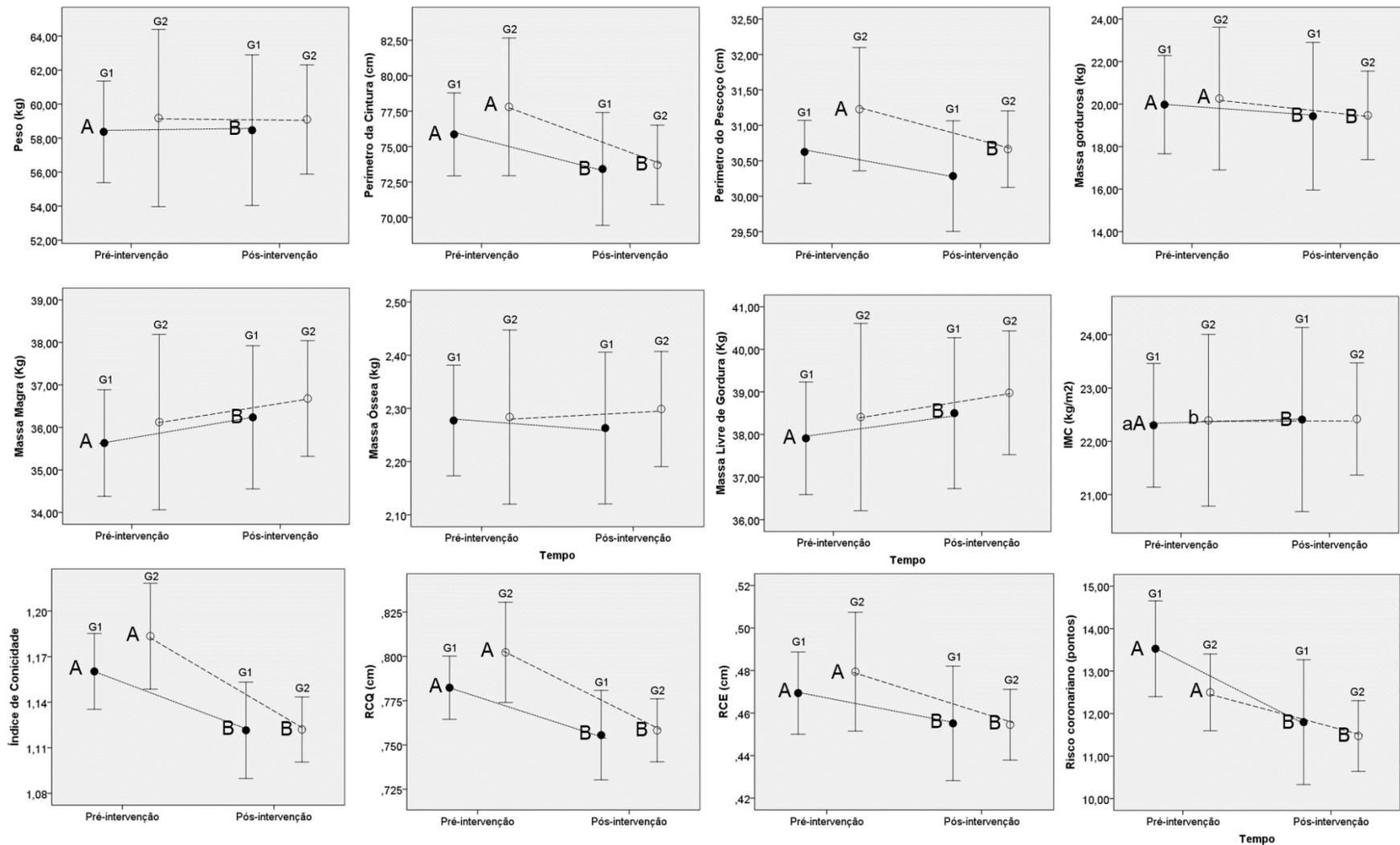


Figura 1: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos na avaliação inicial e final dos parâmetros Antropométricos, Composição Corporal e Risco Coronariano

Legenda: IMC=índice de Massa Corporal; RCQ = Razão Cintura/Quadril; RCE=Razão Cintura/Estatura. Comparações ao longo do tempo avaliadas pela técnica de Equações de Estimações Generalizadas (GEE). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas médias dos grupos no mesmo tempo. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos no mesmo grupo. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

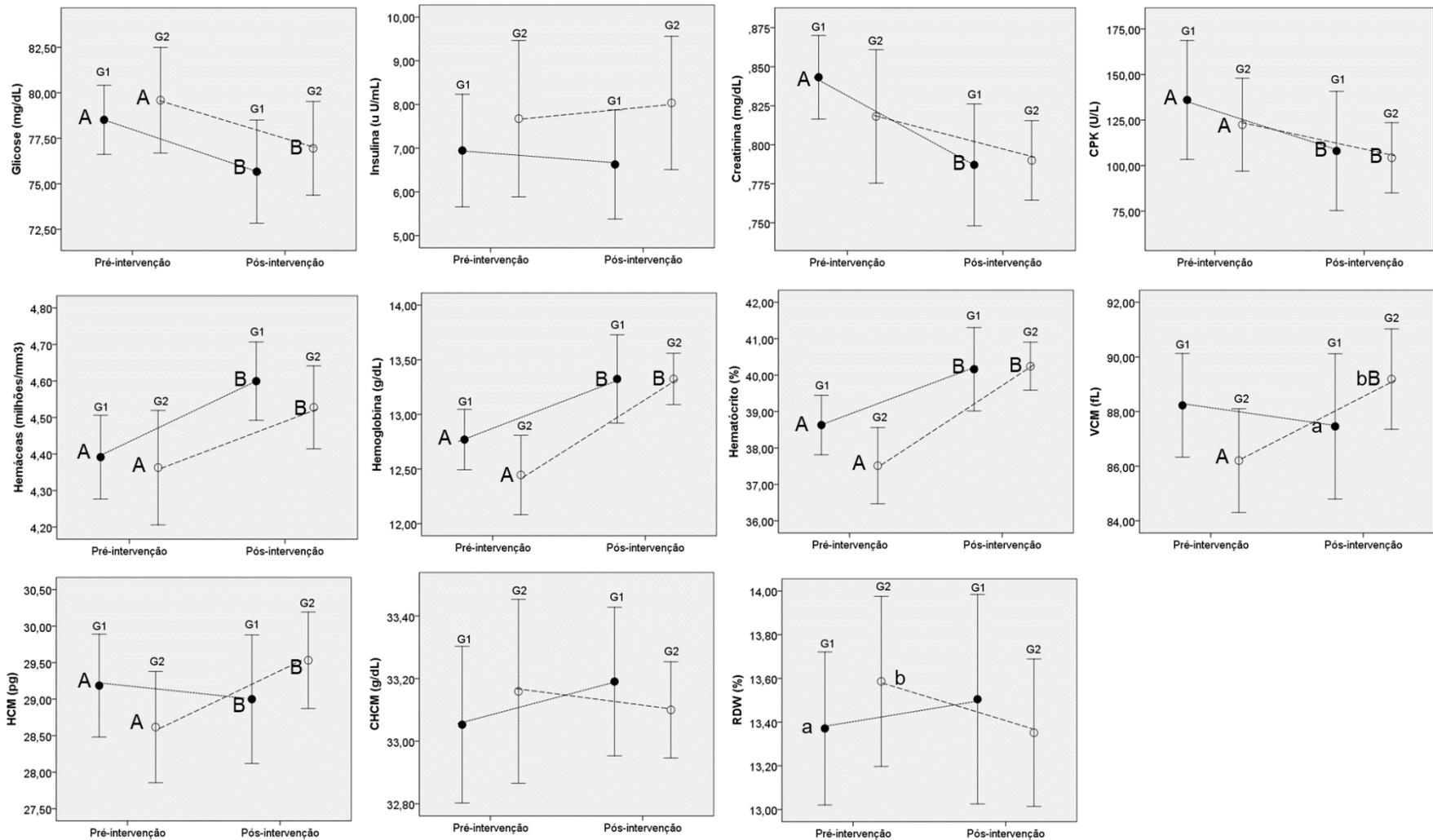


Figura 2: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos parâmetros Hematológicos. Legenda: CPK= Creatinofosfoquinase; VCM = Volume Corpuscular Médio; HCM = Hemoglobina Corpuscular Média; CHCM = Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média; RDW = *Red Cell Distribution Width*. Comparações ao longo do tempo avaliadas pela técnica de Equações de Estimações Generalizadas (GEE). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas médias dos grupos no mesmo tempo. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos no mesmo grupo. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

