

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LUCIMAR AGUIAR DA SILVA

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO NOS MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM
MULHERES JOVENS**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

LUCIMAR AGUIAR DA SILVA

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO NOS MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM
MULHERES JOVENS**

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

Orientadora: Silvia Eloiza Priore

Coorientadores:

Catarina Maria Nogueira de Oliveira
Sediyama

Paulo Roberto dos Santos Amorim

Sarah Aparecida Vieira Ribeiro

Sylvia do Carmo Castro Franceschini

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

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

T

S586e
2020 Silva, Lucimar Aguiar da, 1988-
Efeito do exercício físico nos marcadores inflamatórios em
mulheres jovens / Lucimar Aguiar da Silva. – Viçosa, MG, 2020.
99 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Sílvia Eloíza Priore.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos para mulheres. 2. Estudantes universitárias - Nutrição. 3. Inflamação - Indicadores. 4. Citocinas. 5. Interleucinas. 6. Composição corporal. 7. Estado nutricional. 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

LUCIMAR AGUIAR DA SILVA

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO NOS MARCADORES INFLAMATÓRIOS EM
MULHERES JOVENS**

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

APROVADA: 28 de fevereiro de 2020.

Assentimento:

Lucimar Aguiar da Silva
Autora

Silvia Eloiza Priore
Orientadora

*“Dedico este trabalho primeiramente
a Deus, por ser essencial em minha vida,
ao meus pais Roberto e Luzia,
minhãs irmã Patrícia e Vanessa
e aos meus sobrinhos Levi e Sarah”.*

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia ter sido realizada sem o precioso apoio de várias pessoas.

Em primeiro lugar, agradeço à Deus, pela dádiva da vida, por Seu infinito amor, por todas as bênçãos e por me permitir realizar tantos sonhos.

À minha orientadora, Professora Doutora Silvia Eloiza Priore, por todo empenho com que sempre me orientou neste trabalho, pela compreensão e por todas as vezes que nos reunimos e, embora em algumas eu chegasse desestimulada, sou eternamente grata por nunca desistir de mim.

Aos meus coorientadores e membros da banca examinadora, Professores Catarina Sedyama, Paulo Amorim, Sylvia Franceschini e Eliana Souza, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação.

Agradeço especialmente à minha coorientadora, Professora Sarah Vieira, por todo apoio, todas as correções e por sempre conseguir um tempinho na sua agenda para conversar comigo.

Agradeço especialmente também à Deyliane Pereira, pela competência, profissionalismo, amizade, conhecimentos compartilhados e dedicação tão importantes. Sou muito grata por acreditar em mim e pelos tantos elogios e incentivos. Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio.

À todas as meninas do Laboratório de Avaliação Nutricional. Obrigada pelo convívio, pela amizade e apoio demonstrado. Agradeço especialmente à Carina Pinto, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

À professora Ceres Mattos, pela amizade, pelas conversas após o expediente de trabalho, pelo apoio e compreensão.

Às amigas da NUT 13, especialmente à Lívia Sette e Aline Rosignoli, pela amizade, pelas conversas, pelos trabalhos e disciplinas realizados em conjunto e, principalmente, pela preocupação e apoio constantes.

Às voluntárias do projeto, que aceitaram participar e colaborar com a realização deste trabalho, sem elas nada disso teria sido possível. Agradeço especialmente à Jeniffer Martins, pelo apoio, pelas críticas construtivas e pelo carinho até hoje, mesmo após quatro anos.

À Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde, Programa de Pós Graduação em Ciência da Nutrição, Laboratório de Performance Humana, Laboratório de Força e Divisão de Saúde, por tornarem possível a realização deste trabalho.

Às agências de fomento, especialmente à FAPEMIG, pela bolsa que permitiu dois anos de formação acadêmica diferenciada e de qualidade.

Ao David Willians, por tudo que fez e faz por mim diariamente, pelo amor, carinho, por me apoiar, compreender o meu isolamento em inúmeras tardes de domingo e principalmente por nunca me deixar desistir.

À Gabrielly Lopes, por todo amor, carinho, compreensão e apoio em todos os momentos. Obrigada por permanecer ao meu lado, pelo seu sorriso e por saber me fazer feliz.

Agradeço especialmente à minha mãe Luzia e às minhas irmãs Patrícia e Vanessa, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão que vocês me dão a cada novo dia. Sinto-me orgulhosa e privilegiada por ter uma família tão especial. E aos meus sobrinhos Levi e Sarah, presentes de Deus na minha vida.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.” (Robert Collier)

RESUMO

SILVA, Lucimar Aguiar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Efeito do exercício físico nos marcadores inflamatórios em mulheres jovens**. Orientador: Silvia Eloiza Priore. Coorientadores: Catarina Maria Nogueira de Oliveira Sedyama, Paulo Roberto dos Santos Amorim, Sarah Aparecida Vieira Ribeiro e Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Objetivo: avaliar o efeito do exercício físico combinado nos marcadores inflamatórios em mulheres jovens, recém ingressas em uma instituição pública de ensino superior. Metodologia: construiu-se uma revisão sistemática, baseada no método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, onde consultou-se as bases de dados eletrônicas SciELO, PubMed e Cochrane. Realizou-se estudo longitudinal, de intervenção, onde 59 participantes do sexo feminino com idade de 18 a 25 anos que aceitaram participar do estudo mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram avaliadas antes e após um programa de exercícios físicos combinados, realizado por oito semanas, com frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia. Coletou-se amostra de sangue antes e após a intervenção para análise de marcadores inflamatórios. Aferiu-se peso e estatura para cálculo de índice de massa corporal e avaliou-se a composição corporal por Absortometria com Raios X de Dupla Energia. As voluntárias foram divididas em três grupos de acordo com o estado nutricional e o percentual de gordura corporal: “eutróficas”, “metabolicamente obesas” e “obesas”. As análises estatísticas foram realizadas no software *Statistical Package for the Social Sciences* versão 20.0, adotando-se nível de significância igual a 5%. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153). Resultados: o estudo de revisão foi composto por 14 artigos originais, onde exercícios aeróbicos foram os que mais associaram-se a mudanças nos marcadores inflamatórios. A frequência de 3 vezes semanais ao longo de 12 semanas apresentou melhora em marcadores anti-inflamatórios. O tempo de 60 minutos por sessão foi o que promoveu maiores mudanças nos marcadores, tanto nos pró-inflamatórios quanto nos anti-inflamatórios. Em relação os artigos originais, após a intervenção houve redução das citocinas pró-inflamatórias, enquanto as anti-inflamatórias não sofreram alteração. Houve redução da massa de gordura e aumento de massa muscular. A composição corporal se correlacionou com as interleucinas pró-inflamatórias IL-1 β e IL-6 e com a proteína C reativa. Além disso, observou-se nos três grupos redução na Interleucina-12 após a intervenção. A interleucina-6 foi menor após a intervenção no grupo “metabolicamente obesas” e “obesas”.

A interleucina-8, interleucina-1 β e Fator de Necrose Tumoral reduziram apenas no grupo “metabolicamente obesas”. Conclusão: aumento dos marcadores anti-inflamatórios ocorreram com a realização de exercícios aeróbicos, três vezes por semana, com duração de 60 minutos por sessão, pelo período de 12 semanas. O exercício físico combinado de intensidade moderada, com frequência de três dias por semana e sessões de 60 a 80 minutos por dia, ao longo de oito semanas atuou na redução de citocinas pró-inflamatórias, massa de gordura e aumento da massa muscular em mulheres jovens. Os marcadores inflamatórios se correlacionaram com a gordura corporal antes da intervenção, principalmente na região central do corpo. Os grupos “eutróficas”, “metabolicamente obesas” e “obesas” não apresentaram diferenças entre si nos marcadores inflamatórios antes e após a realização do programa de exercícios físicos combinados, porém o programa foi eficiente na redução destes marcadores dentro do mesmo grupo, sendo que o grupo “metabolicamente obesas” foi o que mais apresentou mudanças.

Palavras-chave: Universitárias. Marcadores inflamatórios. Citocinas. Interleucinas. Exercício físico. Composição corporal. Estado nutricional.

ABSTRACT

SILVA, Lucimar Aguiar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Effect of physical exercise on inflammatory markers in young women.** Adviser: Silvia Eloiza Priore. Co-advisers: Catarina Maria Nogueira de Oliveira Sedyama, Paulo Roberto dos Santos Amorim, Sarah Aparecida Vieira Ribeiro and Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Objective: to evaluate the effect of combined physical exercise on inflammatory markers in young women, recently enrolled in a public institution of higher education. Methodology: a systematic review was built, based on the Preferred report items method for systematic reviews and meta-analyzes, where the SciELO, PubMed and Cochrane electronic databases were consulted. A longitudinal intervention study was carried out, in which 59 female participants aged between 18 and 25 years old who agreed to participate in the signature study with the Free and Informed Consent Term, were evaluated before and after a combined exercise program, performed for eight weeks, with a frequency of three days a week and duration of 60 to 80 minutes a day. Collection of blood samples before and after the intervention for analysis of inflammatory markers. Assign weight and height to calculate the body mass index and measure body composition using Dual Energy X-Ray Absorbometry. As volunteers, they were divided into three groups according to nutritional status and body fat percentage: “eutrophic”, “metabolically obese” and “obese”. Since statistical statistics were not performed using the Statistical Package for the Social Sciences version 20.0, they adopted a significance level of 5%. The study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Viçosa (opinion number 1,447,278; CAAE: 53452916.3.0000.5153). Results: the review study consisted of 14 original articles, where aerobic exercises were the ones that most associated with changes in inflammatory markers. The frequency of 3 semantic times over 12 weeks shows improvements in anti-inflammatory markers. The time of 60 minutes per session was the one that promoted the greatest changes in the markers, both in pro-inflammatory and anti-inflammatory. In relation to the original articles, after a reduced intervention in the pro-inflammatory cytokines, while the anti-inflammatory ones did not change. There was a reduction in fat mass and an increase in muscle mass. A body composition correlates with IL-1 β and IL-6 pro-inflammatory interleukins and with a C-reactive protein. In addition, it was reduced by three reduction groups in Interleukin-12 after an intervention. Interleukin-6 was lower after intervention in the “metabolically obese” and “obese” group. An interleukin-8, interleukin-1 β and tumor necrosis factor are reduced only in the “metabolically obese” group. Conclusion: increase in anti-inflammatory markers occurs with the performance of aerobic exercises, three times a week,

lasting 60 minutes per session, for a period of 12 weeks. Combined exercise of moderate intensity, with a frequency of three days a week and sessions of 60 to 80 minutes a day, and after eight weeks after the reduction of pro-inflammatory cytokines, fat mass and increase in muscle mass in young women . Inflammatory markers correlate with body fat before the intervention, especially in the central region of the body. The “eutrophic”, “metabolically obese” and “obese” groups do not present differences between inflammatory markers before and after combined physical exercise programs, however the program was efficient in reducing markers within the same group, with the group “metabolically obese” was the one that presented more alterations.

Keywords: University students. Inflammatory markers. Cytokines. Interleukins. Physical exercise. Body composition. Nutritional status.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Metodologia geral

Figura 1 Etapas da pesquisa.....	24
----------------------------------	----

Artigo de revisão sistemática

Figura 1 Etapas da elaboração da revisão sistemática.....	37
---	----

Quadro 1 Descrição e principais resultados dos estudos selecionados para a revisão sistemática.....	40
---	----

Quadro 2 Efeito dos diferentes protocolos de exercícios físicos nos marcadores inflamatórios.....	41
---	----

Artigo original 2

Figura 1 Efeito do exercício físico nos marcadores inflamatórios de jovens universitárias em diferentes situações nutricionais.....	76
---	----

LISTA DE TABELAS

Metodologia geral

Tabela 1 Classificação do índice de massa corporal.....	27
---	----

Artigo de revisão sistemática

Tabela 1 Descritores e operadores <i>booleanos</i> utilizados nas bases de dados eletrônicas.....	35
---	----

Artigo original 1

Tabela 1 Características sociodemográficas no <i>baseline</i> de jovens universitárias.....	56
---	----

Tabela 2 Marcadores inflamatórios antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias.....	56
---	----

Tabela 3 Composição corporal antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias.....	57
--	----

Tabela 4 Correlação entre composição corporal e marcadores inflamatórios antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias.....	58
--	----

Artigo original 2

Tabela 1 Comparação dos marcadores inflamatórios entre diferentes situações nutricionais antes da intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias.....	75
--	----

Tabela 2 Comparação dos marcadores inflamatórios entre diferentes situações nutricionais após a intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias.....	75
--	----

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

μL Microlitros

CBA *Cytometric Bead Array*

DCNT Doença Crônica Não Transmissível

DCV Doença Cardiovascular

DEXA Absortometria com Raios X de Dupla Energia

DM2 Diabetes *Mellitus* tipo 2

FC Frequência Cardíaca

FCR Frequência Cardíaca de Repouso

FCR Frequência Cardíaca Máxima

FCT Frequência Cardíaca de Treino

G1 Grupo 1 (eutróficas)

G2 Grupo 2 (metabolicamente obesas)

G3 Grupo 3 (obesas)

GC (%) Percentual de Gordura Corporal

GH Hormônio do Crescimento

IFN Interferon

IL interleucina

IMC Índice de Massa Corporal

IPE Índice de Percepção do Esforço

IPES Instituição Pública de Ensino Superior

M1 Momento 1 (antes da intervenção)

M2 Momento 2 (após a intervenção)

MG Massa de Gordura

MM Massa Muscular

PAR-Q Questionário de Prontidão de Atividade Física

PCR Proteína C Reativa

pg/mL Picogramas por mililitro

PRISMA *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

SPSS *Statistical Package for the Social Sciences*

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TNF Fator de Necrose Tumoral

VIGITEL Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	20
2.1 Geral.....	20
2.2 Específicos	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 Delineamento do estudo	21
3.2 Seleção da amostra	21
3.3 Poder do estudo.....	22
3.4 Dados sociodemográficos	22
3.5 Critérios de elegibilidade.....	22
3.6 Intervenção	25
3.7 Antropometria	26
3.7.1 Peso.....	26
3.7.2 Estatura	26
3.7.3 Índice de Massa Corporal (IMC).....	27
3.8 Composição corporal.....	27
3.9 Situação nutricional.....	27
3.10 Marcadores metabólicos e inflamatórios	28
3.11 Análises estatísticas	29
3.12 Aspectos éticos e retorno	29
4. RESULTADOS	32
4.1 Artigo de Revisão Sistemática	32
4.2 Artigo Original 1	49
4.3 Artigo Original 2.....	66
5. CONCLUSÕES GERAIS	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
7. ANEXOS	85
ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	85
ANEXO B - Dados pessoais.....	87
ANEXO C - Histórico médico familiar.....	88
ANEXO D - Histórico médico atual	89
ANEXO E - Atividade física habitual.....	91
ANEXO F - Prontidão para atividade física (PAR-Q)	94
ANEXO G - Índice de Percepção do Esforço (IPE)	95
ANEXO H - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos	96

1. INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) atualmente representam a principal causa de mortalidade, e estima-se que no ano de 2016, das 57 milhões de mortes por todas as causas no mundo, 41 milhões (71%) ocorreram devido a estas doenças (WHO, 2018). Dentre as DCNT, observa-se que a prevalência da obesidade tem aumentado na população, e este aumento tem sido observado também na população jovem e no sexo feminino (LEE *et al.*, 2015).

No Brasil, dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2009 mostram que 50,1% dos homens e 48,0% das mulheres com idade maior ou igual a 20 anos apresentam excesso de peso, e em relação à obesidade, esta é maior entre as mulheres (16,9%) quando comparadas ao homens (12,4%) (IBGE, 2009). Por sua vez, a Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) de 2018 observou prevalência de obesidade na população com idade entre 18 e 24 anos igual a 9,2%, sendo que entre mulheres dessa faixa etária, a prevalência foi de 8,1%, e em relação ao excesso de peso, os valores encontrados foram de 32,1% e 29,7%, respectivamente (BRASIL, 2018).

Para realização de pesquisas populacionais, geralmente apenas o Índice de Massa Corporal (IMC) é utilizado para avaliar o estado nutricional dos indivíduos, porém alguns podem apresentar peso corporal normal pelo IMC associado a aumento da gordura corporal e redução da massa magra, denominados “metabolicamente obesos” (DE LORENZO *et al.*, 2006).

Dessa forma, avaliar indivíduos apenas pelo IMC pode mascarar a necessidade de triagem e assim atrasar o diagnóstico, fazendo com que estes procurem algum atendimento à saúde apenas em estágios mais avançados de doenças, tornando as opções de tratamento mais complicadas e difíceis (DING; CHAN; MAGKOS, 2016).

Além disso, o aumento da gordura corporal pode ocorrer independente do aumento do peso, o que desempenha papel importante na secreção de citocinas pró-inflamatórias, como Interleucina 1 β (IL- β), IL-6, IL-8 e fator de necrose tumoral (TNF) que pode constituir uma causa da inflamação do tecido adiposo, denominada inflamação de baixo grau, condição onde os macrófagos presentes neste tecido secretam citocinas pró-inflamatórias promovendo desbalanço nestes marcadores, além de aumento da produção de Proteína C Reativa (PCR) no fígado (KITAHARA *et al.*, 2015; TEIXEIRA *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o exercício físico crônico, ou seja, realizado várias por várias sessões, pode atuar de forma positiva tanto na composição corporal, proporcionando melhora dos

fatores de risco cardiometabólico como excesso de peso, dislipidemia, hipertensão arterial e resistência à insulina, quanto no sistema imunológico, especificamente em marcadores inflamatórios, atuando sobre as defesas antioxidantes do organismo e contribuindo para o controle da progressão de doenças relacionadas à obesidade e prevenção da inflamação de baixo grau (AUTENRIETH *et al.*, 2009; BURGHARDT *et al.*, 2019).

A maioria das respostas ao exercício sobre o sistema imunológico ocorre devido ações mediadas por hormônios como adrenalina, cortisol, hormônio do crescimento (GH) e citocinas pró e anti-inflamatórias, sendo que estas respostas podem variar de acordo com intensidade, tipo e duração do exercício (CRUZAT; KRAUSE; NEWSHOLME, 2014).

Ao se tratar da população universitária, fatores sociodemográficos, de comportamento alimentar e de estilo de vida, tais como se tornar responsável por sua alimentação e realizar a maior parte delas fora de casa, além de situações próprias do meio acadêmico como a falta de tempo, podem resultar em uma alimentação inadequada e taxas elevadas de sedentarismo, levando ao ganho de peso e gordura corporal ao longo dos anos de estudo, principalmente no sexo feminino, (COLARES; FRANCA; GONZALEZ, 2009; CARVALHO *et al.*, 2015; MAURICIO *et al.*, 2018; LOURENÇO *et al.*, 2016).

Relatos de alta prevalência de fatores de risco cardiometabólico entre universitários demonstram a necessidade de atenção a esta população, visto que é comum o não aparecimento dos sintomas em jovens, ainda que o organismo já possa estar apresentando irregularidades fisiológicas, além de ser importante para que se consiga reduzir o desenvolvimento de doenças no futuro (CARVALHO *et al.*, 2015).

Além disso, verificar o impacto do exercício físico nos marcadores inflamatórios nesta população pode possibilitar o planejamento de ações para prevenção e criação de políticas de saúde pública contra esses agravos (GAMA; MUSSIL; GUIMARÃES, 2010; REGIS *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

- AUTENRIETH, C.; SCHNEIDER, A.; DORING, A.; MEISINGER, C.; HERER, C.; KOENIG, W.; HUBER, G.; THORAND, B. Physical Activity and Markers of Inflammation. **Basic Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1706–1713, 2009.
- BRASIL. Vigitel Brasil 2017: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico : estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2017 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 130p.
- BURGHARDT, R; KAZIM, M. A.; RÜTHER, W.; NIEMEIER, A.; STRAH, A. The impact of physical activity on serum levels of inflammatory markers in rheumatoid arthritis : a systematic literature review. **Rheumatology International**, v. 39, n. 5, p. 793-804, 2019.
- CARVALHO, C. A. D.; FONSECA, P. C. D. A.; BARBOSA, J. B.; MACHADO, S. P.; SANTOS, A. M. D.; SILVA, A. A. M. D. Associação entre fatores de risco cardiovascular e indicadores antropométricos de obesidade em universitários de São Luís, Maranhão, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 2, p. 479–490, 2015.
- COLARES, V.; FRANCA, C.; GONZALEZ, E. Condutas de saúde entre universitários: diferenças entre gêneros. **Cadernos Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 521-528, mar, 2009.
- CRUZAT, V. F.; KRAUSE, M.; NEWSHOLME, P. Amino acid supplementation and impact on immune function in the context of exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 11, n. 1, p. 61-74, 2014.
- DE LORENZO, A.; MARTINOLI, R.; VAIA, F.; DI RENZO, L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 16, p. 513–523, 2006.
- DING, C.; CHAN, Z.; MAGKOS, F. Lean, but not healthy: the ‘metabolically obese, normal-weight’ phenotype. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 19, n. 6, p. 408–417, 2016.
- GAMA, G. G. G.; MUSSIL, F. C.; GUIMARÃES, A. C. Revisando os fatores de risco cardiovascular. **Revista de enfermagem**, v. 18, n. 4, p. 650-655, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2009.
- KITAHARA, C. M.; TRABERT, B.; KATKI, H. A.; CHATURVEDI, A. K.; KEMP, T. J.; PINTO, L. A.; MOORE, S. C.; PURDUE, M. P.; WENTZENSEN, N.; HILDESHEIM, A.; SHIELS, M. S. Índice de massa corporal, atividade física e marcadores séricos de inflamação, imunidade e resistência à insulina. **Biomarcadores de Epidemiologia e Prevenção do Câncer**, v. 23, n. 12, p. 2840-2849, 2014.

