



ALFREDO MELHEM BARUQUI JUNIOR

**EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE
EXERCÍCIOS FÍSICOS SOBRE PARÂMETROS
CARDIOMETABÓLICOS DE MULHERES PORTADORAS DE
DIABETES TIPO 2 NA MENOPAUSA**

**LAVRAS – MG
2019**

ALFREDO MELHEM BARUQUI JUNIOR

**EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE EXERCÍCIOS FÍSICOS SOBRE
PARÂMETROS CARDIOMETABÓLICOS DE MULHERES PORTADORAS DE
DIABETES TIPO 2 NA MENOPAUSA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Aline Carvalho Pereira
Orientadora

Profa. Dra. Nathália Maria Resende
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Baruqui Junior, Alfredo Melhem.

Efeito de diferentes intensidades de exercícios físicos sobre
parâmetros cardiometabólicos de mulheres portadoras de diabetes
tipo 2 na menopausa / Alfredo Melhem Baruqui Junior,. - 2019.
80 p. : il.

Orientadora: Aline Carvalho Pereira.

Coorientadora: Nathália Maria Resende.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Diabetes mellitus. 2. Exercício físico. 3. Menopausa.

I. Pereira, Aline Carvalho. II. Resende, Nathália Maria. III. Título.

ALFREDO MELHEM BARUQUI JUNIOR

**EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE EXERCÍCIOS FÍSICOS SOBRE
PARÂMETROS CARDIOMETABÓLICOS DE MULHERES PORTADORAS DE
DIABETES TIPO 2 NA MENOPAUSA**

**EFFECT OF DIFFERENT PHYSICAL EXERCISE INTENSITIES ON
CARDIOMETABOLIC PARAMETERS OF TYPE 2 DIABETES WOMEN IN
MENOPAUSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 30 de agosto de 2019.

Dra. Grazielle Caroline da Silva UNILAVRAS

Dr. Rodrigo Ferreira de Moura UFLA

Profa. Dra. Aline Carvalho Pereira
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre guiar os meus caminhos.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciências da Saúde, pela oportunidade.

À minha esposa Cristiane e aos meus filhos Rafael e Felipe por serem os grandes inspiradores das minhas conquistas. Amo vocês!

Aos meus pais pelos valores transmitidos.

À Professora Doutora Aline Carvalho Pereira pela orientação, paciência e disposição para ajudar sempre.

À Professora Doutora Nathália Maria Resende pela colaboração e disponibilidade.

Ao Professor Doutor Allan Alves Fernandes pela colaboração na análise dos dados.

Ao Professor Doutor Raimundo Vicente de Sousa (in memoriam) pelo exemplo de simplicidade, humildade e genialidade ímpar.

Aos demais professores que contribuíram para minha formação.

Aos colegas de trabalho da Universidade Federal de Lavras pelo companheirismo e amizade.

Aos alunos de iniciação científica Igor (in memoriam) e Isabela por contribuírem na execução do projeto.

Ao educador físico Fabiano Marcondes Sales por elaborar os protocolos de treinamento físico.

Ao educador físico Pedro Gustavo Machado por conduzir brilhantemente os treinamentos físicos durante o ensaio clínico.

À Prefeitura Municipal de Lavras pelo total apoio e financiamento do projeto.

À todas as mulheres que participaram como voluntárias nos treinamentos, pela confiança e comprometimento. Sem vocês esse projeto não seria possível!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO GERAL