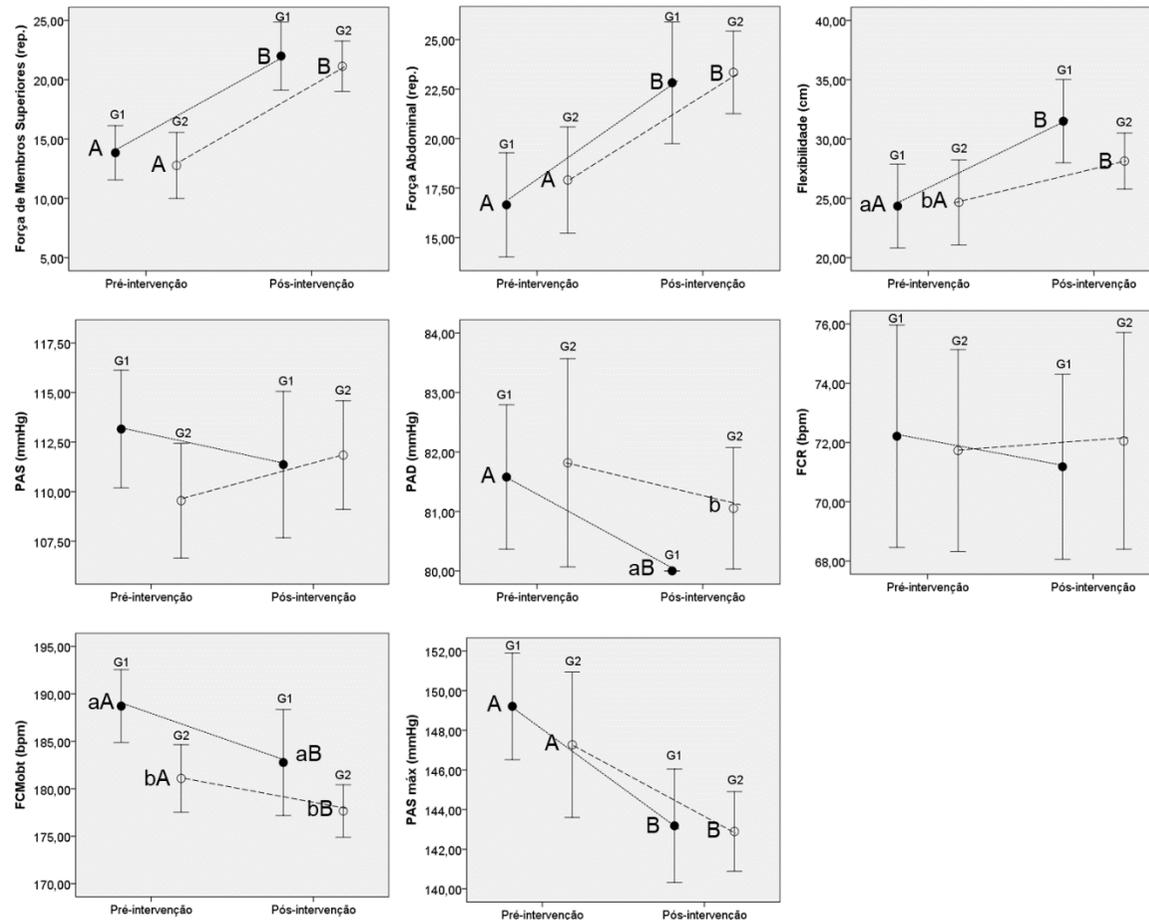


Figura 3: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos parâmetros Físicos e Hemodinâmicos

Legenda: rep=número de repetições; VO₂= Volume de Oxigênio Máximo; PAS= Pressão Arterial Sistólica; PAD= Pressão Arterial Diastólica; FCR= Frequência Cardíaca de Repouso; FCMobt = Frequência Cardíaca Máxima obtida; PAS máx – Pressão Arterial Sistólica máxima obtida. Comparações ao longo do tempo avaliadas pela técnica de Equações de Estimações Generalizadas (GEE). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas médias dos grupos no mesmo tempo. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos no mesmo grupo. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

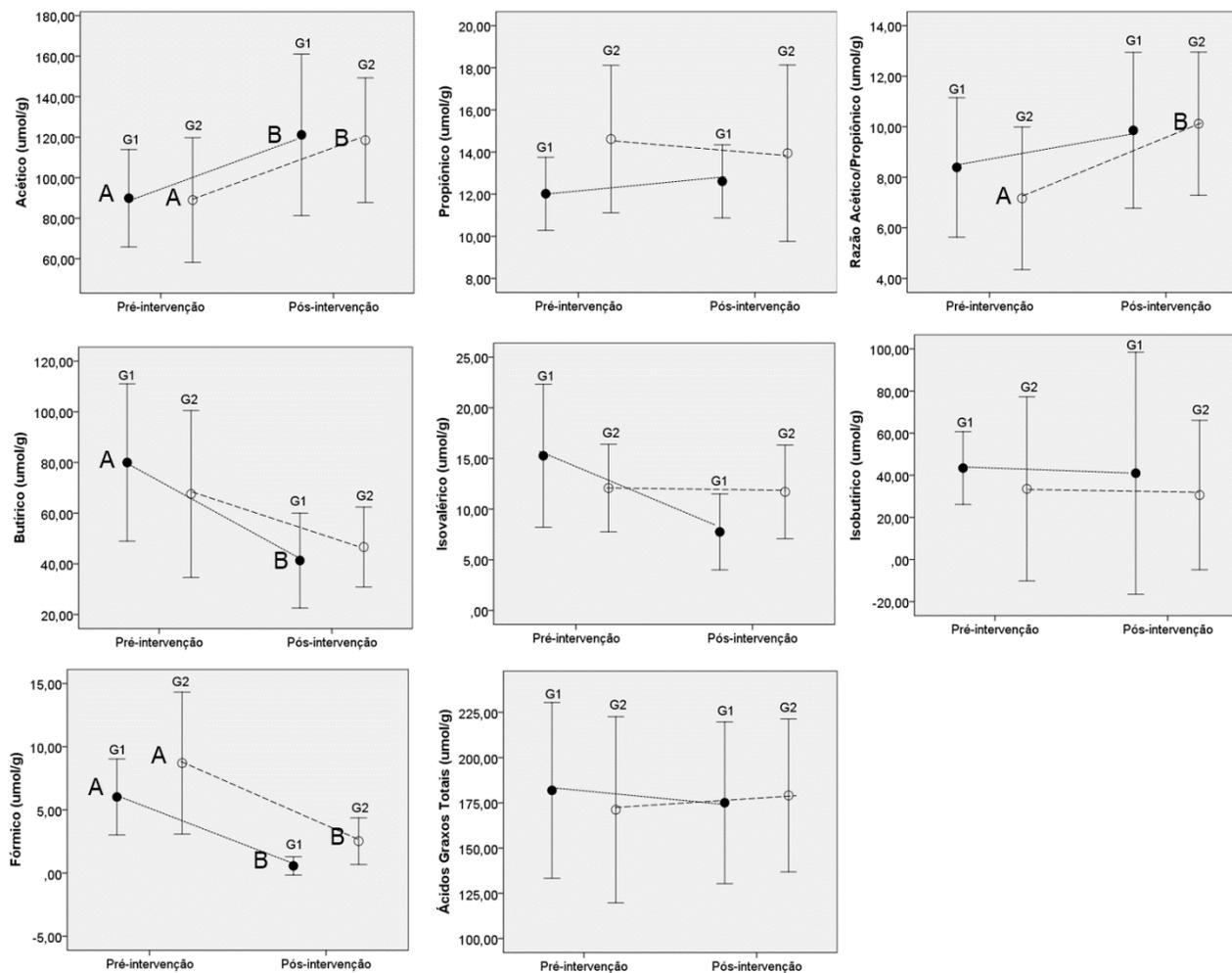


Figura 4: Médias e limites superiores e inferiores (IC95%) dos testes realizados pelos grupos nas avaliações inicial e final dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta. Legenda: Ácidos Graxos Totais = Soma de todos os Ácidos Graxos de Cadeia Curta. Comparações ao longo do tempo avaliadas pela técnica de Equações de Estimativas Generalizadas (GEE). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa nas médias dos grupos no mesmo tempo. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tempos no mesmo grupo. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

6. LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DO ESTUDO

Neste estudo tem-se como limitações:

- Inexistência de grupo controle, sem exercício físico, mas adotou-se como grupo de comparação as voluntárias eutróficas, classificadas pelo Índice de Massa Corporal e percentual de gordura.
- A proporção desigual de indivíduos em cada grupo devido a desistência de algumas voluntárias após realizadas todas as avaliações e no decorrer do estudo;
- A impossibilidade de utilização de medidas diretas de avaliação do nível de atividade física, por exemplo, o acelerômetro.

Entretanto tem-se como potencialidades:

- A criação e implementação de um protocolo de treinamento, com exercício físico, que contemple as recomendações da OMS e ACSM. Ademais, um programa de exercícios coletivos, realizados com no mínimo 10 e no máximo 15 pessoas, o que se torna fator motivacional para aderência a prática;
- Avaliar a influência do exercício combinado (aeróbico e resistido) em diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão, pois a maioria dos estudos avaliam isoladamente ou combinados em indivíduos obesos, diabéticos, hipertensos, mulheres no climatério, idosos, por exemplo.
- Avaliar jovens universitárias saudáveis e identificar as respostas nos ácidos graxos de cadeia curta, citocinas e possíveis associações com doenças cardiovasculares. É o primeiro estudo longitudinal a identificar apresentar efeitos do exercício no ácido acético e fórmico.
- Identificar a interação dos níveis de aptidão nas alterações antropométricas, de composição corporal, marcadores inflamatórios, indicadores metabólicos e risco coronariano.