LEE, J. J.; FREELAND-GRAVES, J. H.; PEPPER, M. R.; STANFORTH, P. R.; XU, B. Prediction of android and gynoid body adiposity via a three- dimensional stereovision body imaging system and dual-energy x-ray absorptiometry. **Journal American of College of Nutrition**, v. 34, n. 5, p. 367–377, 2015.

LOURENÇO, C. L. M.; SOUSA, T. F.; FONSECA, S. A.; VIRTUOSO-JUNIOR, J. S.; BARBOSA, A. R. Comportamento sedentário em estudantes universitários. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 21, n. 1, p. 67-77, 2016.

MAURICIO, T. F.; MOREIRA, R. P.; COSTA, E. C., SANTOS BERNARDO, F. M.; LIMA, P. A.; JESUS VIEGAS, B. Avaliação da presença dos fatores de risco cardiovascular em estudantes universitários de países lusófonos. **Cogitare Enfermagem**, v. 23, n. 3, e55216, 2018.

REGIS, B. N.; ARAÚJO, R. L. R.; DE SOUZA, V. G.; NETO, N. A. S.; NODARI, N. L.; ALBUQUERQUE HAYASIDA, N. M.. Ansiedade, depressão e doença cardiovascular em jovens adultos: uma revisão da literatura. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 4, n. 1, p. 91-100, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **World Health Statistics 2018- Monitoring Health for the SDG's (Sustainable development goals)**, 2018.

ZHANG, H.; TONG, T. K.; QIU, W.; ZHANG, X.; ZHOU, S.; LIU, Y.; HE, Y. Comparable effects of high-intensity interval training and prolonged continuous exercise training on abdominal visceral fat reduction in obese young women. **Journal of Diabetes Research**, v. 0, n. 0, p. 1–9, 2017.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito do exercício físico combinado nos marcadores inflamatórios em mulheres jovens, recém ingressas em uma instituição pública de ensino superior.

2.2 Específicos

- Avaliar os efeitos do exercício físico nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens a partir de uma revisão sistemática (artigo de revisão);
- Analisar o efeito de exercícios físicos combinados de intensidade moderada em marcadores inflamatórios, assim como sua relação com a composição corporal em mulheres jovens recém ingressas em uma Instituição Pública de Ensino Superior (artigo original 1);
- Verificar o impacto de um programa de exercícios físicos combinados nas citocinas inflamatórias em mulheres jovens metabolicamente obesas (artigo original 2).

3. METODOLOGIA

3.1 Delineamento do estudo

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa de doutorado, intitulada “Impacto do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física” (PEREIRA, 2019) de característica longitudinal, de intervenção, realizado com estudantes da Universidade Federal de Viçosa, onde os indivíduos foram avaliados antes e depois (momento 1 e momento 2) de um programa de exercícios físicos combinados, por oito semanas. As etapas que foram seguidas no estudo estão representadas na figura 1.

O estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CNPq - 445276 / 2014-2), Fundação de Apoio a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) e em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

3.2 Seleção da amostra

Inicialmente foi feito junto ao registro escolar da Instituição Pública de Ensino Superior o levantamento do número de estudantes do sexo feminino ingressantes no ano de 2016, ano de realização do estudo, e solicitados o endereço de e-mail para envio de informações sobre a pesquisa. O número total de mulheres ingressantes na universidade neste ano corresponde a 1400, sendo que destas, 76,7% se encontravam na faixa etária de 18 a 25 anos (adultos jovens).

Os coordenadores do curso da universidade enviaram e-mail a todas estas estudantes e 244 responderam manifestando interesse em participar do estudo. Estas universitárias que manifestaram interesse foram então convidadas a participar de uma reunião para esclarecimento de dúvidas sobre o projeto, sendo que 140 compareceram à reunião, e destas, 121 atendiam aos critérios de inclusão, pois duas possuíam deficiência (1 física e 1 visual) e 17 praticavam atividade física regular.

Levando em consideração os critérios de exclusão, inclusão e descontinuidade, o total de 75 voluntárias iniciou a participação no estudo e 60 mantiveram a participação até o término da intervenção, porém apenas 59 voluntárias realizaram todas as avaliações propostas. Dessa forma, a amostra do estudo, após as oito semanas de intervenção foi composta por 59 estudantes do sexo feminino, recém ingressantes no ano de 2016, e que

aceitaram participar mediante informações sobre os objetivos, métodos e rotinas do estudo, e assinatura do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A).

3.3 Poder do estudo

O poder do estudo foi calculado com o programa OpenEpi online (<https://www.openepi.com>) utilizando-se as médias e os desvios-padrão da Interleucina 12 antes ($180,69 \pm 213,44$ pg/mL) e após ($76,43 \pm 133,30$ pg/mL) a intervenção com exercícios físicos e o tamanho amostral igual a 59, que corresponde ao número de voluntárias que permaneceram no estudo até o término, para um nível de significância de 5% e o estudo apresentou poder igual a 85,05%.

3.4 Dados sociodemográficos

Para verificar os indivíduos que estavam aptos a participar do estudo e para caracterização sociodemográfica, cada voluntária respondeu a questionários online com questões sobre dados pessoais (nome, matrícula, data de nascimento, idade, etnia, e-mail, telefone e se beneficiário da assistência estudantil da universidade - Anexo B), histórico médico familiar (Anexo C) e atual do voluntário (com questões sobre histórico de doenças, medicamentos, dor, tabagismo, entre outras - Anexo D), prática de atividade física habitual (com questões sobre trabalho/estudo, esporte e lazer - Anexo E) (SARDINHA *et al.*, 2010) e de prontidão de atividade física (PAR-Q) (para verificar a existência de problemas cardíacos e outros fatores que poderiam impedir a participação de alguma voluntária na atividade física proposta - Anexo F) (GARBER *et al.*, 2011). Estes questionários foram respondidos novamente após a intervenção.

3.5 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos no estudo estudantes do sexo feminino, recém ingressas no ensino superior na Universidade Federal de Viçosa no ano de 2016, que tinham idade de 18 a 25 anos, com função menstrual normal (TSAMPOUKOS *et al.*, 2010) e que não eram praticantes de exercício por pelo menos seis meses.

Não foram incluídas as gestantes ou lactantes, que apresentavam deficiência física, auditiva, intelectual ou visual, que utilizavam marca-passo, faziam uso de medicamentos psicotrópicos e que eram diabéticas ou hipertensas.

Além disso, foi considerado participação descontinuada as estudantes que apresentaram 25% de faltas ou quatro faltas consecutivas à intervenção sem justificativa e sem reposição. A reposição ocorria em dia e horário previamente combinado.

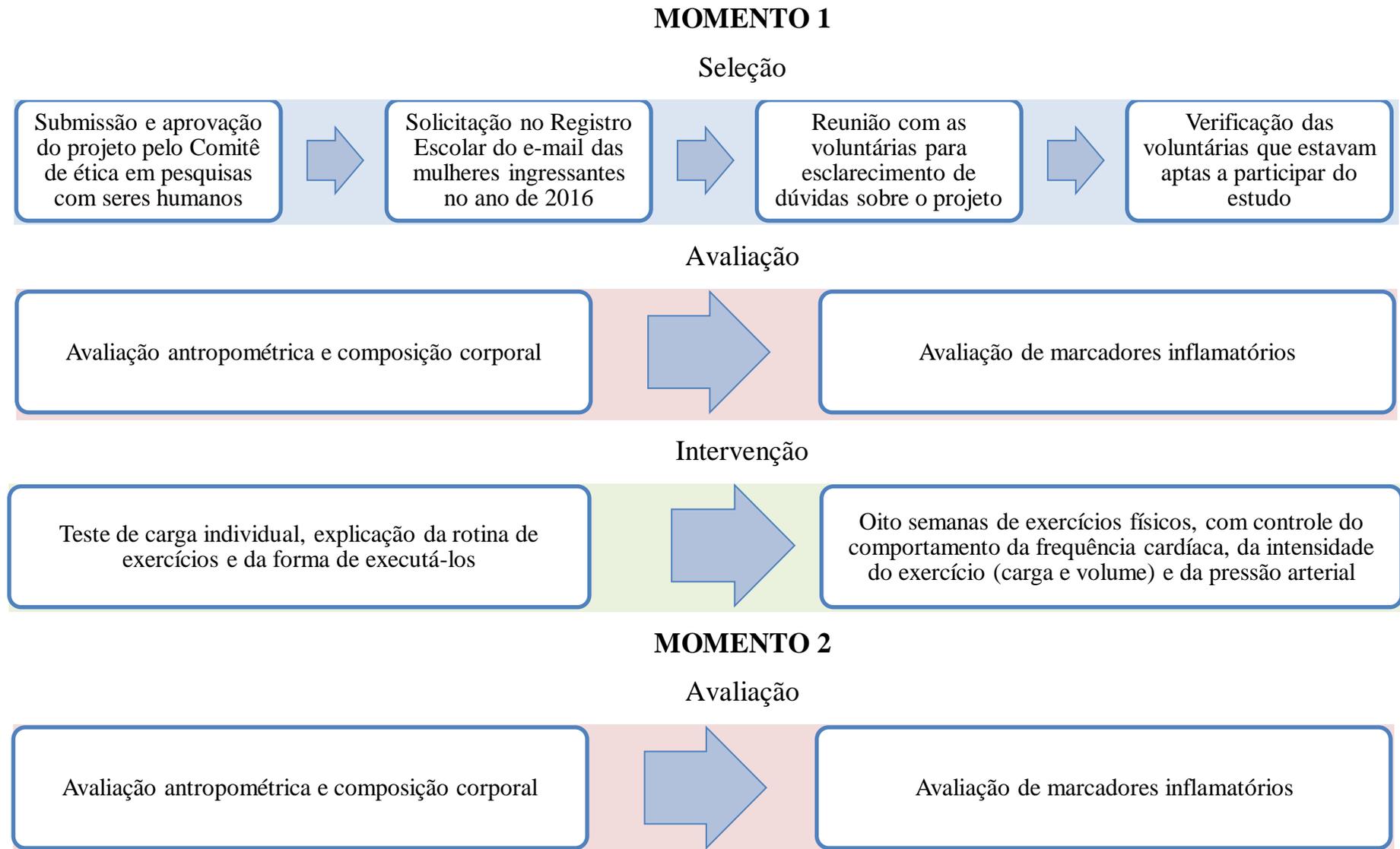


Figura 1. Etapas da pesquisa

3.6 Intervenção

A intervenção foi constituída por exercícios físicos combinados (força e aeróbicos) realizados por oito semanas (setembro a novembro de 2016) no Laboratório de Força da Universidade Federal de Viçosa, com acompanhamento de um profissional de Educação Física, frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia.

Inicialmente, realizou-se o teste de carga individualmente para explicação da rotina de exercícios, ensinar a forma de executá-los e verificar a carga a ser utilizada. Os exercícios foram realizados em forma de circuito, intercalados e contemplando exercícios aeróbicos e resistidos (membros superiores, inferiores e abdominal) (PEREIRA *et al.*, 2019).

A intervenção foi elaborada baseando-se em rotina de exercícios em ambiente de academia e realizou-se controle da frequência das voluntárias nas aulas, do comportamento da frequência cardíaca, da intensidade do exercício (carga e volume) e da pressão arterial. Foi composta por 12 exercícios para treinamento de força (três abdominais, cinco para membros superiores e quatro para membros inferiores) e quatro exercícios aeróbicos intercalados com o treinamento de força, em cada sessão. As voluntárias foram orientadas a realizar 12 repetições de cada exercício de força em 30 segundos e o somatório dos aeróbicos foi de 10 minutos (PEREIRA *et al.*, 2019).

Para verificar o comportamento da frequência cardíaca (FC), as voluntárias utilizaram monitores da marca Oregon (Modelo SE211/SE232) durante a realização dos exercícios. Inicialmente obteve-se a Frequência Cardíaca de Repouso (FCR) das voluntárias, calculou-se a Frequência Cardíaca Máxima (FCM) pela fórmula proposta por Sheffield (MARINS; GIANNICHI, 2003) e a faixa da Frequência Cardíaca de Treino (FCT). Para o cálculo da faixa da FCT utilizou-se como percentual de esforço os valores 50 e 85%, e durante a realização dos exercícios a FC deveria se manter dentro desta faixa, e quando o valor máximo era atingido, as voluntárias eram orientadas a diminuir a intensidade.

Equação 1: Frequência Cardíaca Máxima

$$FCM = 208,75 - 0,73 * idade (anos)$$

Equação 2: Frequência Cardíaca de Treino

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

Onde x equivale ao percentual do esforço desejado (50% e 85%).

Para os exercícios de força, a carga foi ajustada ao longo do período de treinamento pela análise do Índice de Percepção do Esforço (IPE) (MAYS *et al.*, 2010) (Anexo G), percepção do profissional de Educação Física e realização de repetições acima de 12 no intervalo de 30 segundos. O intervalo de descanso entre os exercícios inicialmente foi de 60 segundos, sendo reduzido 10 segundos a cada semana até se fixar o tempo de 30 segundos. O intervalo de descanso entre as séries variou de 60 a 120 segundos, sendo reduzidos 10 segundos a cada semana. O volume dos exercícios variou de duas a quatro séries por dia, 3 vezes por semana, em dias não consecutivos, respeitando o tempo de recuperação (PEREIRA *et al.*, 2019).

Para controle da intensidade dos exercícios aeróbicos, utilizou-se o IPE (ROBERTSON *et al.*, 2002) (Anexo G) e a FC foi de 50 a 60% da FCM nas duas primeiras semanas, sendo aumentada de 5 em 5% nas semanas seguintes até se alcançar 80 a 85% da FCM. A FC foi monitorada durante as sessões de treino. O volume do exercício variou de duas a três séries por dia, com tempo de execução mínimo de 10 minutos e de forma intercalada com os exercícios resistidos (PEREIRA *et al.*, 2019).

A aferição da pressão arterial de repouso foi realizada mensalmente para controle ao longo da intervenção.

3.7 Antropometria

3.7.1 Peso

O peso foi obtido em quilogramas, utilizando-se balança digital eletrônica da marca Kratos-cas®, com o indivíduo descalço e com o olhar em um ponto fixo a sua frente, utilizando o mínimo de roupa possível, após retirar todos os objetos que pudessem interferir no peso, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (WHO, 1995).

3.7.2 Estatura

A estatura foi aferida em centímetros, utilizando-se estadiômetro vertical Altuxata®, com o indivíduo descalço, em posição ereta, olhando para o horizonte, com os calcanhares unidos e os pés paralelos e o corpo firmemente encostado na superfície do equipamento, sendo realizada na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (WHO, 1995).

3.7.3 Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC foi calculado dividindo-se o peso em quilogramas pela altura em metro ao quadrado (kg/m^2) e os indivíduos foram classificados de acordo com o *World Health Organization* (WHO, 1998).

Tabela 1: Classificação do índice de massa corporal.

IMC (kg/m^2)	Classificação
<18,5	Baixo peso
18,5-24,9	Eutrofia
25,0-29,9	Sobrepeso
≥ 30	Obesidade

(WHO, 1998).

3.8 Composição corporal

A composição corporal foi avaliada utilizando-se Absortometria com Raios X de Dupla Energia (DEXA), pelo qual quantificou-se massa de gordura, massa livre de gordura e massa muscular, todos nas regiões do tronco, androide, ginoide e corpo total, além de percentual de gordura total. A medida foi realizada por meio de varreduras transversais da cabeça até os pés e teve duração aproximada de 10 minutos. O procedimento foi realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, por técnico treinado e com o indivíduo em decúbito dorsal, de forma não invasiva e sem riscos (LOUZADA, 2007).

O percentual de gordura corporal total foi classificado como alterado quando este era maior ou igual a 30%, de acordo com os pontos de corte estabelecidos por Jackson e Pollock (1978).

3.9 Situação nutricional

As voluntárias foram classificadas em três grupos de acordo com a situação nutricional apresentada. O primeiro grupo denominado G1 foi composto por mulheres eutróficas, ou seja, aquelas sem excesso de peso pelo IMC e percentual de gordura corporal adequado. O segundo grupo denominado G2 foi composto por mulheres metabolicamente obesas, ou seja, sem excesso de peso pelo IMC, mas com o percentual de gordura corporal aumentado. O terceiro grupo denominado G3 foi composto por mulheres com excesso de peso e gordura corporal de (DE LORENZO *et al.*, 2006).

Para as avaliações no momento 2 manteve-se em cada grupo (G1, G2 e G3) as mesmas pessoas que pertenciam aos respectivos grupos no momento 1.

3.10 Marcadores metabólicos e inflamatórios

Coletou-se cerca de quatro mililitros de sangue venoso por técnico capacitado em um laboratório conveniado e o material foi centrifugado em temperatura ambiente, e o sobrenadante de plasma foi coletado e congelado a -80°C para análise de citocinas inflamatórias. A proteína C reativa (PCR) foi avaliada pelo método de turbidimetria.

A análise de citocinas inflamatórias foi realizada utilizando a técnica de *Cytometric Bead Array* (CBA), com o kit *Human Inflammatory Cytokines* (IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF, IL-12p70) da BD Pharmingen (San Diego, CA). O sistema fornece método de captura de uma série de analitos solúveis com *beads* de tamanho e fluorescência conhecida (POCHINI *et al.*, 2016).

Foi preparada uma curva de diluição seriada com a amostra padrão das citocinas. A reação foi realizada incubando-se 25 μL de cada amostra com a mistura de *beads* conjugadas a anticorpos de captura contendo anticorpos específicos de alta afinidade para cada um dos analitos, seguidos da reação com o anticorpo secundário (anticorpo de detecção) conjugado com o reagente PE *Detection* (Fluorocromo), por uma hora, em temperatura ambiente. Após este procedimento, as amostras foram lavadas e ressuspensas com tampão de lavagem, e analisadas no citômetro de fluxo (BD FACSVerserTM, BD Biosciences, San Jose, CA) (POCHINI *et al.*, 2016).

Cada uma destas *beads* possui fluorescência única, permitindo a detecção de várias proteínas simultaneamente. À medida que o fluxo de amostra passa pelo feixe de luz gerado por laser, o sistema óptico-eletrônico registra a forma como as estruturas dispersam a luz do laser incidente e capta as fluorescências emitidas, obtendo assim informações de diversos parâmetros, como tamanho relativo, complexidade interna e intensidades de fluorescências de cada partícula avaliada (POCHINI *et al.*, 2016).

A análise dos dados obtidos foi realizada utilizando-se o programa FlowJo v10 (Tree Star, Ashland, OR, USA) e os resultados foram expressos em pictogramas por mililitro (pg/mL).

3.11 Análises estatísticas

Realizou-se dupla digitação dos dados no Microsoft Excel e utilizou-se o software Epidata, versão 3.1 para verificar os possíveis erros de digitação.

A análise estatística dos dados foi realizada no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0 para *Windows* (SPSS INC. Chicago, IL, USA), adotando-se nível de significância (α) igual a 5% para todos os testes de hipóteses. A distribuição das variáveis foi avaliada através do teste de *Shapiro Wilk*, histograma e medidas de assimetria. Os resultados foram expressos em média e desvio padrão para as variáveis com distribuição normal e mediana e intervalo ou amplitude interquartil para as variáveis que não apresentarem distribuição normal.