O diabetes mellitus tipo 2 (DM2) resulta da redução da produção pancreática de insulina, resistência periférica à sua ação ou ambos. Ele é responsável por 85 a 90% dos casos de diabetes e sua prevalência vem aumentando em proporções epidêmicas em decorrência da maior longevidade da população e do aumento do sedentarismo e obesidade no mundo atual. Nas mulheres, o risco de desenvolvimento da doença aumenta no período da menopausa, devido à redução da produção ovariana de estrógeno, levando a alterações na composição corporal com aumento de adiposidade visceral e consequente resistência periférica à insulina. Além disso, o hipoestrogenismo contribui para a formação de um perfil lipídico mais aterogênico, aumentando ainda mais o risco cardiovascular nessas mulheres. A atividade física regular é uma das melhores estratégias não farmacológicas para tratamento de doenças cardiometabólicas. Estudos têm sugerido que os exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados são acompanhados de melhores resultados à saúde quando comparados a cada modalidade isoladamente. No entanto, a intensidade do exercício físico também pode influenciar na melhora dos parâmetros cardiometabólicos, porém ainda não está bem definida qual a intensidade do exercício físico seria mais adequada para promover essa melhora em mulheres diabéticas na pós-menopausa. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar qual a intensidade de exercícios físicos combinados resultou em maior benefício a estas mulheres. Participaram deste estudo, mulheres de 47 a 65 anos, diabéticas tipo 2, cadastradas nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município de Lavras-MG, as quais foram avaliadas com relação a qualidade de vida, nível de atividade física e aptidão para prática de atividade física através do preenchimento de questionários específicos para estes fins. Posteriormente, as mulheres que estavam em amenorreia por mais de doze meses consecutivos e aptas à prática de atividade física foram convidadas a participarem da intervenção. Foram realizados exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados durante 8 semanas, em diferentes intensidades. As participantes foram divididas em 2 grupos: alta intensidade (AI) e moderada intensidade (MI). Antes e após a intervenção, foram avaliados os dados antropométricos (peso, altura, índice de massa corporal - IMC e circunferência abdominal - CA), avaliação da composição corporal por bioimpedânciometria, pressão arterial, frequência cardíaca (FC), exames laboratoriais (glicemia de jejum - GJ, colesterol total - CT, HDL-c, LDL-c, triacilgliceróis - TAG, hemoglobina glicada) e avaliação da qualidade de vida pelo questionário SF-36. Os dados coletados foram analisados como média \pm erro padrão, antes e após a intervenção, e delta da média (média após 8 semanas de treinamento físico - média basal) \pm erro padrão, através de ANOVA ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que houve melhora no controle glicêmico, níveis pressóricos e composição corporal após a intervenção em ambos os grupos. O HDL-c e os TAG melhoraram somente no grupo de AI enquanto o LDL-c reduziu somente no grupo de MI. A qualidade de vida melhorou somente no grupo de MI, nos domínios capacidade funcional, dor e saúde mental. Em conclusão, nosso estudo mostrou que 8 semanas de exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, tanto em alta quanto em moderada intensidade, foi eficaz em promover melhorias à saúde de mulheres diabéticas tipo 2 na pós-menopausa.

Palavras-chave: Diabetes mellitus. Atividade física. Menopausa.

GENERAL ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) results from reduced pancreatic insulin production, peripheral resistance to insulin action or both. It is responsible for 85 to 90% of diabetes cases and its prevalence has been increasing in epidemic proportions due to the longevity of the population and the increase of physical inactivity and obesity in the world today. In women, the risk of developing the disease increases during menopause due to reduced ovarian estrogen production, leading to changes in body composition with increased visceral adiposity and consequent peripheral insulin resistance. In addition, hypoestrogenism contributes to the formation of a more atherogenic lipid profile, further increasing the cardiovascular risk in these women. Regular physical activity is one of the best non-pharmacological strategies for treating cardiometabolic diseases. Studies have suggested that combined aerobic and resistance exercise are accompanied by better health outcomes when compared to each modality alone. However, the intensity of physical exercise may also influence the improvement of cardiometabolic parameters, but it is not yet clear which intensity of physical exercise would be more appropriate to promote this improvement in postmenopausal diabetic women. Thus, the objective of this study was to evaluate the intensity of the combined physical exercise resulted in the greatest benefit to these women. Participated in this study, women aged 47 to 65 years, type 2 diabetic, registered in the Basic Health Units (BHU) of the city of Lavras-MG, which were evaluated in relation to quality of life, level of physical activity and fitness to practice. physical activity by completing specific questionnaires for these purposes. Subsequently, women who were in amenorrhea for more than twelve consecutive months and able to practice physical activity were invited to participate in the intervention. Combined aerobic and resistance exercise were performed for 8 weeks at different intensities. Participants were divided into 2 groups: high intensity (AI) and moderate intensity (MI). Before and after the intervention, anthropometric data (weight, height, body mass index - BMI and waist circumference - AC), body composition assessment by bioimpedance, blood pressure, heart rate (HR), laboratory tests (blood glucose) were evaluated. fasting (GJ, total cholesterol - TC, HDL-c, LDL-c, triglycerides - TAG, glycated hemoglobin) and quality of life assessment by the SF-36 questionnaire. The collected data were analyzed as mean \pm standard error before and after the intervention, and delta mean (mean after 8 weeks of physical training - baseline mean) \pm standard error by ANOVA ($p < 0.05$). The results showed that there was an improvement in glycemic control, blood pressure levels and body composition after intervention in both groups. HDL-c and TAG improved only in the AI group while LDL-c reduced only in the MI group. Quality of life improved only in the MI group, in the domains functional capacity, pain and mental health. In conclusion, our study showed that 8 weeks of combined aerobic and resistance exercise, both at high and moderate intensity, was effective in promoting health improvements in postmenopausal type 2 diabetic women.