7. PERSPECTIVAS DA CONTINUIDADE DO ESTUDO

Tem-se como proposta de avaliação do efeito do exercício físico sobre a microbiota intestinal, proposta inicial, que não foi possível realizá-la devido a inexistência de recursos financeiros para custear as análises. As fezes encontram-se armazenadas a -80°C.

Ademais, é possível investigar a longo prazo o efeito do protocolo de exercício criado e implementado em universitárias, com objetivo de validação.

8. CONCLUSÃO GERAL

Concluiu-se, com este estudo que o programa de exercício físico combinado, realizado três vezes por semana, por 8 semanas, em situações próximas as “reais” dos ambientes de prática de exercício, pode ser uma conduta positiva para mudanças na saúde física e metabólica de jovens mulheres. O treinamento físico foi eficaz na melhoria dos fatores de risco para doenças cardiometabólicas, decorrentes da inatividade, tais como parâmetros comportamentais, hemodinâmicos, sanguíneos, inflamatórios, antropométricos e de composição corporal, de atividade física, de aptidão física e de AGCC.

Identificou-se que indicadores de adiposidade são uma estratégia viável à prática clínica para sinalizar possíveis desordens cardiometabólicas, especialmente o TNF α . Esta interleucina correlacionou-se positivamente com o índice de conicidade, a relação cintura-quadril e o índice de massa gorda, independentemente da idade e obesidade familiar.

Observou-se que após um treinamento físico combinado, os perfis nutricionais e níveis de aptidão física, no baseline, influenciam em maiores reduções nos fatores risco cardiometabólico, especialmente em indivíduos com obesidade metabólica. Já indivíduos com baixos níveis de aptidão física, maiores valores de massa de gordura e capacidade cardiorrespiratória ruim, se associaram a maiores perdas após o programa de intervenção, o que representou fator de proteção para doenças.

Quanto aos AGCC, foi identificado aumento no ácido acético e decréscimo no ácido Fórmico e Butírico. Trata-se do primeiro estudo a apresentar efeitos do exercício físico no ácido acético e fórmico, em um desenho longitudinal, em jovens em idade universitária.

Sugere-se que estudos futuros contemplem um período maior de intervenção e verifiquem se os resultados se mantem. Em suma, programas de intervenção de exercício desta natureza são viáveis para implementação em ambientes universitários a fim de aumentar a aderência dos estudantes e reduzir os fatores de risco para DCNT. Acredita-se, que a descrição metodológica do treinamento realizado poderá ajudar na orientação dos profissionais em ações de promoção da saúde e elaboração de políticas públicas, envolvendo o exercício físico.

9. FINANCIAMENTO

O projeto foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 445276/2014-2) para realização dos exames bioquímicos e análise de citocinas, e compra de materiais de consumo necessários para realização da intervenção e análises em laboratório.

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

10. ANEXOS

Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE METABÓLICO, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, ADIPOCINAS E MICROBIOTA INTESTINAL”. Nesta pesquisa pretendemos “Investigar o efeito do exercício físico no controle metabólico, marcadores inflamatórios, adipocinas e microbiota intestinal de estudantes universitários”.

O motivo que nos leva a estudar é devido a estudos indicarem que algumas doenças metabólicas (por exemplo, diabetes, sobrepeso, obesidade) são induzidas pela microbiota intestinal, devido a diversos fatores, por exemplo, dietas ricas em gorduras; e o exercício físico pode ser um mecanismo de prevenção. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos:

1. Preenchimento de anamnese e questionários de histórico familiar, nível de atividade física, risco de diabetes, motivação para prática de exercícios de musculação (tempo de duração previsto 30 minutos).
2. Agendamento para realização das avaliações antropométricas na Divisão de Saúde da UFV, setor de Nutrição, onde serão realizadas:
 - a. Medidas antropométricas (peso, estatura, perímetros corporais e dobras cutâneas)
 - b. Avaliação da composição corporal por meio da bioimpedância tetrapolar In Body 230
3. Agendamento para realização das avaliações de aptidão física
 - a. Teste de flexibilidade
 - b. Teste de abdominal
 - c. Teste de flexão de braços
 - d. Teste submáximo de avaliação da capacidade aeróbica
4. Agendamento para realização do teste de carga para apresentação do programa de exercício, adaptação e verificação da carga.
5. Realização dos exercícios físicos.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem na possibilidade de aparecimentos de sintomas como cansaço, falta de ar, elevada frequência cardíaca, sudorese, durante a prática ou ao final desta, recuperando facilmente este quadro, sendo mínimas as probabilidades de ocorrerem condições de difícil controle clínico. Cabe ressaltar, que não haverá nenhum procedimento agressivo, que cause danos físicos, ou ingestão de quaisquer medicamentos.

A pesquisa contribuirá para o voluntário, na medida em que poderá ampliar seus conhecimentos sobre sua saúde, predisposição a fatores de risco, orientações sobre hábitos de atividade física e de alimentação. Além disto, poderá contribuir, sobremaneira, para a instituição, em que estes estudantes estão vinculados, na elaboração de projetos/programas de incentivo à prática de exercício físico e alimentação saudável.

Para participar deste estudo o Sr. (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr. (a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr. (a) tem

garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O (A) Sr. (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Departamento de Nutrição e Saúde, da Universidade Federal de Viçosa, no Laboratório de Avaliação Nutricional, Campus Universitário e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE METABÓLICO, MARCADORES INFLAMATÓRIOS, ADIPOCINAS E MICROBIOTA INTESTINAL”. de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Viçosa, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Líder do projeto:

Profa. Sílvia Eloiza Priore,
Endereço:
Telefone: (31) 3899-1266,
E-mail: sepriore@ufv.br

Doutoranda:

Deyliane Aparecida de Almeida Pereira
Endereço: Rua Tenente Kummel, 97, apto 103, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
Telefone: (31) 98839-2711,
E-mail: deyliane.pereira@gmail.com

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31)3899-2492
E-mail: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Anexo 2 – Aprovação Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do exercício físico no controle metabólico, marcadores inflamatórios, adipocinas e microbiota intestinal

Pesquisador: Sílvia Eloiza Priore

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 53452916.3.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Nutrição e Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.447.278

Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Grande Área 4. Ciências da Saúde. Conforme resumo apresentado no formulário on line: O projeto possui apresentação clara e fundamentada acerca do fenômeno a ser investigado.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos (primário e secundário) apresentados no presente projeto de pesquisa demonstram coerência com o fenômeno a ser investigado, bem como relação com as demais sessões que compõem a projeto como hipótese e procedimentos metodológicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são descritos com muita precisão e refletem com muita coerência exatamente as alterações fisiológicas que certamente irão ocorrer com os sujeitos da pesquisa no momento da realização dos exercícios físicos. Tratam-se de alterações, vistas como risco comum à prática de qualquer exercício físico como sudorese, cansaço e aumento da frequência cardíaca. Como foi

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 1.447.278

muito bem informado, não haverá nenhum procedimento agressivo, que cause danos físicos, ou ingestão de quaisquer medicamentos.

Na mesma direção, foram descritos os reais benefícios que a presente investigação poderá proporcionar não somente os sujeitos da pesquisa como para a comunidade acadêmica na referida área.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de pesquisa extremamente consistente e que aponta consideráveis contribuições para o campo da Educação Física e nutrição.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE e demais termos encontram-se inseridos como anexos no projeto. A análise dos mesmos comprovou coerência com a pesquisa proposta e informações necessárias para uma boa apresentação sobre a pesquisa aos sujeitos que irão compor o grupo amostral.

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos.

Projeto analisado durante a 1ª reunião de 2016, realizada no dia 08 de março de 2016.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	20/02/2016		Aceito

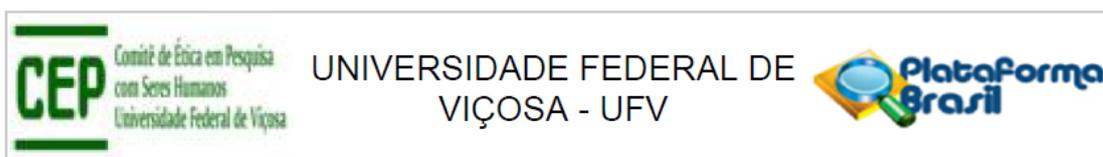
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 1.447.278