Utilizou-se o teste de *Wilcoxon* e o teste t pareado para verificar o impacto do exercício nos marcadores inflamatórios. Para verificar a relação dos marcadores inflamatórios e distribuição da gordura corporal pelo DEXA antes e após a intervenção, utilizou-se a Correlação de *Spearman*. O teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para verificar as diferenças nos marcadores inflamatórios entre os grupos (G1 x G2 x G3) no momento 1 e no momento 2. O teste de *Wilcoxon* foi utilizado também para verificar o impacto do exercício nestes marcadores nos mesmos grupos (G1 momento 1 x G1 momento 2; G2 momento 1x G2 momento 2; G3 momento 1 x G3 momento 2).

3.12 Aspectos éticos e retorno

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa de doutorado, intitulada “Impacto do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física” (PEREIRA, 2019), cujo projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153) (Anexo H).

Todas as voluntárias assinaram o TCLE e receberam como retorno os resultados de todas as avaliações realizadas, e aquelas que apresentaram alguma alteração nos resultados no momento inicial do estudo foram encaminhadas para o serviço de saúde. Após o término da intervenção, as voluntárias que manifestaram interesse receberam orientações de um profissional de Educação Física para manutenção do estilo de vida ativo, com atividades físicas regulares.

REFERÊNCIAS

- GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. 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**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. **Research Quarterly**, v. 49, n. 4, p. 546-551, 1978.
- LORENZO, A.; MARTINOLI, R.; VAIA, F.; DI RENZO, L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 16, p. 513–523, 2006.
- LOUZADA, E. R. **Alterações em alguns aspectos da composição corporal em mulheres obesas após um programa de exercício físico**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.
- MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S. **Avaliação & Prescrição da Atividade Física: guia prático**. 3a edição ed. Rio de Janeiro: 2003.
- MAYS, R. J.; GOSS, F. L.; SCHAFER, M. A.; KIM, K. H.; NAGLE-STILLEY, E. F.; ROBERTSON, R. J. Validation of adult omni perceived exertion scales for elliptical ergometry. **Perceptual and Motor Skills**, v. 111, n. 3, p. 848–862, 2010.
- MEDIANO, M. F. F.; BARBOSA, J. S. D. O.; SICHIERI, R.; PEREIRA, R. A. Efeito do exercício físico na sensibilidade à insulina em mulheres obesas submetidas à programa de perda de peso: um ensaio clínico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 51, n. 6, p. 993–999, 2007.
- OLIVEIRA-FILHO, A. DE; SHIROMOTO, R. N. Efeitos do exercício físico regular sobre índices preditores de gordura corporal: índice de massa corporal, relação cinturaquadril e dobras cutâneas. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 12, n. 2, p. 105–112, 2001.
- PEREIRA, D. A. A. **Impacto do treinamento físico combinado em marcadores cardiometabólicos de mulheres jovens com diferentes perfis nutricionais e níveis de aptidão física**. 2019. 245 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- PEREIRA, D. A. A.; SILVA, L. A.; PELUZIO, M. C. G.; MARINS, J. C. B.; RIBEIRO, A. Q.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Training program of aerobic and strength exercise on physical and metabolic health of young female undergraduate students. **Health Science Journal**, v. 13, n. 5, 2019.
- POCHINI, A. D. C.; ANTONIOLI, E.; BUCCI, D. Z.; SARDINHA, L. R.; ANDREOLI, C. V.; FERRETTI, M.; EJNISMAN, B.; GOLDBERG, A. C.; COHEN, M.. Análise do perfil de citocinas e fatores de crescimento em plasma rico em plaquetas obtido por meio das metodologias do sistema aberto e colunas. **Einstein**, v. 14, n. 3, p. 391-397, 2016.
- ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; BELL, J. A.; DIXON, C. B.; GALLAGHER, K. I.;

LAGALLY, K. M.; TIMMER, J. M.; ABT, K. L.; GALLAGHER, J. D.; THOMPSON, T. Self-regulated cycling using the children's omni scale of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 7, p. 1168–1175, 2002.

SARDINHA, A.; LEVITAN, M. N.; LOPES, F. L.; PERNA, G.; ESQUIVEL, G.; GRIEZ, E. J.; NARDI, A. E. Tradução e adaptação transcultural do Questionário de Atividade Física Habitual. **Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)**, v. 37, n. 1, p. 16-22, 2010.

TSAMPOUKOS, A.; PECKHAM, E. A.; JAMES, R.; NEVILL, M. E. Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. **European journal of applied physiology**, v. 109, n. 4, p. 659-667, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. **Report of a WHO expert consultation. Geneva**, p. 1-463, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Obesity : preventing and managing the global epidemic: **report of a WHO consultation. Geneva**, p. 1-253, 1998.

4. RESULTADOS

4.1 Artigo de Revisão Sistemática

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NOS MARCADORES INFLAMATÓRIOS DE MULHERES JOVENS: REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: o exercício físico quando realizado de forma crônica pode promover um ambiente anti-inflamatório no organismo, reduzindo a expressão de marcadores pró-inflamatórios no tecido muscular e aumentando a expressão de marcadores anti-inflamatórios, prevenindo assim lesão endotelial e inflamação de baixo grau. **Objetivo:** avaliar os efeitos do exercício físico nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens. **Metodologia:** estudo de revisão sistemática, baseada no método “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*” (PRISMA). Foram consultadas as bases de dados eletrônicas SciELO, PubMed e Cochrane e selecionados artigos originais de intervenção com exercícios físicos, realizado com mulheres saudáveis com idade de 18 a 40 anos, com desfecho em relação à marcadores inflamatórios, nos idiomas inglês, português e espanhol, sem delimitação de data. **Resultados:** a revisão foi composta por 14 artigos originais, a maioria no idioma inglês (92,9%), publicados entre os anos 2001 e 2019. As participantes eram mulheres saudáveis, e de acordo com a situação nutricional, a maioria dos estudos incluíram mulheres com obesidade. Observou-se que 78,6% (n=11) dos estudos utilizaram programas de exercícios aeróbicos e estes foram os que mais apresentaram mudanças nos marcadores inflamatórios. Todas as frequências semanais utilizadas nos estudos apresentaram reduções semelhantes nos principais marcadores pró-inflamatórios, porém a frequência de 3 vezes apresentou melhora no marcador anti-inflamatório IL-10. Todos os tempos de intervenção utilizados nos estudos proporcionaram redução nos principais marcadores pró-inflamatórios (TNF, PCR e IL-6), além disso, o período de 12 semanas foi o que apresentou aumento da citocina anti-inflamatória IL-10. O tempo de 60 minutos por sessão foi o que promoveu maiores mudanças nos marcadores inflamatórios, com redução de TNF, PCR e IL-6 (pró-inflamatórios) e aumento da IL-10 (anti-inflamatório). **Conclusão:** o exercício físico ocasiona mudanças nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens e maiores mudanças no perfil inflamatório, ou seja, redução dos marcadores pró-inflamatórios e aumento dos anti-inflamatórios ocorreram com a realização de exercícios aeróbicos, três vezes por semana, com duração de 60 minutos por sessão, pelo período de 12 semanas.

Palavras-chave: exercício físico; citocinas; interleucinas; mulheres

EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON INFLAMMATORY MARKERS FOR YOUNG WOMEN: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

Introduction: physical exercise when performed in a chronic way can promote an anti-inflammatory environment in the body, reducing the expression of pro-inflammatory markers in muscle tissue and increasing the expression of anti-inflammatory markers, thus preventing endothelial injury and low-grade inflammation. **Objective:** to evaluate the effects of physical exercise on inflammatory markers in young women. **Methodology:** systematic review study, based on the “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses” (PRISMA) method. The SciELO, PubMed and Cochrane electronic databases were consulted and original intervention articles with physical exercises were selected, carried out with healthy women aged 18 to 40 years, with outcome in relation to inflammatory markers, in English, Portuguese and Spanish, without date delimitation. **Results:** the review consisted of 14 original articles, mostly in English (92.9%), published between 2001 and 2019. Participants were healthy women, and according to the nutritional situation, most studies included obese women. It was observed that 78.6% (n = 11) of the studies used aerobic exercise programs and these were the ones that most presented changes in inflammatory markers. All weekly frequencies used in the studies showed similar reductions in the main pro-inflammatory markers, however, the 3-fold frequency showed improvement in the anti-inflammatory marker IL-10. All intervention times used in the studies provided a reduction in the main pro-inflammatory markers (TNF, PCR and IL-6), in addition, the 12-week period showed the increase in the anti-inflammatory cytokine IL-10. The time of 60 minutes per session promoted greater changes in inflammatory markers, with a reduction in TNF, CRP and IL-6 (pro-inflammatory) and an increase in IL-10 (anti-inflammatory). **Conclusion:** physical exercise causes changes in the inflammatory markers of young women and greater changes in the inflammatory profile, that is, a reduction in the pro-inflammatory markers and an increase in the anti-inflammatory occurred with the performance of aerobic exercises, three times a week, with duration 60 minutes per session, for a period of 12 weeks.

Keywords: physical exercise; cytokines; interleukins; women

INTRODUÇÃO

O exercício físico apresenta benefícios para a saúde física e mental da população, promovendo principalmente proteção cardiovascular proveniente das modificações no perfil inflamatório, pressão arterial, lipídios sanguíneos e composição corporal dos indivíduos (DOMENE *et al.*, 2016).

Para indivíduos adultos saudáveis, é recomendado praticar atividades físicas de forma moderada por pelo menos 30 minutos por dia, cinco dias por semana ou atividades físicas vigorosas por pelo menos 20 minutos por dia, por três dias por semana (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010; SANTOS; MARTINS; MARQUES, 2014).

O exercício físico crônico, ou seja, quando realizado de forma regular por determinados períodos de tempo, pode promover um ambiente anti-inflamatório no organismo, reduzindo a expressão de marcadores pró-inflamatórios, como TNF, interleucina-1 (IL-1), IL-6 e interferon (IFN) no tecido muscular e aumentar a expressão de marcadores anti-inflamatórios, como a interleucina-4 (IL-4) e interleucina-10 (IL-10), prevenindo assim lesão endotelial e inflamação de baixo grau (BURGHARDT *et al.*, 2019).

A inflamação de baixo grau está associada ao desenvolvimento e progressão de doenças relacionadas à obesidade, tais como diabetes, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, porém o exercício pode promover efeito anti-inflamatório no organismo pela diminuição da migração de macrófagos para os adipócitos devido à redução de citocinas pró-inflamatórias (HAMER *et al.*, 2014; KITAHARA *et al.*, 2014).

Embora o número de mulheres que praticam exercícios físicos tenha aumentado, o número de estudos realizados com mulheres ainda é pequeno, devido principalmente à dificuldade em se controlar alterações hormonais provenientes do ciclo menstrual (IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019).

Ademais, verificar o impacto do exercício físico nos marcadores inflamatórios pode incentivar o aumento da prática de exercícios regulares, além dos achados na literatura possibilitarem o planejamento de ações visando melhora no estado de saúde da população (GAMA; MUSSIL; GUIMARÃES, 2010; REGIS *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2017).

Dessa forma, o objetivo desta revisão sistemática foi avaliar os efeitos do exercício físico nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão sistemática, baseada no método “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*” (PRISMA) (MOHER *et al.*, 2010). A pergunta norteadora proposta para o presente estudo foi: “qual o impacto do exercício físico realizado de forma crônica nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens?”.

Foram consultadas as bases de dados eletrônicas SciELO (www.scielo.org/), PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/) e Cochrane (www.cochranelibrary.com), no mês de dezembro de 2019, utilizando os descritores de saúde consultados na base de dados DeSC (<http://decs.bvs.br>) combinados por operadores booleanos, conforme apresentado na tabela 1.

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

Descritores combinados	SciELO	Pubmed	Cochrane
"Motor Activity" AND "Cytokine" AND "women"	0	56	0
"Motor Activity" AND "Interleukin" AND "women"	1	49	0
"Exercise" AND "Cytokine" AND "women"	1	580	74
"Exercise" AND "Interleukin" AND "women"	4	402	89
"Training" AND "Cytokine" AND "women"	1	800	55
"Training" AND "Interleukin" AND "women"	1	477	74
Total de artigos	8	2364	292

Fonte: Elaborado pelos autores

Inicialmente, pelos termos de busca identificou-se 2664 artigos em inglês, português e espanhol, sem delimitação de data e estes foram avaliados de acordo com os critérios de inclusão: (a) estudos originais, (b) de intervenção com exercícios físicos, (c) realizado com mulheres jovens com idade de 18 a 40 anos e saudáveis, visto que estas ainda não se encontram na fase de menopausa e ainda mantém proteção de hormônios como o estrogênio, evitando assim o maior acúmulo de gordura abdominal (PALMER; CLEGG, 2015) (d) com desfecho em relação à marcadores inflamatórios.

Excluiu-se artigos de revisão, duplicados, com outras faixas etárias e estudos com exercícios agudos (exercícios realizados em um único momento antes da avaliação). Excluiu-se estudos com outras populações, como gestantes e lactantes devido a dados inconsistentes nessa população (DU *et al.*, 2019); e portadores de alguma doença como síndrome metabólica, diabetes, câncer, síndrome do ovário policístico, hipertensão, fibromialgia, osteoporose devido as particularidades em relação às recomendações e prescrição de exercícios (PATE, 1995). Excluiu-se também estudos com suplementação e dietas, devido a possível influência no desempenho físico (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016); e com

atletas, devido ao melhor condicionamento físico e desempenho superior (TOIVO et al., 2018). Além da literatura cinzenta, como resumos de congresso, dissertações e teses (DONATO; DONATO, 2019).

Primeiramente, realizou-se a leitura dos títulos dos 2664 artigos selecionados e estes foram avaliados pelos critérios de inclusão e exclusão citados anteriormente. Logo após realizou-se a leitura dos respectivos resumos e selecionou-se 49 estudos para leitura na íntegra, e destes, 14 artigos atendiam a todos os critérios propostos e foram selecionados para compor esta revisão (Figura 1).

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão foi realizada utilizando-se *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE), constituído por uma lista de verificação que contém 22 itens com recomendações sobre o que deveria ser incluído nos estudos. (MALTA et al., 2010).

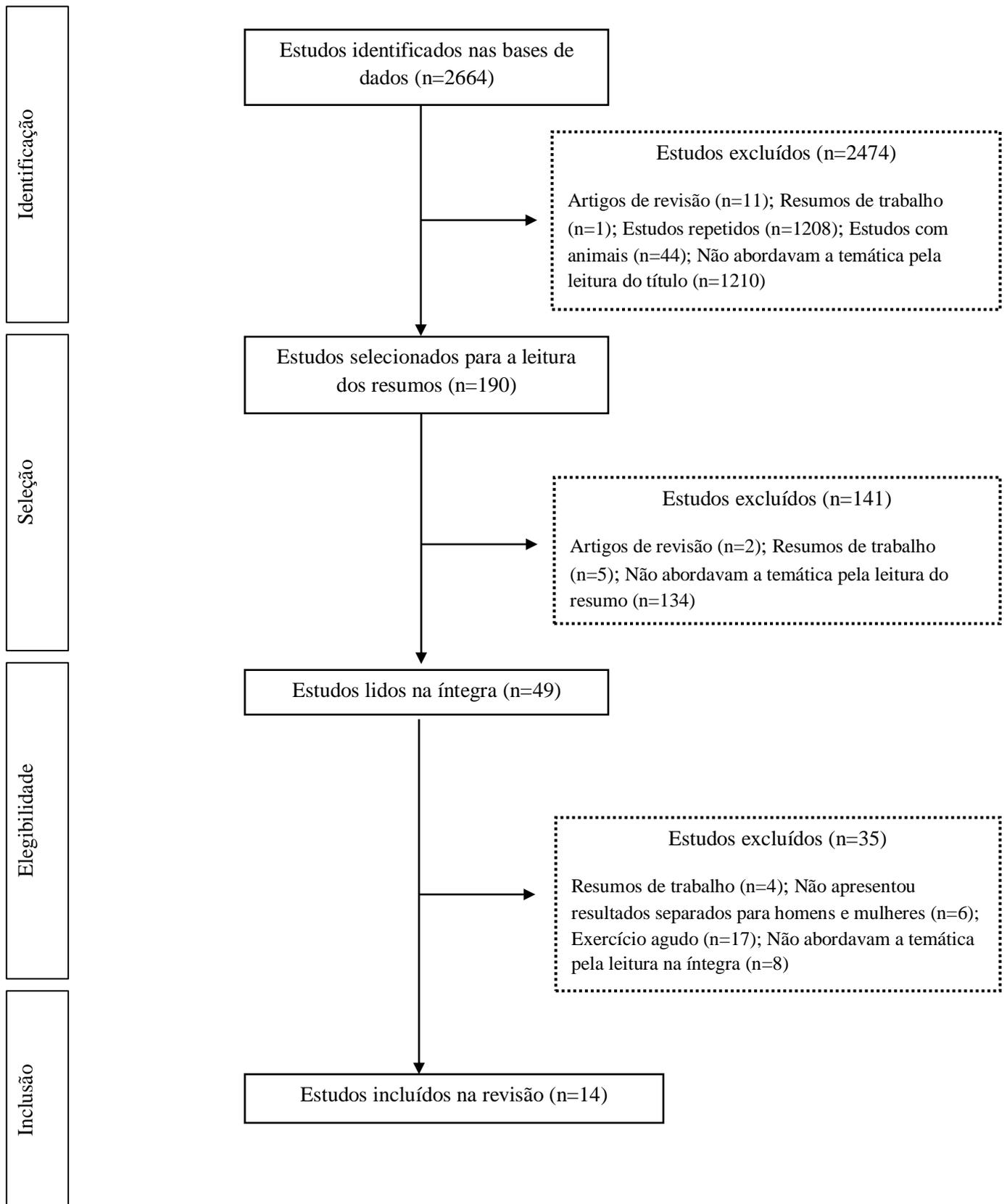


Figura 1. Etapas da elaboração da revisão sistemática.

RESULTADOS

A presente revisão foi composta por 14 artigos originais cujos dados se encontram resumidos no Quadro 1.

Em relação à qualidade metodológica dos artigos, em uma escala de zero a 22 pontos, a mediana (mínimo-máximo) dos pontos obtidos pelos artigos selecionados correspondeu a 17 (15-20) pontos.

Observou-se que 92,9% (n=13) dos artigos se encontravam no idioma inglês e 7,1% (n=1) em espanhol e estes foram publicados entre os anos 2001 a 2019. Dois estudos foram realizados nos Estados Unidos (OLSON *et al.*, 2007; GODWIN *et al.*, 2019), dois no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2009; AMORIM *et al.*, 2018) e o restante em diferentes países (Polônia (STRAJCZKOWSKI *et al.*, 2001), Japão (KONDO; KOBAYASHI; MURAKAMI, 2006), Canadá (DEVRIES *et al.*, 2008), Tailândia (LEELARUNGRAYUB *et al.*, 2011), Tunísia (LAKHDAR *et al.*, 2013), Coreia do Sul (HONG *et al.*, 2014), México (LANDEROS-OLVERA *et al.*, 2014), China (DOMENE *et al.*, 2016), Irã (EIZADI; LALEH; KHORSHIDI, 2018) e Finlândia (IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019)).

As participantes eram mulheres saudáveis, e de acordo com a situação nutricional, a maioria dos estudos incluíram mulheres com obesidade (STRAJCZKOWSKI *et al.*, 2001; KONDO; KOBAYASHI; MURAKAMI, 2006; OLSON *et al.*, 2007; DEVRIES *et al.*, 2008; LEELARUNGRAYUB *et al.*, 2011; LAKHDAR *et al.*, 2013; HONG *et al.*, 2014; LANDEROS-OLVERA *et al.*, 2014; EIZADI; LALEH; KHORSHIDI, 2018; GODWIN *et al.*, 2019), seguidas de sobrepeso (STRAJCZKOWSKI *et al.*, 2001; OLSON *et al.*, 2007; LEELARUNGRAYUB *et al.*, 2011; HONG *et al.*, 2014; DOMENE *et al.*, 2016; GODWIN *et al.*, 2019; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019) e eutrofia (FERREIRA *et al.*, 2009; LEELARUNGRAYUB *et al.*, 2011; AMORIM *et al.*, 2018; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019).