Keywords: Diabetes mellitus. Physical activity. Menopause.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE

ARTIGO

Figura 1 – Fluxograma das participantes pré-selecionadas para a intervenção. DM2: diabetes mellitus tipo2; TE: teste ergométrico; AI: alta intensidade; MI: moderada intensidade.....	46
Figura 2 – Percentual de medicamentos usados pelas participantes do estudo.....	51
Figura 3 – Médias \pm erro padrão da PSE (a) e da FC (b) observadas durante o treinamento físico dos grupos de moderada e alta intensidades.	53
Figura 4 – Avaliação da qualidade de vida pelo SF-36 antes e após os exercícios.....	54

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1 –	Classificação etiológica do diabetes mellitus.	15
Tabela 2 –	Critérios da OMS, IDF e NCEP para diagnóstico de síndrome metabólica.	21

SEGUNDA PARTE

ARTIGO

Tabela 1 –	Idade, tempo de menopausa, escolaridade e nível socioeconômico das mulheres participantes do programa de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).	52
Tabela 2 –	Dados antropométricos e avaliação da composição corporal por bioimpedanciometria antes e após oito semanas de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).	55
Tabela 3 –	Pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca, lípides plasmáticos, glicemia de jejum e hemoglobina glicada, antes e após oito semanas de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).	57

LISTA DE SIGLAS

ADA	Associação Americana de Diabetes
ADP	Difosfato de adenosina
AGES	Compostos finais de glicação avançada
AI	Alta intensidade
ANOVA	Análise de variância
ATP	Trifosfato de adenosina
CA	Circunferência abdominal
CHO	Carboidratos
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CT	Colesterol total
DCV	Doença cardiovascular
DM	Diabetes mellitus
DM 1	Diabetes mellitus tipo 1
DM 2	Diabetes mellitus tipo 2
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
FC	Frequência cardíaca
GAP	Gliceraldeído - 3 - fosfato
GAPDH	Gliceraldeído - 3 - fosfato desidrogenase
GIP	Polipeptídeo inibitório gástrico
GLP – 1	Peptídeo semelhante ao glucagon 1
GLUT 4	Transportador de glicose do tipo 4
HDL-c	Colesterol de lipoproteína de alta densidade
HPLC	Cromatografia líquida de alta performance
IDF	Federação Internacional de Diabetes
IL - 1 β	Interleucina 1 beta
IL – 1ra	Antagonista do receptor da interleucina 1
IL – 6	Interleucina 6
IMC	Índice de massa corporal
IRS	Substrato do receptor de insulina
IRS 1	Substrato do receptor de insulina tipo 1

LDL-c	Colesterol de lipoproteína de baixa densidade
MAPK	Proteinoquinase ativada por mitógenos
MI	Moderada intensidade
NAC	Neuropatia autonômica cardíaca
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato reduzida
O ₂ ⁻	Radicais superóxido
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PARP – 1	Poli – ADP – ribose polimerase 1
PAS	Pressão arterial sistólica
PCR	Proteína C reativa
PIK 3	Fosfatidilinositol - 3 – quinase
PKC	Proteinoquinase C
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RI	Resistência insulínica
RM	Repetição máxima
SGLT	Cotransportadores sódio-glicose
SM	Síndrome metabólica
SUS	Sistema Único de Saúde
TAM	Tecido adiposo marrom
TGF α	Fator de transformação do crescimento alfa
TGF β	Fator de transformação do crescimento beta
TNF – α	Fator de necrose tumoral alfa
UBS	Unidades básicas de saúde
UFLA	Universidade Federal de Lavras
VO ₂ máx	Volume máximo de oxigênio

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	12
1	INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Diabetes mellitus	14
2.1.1	Diabetes mellitus tipo 2.....	16
2.2	Síndrome metabólica	20
2.3	Menopausa.....	23
2.4	Exercício físico.....	27
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	32
	REFERÊNCIAS	33
	SEGUNDA PARTE – ARTIGO	41
	EFEITOS DE 8 SEMANAS DE TREINAMENTO FÍSICO AERÓBICO E RESISTIDO COMBINADOS, EM INTENSIDADE ALTA E MODERADA, NOS PARÂMETROS CARDIOMETABÓLICOS E NA QUALIDADE DE VIDA DE DIABÉTICAS TIPO2 NA PÓS MENOPAUSA	41
	ANEXO A – Carta de Anuência da Prefeitura Municipal de Lavras	69
	ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	70
	ANEXO C – Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida - SF-36....	71
	ANEXO D – Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q).	74
	ANEXO E – Questionário Internacional de Atividade Física - Versão Curta....	75
	ANEXO F – Questionário Sócio-Econômico e de Saúde	77
	ANEXO G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	79