Básicas do Projeto	ETO_665601.pdf	01:08:04		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COMITE_2.pdf	20/02/2016 01:02:21	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	ANEXO_17_PRESSAO_ARTERIAL.pdf	20/02/2016 00:34:44	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	ANEXO_16_QUALIDADE_VIDA.pdf	19/02/2016 23:17:46	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	ANEXO_15_SILHUETA.pdf	19/02/2016 23:16:48	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	ANEXO_5_AFHABITUAL.pdf	19/02/2016 23:15:03	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	ANEXO_14_PEDOMETRO.pdf	19/02/2016 23:12:03	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_13_Ficha_TREINO.pdf	19/02/2016 23:10:56	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_12_PRESENCIA.pdf	19/02/2016 23:08:57	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_11_IPE.pdf	19/02/2016 23:05:46	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_10_FICHA_AVA_LAPEH.pdf	19/02/2016 23:03:52	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_9_PROTOCOLO_LAPEH.pdf	19/02/2016 23:02:15	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_8_MOTIVACAO.pdf	19/02/2016 23:00:06	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_7_DIABETES.pdf	19/02/2016 22:53:14	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_6_FICHA_AVA_FISICA.pdf	19/02/2016 22:51:59	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_4_Anamnese.pdf	19/02/2016 22:41:27	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_3_ESQUEMA_EXERCICIOS.pdf	19/02/2016 22:40:22	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Outros	Anexo_1_QFCA.pdf	19/02/2016 22:29:48	Silvia Eloiza Priore	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ANEXO_2_TCLE.pdf	19/02/2016 22:14:33	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LAPEH_BOUZAS.pdf	19/02/2016 21:58:10	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LAB_LOBATO.pdf	19/02/2016 21:57:08	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Declaração de	LAB_CARMINHA.pdf	19/02/2016	Silvia Eloiza Priore	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 1.447.278

Instituição e Infraestrutura	LAB_CARMINHA.pdf	21:55:41	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DSA.pdf	19/02/2016 21:54:51	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	19/02/2016 21:53:16	Silvia Eloiza Priore	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	19/02/2016 00:10:41	Silvia Eloiza Priore	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 11 de Março de 2016

Assinado por:
HELEN HERMANA MIRANDA HERMSDORFF
 (Coordenador)

Anexo 3 – Controle de presença



Universidade Federal de Viçosa
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Nutrição e Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



CONTROLE DE FREQUÊNCIA														
MÊS:												HORÁRIO	TURMA	
PROFESSOR												LOCAL:		
	NOME											DIAS		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														

Anexo 4 - Ficha de musculação



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



FICHA DE MUSCULAÇÃO

DATA DO TESTE DE CARGA ____/____/____

Nome: _____ TURMA: _____

ALONGAMENTO: _____

AQUECIMENTO: _____

N	EXERCÍCIO	SÉRIE	REPETIÇÕES	PESO
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				

OBSERVAÇÕES:

Anexo 5 – Anamnese



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



DADOS DEMOGRÁFICOS

Nome Completo: _____ Matrícula UFV: _____
 Data de nascimento ____/____/____ Idade: _____ Sexo: (1) M (2) F
 Etnia: (1) Branco (2) Negro (3) Pardo (4) Índio (5) Amarelo (6) Outro
 E-mail _____ Telefone: _____ WhatsApp: _____

Mora no alojamento da UFV? (1) Sim (2) Não

Bolsista de algum Programa de Assistência Estudantil da UFV? (1) Sim (2) Não
 Se sim, qual? _____

Endereço em Viçosa: _____

Curso na UFV: _____

Possui alguma deficiência: (1) Sim (2) Não

Cidade de origem: _____ Renda Familiar: _____

Último exame periódico de saúde: (1) Até 6 meses (2) de 6 meses a 1 ano (3) Mais de 1 ano

INFORMAÇÕES SOBRE ATIVIDADE FÍSICA PRATICADA

- Faz outra atividade física, além de participar da pesquisa?
 [1] sim [2] não
- Você está normalmente inscrito num programa de exercícios? [1] sim [2] não
 Se sim, Qual? _____ Quantas vezes por semana? [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]

Qual o tempo normalmente gasto?	Qual o tipo de intensidade habitualmente feita?
[1] < 30 minutos	[1] Pouco intenso
[2] entre 30 e 45 minutos	[2] Média intensidade
[3] entre 45 e 60 minutos	[3] Intenso
[4] entre 1 e 2 horas	[4] Muito intenso
[5] mais de 2 horas	[5] Intercalando intensidades
- Você habitualmente anda ou corre regularmente 1.6 Km ou mais continuamente?
 Qual seu tempo médio por quilômetro? _____
 Quantas vezes por semana? [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]

Qual o tempo normalmente gasto?	Qual o tipo de intensidade habitualmente feita?
[1] < 15 minutos	[1] Pouco intenso
[2] entre 15 e 20 minutos	[2] Média intensidade
[3] entre 20 e 25 minutos	[3] Intenso
[4] entre 25 minutos	[4] Muito intenso
[5] mais de 2 horas	[5] Intercalando intensidades
- Participa frequentemente de esportes competitivos? [1] sim [2] não
 Se sim, Quais as modalidades? _____

Durante quanto tempo (meses)? ____ Quantas vezes por semana? [1] [2] [3] [4] [5]
[6] [7]

Qual o tempo normalmente gasto?

- [1] < 30 minutos
- [2] entre 30 e 45 minutos
- [3] entre 45 e 60 minutos
- [4] entre 1 e 2 horas
- [5] mais de 2 horas

Qual o tipo de intensidade habitualmente feita?

- [1] Pouco intenso
- [2] Média intensidade
- [3] Intenso
- [4] Muito intenso
- [5] Intercalando intensidades

5. Participa frequentemente de esportes com características de lazer? [1] sim [2] não

Se sim, Quais as modalidades? _____

Durante quanto tempo (meses)? ____ Quantas vezes por semana? [1] [2] [3] [4] [5]
[6] [7]

Qual o tempo normalmente gasto?

- [1] < 30 minutos
- [2] entre 30 e 45 minutos
- [3] entre 45 e 60 minutos
- [4] entre 1 e 2 horas
- [5] mais de 2 horas

Qual o tipo de intensidade habitualmente feita?

- [1] Pouco intenso
- [2] Média intensidade
- [3] Intenso
- [4] Muito intenso
- [5] Intercalando intensidades

6. Você já frequentou alguma atividade em academia anteriormente? [1] sim [2] não

Se sim, Quais as modalidades? _____

Durante quanto tempo (meses)? ____ Quantas vezes por semana? [1] [2] [3] [4] [5]
[6] [7]

Qual o tempo normalmente gasto?

- [1] < 30 minutos
- [2] entre 30 e 45 minutos
- [3] entre 45 e 60 minutos
- [4] entre 1 e 2 horas
- [5] mais de 2 horas

Qual o tipo de intensidade habitualmente feita?

- [1] Pouco intenso
- [2] Média intensidade
- [3] Intenso
- [4] Muito intenso
- [5] Intercalando intensidades

7. Você pratica atividade física? [1] sim [2] não Se sim, Há quanto tempo (meses):

8. Quais são as atividades físicas gosta de fazer?

	Habitualmente faz	Não gosta de praticar	Gosta de praticar	Gosta de experimentar
Caminhada				
Bicicleta Estacionária				
Ciclismo – Mountain Bike				
Remo				
Ginástica				
Lutas				
Futebol				
Tênis				
Yoga				
Trote				
Corrida				
Natação				
Hidroginástica				
Musculação				
Dança				
Basquetebol				

Squash				
Outros				

9. Qual horário você prefere fazer exercício físico?

- [1] Bem no início da manhã
 [2] No meio na manhã
 [3] No final da manhã
 [4] No horário do almoço
 [5] No início da tarde
 [6] No final da tarde
 [7] Durante a noite

INFORMAÇÕES SOBRE DIETA

O que você considera um bom peso para você? _____Kg Estatura auto-referida _____
 10. Qual o número máximo de peso que você já pesou? (inclusive em período gestacional)
 _____Kg

Com que idade? _____ Peso Atual: _____

11. Número de refeições que você faz por dia: _____

12. Normalmente você faz as seguintes refeições:

- [1] Café da Manhã [2] Lanche no meio da Manhã [3]
 Almoço
 [4] Lanche no meio da Tarde [5] Jantar ou lanche noturno [6] Ceia

13. Você considera sua alimentação:

- [1] Adequada [2] Inadequada [3] Poderia ser melhorada

14. Média do número de ovos que você come por semana: _____

15. Número de vezes por semana, que você comumente come:

Frituras: _____ Sobremesa: _____ Peixe: _____ Aves: _____ Carne de Porco: _____ Carne
 de Boi: _____

16. Número de porções (xícaras, copos) que você normalmente consome por dia:

Leite: _____ Café: _____ Sucos: _____ Chá: _____ Refrigerantes: _____ Vitaminas:

17. Você consome bebida alcoólica?

- [1] sim [2] não Qual o tipo? _____ Com que frequência por semana? _____

18. Faz acompanhamento nutricional?

- [1] sim [2] Não [3] Pretende fazer

19. Relacione qualquer suplemento dietético, que você já tomou ou está tomando agora:

AUTO PERCEPÇÃO

	Ruim	Regular	Bom	Excelente
20. Como você avalia sua Qualidade de vida?	1	2	3	4
21. Como você avalia seu Condicionamento físico?	1	2	3	4
22. Como você avalia sua aparência física?	1	2	3	4
23. Como você avalia o seu Humor?	1	2	3	4

SONO

24. Quantas horas você dorme em média por noite? _____ Dorme às: _____ Acorda às:

25. Fica sonolento durante o dia? (1) Sim (2) Não (3) Às vezes

26. Ao levantar se sente descansado? (1) Sim (2) Não (3) Às vezes

27. Qualidade do sono? (1) Ruim (2) Regular (3) Bom (4) Excelente

ANTECEDENTES MÓBIDOS - Você já teve alguma vez?