Os marcadores inflamatórios avaliados nos estudos foram TNF (STRAJCZKOWSKI *et al.*, 2001; KONDO; KOBAYASHI; MURAKAMI, 2006; FERREIRA *et al.*, 2009; LAKHDAR *et al.*, 2013; HONG *et al.*, 2014; LANDEROS-OLVERA *et al.*, 2014; AMORIM *et al.*, 2018; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019), PCR (KONDO; KOBAYASHI; MURAKAMI, 2006; OLSON *et al.*, 2007; DEVRIES *et al.*, 2008; DOMENE *et al.*, 2016; AMORIM *et al.*, 2018; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019), IL-1 β (FERREIRA *et al.*, 2009; AMORIM *et al.*, 2018; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019), IL-2 (LEELARUNGRAYUB *et al.*, 2011), IL-6 (OLSON *et al.*, 2007; DEVRIES *et al.*, 2008;

FERREIRA *et al.*, 2009; LAKHDAR *et al.*, 2013; HONG *et al.*, 2014; DOMENE *et al.*, 2016; AMORIM *et al.*, 2018; GODWIN *et al.*, 2019; IHALAINEN; HACKNEY; TAIPALE, 2019), IL-8 ((FERREIRA *et al.*, 2009), IL-10 ((FERREIRA *et al.*, 2009; EIZADI; LALEH; KHORSHIDI, 2018) e IL-12p70 ((FERREIRA *et al.*, 2009).

Em relação aos programas de exercícios, 78,6% (n=11) dos estudos utilizaram exercícios aeróbicos, 14,3 (n=2) resistidos e 7,1 (n=1) combinados (aeróbicos + resistidos). Observou-se que os programas com exercícios aeróbicos foram os que mais apresentaram mudanças nos principais marcadores, tanto com redução dos pró-inflamatórios (TNF, PCR e IL-6) como aumento dos anti-inflamatórios (IL-10) (Quadro 2).

Sobre a frequência semanal, a maioria dos programas de exercícios físicos eram realizados 3 vezes por semana (n=6), seguidos de 2 vezes (n=4), 5 vezes (n=3) e 4 vezes (n=1). Observou-se que todas as frequências semanais utilizadas nos estudos apresentaram reduções semelhantes nos principais marcadores pró-inflamatórios, porém a frequência de 3 vezes apresentou melhora no marcador anti-inflamatório IL-10 (Quadro 2).

No que diz respeito ao tempo de intervenção, 5 estudos realizaram os programas de exercícios físicos por 12 semanas, 3 estudos por 10 semanas e os demais estudos utilizaram número de semanas variados (4, 6, 8, 24, 28 e 48 semanas). Todos os números de semanas utilizados nos estudos apresentaram redução nos principais marcadores pró-inflamatórios (TNF, PCR e IL-6), além disso, o período de 12 semanas foi o que apresentou aumento da citocina anti-inflamatória IL-10 (Quadro 2).

Em relação ao tempo de duração de cada sessão de exercícios físicos, 53,8% (n=7) utilizaram tempo maior ou igual a 60 minutos por sessão, 30,8% (n=4) utilizaram tempo entre 40 e 50 minutos e 15,4% (n=2) tempo menor ou igual a 30 minutos. O tempo de 60 minutos por sessão foi o que promoveu maiores mudanças nos marcadores inflamatórios, com redução de TNF, PCR e IL-6 (pró-inflamatórios) e aumento da IL-10 (anti-inflamatório) (Quadro 2).

Quadro 1. Descrição e principais resultados dos estudos selecionados para a revisão sistemática.

Autor (ano)	Situação nutricional no baseline	Tipo de Exercício	Frequência	Duração	Tempo	Marcadores inflamatórios
Straczkowski <i>et al.</i> (2001)	16 mulheres com sobrepeso e obesidade	Aeróbicos (bicicleta ergométrica)	5 vezes por semana	30 minutos	12 semanas	↓TNF
Kondo <i>et al.</i> (2006)	96 mulheres com obesidade	Aeróbico (caminhada, corrida, ciclismo, pular corda)	5 vezes por semana	60 minutos	28 semanas	↓PCR ↓TNF
Olson <i>et al.</i> (2007)	16 mulheres com sobrepeso e obesidade	Resistidos	2 vezes por semana	-	48 semanas	↔IL-6 ↓PCR
Devries <i>et al.</i> (2008)	12 mulheres com obesidade	Aeróbico (bicicleta ergométrica)	3 vezes por semana	60 minutos	12 semanas	↔IL-6 ↔PCR
Ferreira <i>et al.</i> (2009)	14 mulheres eutróficas	Resistidos (circuito)	3vezes por semana	40 minutos	10 semanas	↔IL-1β ↔IL-6 ↔IL-8 ↔IL-10 ↔IL-12p70 ↔TNF
Leelarungrayub <i>et al.</i> (2011)	24 mulheres eutróficas, com sobrepeso e obesidade	Aeróbico (dança)	3 vezes por semana	50 minutos	6 semanas	↑IL-2
Lakhdar <i>et al.</i> (2013)	30 mulheres com obesidade	Aeróbicos (caminhada e corrida)	3vezes por semana	45 minutos	24 semanas	↔IL-6 ↔TNF
Hong <i>et al.</i> (2014)	20 mulheres com sobrepeso e obesidade	Aeróbico (caminhada)	3 vezes por semana	70 minutos	12 semanas	↓IL-6 ↓TNF
Landeros-Olvera <i>et al.</i> (2014)	17 mulheres com obesidade	Aeróbico (pedalada e caminhada)	5 vezes por semana	40 minutos	10 semanas	↔TNF
Domene <i>et al.</i> (2016)	10 mulheres com sobrepeso	Aeróbico (zumba)	2 vezes por semana	60 minutos	8 semanas	↓IL-6 ↔PCR
Amorim <i>et al.</i> (2018)	12 mulheres eutróficas	Aeróbico (exergaming)	2vezes por semana	60 minutos	4 semanas	↔IL-1β ↔IL-6 ↓PCR ↓TNF
Eizadi <i>et al.</i> (2018)	30 mulheres com obesidade	Aeróbico (corrida)	3 vezes por semana	60 minutos	12 semanas	↑IL-10
Godwin <i>et al.</i> (2019)	16 mulheres com sobrepeso e obesidade	Aeróbico (caminhada em esteira)	2 vezes por semana	30 minutos	12 semanas	↑IL-6
Ihalainen <i>et al.</i> (2019)	9 mulheres eutróficas e com sobrepeso	Combinado (resistido + aeróbico)	4 vezes por semana	60 minutos	10 semanas	↔IL-1β ↔IL-6 ↓PCR ↔TNF

Legenda: TNF: Fator de Necrose Tumoral; PCR: Proteína C Reativa; IL: Interleucina; ↓: redução; ↑: aumento; ↔: sem alteração.

Quadro 2. Efeito dos diferentes protocolos de exercícios físicos nos marcadores inflamatórios.

Tipo de exercício	Marcadores Inflamatórios	
Resistido	-	↓PCR
Aeróbico	↑IL-2	↓IL-6
	↑IL-6	↓PCR
	↑IL-10	↓TNF
Combinado	-	↓PCR
Frequência semanal		
2 vezes	↑IL-6	↓IL-6
		↓PCR ↓TNF
3 vezes	↑IL-2 ↑IL-10	↓IL-6
		↓TNF
4 vezes	-	↓PCR
5 vezes	-	↓PCR
		↓TNF
Tempo de intervenção		
4 semanas	-	↓PCR
		↓TNF
6 semanas	↑IL-2	-
8 semanas	-	↓IL-6
10 semanas	-	↓PCR
12 semanas	↑IL-6 ↑IL-10	↓IL-6
		↓TNF
28 semanas	-	↓PCR
		↓TNF
48 semanas	-	↓PCR
Minutos por sessão		
≤30 minutos	↑IL-6	↓TNF
40-50 minutos	↑IL-2	-
≥60 minutos	↑IL-10	↓IL-6
		↓PCR
		↓TNF

Legenda: TNF: Fator de Necrose Tumoral; PCR: Proteína C Reativa; IL: Interleucina; ↓: redução; ↑: aumento.

DISCUSSÃO

A prática de exercícios físicos atua na redução de cerca de 5 a 10% da gordura abdominal e pode ocasionar mudanças no perfil inflamatório, favorecendo a prevenção de doenças (BAYS *et al.*, 2013). Diante disso, a realização de exercícios combinados (aeróbicos e resistidos) pode proporcionar maiores benefícios à saúde, visto que o exercício aeróbico atua na redução da gordura visceral, principal local onde os marcadores pró-inflamatórios são liberados e os resistidos atuam na gordura total, além de estimular a redução do tecido adiposo intramuscular (MURPHY *et al.*, 2012; HOCKING *et al.*, 2013).

Nesta revisão sistemática, foi observado que os programas com exercícios aeróbicos foram os que mais apresentaram mudanças nos marcadores pró e anti-inflamatórios devido às características próprias desse tipo de exercício, exercendo papel importante na redução do tecido adiposo (CONROY *et al.*, 2016).

Embora saudáveis, a maioria das mulheres participantes dos estudos desta revisão apresentavam obesidade. As citocinas pró-inflamatórias são secretadas pelo tecido adiposo e contribuem para o estado inflamatório crônico de baixo grau que está relacionado a alterações metabólicas associados a doenças cardiovasculares, resistência à insulina e síndrome metabólica (CONROY *et al.*, 2016).

Já a PCR é uma proteína de fase aguda produzida pelo fígado em situações de lesões e infecções e têm sido associadas ao desenvolvimento de aterosclerose, isquemia, acidente vascular cerebral e outras doenças cardiovasculares (AMORIM *et al.*, 2018).

A IL-6 apresenta papel importante na produção de PCR, envolvidas na resposta pró-inflamatória (JANKORD; JEMIOLO, 2004). Por outro lado, citocinas anti-inflamatórias como a IL-10 atuam de forma a inibir a expressão e liberação de citocinas pró-inflamatórias, atuando de forma protetiva contra a mortalidade por doenças cardiovasculares (CONROY *et al.*, 2016).

Dessa mesma forma, o efeito anti-inflamatório ocasionado pelo exercício físico pode ocorrer tanto pela diminuição da migração de macrófagos para os adipócitos devido à redução de citocinas pró-inflamatórias, quanto pela diminuição da produção de IL-6 (HAMER *et al.*, 2014).

Portanto, pode-se afirmar que o exercício aeróbico é uma das estratégias simples, ou seja, facilmente pode ser incluído na rotina dos indivíduos, podendo ser utilizado para melhorar a saúde, o perfil inflamatório e reduzir o risco de doenças (AMORIM *et al.*, 2018).

No presente estudo observou-se que os programas de exercícios físicos realizados na frequência de 3 vezes por semana apresentaram mais mudanças nos marcadores inflamatórios, tanto nos pró quanto nos anti-inflamatórios. Além disso, o tempo de 60 minutos por sessão foi o que promoveu maiores mudanças nos marcadores inflamatórios, devido a sua ação no metabolismo da gordura.

Embora todas as frequências semanais utilizadas nos estudos da presente revisão tenham apresentado redução nos marcadores pró-inflamatórios e apresentem eficácia na prevenção de doenças relacionadas ao perfil inflamatório, para que o exercício proporcione tais benefícios, é recomendado que a realização destes ocorra de forma frequente, sendo que a recomendação para prática de exercícios físicos de acordo com o *American College of Sports Medicine*, é de 150 a 300 minutos semanais, pelo menos 3 vezes (GARBER *et al.*, 2011).

Exercícios aeróbicos realizados ao menos 3 vezes por semana com duração de 60 minutos, conforme o encontrado na presente revisão, são suficientes para atender as recomendações para adultos saudáveis e podem atuar na melhora do perfil inflamatório, visto que este protocolo de exercícios atua na redução de gordura corporal (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010).

Como citado anteriormente, o tecido adiposo tem papel significativo na produção de citocinas pró-inflamatórias, e o tecido adiposo visceral pode ainda produzir maior quantidade de IL-6, TNF e PCR do que o tecido adiposo subcutâneo (BURGHARDT *et al.*, 2019).

Além disso, o tempo de intervenção em que o exercício físico é realizado pode refletir em mudanças no perfil inflamatório dos praticantes. Os variados tempos de intervenção utilizados nos estudos desta revisão apresentaram redução nos principais marcadores pró-inflamatórios e o período de 12 semanas foi o que apresentou aumento da citocina anti-inflamatória IL-10, período em que o organismo já responde melhor em relação aos benefícios proporcionados pelo exercício devido aos mecanismos de adaptação (SANTOS; MARTINS; MARQUES, 2014).

O exercício físico realizado de forma crônica pode reduzir a expressão de marcadores pró-inflamatórios, como TNF, interleucina-1 (IL-1), IL-6 e interferon (IFN) no tecido muscular, e aumentar a expressão de marcadores anti-inflamatórios, como a interleucina-4 (IL-4) e interleucina-10 (IL-10) (BURGHARDT *et al.*, 2019).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o exercício físico ocasiona mudanças nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens e maiores mudanças no perfil inflamatório, ou seja, redução dos marcadores pró-inflamatórios e aumento dos anti-inflamatórios ocorreram com a realização de exercícios aeróbicos, três vezes por semana, com duração de 60 minutos por sessão, pelo período de 12 semanas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. G. S.; DE OLIVEIRA, M. D.; SOARES, D. S.; DA SILVA BORGES, L.; DERMARGOS, A.; HATANAKA, E. Effects of exergaming on cardiovascular risk factors and adipokine levels in women. **The Journal of Physiological Sciences**, v. 68, n. 5, p. 671-678, 2018.
- BAYS, H. E.; TOTH, P. P.; KRIS-ETHERTON, P. M.; ABATE, N.; ARONNE, L. J.; BROWN, W. V.; GONZALEZ-CAMPOY, J. M.; JONES, S. R.; KUMAR, R.; FORGE, R. L.; SAMUEL, V. T. Obesity, adiposity, and dyslipidemia: a consensus statement from the National Lipid Association. **Journal of clinical lipidology**, v. 7, n. 4, p. 304-383, 2013.
- BURGHARDT, R.; KAZIM, M. A.; RÜTHER, W.; NIEMEIER, A.; STRAH, A. The impact of physical activity on serum levels of inflammatory markers in rheumatoid arthritis : a systematic literature review. **Rheumatology International**, v. 0, n. 0, p. 0, 2019.
- CONROY, S. M.; COURNEYA, K. S.; BRENNER, D. R.; SHAW, E.; O'REILLY, R.; YASUI, Y.; WOOLCOTT, C. G.; FRIEDENREICH, C. M. Impact of aerobic exercise on levels of IL-4 and IL-10 from two randomized intervention trials. **Cancer Medicine**, p. 2385–2397, 2016.
- DEVRIES, M. C.; HAMADEH, M. J.; GLOVER, A. W.; RAHA, S.; SAMJOO, I. A.; TARNOPOLSKY, M. A. Endurance training without weight loss lowers systemic, but not muscle, oxidative stress with no effect on inflammation in lean and obese women. **Free radical biology and medicine**, v. 45, n. 4, p. 503-511, 2008.
- DOMENE, P. A.; MOIR, H. J.; PUMMELL, E.; KNOX, A.; EASTON, C. The health-enhancing efficacy of Zumba® fitness: An 8-week randomised controlled study. **Journal of sports sciences**, v. 34, n. 15, p. 1396-1404, 2016.
- DONATO, H.; DONATO, M. Stages for Undertaking a Systematic Review. **Acta Médica Portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-335, 2019.
- DU, M.; OUYANG, Y.; NIE, X.; HUANG, Y.; REDDING, S. R. Effects of physical exercise during pregnancy on maternal and infant outcomes in overweight and obese pregnant women: A meta-analysis. **Birth**, v. 46, n. 2, p. 211-221, 2019.
- EIZADI, M.; LALEH, B.; KHORSHIDI, D. The effect of aerobic training with difference durations on serum il-10 in middle-aged obese females. **Acta Endocrinologica (Bucharest)**, v. 14, n. 4, p. 563, 2018.
- FERREIRA, F. C.; MEDEIROS, A. I.; NICIOLI, C.; NUNES, J. E. D.; SHIGUEMOTO, G. I.; PRESTES, J.; VERZOLA, R. M. M.; BALDISSERA, V.; PEREZ, S. E. A. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 35, n. 2, p. 163-171, 2009.
- GAMA, G. G. G.; MUSSIL, F. C.; GUIMARÃES, A. C. Revisando os fatores de risco cardiovascular. **Revista de enfermagem**, v. 18, n. 4, p. 650-655, 2010.
- GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. 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**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GODWIN, E. M.; UGLIALORO, A. D.; ALI, A.; YEARWOOD, L.; BANERJI, M. A.; KRAL, J. G. A pilot study of metabolic fitness effects of weight-supported walking in women with obesity. **PloS one**, v. 14, n. 2, 2019.

HAMER, M.; HACKETT, R. A.; BOSTOCK, S.; LAZZARINO, A. I.; CARVALHO, L. A.; STEPTOE, A. Objectively assessed physical activity, adiposity, and inflammatory markers in people with type 2 diabetes. **BMJ Open Diabetes Research & Care**, v. 2, p. 1–4, 2014.

HOCKING, S.; SAMOCHA-BONET, D.; MILNER, K. L.; GREENFIELD, J. R.; CHISHOLM, D. J. Adiposity and insulin resistance in humans: the role of the different tissue and cellular lipid depots. **Endocrine reviews**, v. 34, n. 4, p. 463-500, 2013.

HONG, H. R.; JEONG, J. O.; KONG, J. Y.; LEE, S. H.; YANG, S. H.; HA, C. D.; KANG, H. S. Effect of walking exercise on abdominal fat, insulin resistance and serum cytokines in obese women. **Journal of exercise nutrition & biochemistry**, v. 18, n. 3, p. 277, 2014.

IHALAINEN, J. K.; HACKNEY, A. C.; TAIPALE, R. S. Changes in inflammation markers after a 10-week high-intensity combined strength and endurance training block in women: The effect of hormonal contraceptive use. **Journal of science and medicine in sport**, v. 22, n. 9, p. 1044-1048, 2019.

JANKORD, R.; JEMIOLO, B. Influence of Physical Activity on Serum IL-6 and IL-10 Levels in Healthy Older Men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 6, p. 960–964, 2004.

KITAHARA, C. M.; TRABERT, B.; KATKI, H. A.; CHATURVEDI, A. K.; KEMP, T. J.; PINTO, L. A.; MOORE, S. C.; PURDUE, M. P.; WENTZENSEN, N.; HILDESHEIM, A.; SHIELS, M. S. Índice de massa corporal, atividade física e marcadores séricos de inflamação, imunidade e resistência à insulina. **Biomarcadores de Epidemiologia e Prevenção do Câncer**, v. 23, n. 12, p. 2840-2849, 2014.

KONDO, T.; KOBAYASHI, I.; MURAKAMI, M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. **Endocrine journal**, v. 53, n. 2, p. 189-195, 2006.

LAKHDAR, N.; DENGUEZLI, M.; ZAOUALI, M.; ZBIDI, A.; TABKA, Z.; BOUASSIDA, A. Diet and diet combined with chronic aerobic exercise decreases body fat mass and alters plasma and adipose tissue inflammatory markers in obese women. **Inflammation**, v. 36, n. 6, p. 1239-1247, 2013.

LANDEROS-OLVERA, E.; LÓPEZ-ALVARENGA, J. C.; NAVA-GONZÁLEZ, E. J.; GALLEGOS-CABRIALES, E.; LAVALLE-GONZÁLEZ, F.; BASTARRACHEA, R. A.; SALAZAR GONZÁLEZ, B. C. Efecto del ejercicio cardiovascular en las mujeres con obesidad sobre las concentraciones de la adiponectina, leptina y factor de necrosis tumoral-alfa. **Archivos de cardiología de México**, v. 84, n. 3, p. 177-182, 2014.

LEELARUNGRAYUB, D.; SAIDEE, K.; POTHONGSUNUN, P.; PRATANAPHON, S.;

YANKAI, A.; BLOOMER, R. J. Six weeks of aerobic dance exercise improves blood oxidative stress status and increases interleukin-2 in previously sedentary women. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 15, n. 3, p. 355-362, 2011.

MALTA, M.; CARDOSO, L. O.; BASTOS, F. I.; MAGNANINI, M. M. F.; SILVA, C. M. F. P. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559-65, 2010.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010.

MURPHY, J. C.; MCDANIEL, J. L.; MORA, K.; VILLAREAL, D. T.; FONTANA, L.; WEISS, E. P. Preferential reductions in intermuscular and visceral adipose tissue with exercise-induced weight loss compared with calorie restriction. **Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 1, p. 79-85, 2012.

OLSON, T. P.; DENGEL, D. R.; LEON, A. S.; SCHMITZ, K. H. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. **International journal of obesity**, v. 31, n. 6, p. 996-1003, 2007.