[A] ataque cardíaco	[J] sopro cardíaco
[B] arteriosclerose	[K] artrites nas pernas

[C] tonteira ou desmaio	[L] acidente cerebral
[D] anemia	[M] pneumonia
[E] algum problema nervoso ou emocional	[N] anomalias radiográficas no tórax
[F] febre reumática	[O] luxações
[G] veias varicosas	[P] bronquite
[H] epilepsia	[Q] asma
[I] problemas de tireoide	

PAR Q* - Physical Activity Readiness Questionnaire

Por favor, assinale "sim" ou "não" as seguintes perguntas:

Sim	Não	Perguntas
1	2	O seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta um problema cardíaco e que somente deveria realizar a atividade física recomendada por um médico?
1	2	Você apresenta dor em seu tórax ao realizar atividade física?
1	2	No mês passado você teve dor torácica quando não estava realizando atividade física?
1	2	Você perde o equilíbrio em virtude de vertigem ou já perdeu a consciência?
1	2	Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade?
1	2	Atualmente seu médico está prescrevendo medicamentos (ex., pílulas diuréticas) para sua pressão arterial ou condição cardíaca?
1	2	Você tem conhecimento de qualquer outra razão pela qual não deveria realizar atividade física?

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

ANAMNESE SOBRE A ATIVIDADE FÍSICA

Responda as atividades físicas que executa semanalmente:

1- Atividades Leves (mínimo 10 minutos/dia)

Quantos dias por semana? _____ Quantos minutos por dia? _____

Obs: atividades de baixa intensidade, lentamente progressivas no esforço e recreativa: caminhada, dança, natação iniciante, hidroginástica, yoga, tai-chi-chuan e todas modalidades de iniciação.

2 - Atividades Moderadas (mínimo 10 minutos/dia)

Quantos dias por semana? _____ Quantos minutos por dia? _____

Obs. Atividades que exijam um condicionamento mínimo basal e podem variar de intensidade leve a moderada conforme a evolução do indivíduo (corrida, natação e ciclismo não competitivos, jogos regularmente praticados de modo não competitivo: vôlei, futebol, basquete e tênis, lutas, capoeira, etc.

3- Atividades Vigorosas (mínimo 10 minutos/dia)

Quantos dias por semana? _____ Quantos minutos por dia? _____

Obs: Atividades que exigem um bom condicionamento basal e visam elevar o limite para esforços intensivos e/ou duradouros: todos os esportes competitivos: natação aprimoramento e treinamento, triatlão e condicionamento físico.

4 - Responda quanto tempo permanece sentado.

Quantos minutos por dia na semana? _____

Quantos minutos por dia no fim de semana? _____

Obs. Quanto tempo você permanece sentado por dia, no trabalho, na escola na faculdade, em casa e durante o seu tempo livre. Isso inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV, Não inclua o tempo gasto durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

Comentários:

ANAMNESE HISTÓRICO MÉDICO FAMILIAR

Doenças na família: Algum de seus parentes consanguíneos teve alguma das seguintes doenças? (excluindo primos, parentes pelo casamento e por afinidade)

Doenças crônicas	Avó		Avô		Mãe	Pai	Tio	
	Materna	Paterna	Materno	Paterno			Materno	Paterno
[A] ataque cardíaco abaixo de 50 anos								
[B] doença cardíaca congestiva								
[C] leucemia ou câncer (abaixo dos 60 anos)								
[D] asma								
[E] pressão alta								
[] acidente cerebral abaixo de 50 anos								
[G] operações cardíacas								
[H] glaucoma								
[I] obesidade (20 kg ou mais acima do peso)								
[J] colesterol elevado								
[K] diabetes								

ANAMNESE - RISCO CORONARIANO (9)

Hereditariedade: Assinale a opção que corresponde a existência de algum dos comprometimentos abaixo na família	Tabagismo: Você é:	Exercício: Você no trabalho e lazer faz
A. Nenhuma história conhecida de cardiopatia B. 1 parente com doença cardiovascular e mais de 60 anos C. 2 parentes com doença cardiovascular e mais de 60 anos D. 1 parente com doença cardiovascular e menos de 60 anos E. 2 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos F. 3 parentes com doença cardiovascular e menos de 60 anos	A. Não usuário B. Charuto ou cachimbo C. 10 cigarros ou menos por dia D. 20 cigarros por dia E. 30 cigarros por dia F. 40 cigarros por dia	A. Esforço profissional e recreacional intenso B. Esforço profissional e recreacional moderado C. Trabalho sedentário e esforço recreacional intenso D. Trabalho sedentário e esforço recreacional moderado E. Trabalho sedentário e esforço recreacional ligeiro F. Ausência completa de qualquer exercício

ANAMNESE OU HISTÓRICO ATUAL

- 1) Data do último exame físico completo ____/____/____
- 2) Data do último eletrocardiograma: ____/____/____
- 3) Teste de esforço ____/____/____
- 4) Relacione qualquer outro exame médico ou diagnóstico feito por você nos últimos dois anos _____

*Marque a resposta com um (X) a coluna sim ou não de acordo com a pergunta.

NDA	Sim	Não	Pergunta	Complemento
0	1	2	1. Você fuma?	Há quanto tempo? _____ Quantos por dia? _____
0	1	2	2. Você tem problema de pressão arterial?	Há quanto tempo? _____ Alta ou Baixa? _____
0	1	2	3. Você tem problema de colesterol?	Há quanto tempo? _____ Faz controle? _____
0	1	2	4. Você é diabético?	Há quanto tempo? _____ Faz controle? _____ Qual? _____
0	1	2	5. Você alguma vez sentiu dor no coração ou no peito?	
0	1	2	6. Alguma vez você já sentiu seu coração falhar?	
0	1	2	7. Seus tornozelos ficam frequentemente inchados?	
0	1	2	8. Seus pés e mão ficam gelados e trêmulos, mesmo em tempo de calor?	
0	1	2	9. Você sofre de câimbra nas pernas?	
0	1	2	10. Você já ficou com falta de ar sem qualquer razão?	
0	1	2	11. Alguma vez um médico lhe disse que você tem algum comprometimento cardíaco, ou alteração no EGC?	
0	1	2	12. Já teve tosse matinal?	Com que frequência? _____
0	1	2	13. Você se considera uma pessoa	(1) calma (2) agitada (3) competitiva (4) meio-termo
0	1	2	14. Já teve problema de depressão?	Há quanto tempo? _____ Faz controle? _____ Medicamento? _____
0	1	2	15. Faz uso de algum medicamento?	Qual? _____ Qual o motivo? _____ Há quanto tempo? _____
0	1	2	16. Sente dor de cabeça ou enxaqueca frequente?	Há quanto tempo? _____ Faz controle? _____
0	1	2	17. Já fez alguma cirurgia?	Qual? _____ Há quanto tempo? _____
0	1	2	18. Você já teve problemas com calor?	
0	1	2	19. Você tem algum pino, placa, parafuso, ou qualquer objeto de metal em seu corpo?	
0	1	2	20. Já fraturou alguma coisa?	Há quanto tempo? _____ Qual parte do corpo? _____
0	1	2	21. Sente alguma dor?	Onde? _____ Há quanto tempo? _____
0	1	2	22. Sente fadiga crescente?	Há quanto tempo? _____
0	1	2	23. Sente distúrbios de sono?	Há quanto tempo? _____ Faz uso de algum medicamento? _____ Qual? _____

0	1	2	24.	Sente irritabilidade crescente?	Há quanto tempo? _____
0	1	2	25.	Suas articulações são doloridas ou inchadas?	Há quanto tempo? ____ Faz uso de algum medicamento? ____ Qual? _____
0	1	2	26.	Sofre de problemas renais, tais como, expulsão de cálculos, rins policísticos?	Há quanto tempo? _____ Faz uso de algum medicamento? _____ Qual? _____
0	1	2	27.	Quaisquer problemas de estômago?	Há quanto tempo? ____ Faz uso de algum medicamento? ____ Qual? _____
0	1	2	28.	Quaisquer problemas de intestinos?	Há quanto tempo? ____ Faz uso de algum medicamento? ____ Qual? _____
0	1	2	29.	Qualquer problema de visão?	Há quanto tempo? _____ Qual? _____
0	1	2	30.	Qualquer problema de audição?	Há quanto tempo? _____ Qual? _____
0	1	2	31.	Glaucoma ou pressão nos olhos?	Há quanto tempo? _____ Qual? _____
0	1	2	32.	É alérgico a alguma coisa?	Á que? _____ Há quanto tempo? _____ Tem diagnóstico? _____
0	1	2	33.	Apresenta problemas de varizes?	Há quanto tempo? _____ Localização: _____
0	1	2	34.	Sua atividade de trabalho é:	(1) leve (2) moderada (3) intensa
0	1	2	35.	Você se considera submetido a estresse frequentes?	
0	1	2	36.	Doenças de próstata	Há quanto tempo? _____
0	1	2	37.	Você é consumidor de alguma droga ilícita?	Qual? _____ Frequência? _____
0	1	2	38.	Teve filho (s)?	() normal () cesariana Idade último filho? _____ Quantos filhos? _____
0	1	2	39.	Sua menstruação é regular?	
0	1	2	40.	Você faz uso de anticoncepcional?	Qual? _____
0	1	2	41.	Possui algum problema ósseo ou articular?	

Comentários:

Anexo 6 – Questionário de Atividade Física Habitual



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



Questionário de Atividade Física Habitual

NOME COMPLETO: _____

1) Qual a sua ocupação principal? _____

2) No trabalho/estudo, eu fico sentado:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

3) No trabalho/estudo, eu fico em pé:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

4) No trabalho/estudo, eu ando:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

5) No trabalho/estudo, eu levanto objetos pesados:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente
 () Sempre () Muito frequentemente

6) Depois do trabalho/estudo, eu me sinto cansado:

() Muito frequentemente () Frequentemente () Às vezes () Raramente ()
 Nunca

7) No trabalho/estudo, eu transpiro:

() Muito frequentemente () Frequentemente () Às vezes () Raramente ()
 Nunca

8) Em comparação com o trabalho/estudo de outras pessoas da minha idade, o meu trabalho é fisicamente:

() Muito mais pesado () Mais pesado () Igualmente pesado
 () Mais leve () Muito mais leve

9) Você pratica exercício físico? () Sim () Não

Se sim:

Qual exercício você pratica mais frequentemente? _____

Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____

Quantos meses por ano? _____

Se você pratica um segundo exercício físico:

Qual exercício? _____

Quantas horas por semana você pratica este exercício? _____

Quantos meses por ano? _____

10) Em comparação com outras pessoas da minha idade, minha atividade física durante os momentos de lazer é:

() Muito maior () Maior () Igual () Menor () Muito menor

11) Durante os momentos de lazer, eu transpiro:

() Muito frequentemente () Frequentemente () Às vezes () Raramente () Nunca

12) Durante os momentos de lazer, eu pratico exercícios físicos:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

13) Durante os momentos de lazer, eu assisto à televisão:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

14) Durante os momentos de lazer, eu ando:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre

15) Durante os momentos de lazer, eu ando de bicicleta:

() Nunca () Raramente () Às vezes () Frequentemente () Sempre () Muito frequentemente

16) Quantos minutos você caminha e/ou anda de bicicleta por dia para ir ou voltar do trabalho, escola e shopping? _____

TABELA DE PONTUACAO

Item	Pontuação
1	1----- 3 -----5*
2	1---2---3---4---5
3	1---2---3---4---5
4	1---2---3---4---5
5	1---2---3---4---5
6	5---4---3---2---1
7	5---4---3---2---1
8	5---4---3---2---1
9	I9 (ver abaixo)**
10	5---4---3---2---1
11	5---4---3---2---1
12	1---2---3---4---5
13	1---2---3---4---5
14	1---2---3---4---5
15	1---2---3---4---5
16	1---2---3---4---5

CALCULO DAS SUBESCALAS

Índice de trabalho: $[I1 + (6 - I2) + I3 + I4 + I5 + I6 + I7 + I8] / 8$

Índice de esportes: $[I9 + I10 + I11 + I12] / 4$

Índice de lazer: $[(6 - I13) + I14 + I15 + I16] / 4$

* Item 1: Pontuação 1, 3 ou 5 será atribuída de acordo com a intensidade da atividade física.

** Item 9: Cada resposta será categorizada e receberá uma pontuação. Um número correspondente será atribuído em função da intensidade, tempo e proporção. O escore final variara entre 1 e 5 e será um número correspondente a soma de todos os subitens, como mostrado abaixo.

Você pratica exercício físico? () Sim () Não Indivíduos que não fazem esportes recebem pontuação 0.

Se sim:

Qual exercício você pratica mais frequentemente?		INTENSIDADE	0.76 1.26 1.76
Quantas horas por semana?	< 1 1/2 2/3 3/4- >4	TEMPO	0.5 1.5 2.5 3.5 4.5
Quantos meses por ano?	< 1 1/3 4/6 7/9 > 9	PROPORÇÃO	0.04 0.17 0.42 0.67 0.92

Se você pratica um segundo exercício físico:			
Qual exercício?		INTENSIDADE	0.76 1.26 1.76
Quantas horas por semana?	< 1 1/2 2/3 3/4- >4	TEMPO	0.5 1.5 2.5 3.5 4.5
Quantos meses por ano?	< 1 1/3 4/6 7/9 > 9	PROPORÇÃO	0.04 0.17 0.42 0.67 0.92

Pontuação final item 9:

$$\Sigma (\text{intensidade} \times \text{tempo} \times \text{proporção}) = (0)-(0.01-<4)-(4-<8)-(8-<12)-(\geq 12)$$

$$\Sigma (\text{intensidade} \times \text{tempo} \times \text{proporção}) = 1---2---3---4---5$$

Anexo 7 - Questionário de Frequência Alimentar



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



QUESTIONÁRIO DE FREQUENCIA ALIMENTAR

Nome _____ Data: ____/____/____

Quais as refeições são realizadas por dia da semana?

Refeições	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Desjejum (café da manhã)							
Colação (lanche da manhã)							
Almoço							
Lanche da tarde							
Jantar							
Ceia							
Total de refeições							

Grupo de alimento	1x	2x	3x	4x	5x	6x	7x
Pães, Massas, Cereais e Tubérculos							
Angu							
Arroz							
Batata Baroa							
Batata Inglesa							
Biscoito Doce							
Biscoito Salgado							
Bolo							
Inhame							
Macarrão							
Mandioca							
Miojo							
Pão							
Hortaliças							
Abobrinha							
Alface							
Almeirão							
Beterraba							
Cebola							
Cenoura							
Chuchu							
Couve							
Couve-Flor							
Pimentão							
Quiabo							
Repolho							
Tomate							
Vagem							
Frutas							
Abacaxi							
Banana							
Goiaba							
Laranja							
Maçã							

Mamão							
Melancia							
Mexerica							
Pêra							
Leguminosas							
Feijão							
Outras (ervilha, soja, lentilha, grão de bico)							
Carnes, Embutidos e Ovos							
Carne bovina							
Carne de frango							
Carne suína							
Ovo							
Leite e Derivados							
logurte							
Leite							
Queijo							
Açúcares, doces e salgadinhos							
Bala							
Biscoito Salgado (tipo chips)							
Chiclete							
Chocolate							
Doce (leite, goiabada, paçoca)							
Picolé							
Pipoca							
Pirulito							
Refrigerante							
Sorvete							
Suco artificial (refresco)							
Biscoito recheado							
Oleos e gorduras							
Maionese							
Manteiga							
Margarina							
Azeite							
Salgados							
Coxinha, Pastel, Enroladinho, Cigarrete, Quibe							
Pão de queijo, Esfirra, Empada, Hamburguer Assado							
Sanduíche (hamburguer, misto quente, queijo quente)							
Condimentos							
Catchup							
Mostarda							
Outros							

Anexo 8 - Motivação para a Prática de Esportes e Exercícios Físicos



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



Motivação para a Prática de Esportes e Exercícios Físicos

NOME COMPLETO: _____ TURMA: _____

Nesta etapa do questionário, estamos interessados nas razões fundamentais dos jovens na decisão de praticar ou não musculação. Usando a escala abaixo, por favor, indique qual o nível mais verdadeiro para você. Relembramos que não há respostas certas ou erradas nem perguntas capciosas (pegadinhas). Queremos apenas saber como você se sente em relação à prática de musculação.

Responda as questões abaixo utilizando a seguinte escala:

0	1	2	3	4
Não é verdade para mim		Algumas vezes é verdade para mim		Muitas vezes é verdade para mim

1.	Faço musculação porque outras pessoas dizem que devo fazer	0	1	2	3	4
2.	Sinto-me culpado/a quando não faço musculação	0	1	2	3	4
3.	Dou valor aos benefícios/vantagens da musculação	0	1	2	3	4
4.	Faço musculação porque é uma prática divertida	0	1	2	3	4
5.	Não vejo por que devo fazer musculação	0	1	2	3	4
6.	Participo da musculação porque meus amigos/familiares dizem que devo fazer	0	1	2	3	4
7.	Sinto-me envergonhado/a quando falto a uma sessão de musculação	0	1	2	3	4
8.	É importante para mim fazer musculação regularmente	0	1	2	3	4
9.	Não entendo porque tenho de fazer musculação	0	1	2	3	4
10.	Gosto das minhas sessões de musculação	0	1	2	3	4
11.	Faço musculação porque os outros vão ficar insatisfeitos comigo se não fizer	0	1	2	3	4
12.	Não percebo o objetivo da musculação	0	1	2	3	4
13.	Sinto-me fracassado/a quando não faço musculação durante algum tempo	0	1	2	3	4
14.	Penso que é importante me esforçar para fazer musculação regularmente	0	1	2	3	4
15.	Acho a musculação uma atividade agradável	0	1	2	3	4
16.	Sinto-me pressionado/a pela minha família e amigos para fazer musculação	0	1	2	3	4
17.	Sinto-me ansioso/a quando não faço musculação regularmente	0	1	2	3	4
18.	Fico bem disposto e satisfeito quando pratico musculação	0	1	2	3	4
19.	Acho que a musculação é uma perda de tempo	0	1	2	3	4

Anexo 9 - Questionário de Avaliação do Risco de Diabetes Tipo 2



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



Questionário de Avaliação do Risco de Diabetes Tipo 2

NOME COMPLETO: _____ TURMA: _____

Circule a alternativa correta e somar seus pontos.