PAIXÃO, L. A.; DIAS, R. M. R.; PRADO, W. L. Estilo de vida e estado nutricional de universitários ingressantes em cursos da área de saúde do Recife/PE. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 15, n. 3, p. 145-150, 2010.

PALMER, B. F.; CLEGG, D. J. The sexual dimorphism of obesity. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 402, p. 113-119, 2015.

PATE, R. R. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA Journal of the American Medical Association**, v. 273, n. 5, p. 402-407, 1995.

RÉGIS, B. N.; ARAÚJO, R. L. R.; SOUZA, V. G.; NETO, N. A. S.; NODARI, N. L.; ALBUQUERQUE-HAYASIDA, N. M. Ansiedade, depressão e doença cardiovascular em jovens adultos: uma revisão da literatura. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 4, n. 1, p. 91-100, 2016.

SANTOS, F.; MARTINS, J.; MARQUES, A. Conhecimento dos alunos acerca das recomendações para a prática de atividade física. **Revista da Sociedade Científica de Pedagogia do Desporto**, v. 1, n. 3, p.15-19, 2014.

STRAÏCZKOWSKI, M.; KOWALSKA, I.; DZIENIS-STRAÏCZKOWSKA, S.; STEIPIENA, S.; SKIBINA, E.; SZELACHOWSKA, M. Alterações no fator de necrose tumoral: um sistema e sensibilidade à insulina durante um programa de treinamento físico em mulheres obesas com tolerância normal e prejudicada à glicose. **European Journal of Endocrinology**, v. 145, p. 273-280, 2001.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 3, p. 543-568, 2016.

TOIVO, K.; KANNUS, P.; KOKKO, S.; ALANKO, L.; HEINONEN, O. J.; KORPELAINEN, R.; SAVONEN, K.; SELÄNNE, H.; VASANKARI, T.; KANNAS, L.; KUJALA, U. M.; VILLBERG, J.; PARKKARI, J. Musculoskeletal examination in young athletes and non-athletes: the Finnish Health Promoting Sports Club (FHPSC) study. **BMJ open sport & exercise medicine**, v. 4, n. 1, p. e376, 2018.

ZHANG, H.; TONG, T. K.; QIU, W.; ZHANG, X.; ZHOU, S.; LIU, Y.; HE, Y. Comparable effects of high-intensity interval training and prolonged continuous exercise training on abdominal visceral fat reduction in obese young women. **Journal of Diabetes Research**, p. 1-9, 2017.

4.2 Artigo Original 1

EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO COMBINADO EM MARCADORES INFLAMATÓRIOS E A RELAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES JOVENS

RESUMO

Introdução: tem-se observado aumento de excesso de peso na população jovem, principalmente devido a alimentação inadequada e inatividade física. O aumento na gordura corporal está relacionado a inflamação de baixo grau, condição onde os macrófagos presentes no tecido adiposo secretam citocinas pró-inflamatórias. **Objetivo:** avaliar o efeito de exercícios físicos combinados de intensidade moderada em marcadores inflamatórios, assim como sua relação com a composição corporal em mulheres jovens recém ingressas em uma Instituição Pública de Ensino Superior. **Metodologia:** estudo longitudinal, de intervenção, onde 59 participantes do sexo feminino com idade de 18 a 25 anos foram avaliadas antes e após um programa de exercícios físicos combinados por oito semanas, com frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia. Coletou-se amostra de sangue antes e após a intervenção para análise de proteína C reativa (PCR) e citocinas inflamatórias (IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF e IL-12). Aferiu-se peso e estatura para cálculo do índice de massa corporal e avaliou-se a composição corporal por Absortometria com Raios X de Dupla Energia antes e após a intervenção. As análises estatísticas realizadas foram teste de t, teste de *Willcoxon* e Correlação de *Spearman* utilizando-se o software *Statistical Package for the Social Science* versão 20.0 e adotando-se nível de significância (α) igual a 5%. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153). **Resultados:** após a intervenção houve redução das citocinas pró-inflamatórias (IL-8, IL-1 β , IL-6, TNF e IL-12), enquanto a anti-inflamatória (IL-10) e PCR não sofreram alteração; redução da massa de gordura ginoide corporal total e no percentual de gordura corporal; aumento de massa muscular do tronco e total. A composição corporal se correlacionou de forma negativa com as interleucinas pró-inflamatórias IL-1 β e IL-6 e de forma positiva com a PCR. **Conclusão:** o exercício físico combinado por oito semanas atuou na redução de citocinas pró-inflamatórias, massa de gordura e aumento da massa muscular e os marcadores inflamatórios se correlacionaram com a gordura corporal antes da intervenção, sugerindo a participação do tecido adiposo visceral na liberação destes marcadores em jovens universitárias.

Palavras-chave: exercício físico; citocinas; interleucinas; composição corporal

EFFECT OF COMBINED PHYSICAL EXERCISE ON INFLAMMATORY MARKERS AND THE RELATIONSHIP WITH BODY COMPOSITION IN YOUNG WOMEN

ABSTRACT

Introduction: there has been an increase in excess weight in the young population, mainly due to inadequate nutrition and physical inactivity. The increase in body fat is related to low-grade inflammation, a condition where macrophages present in adipose tissue secrete pro-inflammatory cytokines. **Objective:** to evaluate the effect of eight weeks of combined physical exercise of moderate intensity on inflammatory markers, as well as its relationship with body composition in young women recently admitted to a Public Institution of Higher Education (Instituição Pública de Ensino Superior). **Methodology:** longitudinal, intervention study, in which 59 female participants aged 18 to 25 years were evaluated before and after a combined physical exercise program for eight weeks, with a frequency of three days a week and duration of 60 to 80 minutes per day. Blood samples were collected before and after the intervention for analysis of C-reactive protein (CRP) and inflammatory cytokines (IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF and IL-12). Weight and height were measured to calculate body mass index and body composition was evaluated by Dual Energy X-Ray Absorptiometry before and after the intervention. Statistical analyzes performed were t test, Willcoxon test and Spearman's correlation using the Statistical Package for the Social Science software version 20.0 and adopting a significance level (α) equal to 5%. The study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Viçosa (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa - opinion number 1,447,278; CAAE: 53452916.3.0000.5153). **Results:** after the intervention, there was a reduction in the pro-inflammatory cytokines (IL-8, IL-1 β , IL-6, TNF and IL-12), while the anti-inflammatory (IL-10) and CRP did not change; reduction in the total body gynoid fat mass and in the percentage of body fat; increased trunk and total muscle mass. Body composition was negatively correlated with the pro-inflammatory interleukins IL-1 β and IL-6 and positively correlated with CRP. **Conclusion:** combined physical exercise for eight weeks acted to reduce pro-inflammatory cytokines, fat mass and increase in muscle mass. Inflammatory markers correlated with body fat before the intervention, suggesting the participation of visceral adipose tissue in the release of these markers in female university students.

Keywords: physical exercise; cytokines; interleukins; body composition

INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se aumento de sobrepeso e obesidade na população, sendo que em 2016, 39% da população mundial acima de 18 anos apresentava excesso de peso, causado principalmente por alimentação inadequada e inatividade física (WHO, 2018).

Ao se tratar da população universitária, fatores sociodemográficos, de comportamento alimentar e de estilo de vida se associam ao sobrepeso e obesidade, sendo observado que, associado ao estilo de vida, o aumento na gordura corporal ocorre ao longo dos anos de estudo, podendo resultar no ganho de até quatro quilos a cada ano (PENGPID; PELTZER, 2014; SEN *et al.*, 2017; MAURICIO *et al.*, 2018).

O aumento na gordura corporal está relacionado a inflamação de baixo grau, condição onde os macrófagos presentes no tecido adiposo secretam citocinas pró-inflamatórias, como fator de necrose tumoral (TNF) e interleucina-6 (IL-6) (KITAHARA *et al.*, 2015).

Além disso, a localização da gordura corporal interfere no perfil de risco à saúde, sendo que a maior concentração de gordura na região androide, ou seja, região abdominal (gordura subcutânea e visceral) está relacionado a fatores de risco cardiometabólico e doença cardiovascular (KELLI *et al.*, 2017; SEYED-SADJADI *et al.*, 2017).

As mulheres fisiologicamente possuem mais gordura corporal do que homens, porém mais eficientemente armazenada, ou seja, na região ginoide do corpo (região glúteo-femoral e pernas), mas ao longo da vida esse padrão de armazenamento da gordura sofre mudanças, tornando o risco metabólico semelhante ao dos homens, sendo importante a prevenção, assim como no sexo masculino (GUGLIELMI; SBRACCIA, 2018).

O exercício físico atua na prevenção da obesidade, assim como no sistema imunológico, especificamente nos marcadores inflamatórios, devido ações mediadas das citocinas pró e anti-inflamatórias, de acordo com a intensidade, tipo e duração do exercício (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010; BURGHARDT *et al.*, 2019).

Além disso, universitários compõe uma população jovem, onde é comum o não aparecimento dos sintomas de doenças, como as cardiovasculares, ainda que o organismo já possa estar apresentando alguma alteração, ressaltando a necessidade de atenção para reduzir o risco de desenvolvimento de doenças no futuro (CARVALHO *et al.*, 2015).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de exercícios físicos combinados de intensidade moderada em marcadores inflamatórios, assim como sua relação com a composição corporal em mulheres jovens recém ingressas em uma Instituição Pública de Ensino Superior.

METODOLOGIA

Delineamento e amostra do estudo

Estudo longitudinal, de intervenção, onde as participantes foram avaliadas antes e após um programa de exercícios físicos combinados. Todas as participantes realizaram avaliação antropométrica, de composição corporal e bioquímica antes e após a intervenção.

Inicialmente foi feito junto ao registro escolar da Instituição Pública de Ensino Superior (IPES) o levantamento do número de estudantes do sexo feminino ingressantes no ano de 2016, ano de realização do estudo, e solicitados o endereço de e-mail para envio de informações sobre a pesquisa. O número total de mulheres ingressantes na IPES neste ano corresponde a 1400, sendo que destas, 76,7% se encontravam na faixa etária de 18 a 25 anos (adultos jovens).

Os coordenadores do curso da IPES enviaram e-mail a todas estas estudantes e 244 responderam manifestando interesse em participar do estudo. Estas universitárias que manifestaram interesse foram então convidadas a participar de uma reunião para esclarecimento de dúvidas sobre o projeto, sendo que 140 compareceram à reunião, e destas, 121 atendiam aos critérios de inclusão, pois duas possuíam deficiência (1 física e 1 visual) e 17 praticavam atividade física regular.

As universitárias gestantes ou lactantes, com deficiência física, auditiva, intelectual ou visual, que utilizavam marca-passo, medicamentos psicotrópicos ou que eram diabéticas ou hipertensas não foram incluídas. Além disso, as voluntárias que apresentaram 25% de faltas ou quatro faltas consecutivas à intervenção sem justificativa e sem reposição tiveram a participação descontinuada.

Levando em consideração os critérios de exclusão, inclusão e descontinuidade, o total de 75 voluntárias iniciou a participação no estudo e 60 mantiveram a participação até o término da intervenção, porém apenas 59 voluntárias realizaram todas as avaliações propostas.

Dessa forma, a amostra do estudo, após as oito semanas de intervenção foi composta por 59 estudantes do sexo feminino recém ingressas na IPES no ano de 2016, com idade de 18 a 25 anos, que não praticavam exercícios físicos por pelo menos seis meses e que aceitaram participar do estudo.

Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153). Todas as voluntárias que aceitaram participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Cada voluntária recebeu como retorno todos os resultados das avaliações realizadas, e aquelas que apresentaram alguma alteração nos resultados foram encaminhadas para o serviço de saúde da instituição. Após o término da intervenção, aquelas que manifestaram interesse receberam orientações de um profissional de Educação Física para manutenção do estilo de vida ativo, com atividades físicas regulares.

Intervenção

As voluntárias foram submetidas a um programa de exercícios físicos combinados por oito semanas, com frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia. Realizou-se individualmente teste de carga e a rotina de exercícios foi planejada em forma de circuito, intercalando-se exercícios aeróbicos e resistidos para membros superiores, inferiores e abdominal, com frequência cardíaca máxima (FCM) entre 50 e 85%, de acordo com o proposto por PEREIRA *et al.* (2019).

Marcadores inflamatórios

Em um laboratório conveniado e com as voluntárias em jejum, coletou-se por profissional capacitado, quatro mililitros de sangue venoso antes e após a intervenção, para avaliação marcadores inflamatórios. O sangue foi centrifugado em temperatura ambiente e o sobrenadante de plasma coletado. A proteína C reativa (PCR) foi avaliada pelo método de turbidimetria. O restante do plasma foi congelado a -80°C para análise de citocinas inflamatórias, utilizando-se a técnica de *Cytometric Bead Array* (CBA), com o kit *Human Inflammatory Cytokines* da BD Pharmingen (San Diego, CA). As amostras foram analisadas no citômetro de fluxo (BD FACSVerser™, BD Biosciences, San Jose, CA) (POCHINI *et al.*, 2016), quantificando-se Interleucina-8 (IL-8), Interleucina-1 β (IL-1 β), Interleucina-6 (IL-6), Interleucina-10 (IL-10), Fator de Necrose Tumoral (TNF) e Interleucina-12 (IL-12).

Antropometria

O peso foi obtido em quilogramas, utilizando-se balança digital eletrônica de marca Kratos-cas®, e a estatura foi aferida em centímetros, utilizando-se antropômetro vertical Altorexata®, ambos segundo as recomendações da *World Health Organization* (WHO, 1995).

Com as medidas de peso e altura, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) e as voluntárias foram classificadas de acordo com o *World Health Organization* (WHO, 1998).

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada pela Absortometria com Raios X de Dupla Energia (DEXA), quantificando-se massa de gordura e massa muscular, nas regiões do tronco, androide, ginoide e corpo total, bem como o percentual de gordura corporal total.

Variáveis sociodemográficas

Aplicou-se um questionário semiestruturado para coleta de informações como, idade, curso, etnia autodeclarada, local de residência (alojamento da IPES), recebimento de algum tipo de bolsa da instituição e renda familiar, para caracterização das participantes.

Análises estatísticas

Realizou-se dupla digitação dos dados no Microsoft Excel e utilizou-se o software Epidata, versão 3.1 para realizar a validade dos dados.

O poder do estudo foi calculado com o programa OpenEpi online (<https://www.openepi.com>) utilizando-se as médias e os desvios-padrão da Interleucina 12 antes ($180,69 \pm 213,44$ pg/mL) e após ($76,43 \pm 133,30$ pg/mL) a intervenção com exercícios físicos e o tamanho amostral igual a 59, que corresponde ao número de voluntárias que permaneceram no estudo até o término, para um nível de significância de 5% e o estudo apresentou poder igual a 85,05%.

As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0 para Windows (SPSS INC. Chicago, IL, USA), adotando-se nível de significância (α) igual a 5%. A distribuição das variáveis foi avaliada através do teste de *Shapiro-Wilk* e os resultados foram expressos em média e desvio padrão para as variáveis com distribuição paramétrica e mediana e percentis 25 e 75 (p25-p75) para as não paramétricas. Utilizou-se o teste de *Wilcoxon* e teste t pareado para verificar o impacto do exercício nos marcadores inflamatórios e composição corporal. Para verificar a relação dos

marcadores inflamatórios e distribuição da gordura corporal pelo DEXA antes e após a intervenção, utilizou-se a Correlação de *Spearman*.

RESULTADOS

Foram avaliadas 59 estudantes universitárias com idade média de 19,5 anos ($\pm 1,9$ anos) e de cursos variados, e na tabela 1 observamos as características sociodemográficas e nutricionais dessa população.

Não houve diferença nos valores de IMC antes e após a intervenção, sendo que 25,4% (n=15) continuavam com excesso de peso e 13,6% (n=8) com baixo peso ($p > 0,05$). Houve redução no percentual de gordura corporal após a intervenção ($p < 0,001$), sendo que 47,5% (n=28) continuavam com o percentual de gordura elevado.

Na tabela 2 foram descritos os valores das citocinas inflamatórias e PCR antes e após a intervenção com exercícios físicos. Houve redução nas citocinas pró-inflamatórias (IL-8 ($p < 0,001$), IL-1 β ($p < 0,001$), IL-6 ($p = 0,001$), TNF ($p = 0,024$) e IL-12 ($p < 0,001$)) após a intervenção, enquanto a anti-inflamatória (IL-10) e a PCR não sofreram alteração.

Em relação a composição corporal, observou-se redução da massa de gordura na região ginoide ($p = 0,043$) e no total do corpo ($p < 0,001$), refletindo na redução do percentual de gordura corporal ($p < 0,001$). Além disso, houve aumento de massa muscular na região do tronco ($p < 0,001$) e na massa muscular total ($p < 0,001$) após a intervenção (tabela 3).

Ademais, observou-se que a IL-1 correlacionou-se de forma negativa com a massa de gordura da região do tronco e região androide no momento 2 (tabela 4). A IL-6 correlacionou-se de forma negativa com a massa muscular na região ginoide e massa muscular total do corpo no momento 2 (tabela 4). A PCR correlacionou-se de forma positiva com a massa de gordura na região do tronco, massa de gordura androide, massa de gordura total do corpo e percentual de gordura corporal, todos no momento 1 (tabela 4).

Tabela 1. Características sociodemográficas no *baseline* de jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Características	N	%
Etnia		
Branca	30	50,8
Parda	24	40,7
Negra	3	5,1
Amarela	2	3,4
Local de residência		
Alojamento na IPES	19	32,2
Bolsistas		
Sim	20	33,9
Renda familiar		
≤ 2 salários mínimos	24	40,7
Estado nutricional		
Baixo peso	8	13,6
Eutrofia	37	62,7
Excesso de peso	14	23,7
Composição corporal		
≥30 % de gordura corporal	35	59,3

Tabela 2. Marcadores inflamatórios antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Citocinas	Mediana M1 (p25-p75)	Mediana M2 (p25-p75)	Valor p
IL-8 (pg/mL)	130,30 (58,30-264,80)	80,70 (31,40-149,90)	<0,001
IL-1 β (pg/mL)	116,20 (62,30-236,30)	62,30 (30,90-113,00)	<0,001
IL-6 (pg/mL)	130,60 (89,10-186,00)	89,80 (72,20-113,60)	0,001
IL-10 (pg/mL)	97,40 (71,40-118,30)	84,80 (62,80-114,10)	0,285
TNF (pg/mL)	175,20 (23,10-300,90)	65,40 (0,00-198,00)	0,024
IL-12 (pg/mL)	129,30 (62,80-249,30)	47,70 (16,20-96,20)	<0,001
PCR (mg/L)	0,80 (0,40-2,20)	0,90 (0,40-2,20)	0,829

Teste de *Wilcoxon*; n= 59; M1= momento 1 (antes da intervenção); M2= momento 2 (após a intervenção); IL= Interleucina; pg/mL= picogramas por mililitro; TNF= Fator de Necrose Tumoral; mg/L= miligramas por litro.

Tabela 3. Composição corporal antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Variáveis	Mediana M1 (p25-p75) ou Média M1 (DP)	Mediana M2 (p25-p75) ou Média M2 (DP)	Valor p
MG tronco (kg)*	6,40 (4,29-9,02)	6,30 (4,20-9,35)	0,402
MG androide (kg)*	0,84 (0,46-1,26)	0,78 (0,42-1,25)	0,161
MG ginoide (kg)	3,88 (1,23)	3,80 (1,21)	0,043
MG total (kg)	19,99 (7,20)	19,38 (6,90)	<0,001
MM tronco (kg)	15,00 (2,05)	15,40 (1,93)	<0,001
MM androide (kg)	2,20 (0,30)	2,23 (0,28)	0,093
MM ginoide (kg)	4,90 (0,59)	4,96 (0,61)	0,076
MM total (kg)	35,79 (4,15)	36,52 (4,04)	<0,001
GC (%)	33,22 (7,18)	32,10 (6,90)	<0,001

Teste de *Wilcoxon**; Teste t pareado; Média (Desvio Padrão) ou Mediana (percentil 25-percentil 75); n= 59; M1= momento 1 (antes da intervenção); M2= momento 2 (após a intervenção); kg= quilogramas; MG= massa de gordura; MM= massa muscular; GC= cordura corporal; %= percentual.