1. Idade

- 0 p. Menos de 45 anos
 2 p. 45–54 anos
 3 p. 55–64 anos
 4 p. Mais de 64 anos

2. Índice de massa corporal.

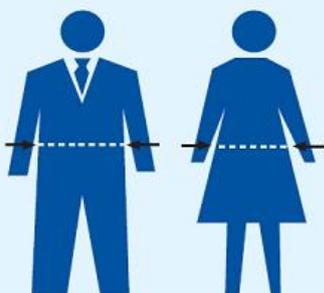
(Consulte o verso do questionário)

- 0 p. Menor que 25 kg/m²
 1 p. 25–30 kg/m²
 3 p. Maior que 30 kg/m²

3. Medida da circunferência da cintura.

(geralmente no nível do umbigo)

- | HOMEM | MULHER |
|-----------------------|-----------------|
| 0 p. Menor que 94 cm | Menor que 80 cm |
| 3 p. 94–102 cm | 80–88 cm |
| 4 p. Maior que 102 cm | Maior que 88 cm |



4. Você costuma ter diariamente pelo menos 30 minutos de atividade física no trabalho e ou durante o tempo de lazer (incluindo a diária normal)?

- 0 p. Yes
 2 p. No

5. Quantas vezes você come legumes, frutas ou vegetais?

- 0 p. Todos os dias
 1 p. Nem todos os dias

6. Alguma vez você já tomou regularmente medicação para pressão arterial elevada?

- 0 p. Não
 2 p. Sim

7. Você já teve glicemia sanguínea elevada (ex: em exame de saúde, durante uma doença ou gravidez)?

- 0 p. Não
 5 p. Sim

8. Tem algum membro imediato de sua família ou outro parente diagnosticado com diabetes (tipo 1 ou tipo 2)?

- 0 p. Não
 3 p. Sim: Avós, tias, tios ou primos

- 5 p. Sim: Pais, irmão, irmã ou filhos

Pontuação de Risco Total

O risco de desenvolver diabetes type 2 em 10 anos é:

- | | |
|--------------|--|
| Menor que 7 | Baixo: estimado 1 em 100 desenvolverá a doença |
| 7–11 | Ligeiramente elevado: estimado 1 em 25 desenvolverá a doença |
| 12–14 | Moderado: estimado 1 em 6 desenvolverá a doença |
| 15–20 | Alto: estimado 1 em 3 desenvolverá a doença |
| Maior que 20 | Muito alto: estimado 1 em 2 desenvolverá a doença |

Por favor, vire a página

Anexo 10 – Questionário de Qualidade de Vida -SF-36

Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida -SF-36 (Campolina *et al*, 2011)

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito		Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1		2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1		2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1		2	3
d) Subir vários lances de escada	1		2	3
e) Subir um lance de escada	1		2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1		2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1		2	3
h) Andar vários quarteirões	1		2	3
i) Andar um quarteirão	1		2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1		2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)? emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

Cálculo do Escore do SF36

Fase 1: Ponderação dos dados.

QUESTÃO	PONTUAÇÃO
01	Se a resposta for: 1- 5,0 2 - 4,4 3 - 3,4 4 - 2,0 5 - 1,0
02	Manter o mesmo valor
03	Soma de todos os valores
04	Soma de todos os valores
05	Soma de todos os valores
06	Se a resposta for: 1- 5 2 - 4 3 - 3 4 - 2 5 - 1
07	Se a resposta for: 1 - 6,0 2 - 5,4 3 - 4,2 4 - 3,1 5 - 2,2 6 - 1,0
08	A resposta da questão 8 depende da nota da questão 7 <ul style="list-style-type: none"> Se 7 =1 e se 8=1 o valor da questão é 6 Se 7=2 a 6 8=1 o valor da questão é 5 Se 7=2 a 6 8=2o valor da questão é 4 Se 7=2 a 6 8=3 o valor da questão é 3 Se 7=2 a 6 8=4 o valor da questão é 2 Se 7=2 a 6 e se 8=5 o valor da questão é 1 Se a questão 7 não for respondida o escore da questão 8 passa a ser o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> Se a resposta for 1 a pontuação será 6 Se a resposta for 2 pontuação será 4,75 Se a resposta for 3 a pontuação será 3,5 Se a resposta for 4 a pontuação será 2,25 Se a resposta for 5 a pontuação será 1,0
09	Nesta questão a pontuação para os itens a,d,e,h deverá seguir a seguinte orientação: <ul style="list-style-type: none"> Se a resposta for 1 o valor será 6 Se a resposta for 2 o valor será 5 Se a resposta for 3 o valor será 4 Se a resposta for 4 o valor será 3 Se a resposta for 5 o valor será 2 Se a resposta for 6 o valor será 1 Para os demais itens (b,c,f,g,i) o valor será mantido o mesmo
10	Considerar o mesmo valor
11	Nesta questão os itens deverão ser somados, porém nos itens b e d deve-se seguir a seguinte pontuação: <ul style="list-style-type: none"> Se a resposta for 1 o valor será 5 Se a resposta for 2 o valor será 4 Se a resposta for 3 o valor será 3

	<ul style="list-style-type: none"> • Se a resposta for 4 o valor será 2 • Se a resposta for 5 o valor será 1
--	--

Fase II: Cálculo do RAW SCALE

Nesta fase você irá transformar os valores das questões anteriores e sem notas de 8 domínios que variam de 0 a 100, onde 0=pior e 100=melhor para cada domínio. É chamado de raw scale porque o valor final não apresenta nenhuma unidade de medida.

DOMÍNIOS:

1. Capacidade Funcional
2. Limitação por aspectos físicos
3. Dor
4. Estado geral de Saúde
5. Vitalidade
6. Aspectos sociais
7. Aspectos Emocionais
8. Saúde Mental

Fórmula para cálculo de Domínio:

$$\text{DOMÍNIO: } \frac{\text{Valor obtido nas questões correspondentes} - \text{limite inferior} \times 100}{\text{Variação (Score Range)}}$$

Na fórmula os valores de limite inferior e variação de (escore range) são fixos e estão estipulados na tabela abaixo:

Domínio	Pontuação da(s) questão (ões) correspondentes	Limite inferior	Variação (escore range)
Capacidade funcional	03	10	20
Limitação por aspectos físicos	04	4	4
Dor	07+08	2	10
Estado geral de saúde	01+11	5	20
Vitalidade	09 (somente p/ os itens a + e + g + i)	4	20
Aspectos sociais	06+10	2	8
Limitação por aspectos emocionais	05	3	3
Saúde mental	09 (somente p/ os itens b + c + d + f + h)	5	25

Anexo 11 – Ficha de avaliação física



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



Nome: _____ Matrícula: _____
 Idade: ____ Data de nascimento: __/__/__ Data da avaliação: __/__/__ Horário: ____h ____

ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

PARÂMETROS	VALORES
Peso (Kg)	
Estatura (cm)	
IMC (Kg/m ²)	

RESISTÊNCIA

PARÂMETROS	VALORES			Classificação
Flexões				
Abdominal				
TENTATIVAS	1 ^a	2 ^a	3 ^a	
Sentar e alcançar				

PERÍMETROS

PARÂMETROS	VALORES		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Perímetro da cintura (cm)			
Perímetro umbilical (cm)			
Perímetro do quadril (cm)			
Perímetro da coxa (cm)	D ____ E ____	D ____ E ____	D ____ E ____
Perímetro Pescoço			
Tórax			
Braço	D ____ E ____	D ____ E ____	D ____ E ____
Antebraço	D ____ E ____	D ____ E ____	D ____ E ____
Panturrilha	D ____ E ____	D ____ E ____	D ____ E ____

DOBRAS CUTÂNEAS

PARÂMETROS	VALORES		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Subescapular			
Tricipital			
Bicipital			
Supra ilíaca			
Abdominal			
Coxa			
Peitoral			

Observações:

Anexo 12 - Estimativa da gordura corporal por meio do somatório de 4 dobras cutâneas, segundo Durnin e Womersley (1974)