Tabela 4. Correlação entre composição corporal e marcadores inflamatórios antes e após intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Variáveis	IL-8		IL-1 β		IL-6		IL-10		TNF		IL-12p70		PCR	
	R	Valor p	r	Valor p	r	Valor p	r	Valor p	r	Valor p	r	Valor p	r	Valor p
MG tronco (kg) M1	-0,093	0,482	0,010	0,938	0,097	0,466	-0,135	0,307	0,189	0,152	0,110	0,407	0,357	0,006
MG tronco (kg) M2	-0,189	0,151	-0,260	0,047	-0,059	0,655	-0,175	0,186	-0,086	0,519	-0,078	0,558	0,187	0,156
MG androide (kg) M1	-0,058	0,662	0,042	0,753	0,129	0,329	-0,109	0,411	0,220	0,094	0,148	0,263	0,361	0,005
MG androide (kg) M2	-0,163	0,217	-0,298	0,022	-0,025	0,850	-0,159	0,228	-0,086	0,518	-0,073	0,585	0,155	0,242
MG ginoide (kg) M1	-0,127	0,337	-0,010	0,939	0,030	0,821	-0,195	0,139	0,094	0,477	0,049	0,710	0,356	0,056
MG ginoide (kg) M2	-0,214	0,103	-0,246	0,061	-0,077	0,532	-0,101	0,446	-0,037	0,778	-0,112	0,398	0,179	0,174
MG total (kg) M1	-0,154	0,244	-0,035	0,792	0,040	0,764	-0,194	0,142	0,114	0,388	0,045	0,736	0,357	0,005
MG total (kg) M2	-0,179	0,174	-0,233	0,076	-0,044	0,743	-0,163	0,216	-0,067	0,616	-0,067	0,613	0,175	0,184
MM tronco (kg) M1	-0,144	0,277	-0,167	0,206	-0,054	0,683	-0,153	0,246	0,017	0,900	0,015	0,907	0,015	0,908
MM tronco (kg) M2	-0,064	0,630	-0,202	0,125	-0,255	0,051	-0,221	0,093	-0,134	0,312	0,052	0,697	-0,096	0,468
MM androide (kg) M1	-0,070	0,600	-0,188	0,153	-0,035	0,794	-0,080	0,547	0,091	0,495	0,022	0,867	-0,034	0,797
MM androide (kg) M2	0,156	0,239	-0,075	0,574	-0,133	0,314	-0,122	0,358	-0,134	0,312	0,193	0,143	-0,330	0,051
MM ginoide (kg) M1	-0,087	0,513	-0,121	0,359	-0,095	0,476	-0,107	0,421	-0,074	0,579	-0,019	0,885	0,044	0,739
MM ginoide (kg) M2	-0,026	0,846	-0,194	0,141	-0,318	0,014	-0,180	0,173	-0,136	0,303	-0,046	0,729	-0,113	0,396
MM total (kg) M1	-0,191	0,147	-0,191	0,148	-0,104	0,431	-0,133	0,315	-0,043	0,748	-0,051	0,702	-0,004	0,977
MM total (kg) M2	0,018	0,894	-0,117	0,376	-0,281	0,031	-0,186	0,159	-0,154	0,244	0,073	0,581	-0,107	0,421
GC (%) M1	-0,107	0,419	0,035	0,795	0,102	0,443	-0,152	0,252	0,158	0,232	0,081	0,541	0,396	0,002
GC (%) M2	-0,217	0,099	-0,208	0,115	0,051	0,702	-0,103	0,438	-0,060	0,649	-0,076	0,568	0,210	0,111

Correlação de *Spearman*; n=59; IL= Interleucina; PCR= proteína C reativa; M1= momento 1 (antes da intervenção); M2= momento 2 (após a intervenção); kg= quilogramas; %= percentual; MG= massa de gordura; MM= massa muscular; GC= gordura corporal.

DISCUSSÃO

No presente estudo, as citocinas pró-inflamatórias reduziram o após o programa de exercícios físicos, resultado também encontrado por Burghardt et al (2019), sugerindo que o exercício físico combinado realizado de forma regular tem papel importante na prevenção da inflamação de baixo grau, contribuindo para a promoção de um ambiente anti-inflamatório no organismo.

Este ambiente anti-inflamatório ocorre devido à redução de tecido adiposo que o exercício físico é capaz de promover. Observou-se a redução da massa de gordura na região ginoide, no corpo total e conseqüentemente no percentual de gordura corporal. Sabe-se que os adipócitos e macrófagos presentes nesse tecido podem secretar citocinas pró-inflamatórias, como TNF e IL-6, ou seja, a redução no tecido adiposo reduz a produção de citocinas pró-inflamatórias (KITAHARA *et al.*, 2014).

Além disso, a IL-10 participa da regulação deste ambiente anti-inflamatório após a realização de exercícios, atuando na redução de TNF, IL-6, IL-8 e IL-1 β (JANKORD; JEMIOLO, 2004). Porém, não observamos no presente estudo mudanças na IL-10, apesar do exercício físico realizado de forma regular estar relacionado com o aumento de citocinas anti-inflamatórias (BURGHARDT *et al.*, 2019). Isto pode ser explicado pela variabilidade individual das alterações nessas citocinas no plasma após o exercício além da intensidade, duração e do mecanismo adaptativo causado pelo mesmo (PEAKE *et al.*, 2015).

Outro fator importante é que as citocinas dependem da presença e das concentrações de outras citocinas com ações sinérgicas, aditivas ou contra-reguladoras, podendo atuar de maneira autócrina, parácrina ou endócrina para induzir ou suprimir sua própria síntese e regular a produção de outras citocinas e seus receptores (PEAKE *et al.*, 2015).

O exercício físico aeróbico melhora a aptidão cardiovascular, enquanto o resistido ocasiona aumento da massa muscular, e quando este é realizado de forma combinada, conseqüentemente promove a perda de massa de gordura nas diferentes regiões do corpo, o que vai de encontro ao efeito do exercício encontrado no presente estudo, com redução da massa de gordura ginoide e de gordura corporal total, bem como o percentual de gordura corporal, além do aumento da massa muscular no tronco e massa muscular total do corpo (BACHI *et al.*, 2019).

Ainda ao se tratar da composição corporal, no presente estudo a IL-1 β se correlacionou de forma negativa com a massa de gordura, ou seja, quanto menor a massa de gordura no tronco e na região androide após o programa de exercícios, maior era a concentração plasmática de IL-1 β .

O tecido adiposo, principalmente na região central do corpo, tem papel importante na produção de citocinas pró-inflamatórias, principalmente o tecido adiposo visceral, que possui maior atividade inflamatória do que o subcutâneo (VELLA *et al.*, 2018).

Embora a concentração de IL-1 β tenha apresentado correlação negativa com a gordura corporal, a IL-1 β , assim com a IL-6, está relacionada com a recuperação muscular após o exercício, através de indução da proliferação de células que auxiliam na recuperação do tecido muscular lesionado pela realização do exercício físico, podendo isso justificar a correlação negativa, embora fraca, com a massa de gordura (PRESTES *et al.*, 2006).

Além disso, as citocinas pró-inflamatórias, juntamente com a participação de hormônios, promovem inflamação crônica de baixo grau, e esta pode contribuir para a perda de gordura. A inflamação pode ocasionar a mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo e conseqüentemente sua metabolização, quando associada a realização de exercício físico (LACERDA *et al.*, 2019).

Porém este mecanismo é diferente de situações onde há consumo excessivo de nutrientes e hipertrofia de adipócitos, com aumento de quimiocinas que desencadeia infiltração exacerbada de células imunes no tecido adiposo, induzindo assim resistência à insulina e outras doenças (OSBORN; OLEFSKY, 2012).

A IL-6 no presente estudo apresentou correlação negativa com a massa muscular, sendo menor quando maior era a quantidade de massa muscular na região ginoide e no corpo total após o programa de exercícios. Cerca de 15 a 30% da IL-6 circulante no organismo é produzida pelo tecido adiposo visceral e os valores encontrados são menores em indivíduos fisicamente ativos, devido a redução da massa de gordura corporal e aumento da massa muscular, como o encontrado no presente estudo (FISCHER *et al.*, 2007; BURGHARDT *et al.*, 2019).

Embora a IL-6 seja uma citocina pró-inflamatória, em alguns momentos esta pode apresentar efeito anti-inflamatório, visto sua capacidade em estimular a produção de IL-10, de antagonista do receptor de IL-1 (IL-1ra), de receptores solúveis de TNF- α , mas não de IL-1 β e TNF- α (PETERSEN; PEDERSEN, 2005).

As concentrações plasmáticas de IL-6 podem aumentar de acordo com a duração e intensidade do exercício físico realizado, e esse aumento pode ainda variar de acordo com a quantidade de massa muscular recrutada durante a realização do exercício e da capacidade aeróbia de cada indivíduo (PRESTES *et al.*, 2006).

Ademais, a IL-6 pode ser secretada em maior quantidade por células do músculo esquelético, e então o aumento da massa muscular consequentemente pode elevar sua concentração neste tecido. Porém, a IL-6 secretada pelo tecido muscular pode não ser liberada, ou ser liberada em pequenas quantidades, o que levaria a uma menor alteração ou não da sua concentração no plasma com o aumento da massa muscular (PEAKE *et al.*, 2015).

Todas as correlações encontradas no presente estudo são consideradas “fracas” e a interpretação deve ser realizada com cautela, porém todas foram estatisticamente significativas.

Não observamos mudança nos níveis plasmáticos de PCR após a intervenção, porém este se correlacionou de forma positiva com a gordura corporal antes da intervenção, ou seja, quanto maior a massa de gordura, maior a concentração de PCR.

Isto ocorre pois a PCR é sintetizada pelo fígado em resposta a fatores liberados por adipócitos, e a sua concentração pode ser alterada por circunstâncias que desencadeiam processos inflamatórios, ou seja, quanto maior o número de adipócitos, maior será a síntese de PCR, justificando a correlação positiva com a massa de gordura no presente estudo (CAVAGNOLI *et al.*, 2014).

Alguns estudos transversais mostraram associação inversa entre exercício físico e a PCR, porém outros de intervenção não apresentaram evidências de que o exercício possa ocasionar redução nos níveis de PCR, e mostram que estes não foram reduzidos em adultos saudáveis que participaram de programas de exercício físico realizados por seis a 24 semanas (KELLEY; KELLEY, 2006; MICHIGAN; JOHNSON; MASTER, 2011; GARCIA-HERMOSO *et al.*, 2016)

No entanto, é sugerido que os níveis de PCR sejam menores em indivíduos que realizam exercícios físicos e que consequentemente apresentam perda de peso ou redução da gordura corporal, e esse fato também justifica a correlação positiva entre PCR e gordura corporal encontrada no presente estudo (FEDEWA; HATHAWAY.; WARD-RITACCO, 2017).

Além disso, estudo utilizando DEXA, assim como no presente estudo, demonstrou que a massa de gordura na região androide está correlacionada com a concentração de proteína C reativa, independente da influência genética (HEILBRONN; NOAKES; CLIFTON, 2001).

CONCLUSÃO

O exercício físico combinado de intensidade moderada, com frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia, por oito semanas atuou na redução de citocinas pró-inflamatórias, massa de gordura e aumento da massa muscular em mulheres jovens. Os marcadores inflamatórios se correlacionaram com a gordura corporal antes da intervenção, principalmente na região central do corpo, sugerindo a participação do tecido adiposo visceral na liberação destes marcadores em jovens universitárias.

FINANCIAMENTO

O estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CNPq - 445276 / 2014-2), Fundação de Apoio a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) e em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

REFERÊNCIAS

- BACHI, A. L. L.; BARROS, M. P.; VIEIRA, R. P.; ROCHA, G. A.; ANDRADE, P. B. M.; VICTORINO, A. B.; RAMOS, L. R.; GRAVINA, C. F.; LOPES, J. D.; VAISBERG, M.; MARANHÃO, R. C. O treinamento combinado de exercícios realizado por mulheres idosas reduz os índices redox e citocinas pró-inflamatórias relacionadas à aterogênese. **Medicina oxidativa e longevidade celular**, v. 2019, p. 1-9, 2019.
- BURGHARDT, R.; KAZIM, M. A.; RÜTHER, W.; NIEMEIER, A.; STRAH, A. The impact of physical activity on serum levels of inflammatory markers in rheumatoid arthritis : a systematic literature review. **Rheumatology International**, v. 0, n. 0, p. 0, 2019.
- CARVALHO, C. A.; FONSECA, P. C. A.; BARBOSA, J. B.; MACHADO, S. P.; SANTOS, A. M.; SILVA, A. A. M. Associação entre fatores de risco cardiovascular e indicadores antropométricos de obesidade em universitários de São Luís, Maranhão, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 2, p. 479–490, 2015.
- CAVAGNOLLI, D. A.; ESTEVES, A. M.; ACKEL-D'ELIA, C.; MAEDA, M. Y.; FARIA, A. P. D.; TUFIK, S.; MELLO, M. T. Aerobic exercise does not change C-reactive protein levels in non-obese patients with obstructive sleep apnoea. **European journal of sport science**, v. 14, n. 1, p. 142-147, 2014.
- FEDEWA, M. V.; HATHAWAY, E. D.; WARD-RITACCO, C. L. Efeito do treinamento físico na proteína C reativa: uma revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados e não randomizados. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 8, p. 670-676, 2017.
- FISCHER, C. P.; BERNTSEN, A.; PERSTRUP, L. B.; ESKILDSEN, P.; PEDERSEN, B. K. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**, v. 17, p. 580–587, 2007.
- GARCÍA-HERMOSO, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; ESCALANTE, Y.; SAAVEDRA, J. M.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Intervenções baseadas em exercícios e proteína C-reativa em jovens com sobrepeso e obesidade: uma metanálise de ensaios clínicos randomizados. **Pesquisa em pediatria**, v. 79, n. 4, p. 522, 2016.
- GUGLIELMI, V.; SBRACCIA, P. Obesity phenotypes: depot-differences in adipose tissue and their clinical implications. **Eat Weight Disord**, v. 23, n. 3, 2018.
- HEILBRONN, L. K.; NOAKES, M.; CLIFTON, P. M. A restrição energética e a perda de peso em dietas com pouca gordura reduzem as concentrações de proteína C-reativa em mulheres saudáveis e obesas. **Arteriosclerose, trombose e biologia vascular**, v. 21, n. 6, p. 968-970, 2001.
- JANKORD, R.; JEMIOLO, B. Influence of Physical Activity on Serum IL-6 and IL-10 Levels in Healthy Older Men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 6, p. 960–964, 2004.
- KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Efeitos do exercício aeróbico na proteína C-reativa, composição corporal e consumo máximo de oxigênio em adultos: uma metanálise de ensaios clínicos randomizados. **Metabolism**, v. 55, n. 11, p. 1500-1507, 2006.

KELLI, H. M.; CORRIGAN, F. E.; HEINL, R. E.; DHINDSA, D. S.;HAMMADAH, M.; SAMMAN-TAHHAN, A.; SANDESARA, P.; O'NEAL, W. T.; MHEID, I. A.; YI-AN KO; VACCARINO, V.; THOMAS R. ZIEGLER, T. R.; SPERLING, L. S.; BRIGHAM, K.; JONES, D.; MARTIN, G. S.; QUYYUMI, A. A. Relation of Changes in Body Fat Distribution to Oxidative Stress. **The American Journal of Cardiology**, v. 120, n. 12, p. 2289-2293, 2017.

KITAHARA, C. M.; TRABERT, B.; KATKI, H. A.; CHATURVEDI, A. K.; KEMP, T. J.; PINTO, L. A.; MOORE, S. C.; PURDUE, M. P.; WENTZENSEN, N.; HILDESHEIM, A.; SHIELS, M. S. Índice de massa corporal, atividade física e marcadores séricos de inflamação, imunidade e resistência à insulina. **Biomarcadores de Epidemiologia e Prevenção do Câncer**, v. 23, n. 12, p. 2840-2849, 2014.

LACERDA, D. R.; COSTA, K. A.; SILVEIRA, A. L. M.; RODRIGUES, D. F.; SILVA, A. N.; SABINO, J. L.; PINHO, V.; MENEZES, G. B.; SOARES, D. D.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, A. V. M. Role of adipose tissue inflammation in fat pad loss induced by fasting in lean and mildly obese mice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 72, 2019.

MAURICIO, T. F.; MOREIRA, R. P.; COSTA, E. C.; BERNARDO, F. M. S.; LIMA, P. A.; VIEGAS, B. J. Avaliação da presença dos fatores de risco cardiovascular em estudantes universitários de países lusófonos. **Cogitare Enfermagem**, v. 23, n. 3, 2018.

MICHIGAN, A.; JOHNSON, T. V.; MASTER, V. A. Revisão da relação entre proteína C reativa e exercício. **Diagnóstico molecular e terapia**, v. 15, n. 5, p. 265-275, 2011.

OSBORN, O.; OLEFSKY, J. M. As redes celulares e de sinalização que ligam o sistema imunológico e o metabolismo na doença. **Nature Medicine**, v. 18, n. 3, p. 363, 2012.

PAIXÃO, L. A.; DIAS, R. M. R.; PRADO, W. L. Estilo de vida e estado nutricional de universitários ingressantes em cursos da área de saúde do Recife/PE. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 15, n. 3, p. 145-150, 2010.

PEAKE, J. M.; GATTA, P. D.; SUZUKI, K. NIEMAN, D. C. Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. **Exercise immunology review**, v. 21, p. 8-25, 2015.

PENGPID, S.; PELTZER, K. Prevalence of overweight/obesity and central obesity and its associated factors among a sample of university students in India. **Obesity Research & Clinical Practice**, v. 8, n. 6, p. e558-e570, 2014.

PEREIRA, D. A. A.; SILVA, L. A.; PELUZIO, M. C. G.; MARINS, J. C. B.; RIBEIRO, A. Q.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Training program of aerobic and strength exercise on physical and metabolic health of young female undergraduate students. **Health Science Journal**, v. 13, n. 5, 2019.

PETERSEN, A. M.W.; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, p. 1154–1162, 2005.

POCHINI, A. C.; ANTONIOLI, E.; BUCCI, D. Z.; SARDINHA, L. R.; ANDREOLI, C. V.; FERRETTI, M.; EJNISMAN, B.; GOLDBERG, A. C.; COHEN, M. Análise do perfil de citocinas e fatores de crescimento em plasma rico em plaquetas obtido por meio das metodologias do sistema aberto e colunas. **Einstein**, v. 14, n. 3, p. 391-397, 2016.

PRESTES, J.; DONATTO, F. F.; DIAS, R.; FROLINNI, A. B.; CAVAGLIERI, C. R. Papel da Interleucina-6 como um sinalizador em diferentes tecidos durante o exercício físico. **Fitness & Performance Journal**, v.5, n. 6, p. 348-353, 2006.

SEN, P.; DAS, S.; HORE, S.; BHATTACHARJEE, S.; CHOUDHURI, D. Obesity and associated cardiometabolic risk among women from Tripura-A Northeastern State of India. **Journal of mid-life health**, v. 8, n. 3, p. 110, 2017.

SEYED-SADJADI, N.; BERG, J.; BILGIN, A. A.; GRANT, R. Visceral fat mass : is it the link between uric acid and diabetes risk ? **Lipids in Health and Disease**, v. 16, n. 142, p. 1–9, 2017.

VELLA, C. A.; ALLISON, M. A.; CUSHMAN, M.; JENNY, N. S.; MILES, M. P.; LARSEN, B.; LAKOSKI, S. G.; MICHOS, E. D.; BLAHA, M. J. Physical Activity and Adiposity-related Inflammation : The MESA. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 5, p. 915–921, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. **Report of a WHO expert consultation. Geneva**, p. 1-463, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Obesity : preventing and managing the global epidemic: **report of a WHO consultation. Geneva**, p. 1-253, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **World Health Statistics 2018-Monitoring Health for the SDG's (Sustainable development goals)**, 2018.

4.3 Artigo Original 2

IMPACTO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS COMBINADOS NAS CITOCINAS INFLAMATÓRIAS EM MULHERES JOVENS METABOLICAMENTE OBESAS

RESUMO

Introdução: a prevalência de obesidade vem aumentando, inclusive na população jovem, e o meio acadêmico pode favorecer o aumento de peso e de gordura corporal e consequentemente a secreção de citocinas inflamatórias. Porém, os indivíduos que não apresentam aumento de peso corporal, mas com gordura corporal aumentada podem apresentar características semelhantes aos com excesso de peso, e são denominados “metabolicamente obesos”. Este estudo objetivou verificar o impacto de um programa de exercícios físicos combinados nas citocinas inflamatórias em mulheres jovens metabolicamente obesas. **Metodologia:** estudo longitudinal, de intervenção, realizado com universitárias com idade de 18 a 25 anos e que não praticavam exercícios físicos por pelo menos seis meses. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153), e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por todas as participantes. A intervenção deu-se sob a forma de exercícios físicos combinados três vezes por semana, com duração de 60 a 80 minutos, por oito semanas. Realizou-se medidas de peso e estatura e calculou-se o Índice de Massa Corporal. A composição corporal foi avaliada por Absortometria com Raios X de Dupla Energia. As voluntárias foram divididas em três grupos de acordo com a situação nutricional: “eutróficas” (grupo de comparação), “metabolicamente obesas” (grupo de estudo) e “obesas” (grupo de comparação). Avaliou-se os marcadores inflamatórios Interleucina-8, Interleucina-1 β , Interleucina-6, Interleucina-10, Fator de Necrose Tumoral e Interleucina-12. As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0, adotando-se nível de significância (α) igual a 5%. Utilizou-se o teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para verificar as diferenças nos marcadores inflamatórios entre os grupos e o teste de *Wilcoxon* para verificar o impacto do exercício nestes marcadores nos mesmos grupos. **Resultados:** observou-se nos três grupos redução na Interleucina-12 após a intervenção. A Interleucina-6 foi menor após a intervenção no grupo “metabolicamente obesas” e “obesas”. A Interleucina-8, Interleucina-1 β e Fator de Necrose Tumoral reduziram apenas

no grupo “metabolicamente obesas”. **Conclusão:** os grupos “eutróficas”, “metabolicamente obesas” e “obesas” não apresentaram diferenças entre si nos marcadores inflamatórios antes e após a realização do programa de exercícios físicos combinados, porém o programa foi eficiente na redução destes marcadores dentro do mesmo grupo, sendo que o grupo “metabolicamente obesas” foi o que mais apresentou mudanças.

Palavras-chave: universitárias; marcadores inflamatórios; exercício físico; estado nutricional.

IMPACT OF A COMBINED PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON INFLAMMATORY CYTOKINES IN METABOLICALLY OBESE YOUNG WOMEN

ABSTRACT

Introduction: the prevalence of obesity has been increasing, including in the young population, and the academic environment may favor the increase of weight and body fat and consequently the secretion of inflammatory cytokines. However, individuals who do not have an increase in body weight, but with increased body fat may have characteristics similar to those with excess weight, and are called “metabolically obese”. This study aimed to verify the impact of a combined exercise program on inflammatory cytokines in metabolically obese young women. **Methodology:** longitudinal, intervention study, carried out with university students aged 18 to 25 years and who did not practice physical exercises for at least six months. This study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Viçosa (opinion number 1,447,278; CAAE: 53452916.3.0000.5153), and the Free and Informed Consent Form was signed by all participants. The intervention took the form of combined physical exercises three times a week, lasting 60 to 80 minutes, for eight weeks. Weight and height measurements were taken and the Body Mass Index was calculated. Body composition was assessed by dual energy X-ray absorptiometry. The volunteers were divided into three groups according to their nutritional status: “eutrophic” (comparison group), “metabolically obese” (study group) and “obese” (comparison group). The inflammatory markers Interleukin-8, Interleukin-1 β , Interleukin-6, Interleukin-10, Tumor Necrosis Factor and Interleukin-12 were evaluated. Statistical analyzes were performed using SPSS software (Statistical Package for the Social Sciences) version 20.0, adopting a significance level (α) equal to 5%. The Kruskal-Wallis test was used to verify the differences in inflammatory markers between the groups and the Wilcoxon test to verify the impact of exercise on these markers in the same groups. **Results:** a reduction in Interleukin-12 was observed in the three groups after the intervention. Interleukin-6 was lower after intervention in the “metabolically obese” and “obese” group. Interleukin-8, Interleukin-1 β and Tumor Necrosis Factor reduced only in the “metabolically obese” group. **Conclusion:** the “eutrophic”, “metabolically obese” and “obese” groups did not show differences between themselves in the inflammatory markers before and after performing the combined physical exercise program, however the program was efficient in reducing these markers

within the same group, being that the group “metabolically obese” was the one that presented more changes.

Keywords: university students; inflammatory markers; physical exercise; nutritional status.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) representam a principal causa de mortalidade no mundo, e dentre elas, a prevalência de obesidade vem aumentando, inclusive na população jovem e do sexo feminino (LEE *et al.*, 2015; WHO, 2018).

No Brasil, 48,0% das mulheres com idade maior ou igual a 20 anos apresentam excesso de peso, e este valor é de 29,7% dentre as mulheres com idade de 18 e 24 anos (adultos jovens) (IBGE, 2009; BRASIL, 2018).

A população universitária, que em sua maior parte é composta por adultos jovens, e onde situações próprias do meio acadêmico, como se tornar responsável por sua alimentação e realizar a maior parte delas fora de casa, além da falta de tempo, podem resultar em uma alimentação inadequada e taxas elevadas de sedentarismo, que ao longo dos anos pode levar ao aumento de peso e de gordura corporal (CARVALHO *et al.*, 2015; LOURENÇO *et al.*, 2016).

O excesso de peso pode ocasionar distúrbios metabólicos como resistência à insulina, hipertensão e dislipidemia, fatores de risco para diabetes mellitus tipo 2 (DM) e doenças cardiovasculares (DCV), além de doença hepática gordurosa não alcoólica e alguns tipos de câncer, no entanto todos esses distúrbios podem ocorrer em alguns indivíduos com peso normal porém com aumento da gordura corporal, denominados “metabolicamente obesos” (CHOI, 2013; KWON, 2013; DING; CHAN; MAGKOS, 2016; WANG, 2016).

O aumento da gordura corporal pode ocorrer independente do aumento do peso e desempenha papel importante na secreção de citocinas como Interleucina 1 β (IL-1 β), IL-6, IL-8, fator de necrose tumoral (TNF) que pode constituir uma causa da inflamação do tecido adiposo (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

O termo metabolicamente obeso foi proposto por Ruderman; Schneider; Berchtold (1981) englobava indivíduos com peso corporal normal pelo Índice de Massa Corporal (IMC) e presença de resistência à ação da insulina, características encontradas em indivíduos com excesso de peso (RUDERMAN; SCHNEIDER; BERCHTOLD, 1981; HYUN *et al.* 2008). Já De Lorenzo *et al.* (2006) definiu o termo metabolicamente obeso como presença de peso corporal normal pelo IMC, aumento da gordura corporal e redução da massa magra.

Dessa forma, avaliar indivíduos apenas pelo IMC pode mascarar a necessidade de triagem e assim atrasar o diagnóstico, fazendo com que estes procurem algum

atendimento à saúde apenas em estágios mais avançados de doenças, tornando as opções de tratamento mais complicadas e difíceis (DING; CHAN; MAGKOS, 2016).

Além disso, a prática de exercícios físicos, principalmente quando realizados de forma regular (exercício crônico), pode desempenhar papel positivo tanto na modificação da composição corporal, com redução da gordura corporal e aumento da massa muscular, quanto melhora de outros fatores, tais como pressão arterial, sensibilidade à insulina e sistema imunológico, especificamente em marcadores inflamatórios (AUTENRIETH *et al.*, 2009; BURGHARDT *et al.*, 2019).

Com base nisso, este estudo objetivou verificar o impacto de um programa de exercícios físicos combinados nas citocinas inflamatórias em mulheres jovens metabolicamente obesas.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo longitudinal, de intervenção controlado, onde os mesmos indivíduos foram avaliados em dois momentos distintos, antes (momento 1) e após (momento 2) a realização de um programa de exercícios físicos combinados.

Amostra

Participaram do estudo universitárias recém ingressas em uma Instituição Pública de Ensino Superior (IPES) no ano de 2016, com idade de 18 a 25 anos e que não praticavam exercícios físicos por pelo menos seis meses. Para isso, solicitou-se aos coordenadores dos cursos da IPES que enviasse e-mail às estudantes ingressantes convidando-as para participar da pesquisa.

Gestantes, lactantes, com limitações física, auditiva, intelectual ou visual, que utilizavam marca-passo, faziam uso de medicamentos psicotrópicos, portadoras de diabetes ou hipertensas arterial não foram incluídas.

O total de 244 estudantes manifestou interesse em participar do estudo, sendo que destas, 140 compareceram a reunião para esclarecimento de dúvidas sobre o projeto. Após a reunião, 121 estudantes atendiam aos critérios de inclusão, pois duas possuíam deficiência (1 física e 1 visual) e 17 praticavam atividade física regular.

O número de estudantes que iniciou a participação no estudo correspondeu a 75, porém aquelas que apresentaram 25% de faltas ou quatro consecutivas sem justificativa e

reposição ao programa de exercícios físicos foram excluídas, sendo que 60 mantiveram a participação até o término da intervenção, porém apenas 59 voluntárias realizaram todas as avaliações propostas.

Poder do estudo

Calculou-se o poder do utilizando-se o programa OpenEpi online (<https://www.openepi.com>). As médias e os desvios-padrão da Interleucina 12 antes ($180,69 \pm 213,44$ pg/mL) e após ($76,43 \pm 133,30$ pg/mL) a intervenção com exercícios físicos e o tamanho amostral igual a 59, que corresponde ao número de voluntárias que permaneceram no estudo até o término, foram utilizados para o cálculo. Além disso, o nível de significância de 5% foi adotado e o estudo apresentou poder igual a 85,05%.

Antropometria

Realizou-se medidas de peso e estatura antes e após a intervenção, de acordo com as recomendações da *World Health Organization* (WHO, 1995), utilizando-se respectivamente balança digital Kratos-cas® e antropômetro vertical Altorexata®.

Posteriormente calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC), e classificou-se as voluntárias de acordo com os pontos de corte estabelecidos pela *World Health Organization* (WHO, 1998).

Composição corporal

Utilizou-se a Absortometria com Raios X de Dupla Energia (DEXA) para quantificar a massa de gordura antes e após a intervenção, e o percentual de gordura corporal total foi classificado como alterado quando este se encontrava maior ou igual a 30%, de acordo com os pontos de corte estabelecidos por Jackson e Pollock (1978).

Marcadores inflamatórios

Amostra de aproximadamente quatro mililitros de sangue foi coletado para avaliação de marcadores inflamatórios antes e após a intervenção.

O sangue coletado foi centrifugado em temperatura ambiente para a separação do plasma, e este foi congelado a -80°C até o momento das análises.

Utilizou-se a técnica de *Cytometric Bead Array* (CBA), kit *Human Inflammatory Cytokines* da BD Pharmingen (San Diego, CA) e citômetro de fluxo (BD FACSVerse™,

BD Biosciences, San Jose, CA) para análise das citocinas inflamatórias Interleucina-8 (IL-8), Interleucina-1 β (IL-1 β), Interleucina-6 (IL-6), Interleucina-10 (IL-10), Fator de Necrose Tumoral (TNF) e Interleucina-12 (IL-12).

Situação nutricional

As voluntárias foram divididas em três grupos de acordo com a situação nutricional sendo dois grupos de comparação e um de estudo. O primeiro grupo de comparação (G1) foi composto por mulheres eutróficas, ou seja, aquelas sem excesso de peso e gordura corporal, pelo IMC e pelo percentual de gordura corporal, respectivamente. O grupo de estudo (G2) foi composto por mulheres metabolicamente obesas, ou seja, sem excesso de peso pelo IMC e com percentual de gordura corporal aumentado. O segundo grupo de comparação (G3) foi composto por mulheres com excesso de peso e gordura corporal (LORENZO *et al.*, 2006).

Para as avaliações no momento 2 manteve-se em cada grupo (G1, G2 e G3) as mesmas pessoas que pertenciam aos respectivos grupos no momento 1.

Intervenção

A intervenção foi realizada no Laboratório de Força do Departamento de Educação Física da IPES, sob a forma de exercícios físicos combinados, sendo composto por exercícios aeróbicos e resistidos (membros superiores, inferiores e abdominal), realizado três vezes por semana, com duração de 60 a 80 minutos, por dia por oito semanas, de acordo com o protocolo proposto por PEREIRA *et al.* (2019).

Análises estatísticas

Os dados foram duplamente digitados no Microsoft Excel e utilizou-se o software Epidata, versão 3.1 para verificar os possíveis erros de digitação.

Realizou-se as análises estatísticas no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0 para *Windows* (SPSS INC. Chicago, IL, USA) e adotando-se nível de significância (α) igual a 5%.

Utilizou-se o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a distribuição das variáveis e estas foram expressas em mediana e intervalo interquartil.

O teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para verificar as diferenças nos marcadores inflamatórios entre os grupos (G1 x G2 x G3) no momento 1 e no momento 2 e o teste de

Wilcoxon para verificar o impacto do exercício nestes marcadores nos mesmos grupos (G1 momento 1 x G1 momento 2; G2 momento 1x G2 momento 2; G3 momento 1 x G3 momento 2).

Aspectos éticos e retorno

O presente estudo faz parte de um projeto maior intitulado “Avaliação do exercício físico, marcadores cardiometabólicos, inflamatórios e microbiota intestinal em mulheres jovens, recém ingressas em uma universidade pública brasileira, em diferentes situações nutricionais”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de parecer 1.447.278; CAAE: 53452916.3.0000.5153), e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado por todas as voluntárias.

As voluntárias receberam como forma de retorno todos os resultados das avaliações realizadas. O encaminhamento para o serviço de saúde foi realizado para aquelas que apresentaram alguma alteração. Além disso, foram feitas orientações para manutenção do estilo de vida ativo às que manifestaram interesse em manter as atividades físicas regulares.

RESULTADOS

Participaram do estudo 59 mulheres, com idade média de 19,5 anos ($\pm 1,9$ anos), que ingressaram na IPES no ano de 2016.

De acordo com o estado nutricional, 23,7% (n=14) estavam com excesso de peso pelo IMC e 69,53% (n=41) com excesso de gordura corporal pelo DEXA. Em relação às diferentes situações nutricionais, 30,5% (n=18) pertenciam ao G1, ou seja, apresentavam tanto o IMC quanto o percentual de gordura corporal adequados; 45,8% (n=27) ao G2, com IMC adequado e percentual de gordura corporal elevado; e 23,7% (n=14) ao G3, com IMC e percentual de gordura corporal aumentados.

Na tabela 1 observou-se que ao comparar os marcadores inflamatórios entre os diferentes grupos antes da intervenção com exercícios físicos (momento 1), não foi encontrado diferenças nesses valores. O mesmo foi observado ao comparar os valores após a intervenção (momento 2) (tabela 2), não havendo diferença nas citocinas entre os três grupos.

Ao se verificar o efeito do exercício físico nos marcadores inflamatórios em cada um dos grupos, observou-se redução na IL-12 após a intervenção nos três grupos (G1, G2 e G3) (figura 1F). A IL-6 foi menor no G2 e no G3 após a intervenção (figura 1C). Já a IL-8 (figura 1A), IL-1 β (figura 1B) e TNF (figura 1E) reduziram apenas no G2, sendo este o grupo que mais apresentou mudanças após a intervenção com exercícios. A IL-10 não sofreu modificações após a intervenção (figura 1D).

Tabela 1. Comparação de marcadores inflamatórios entre diferentes situações nutricionais antes da intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Citocinas (pg/mL)	Momento 1			Valor p
	G1	G2	G3	
IL-8	138,50 (249,7)	154,80 (195,0)	109,85 (228,1)	0,762
IL-1	90,20 (161,1)	132,00 (166,7)	105,70 (226,4)	0,464
IL-6	103,45 (89,5)	137,00 (110,6)	150,65 (113,6)	0,409
IL-10	96,85 (77,2)	102,10 (47,1)	88,90 (56,1)	0,496
TNF	87,75 (233,8)	240,30 (292,7)	213,45 (288,3)	0,126
IL-12	96,45 (140,7)	171,30 (222,1)	121,35 (251,0)	0,243

Teste de *Kruskal-Wallis*; n=59; momento 1= antes da intervenção; G1= grupo 1 (eutróficas); G2= grupo 2 (metabolicamente obesas); G3= grupo 3 (excesso de peso e gordura corporal); mediana (intervalo interquartil); IL= Interleucina; pg/mL= picogramas por mililitro; TNF= Fator de Necrose Tumoral.

Tabela 2. Comparação de marcadores inflamatórios entre diferentes situações nutricionais após a intervenção com exercícios físicos em jovens universitárias. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

Citocinas (pg/mL)	Momento 2			Valor p
	G1	G2	G3	
IL-8	92,75 (138,0)	59,00 (78,6)	103,40 (123,9)	0,235
IL-1	63,75 (78,6)	59,50 (97,0)	64,25 (93,9)	0,634
IL-6	89,45 (41,8)	97,40 (57,7)	89,70 (24,4)	0,804
IL-10	93,85 (47,4)	76,30 (46,0)	78,65 (66,7)	0,278
TNF	97,45 (195,1)	71,10 (171,7)	12,25 (297,8)	0,722
IL-12	46,05 (77,3)	46,80 (78,0)	66,40 (93,9)	0,646

Teste de *Kruskal-Wallis*; n=59; momento 2= após a intervenção; G1= grupo 1 (eutróficas); G2= grupo 2 (metabolicamente obesas); G3= grupo 3 (excesso de peso e gordura corporal); mediana (intervalo interquartil); IL= Interleucina; pg/mL= picogramas por mililitro; TNF= Fator de Necrose Tumoral.

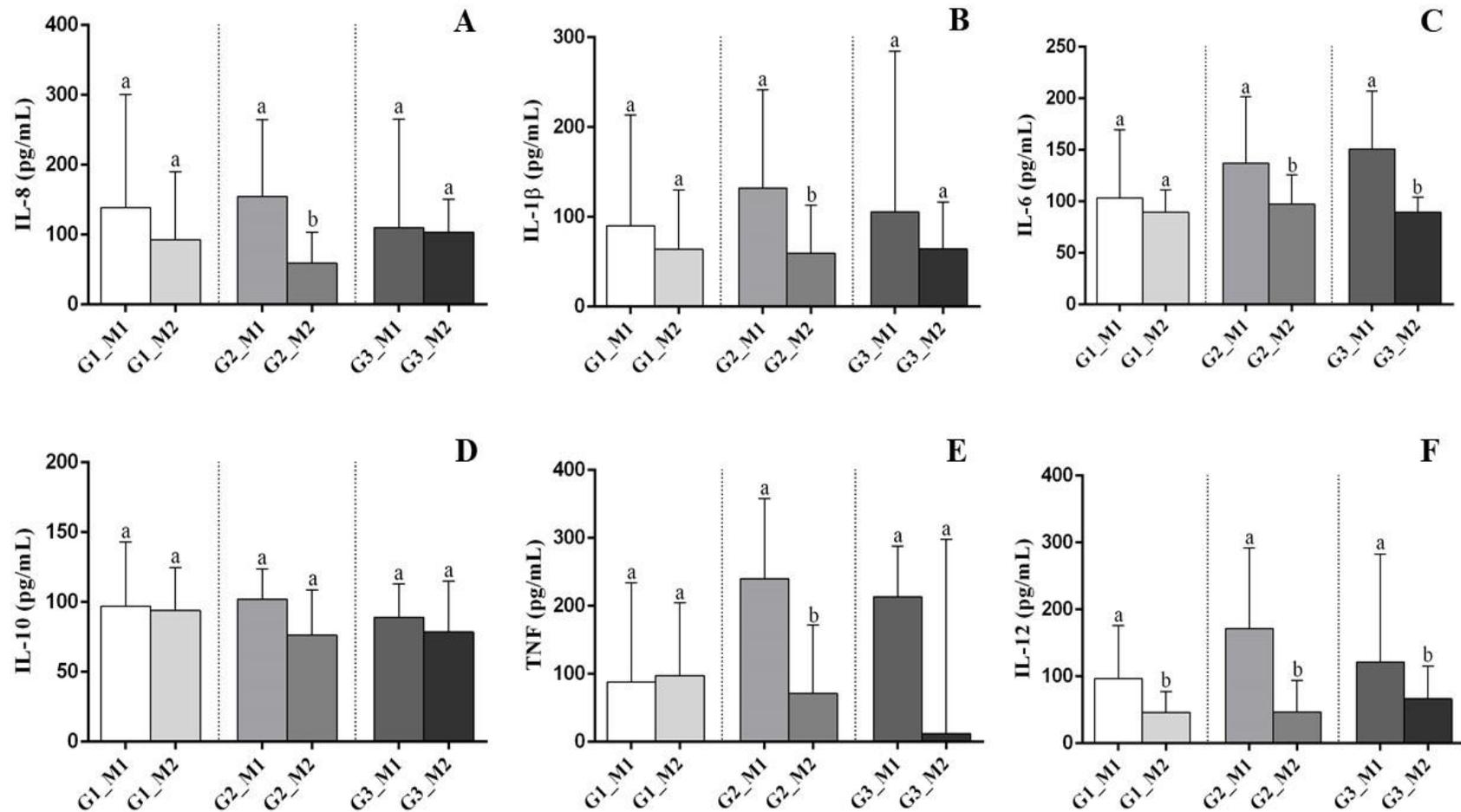


Figura 1. Efeito do exercício físico nos marcadores inflamatórios de jovens universitárias em diferentes situações nutricionais. Viçosa, Minas Gerais, 2016. Teste de Wilcoxon; n=59; M1 = momento 1; M2 = momento 2; G1= grupo 1; G2= grupo 2; G3= grupo 3; mediana (intervalo interquartil); IL= Interleucina; pg/mL= picogramas por mililitro; TNF= Fator de Necrose Tumoral. A= IL-8; B= IL-1 β ; C= IL-6; D= IL-10; E= TNF; F=IL-12. Letras diferentes representam diferença estatística ($p<0,05$).