Idade (anos)	Mulheres				
	≥50	16-29	30-39	40-49	≥50
Σ das pregas					
15		10,5			
20	12,6	14,1	17,0	19,8	21,4
25	15,6	16,8	19,4	22,2	24,0
30	18,6	19,5	21,8	24,5	26,6
35	20,8	21,5	23,7	26,4	28,5
40	22,9	23,4	25,5	28,2	30,3
45	24,7	25,0	26,9	29,6	31,9
50	26,5	26,5	28,2	31,0	33,4
55	27,9	27,8	29,4	32,1	34,6
60	29,2	29,1	30,6	33,2	35,7
65	30,4	30,2	31,6	34,1	36,7
70	31,6	31,2	32,5	35,0	37,7
75	32,7	32,2	33,4	35,9	38,7
80	33,8	33,1	34,3	36,7	39,6
85	34,8	34,0	35,1	37,5	40,4
90	35,8	34,8	35,8	38,3	41,2
95	36,6	35,6	36,5	39,0	41,9
100	37,4	36,4	37,2	39,7	42,6
105	38,2	37,1	37,9	40,4	43,3
110	39,0	37,8	38,6	41,0	43,9
115	39,7	38,4	39,1	41,5	44,5
120	40,4	39,0	39,6	42,0	45,1
125	41,1	39,6	40,1	42,5	45,7
130	41,8	40,2	40,6	43,0	46,2
135	42,4	40,8	41,1	43,5	46,7
140	43,0	41,3	41,6	44,0	47,2
145	43,6	41,8	42,1	44,5	47,7
150	44,1	42,3	42,6	45,0	48,2
155	44,6	42,8	43,1	45,4	48,7
160	45,1	43,3	43,6	45,8	49,2
165	45,6	43,7	44,0	46,2	49,6
170	46,1	44,1	44,4	46,6	50,0
175			44,8	47,0	50,4
180			45,2	47,4	50,8
185			45,6	47,8	51,2
190			45,9	48,2	51,6
195			46,2	48,5	52,0
200			46,5	48,8	52,4
205				49,1	52,7
210				49,4	53,0

Anexo 13 - Roteiro para os protocolos de teste submáximo de avaliação da capacidade aeróbica



Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



ROTEIRO PARA OS PROTOCOLOS DE TESTES SUBMÁXIMOS DE AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBICA

- 1) Registro de dados conforme folha guia, frente e verso.

- 2) Realizar a análise completa do teste submáximo realizado, para ser anexado a folha de avaliação do teste, com os seguintes tópicos.
 - a) Análise sobre as condições prévias ao teste
 - b) Análise sobre o comportamento do teste se será máximo ou submáximo.
 - c) Análise sobre o VO_{2max} obtido.
 - d) Comportamento da FC durante a fase de aquecimento, durante e depois do teste.
 - e) Adequabilidade do teste.
 - f) Interpretação do IPE.
 - g) Estimativa de limiar anaeróbico
 - h) Sintomas apresentados.
 - i) Problemas ocorridos.
 - j) Gráfico da FC

- 3) Configuração gráfica do teste, seguindo as orientações abaixo*:

Montar em uma planilha de Excel a resposta da FC com registro de minuto a minuto da FC obtidos no Frequencímetro. Elaborar o gráfico do tipo linha, indicando a faixa esperada de ± 8 bpm da FCM.

Fonte: Laboratório de Performance Humana - Departamento de Educação Física

5								
6								
7								
8								
9								
10								
REC 1	1							
REC 2	1				--	--	--	
REC 3	1							

MOTIVOS DE INTERRUPTÃO DO TESTE
--

--

PARÂMETROS HEMODINÂMICOS E METABÓLICOS

VO_{2max} $ml(Kg.min)^{-1}$	VO_{2max} $lmin^{-1}$	MET_{max}	$Kcal_{max}$	FCM_{obt}	Classificação

VO_{2max} previsto		FAI		DP_{max}	
----------------------	--	-----	--	------------	--

IMPRESSÕES FINAIS

--

COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

--

AVALIADOR	AUXILIAR

Anexo 15 - Recomendações da *American Heart Association* para correta aferição da pressão arterial

1. Prepare o material separando o estetoscópio, o esfigmomanômetro, caneta ou lápis e papel para registro, fita métrica, algodão com antisséptico;
2. Certifique-se de que o estetoscópio e o esfigmomanômetro estejam íntegros e calibrados;
3. Certifique-se de que o manguito esteja desinflado antes de ser ajustado ao membro do cliente;
4. Lave as mãos antes de iniciar qualquer procedimento junto ao cliente;
5. Posicione o cliente em local calmo e confortável, com o braço apoiado ao nível do coração, permitindo 5 minutos de repouso;
6. Esclareça seu cliente dos procedimentos aos quais será submetido, a fim de diminuir a ansiedade;
7. Descubra o membro a ser aferido e meça a circunferência do braço para assegurar-se do tamanho do manguito;
8. Selecione o tamanho ideal da bolsa inflável a ser utilizada - deve corresponder a 40% da circunferência braquial, para a largura; e 80% para o comprimento;
9. Meça a distância entre o acrômio e o olecrano colocando o manguito no ponto médio;
10. Envolver o manguito em torno do braço, mantendo-o a 2,0 cm de distância da sua margem inferior à fossa antecubital, posicionando o centro da bolsa inflável sobre a artéria braquial, permitindo que tubos e conectores estejam livres e o manômetro em posição visível;
11. Palpe a artéria braquial e centralize a bolsa inflável ajustando o meio da bolsa sobre a artéria (para identificar o meio da bolsa inflável basta dobrá-la ao meio e colocar esta marcação sobre a artéria palpada);
12. Com a mão "não dominante" palpe a artéria radial e simultaneamente, com a mão dominante feche a saída de ar (válvula da pêra do esfigmomanômetro), inflando rapidamente a bolsa até 70 mmHg e gradualmente aumente a pressão aplicada até que perceba o desaparecimento do pulso, inflando 10 mmHg acima deste nível;
13. Desinfe o manguito lentamente, identificando pelo método palpatório a pressão arterial sistólica;
14. Aguarde de 15 a 30 segundos para inflar novamente o manguito;

15. Posicione corretamente as olivas do estetoscópio no canal auricular, certificando-se da ausculta adequada na campânula (a posição correta das olivas do estetoscópio é para frente em relação ao diafragma pois permite maior adequação ao conduto auricular, diminuindo a interferência de ruídos ambientais externos);
16. Posicione a campânula do estetoscópio sobre a artéria braquial, palpada abaixo do manguito na fossa antecubital e simultaneamente com a mão dominante feche a saída de ar (válvula da pêra do esfigmomanômetro), com a mão "não dominante" palpe a artéria braquial e em seguida novamente com a mão dominante insufla o manguito gradualmente até o valor da pressão arterial sistólica estimada pelo método palpatório (passo 14) e continue insuflando rapidamente até 20 mmHg acima desta pressão;
17. Desinfe o manguito de modo que a pressão caia de 2 a 4 mmHg por segundo, identificando pelo método auscultatório a pressão sistólica (máxima) em mmHg, observando no manômetro o ponto correspondente ao primeiro ruído regular audível - 1ª fase dos sons de Korotkoff; e a pressão diastólica (mínima) em mmHg, observando no manômetro o ponto correspondente à cessação dos ruídos (5ª fase dos sons de Korotkoff, no adulto);
18. Desinfe totalmente o manguito com atenção voltada ao completo desaparecimento dos sons;
19. Repita a ausculta após 30 segundos
20. Retire o aparelho do membro do cliente deixando-o confortável;
21. Informe ao cliente o valor da pressão aferida;
22. Registre a posição em que o cliente se encontrava no momento da verificação da pressão arterial, o tamanho do manguito utilizado, o membro utilizado e os valores da pressão arterial (em mmHg);
23. Guarde os aparelhos em local adequado e lave as mãos após terminar qualquer procedimento.

Anexo 16 - Técnica de preparação dos reagentes e procedimentos para mensuração dos ácidos graxos de cadeia curta

PROTOCOLO DE EXTRAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC)

Fonte: Laboratório de Bioquímica Nutricional

Obs.: toda a extração deve ser feita com o armazenamento das amostras em gelo.

Procedimentos:

1. Pesar 10 microgramas (μg) de fezes em tubos de 2 ml e adicionar 3 *beads*/tubo. Esta pesagem exata deverá ser anotada;
2. Acrescentar 1990 microlitro (μl) de água mili Q em cada tubo;
Obs.: os tubos com as fezes e a água podem ser congelados nessa etapa até a homogeneização.
3. Homogeneizar em vórtex por 5 minutos e deixar no gelo por 5 minutos. Após, homogeneizar por 1 minuto e deixar no gelo por mais 5 minutos, até finalizar 30 minutos;
4. Centrifugar em centrífuga refrigerada a 13500 rpm (ou 17720 g), por 30 minutos à 4°C (1ª centrifugação);
5. Coletar o sobrenadante para outro eppendorff e centrifugar novamente por 13500 rpm (ou 17720 g) por 30 minutos à 4°C (2ª centrifugação);
6. Coletar o sobrenadante para outro eppendorff e centrifugar novamente por 13500 rpm (ou 17720 g) por 30 minutos à 4°C (3ª centrifugação);
7. Coletar o sobrenadante e filtrar em filtro de seringa 0,45 μm com auxílio de uma seringa de 1ml e acondicionar o filtrado em vials;
8. Passar parafilm nas tampas dos vials e acondicionar em geladeira ou gelo até a leitura;
9. Fazer a leitura por cromatografia líquida.