DISCUSSÃO

Não se observou diferença nos marcadores inflamatórios entre o grupo de estudo (G2) e os grupos de comparação (G1 e G3) tanto antes quanto após a intervenção com exercícios físicos, embora as citocinas possam ser produzidas em grande parte pelo tecido adiposo e seja esperado que estas estejam em maior concentração nos grupos cujos indivíduos que os compõem apresentem maior percentual de gordura corporal (G2 e G3) (KITAHARA *et al.*, 2014). Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Bednarek-Tupikowska *et al.* (2014), onde os níveis de IL-6 e IL-18 foram avaliados em mulheres eutróficas e metabolicamente obesas, e estes não diferiram entre nos dois grupos.

Embora os adipócitos secretem várias citocinas pró-inflamatória, existe a possibilidade dessas citocinas serem produzidas por outros órgãos, como o fígado e células imunes, o que pode justificar o fato do grupo de estudo e os grupos de comparação do presente estudo não apresentarem diferença nestes marcadores, mesmo com o fato do G2 e o G3 apresentarem maior percentual de gordura corporal do que o G1 (PRADO *et al.*, 2009).

Diferentes programas de exercício físico, como o combinado, têm sido capazes de promover benefícios na melhora de marcadores inflamatórios, inclusive na redução da produção de TNF e outras citocinas pró-inflamatórias (SPERETTA; LEITE; DUARTE, 2014).

A IL-12 foi a única citocina que sofreu modificação nos três grupos após a intervenção, ou seja, a IL-12 reduziu em todos os grupos independente do IMC e do percentual de gordura corporal.

A IL-12 tem papel importante na regulação da inflamação, onde um ambiente pró-inflamatório ocasionado principalmente por infecções do trato respiratório resultará em sua maior secreção (ZAMANI *et al.*, 2014).

Durante o exercício físico, os componentes do sistema imunológico podem ser afetados dependendo da frequência, duração e intensidade do exercício realizado, sendo que exercícios moderados e regulares, como os realizados no presente estudo, têm efeitos positivos na função imunológicas e aumentam a resistência contra infecções, com consequente redução na secreção da IL-12 (ABEDELMALEK *et al.*, 2011).

Já IL-6 se comportou de forma semelhante após a intervenção no grupo de estudo e no G3, mas não sofreu alteração no G1, que pode ocorrer pelo fato do grupo de estudo e o G3 por apresentarem características semelhantes tais como gordura corporal aumentada (HYUN *et al.* 2008; DING; CHAN; MAGKOS, 2016).

Apesar do IMC adequado, os indivíduos do grupo de estudo apresentam gordura corporal aumentada, fato que está relacionado ao aumento dos níveis de citocinas pró-inflamatórias como a IL-6 de forma semelhante ao que ocorre em indivíduos com excesso de peso e gordura corporal (G3), visto que o tecido adiposo é uma fonte importante da secreção desta citocinas (BEDNAREK-TUPIKOWSKA *et al.*, 2014).

Dessa forma, o programa de exercício físicos do presente estudo atuou de forma semelhante e mais eficiente nos grupos de indivíduos com maior quantidade de gordura corporal ao se tratar da IL-6, ocasionado a sua redução.

O grupo de estudo foi o grupo que mais apresentou mudanças após a intervenção com exercícios, sendo que este foi o único dos três grupos com redução da IL-8, IL-1 β e TNF, ou seja, indivíduos metabolicamente obesos apresentaram melhor resposta ao programa de exercício físico em comparação com os indivíduos eutróficos e obesos.

De Lorenzo *et al.* (2007) observaram que mulheres metabolicamente obesas apresentavam concentrações elevadas de TNF, IL-1 β , IL-6 e IL-8, refletindo um estado pró-inflamatório precoce. Além disso, Pereira *et al.* (2020) verificaram a associação entre citocinas (IL-8; IL-1 β ; IL-6; IL-10; TNF e IL-12) e diferentes indicadores de adiposidade corporal total e central (Razão percentual de Gordura Androide-Ginoide; Índice de Massa Corporal; Relação Cintura-Quadril; Relação Cintura-Estatura; Índice de Conicidade; Índice de Adiposidade Corporal; Índice de Adiposidade Visceral) em jovens universitárias, identificando que todos os indicadores de adiposidade se correlacionaram com as citocinas.

O excesso de gordura corporal, principalmente na região abdominal, correlaciona-se positivamente com marcadores inflamatório e isto é verificado tanto em indivíduos obesos como em metabolicamente obesos, porém indivíduos metabolicamente obesos podem possuir melhor resposta ao exercício realizado, visto que alguns cuidados especiais no momento de determinar o volume e a intensidade dos exercícios físicos podem ser necessários, além de programas de exercícios individualizados em casos de obesidade, visando melhor resposta (FONSECA-JUNIOR *et al.*, 2013).

A IL-10, citocina anti-inflamatória, foi a única que não sofreu modificações após a intervenção em nenhum dos três grupos, e embora o exercício físico moderado e regular possa promover aumento de citocinas anti-inflamatórias, algumas questões podem estar influenciando, como por exemplo a variabilidade individual, as microlesões musculares ocasionadas pelo exercício que são importantes para que ocorra o processo de hipertrofia

muscular, além da sua intensidade e duração do exercício (PEAKE et al., 2015; BURGHARDT et al, 2019).

CONCLUSÃO

Os grupos “eutróficas”, “metabolicamente obesas” e “obesas” não apresentaram diferenças entre si nos marcadores inflamatórios antes e após a realização do programa de exercícios físicos combinados, porém o programa foi eficiente na redução destes marcadores dentro do mesmo grupo, sendo que o grupo “metabolicamente obesas” foi o que mais apresentou mudanças (IL-8, IL-1 β , IL-6, TNF e IL-12).

FINANCIAMENTO

O estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (CNPq - 445276 / 2014-2), Fundação de Apoio a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) (Fapemig - CDS APQ - 02584-14) e em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

REFERÊNCIAS

- ABEDELMALEK, S.; SOUISSI, N.; TAKAYUKI, A.; HADOUK, S.; TABKA, Z. Effect of acute maximal exercise on circulating levels of interleukin-12 during ramadan fasting. **Asian Journal of Sports Medicine**, v p. 154-160, 2011.
- AUTENRIETH, C.; SCHNEIDER, A.; DORING, A.; MEISINGER, C.; HERER, C.; KOENIG, W.; HUBER, G.; THORAND, B. Physical Activity and Markers of Inflammation. **Basic Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1706–1713, 2009.
- BEDNAREK-TUPIKOWSKA, G.; ZDROJOWY-WELNA, A.; STACHOWSKA, B.; KULICZKOWSKA-PŁAKSEJ, J.; MATCZAK-GIEMZA, M.; KUBICKA, E.; TWOROWSKA-BARDZIŃSKA, U.; MILEWICZ, A.; BOLANOWSKI, M. Accumulation of abdominal fat in relation to selected proinflammatory cytokines concentrations in non-obese Wrocław inhabitants. **Endokrynologia Polska**, v. 65, n. 6, p. 449-455, 2014.
- BRASIL. Vigitel Brasil 2017: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2017 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 130p.
- BURGHARDT, R; KAZIM, M. A.; RÜTHER, W.; NIEMEIER, A.; STRAH, A. The impact of physical activity on serum levels of inflammatory markers in rheumatoid arthritis : a systematic literature review. **Rheumatology International**, v. 0, n. 0, p. 0, 2019.
- CARVALHO, C. A.; FONSECA, P. C. A.; BARBOSA, J. B.; MACHADO, S. P.; SANTOS, A. M.; SILVA, A. A. M. Associação entre fatores de risco cardiovascular e indicadores antropométricos de obesidade em universitários de São Luís, Maranhão, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 2, p. 479–490, 2015.
- CHOI, J. Y.; HA, H. S.; KWON, H. S.; LEE, S. H.; CHO, H. H.; YIM, H. W.; LEE, W. C.; PARK, Y. M. Characteristics of metabolically obese, normal-weight women differ by menopause status: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. **Menopause**, v. 20, n. 1, p. 85-93, 2013.
- DE LORENZO, A.; MARTINOLI, R.; VAIA, F.; DI RENZO, L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 16, p. 513–523, 2006.
- DING, C.; CHAN, Z.; MAGKOS, F. Lean, but not healthy: the ‘metabolically obese, normal-weight’ phenotype. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 19, n. 6, p. 408–417, 2016.
- FONSECA-JUNIOR, S. J.; SÁ, C. G. A. B.; RODRIGUES, P. A. F.; OLIVEIRA, A. J.; FERNANDES-FILHO, J. Exercício físico e obesidade mórbida: uma revisão sistemática. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 26, n. 1, p. 67-73, 2013.
- HYUN, Y. J.; KOH, S. J.; CHAE, J. S.; KIM, J. Y.; KIM, O. Y.; LIM, H. H.; JANG, Y.; PARK, S.; ORDOVAS, J. M., LEE, J. H. Atherogenicity of LDL and unfavorable adipokine profile in metabolically obese, normal-weight woman. **Obesity**, v. 16, n. 4, p. 784-789, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. **Research Quarterly**, v. 49, n. 4, p. 546-551, 1978.

KITAHARA, C. M.; TRABERT, B.; KATKI, H. A.; CHATURVEDI, A. K.; KEMP, T. J.; PINTO, L. A.; MOORE, S. C.; PURDUE, M. P.; WENTZENSEN, N.; HILDESHEIM, A.; SHIELS, M. S. Índice de massa corporal, atividade física e marcadores séricos de inflamação, imunidade e resistência à insulina. **Biomarcadores de Epidemiologia e Prevenção do Câncer**, v. 23, n. 12, p. 2840-2849, 2014.

KWON, B. J.; KIM, D. W.; HER, S. H.; KIM, D. B.; JANG, S. W.; CHO, E. J.; IHM, S. H.; KIM, H. Y.; YOUN, H. J.; SEUNG, K. B.; KIM, J. H.; RHO, T. H. Metabolically obese status with normal weight is associated with both the prevalence and severity of angiographic coronary artery disease. **Metabolism clinical and experimental**, v. 62, p. 952-960, 2013.

LEE, J. J.; FREELAND-GRAVES, J. H.; PEPPER, M. R.; STANFORTH, P. R.; XU, B. Prediction of android and gynoid body adiposity via a three-dimensional stereovision body imaging system and dual-energy x-ray absorptiometry. **Journal American of College of Nutrition**, v. 34, n. 5, p. 367-377, 2015.

LOURENÇO, C. L. M.; SOUSA, T. F.; FONSECA, S. A.; VIRTUOSO-JUNIOR, J. S.; BARBOSA, A. R. Comportamento sedentário em estudantes universitários. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 21, n. 1, p. 67-77, 2016.

PEAKE, J. M.; GATTA, P. D.; SUZUKI, K. NIEMAN, D. C. Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. **Exercise immunology review**, v. 21, p. 8-25, 2015.

PEREIRA, D. A. A.; SILVA, L. A.; PELUZIO, M. C. G.; MARINS, J. C. B.; RIBEIRO, A. Q.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Training program of aerobic and strength exercise on physical and metabolic health of young female undergraduate students. **Health Science Journal**, v. 13, n. 5, 2019.

PEREIRA, D. A. A.; SILVA, L. A.; LOPES, S. O.; RIBEIRO, S. A. V.; FRANCESCHINI, S. D. C. C.; PRIORE, S. E. Cytokines and body adiposity in young female undergraduate students. **Nutricion hospitalaria**, 2020.

PRADO, W. L.; LOFRANO, M. C.; OYAMA, L. M.; DÂMASO, A. R. Obesidade e adipocinas inflamatórias: implicações práticas para a prescrição de exercício. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 5, p. 378-383, 2009.

RUDERMAN, N. B.; SCHNEIDER, S. H.; BERCHTOLD, P. The “metabolically-obese,” normal-weight individual. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, p. 1617-1621, 1981.

SPERETTA, G. F. F.; LEITE, R. D.; DUARTE, A. C. G. O. Obesidade, inflamação e exercício: foco sobre o TNF-alfa e IL-10. **Revista HUPE**, v. 13, n. 1, p. 61-69, 2014.

TEIXEIRA, T. F. S.; ALVES, R. D. M.; MOREIRA, A. P. B.; PELUZIO, M. C. G. Main characteristics of metabolically obese normal weight and metabolically healthy obese phenotypes. **Nutrition in Clinical Care**, v. 73, n. 3, p. 175–190, 2015.

WANG, X.; CHANG, X.; ZHU, Y.; WANG, H.; SUN, K. Metabolically obese individuals of normal weight have a high risk of 25-hydroxy vitamin D deficiency. *The American Journal of the Medical Sciences*, v. 352, n. 4, p. 360-367, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert consultation. Geneva, p. 1-463, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Obesity : preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva, p. 1-253, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **World Health Statistics 2018- Monitoring Health for the SDG's (Sustainable development goals)**, 2018.

ZAMANI, A.; OMIDI, M.; HEMMATFAR, A.; SALEHI, I.; BAZMAMOUN, H. Wrestlers' immune cells produce higher interleukin-6 and lower interleukin-12 and interleukin-13 in response to in vitro mitogen activation. **Iranian Journal of Basic Medical Sciences**, v. 17, n. 11, p. 917-921, 2014.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Conclui-se a partir da revisão sistemática que o exercício físico ocasiona mudanças nos marcadores inflamatórios de mulheres jovens e maiores mudanças no perfil inflamatório, ou seja, redução dos marcadores pró-inflamatórios e aumento dos anti-inflamatórios ocorreram com a realização de exercícios aeróbicos, três vezes por semana, com duração de 60 minutos por sessão, pelo período de 12 semanas.

Além disso, a partir dos artigos originais, conclui-se que o exercício físico combinado de intensidade moderada, com frequência de três dias por semana e duração de 60 a 80 minutos por dia, por oito semanas atuou na redução de citocinas pró-inflamatórias, massa de gordura e aumento da massa muscular em mulheres jovens; os marcadores inflamatórios se correlacionaram com a gordura corporal antes da intervenção, principalmente na região central do corpo. Ademais, os grupos “eutróficas”, “metabolicamente obesas” e “obesas” não apresentaram diferenças entre si nos marcadores inflamatórios antes e após a intervenção, porém esta foi eficiente na redução destes marcadores dentro do mesmo grupo, sendo que o grupo “metabolicamente obesas” foi o que mais apresentou mudanças (IL-8, IL-1 β , IL-6, TNF e IL-12).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protocolo de exercícios utilizado no presente estudo mostrou eficácia na população avaliada e seu efeito pode ser verificado em outras populações ou com outras faixas etárias.

Além disso, o presente estudo demonstra para a Universidade Federal de Viçosa a importância de se implementar programas voltados para a prática de atividades físicas regulares no meio universitário, principalmente para os recém ingressantes, visando reduzir os fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis que aumentam ao longo dos anos de estudo, tais como ganho de gordura corporal e desbalanço no perfil inflamatório.

7. ANEXOS

ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

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 CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

1ª via : do pesquisador – 2ª via :do entrevistado

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. Silvia 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 B - Dados pessoais

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 completo: _____

Matrícula UFV: _____ Data de nascimento ____/____/____ Idade: _____

Etnia: (1) Branco (2) Negro (3) Pardo (4) Índio (5) Amarelo

E-mail _____ Telefone: (____) _____ - _____

Mora em Alojamento da UFV ou possui auxílio moradia? _____

Bolsista de algum Programa de Assistência Estudantil da UFV? ____ Qual? _____

Endereço em Viçosa: _____

Curso na UFV: _____ Centro de Ciências: _____

Peso (Kg) _____ O que você considera um bom peso para você? (Kg): _____

Qual o número máximo de peso que você já pesou? (inclusive em período gestacional)

(Kg): ____ Com que idade? ____ Altura: ____ Possui alguma deficiência? _____

Cidade de origem: _____ Contato em caso de emergência: _____

Renda Familiar: (R\$): _____ Último exame periódico de saúde: _____

ANEXO D - Histórico médico atual

Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição

- 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?	
0	1	2	3. Você tem problema de colesterol?	
0	1	2	4. Você é diabético?	
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	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. Você é consumidor de alguma droga ilícita?	Qual? _____ Frequência? _____
0	1	2	37. Teve filho (s)?	() normal () cesariana Idade último filho? _____ Quantos filhos? _____
0	1	2	38. Sua menstruação é regular?	
0	1	2	39. Você faz uso de anticoncepcional?	Qual? _____
0	1	2	40. Possui algum problema ósseo ou articular?	

ANEXO E - 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

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

CÁLCULO 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 recebera 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:

Σ (intensidade X tempo X proporção) = (0)-(0.01-<4)-(4-<8)-(8-<12)-(\geq 12)

Σ (intensidade X tempo X proporção) = 1---2---3---4---5

ANEXO F - Prontidão para atividade física (PAR-Q)

Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição

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?

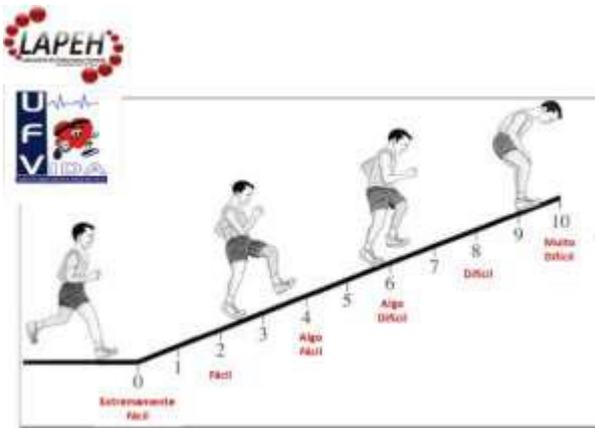
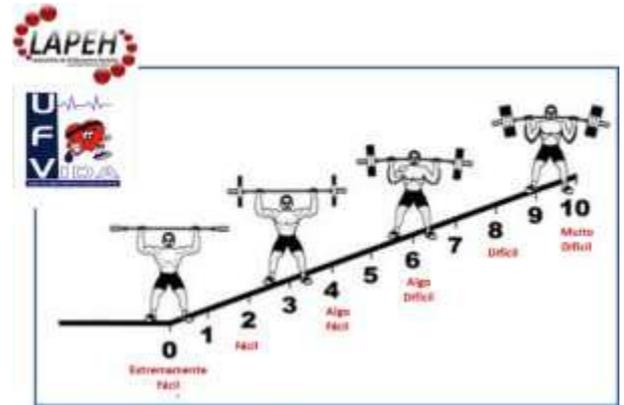
Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

ANEXO G - Índice de Percepção do Esforço (IPE)

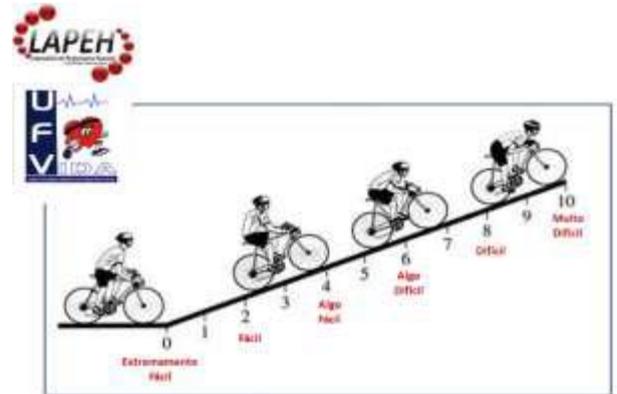
Universidade Federal de Viçosa
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
 Departamento de Nutrição e Saúde
 Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição



(MAYS *et al.*, 2010)



(ROBERTSON *et al.*, 2002)



ANEXO H - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos



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: Silvia 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_PRESENCA.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)