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

O diabetes mellitus (DM) é uma das doenças crônicas de maior prevalência no mundo atual. Caracteriza-se por uma redução da produção de insulina pelo pâncreas, resistência à ação da insulina nos tecidos periféricos ou ambos (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019). Estima-se que o diabetes acomete 425 milhões de pessoas entre 20 a 79 anos no mundo, com estimativas de atingir 629 milhões até 2045 (IDF, 2017). Esse crescimento epidêmico da doença está associado a um aumento da expectativa de vida, sedentarismo e maior ingestão calórica, que favorecem o quadro de obesidade, resistência insulínica (RI) e diabetes mellitus tipo 2 (DM2). O DM2 responde por mais de 90% dos casos da doença (WINER; SOWERS, 2004). O impacto dessa patologia na saúde pública vem aumentando drasticamente devido à sua alta morbimortalidade, especialmente devido às doenças cardiovasculares (DCV) que são a principal causa de óbito nesta população (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019).

Segundo inquérito telefônico realizado em 2016, o maior número de diagnósticos de DM2 foi feito em mulheres, atingindo mais de 9% da população (BRASIL, 2017). Sabe-se que a prevalência de DM 2 aumenta com a idade, sendo acentuada por volta de 45 a 50 anos (BRASIL, 2017). Durante esta fase da vida, a mulher passa por alterações hormonais que caracterizam o climatério e a menopausa, resultando em sintomas variados, que podem comprometer significativamente sua qualidade de vida. Esses sintomas são decorrentes do declínio progressivo dos hormônios sexuais, principalmente o estrogênio. Além disso, a queda da produção estrogênica aumenta a adiposidade visceral com conseqüente redução da sensibilidade à insulina, o que contribui para a maior incidência de síndrome metabólica (SM) e DM2 em mulheres nesse período (MEIRELLES, 2014).

A SM é caracterizada por alterações no metabolismo de carboidratos, lipídios e alterações cardiovasculares, sendo comumente associada à RI, dislipidemia, aumento da circunferência abdominal (CA) e hipertensão arterial. Está fortemente associada ao risco cardiovascular e se mostra mais prevalentes em mulheres na pós-menopausa em relação às aquelas na pré-menopausa (ESHTIAGHI; ESTEGHAMATI; NAKHJAVANI, 2010; HEIDARI et al., 2010; PANDEY et al., 2010; ROCHLANI et al., 2017).

As mudanças do estilo de vida, envolvendo a adoção de uma dieta saudável e a prática regular de atividade física, é um dos pilares do tratamento do DM2 e da SM. Existe uma

relação inversa entre sedentarismo e sensibilidade à insulina, com aumento do risco de desenvolvimento de SM de 73% entre pacientes sedentários (EDWARDSON et al., 2012). A atividade física regular melhora a maioria dos parâmetros que caracterizam a SM (LIN et al., 2015).

Todos os tipos de exercícios físicos (aeróbico, resistido ou combinado), são efetivos em melhorar o perfil metabólico em mulheres na pós-menopausa. Parece haver uma melhora mais significativa dos parâmetros cardiometabólicos com os exercícios combinados, porém a maioria dos estudos compararam modalidades diferentes de treinamento e não equipararam as cargas, o que dificulta a interpretação dos resultados devido às diferentes intensidades dos exercícios (DINIZ et al., 2017).

Os efeitos do exercício sobre parâmetros metabólicos parecem ser proporcionais à sua intensidade (ROSSI et al., 2016). Entretanto, existem poucos estudos comparando o efeito de diferentes intensidades de exercício físico combinado sobre parâmetros cardiometabólicos em mulheres com DM2 na pós-menopausa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diabetes mellitus

O DM consiste em um distúrbio metabólico caracterizado por hiperglicemia persistente, que ocorre devido a graus variados de deficiência na síntese e secreção de insulina, resistência periférica à sua ação ou ambos. A hiperglicemia do DM leva à disfunção e insuficiência de vários órgãos, principalmente rins, olhos, coração, sistema nervoso e vasos sanguíneos, decorrentes de um estado inflamatório crônico com aumento de estresse oxidativo e disfunção endotelial (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019). A Organização Mundial de Saúde (OMS), estima que a hiperglicemia seja a terceira maior causa de morte prematura, superada apenas por hipertensão arterial e tabagismo (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2016).

O DM é um importante e crescente problema de saúde pública em todo o mundo. Segundo dados da Federação Internacional de Diabetes (IDF) de 2017, 425 milhões de pessoas entre 20 a 79 anos são portadores de diabetes. Destes, 75% dos casos eram de países em desenvolvimento, onde deverá ocorrer o maior aumento na incidência de diabetes nas próximas décadas (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017). Persistindo as tendências atuais, estima-se que em 2040, mais de 640 milhões de pessoas serão portadoras da doença. O aumento na prevalência do DM está associado à alguns fatores como sedentarismo, mudança de hábitos alimentares que favorecem o ganho de peso, envelhecimento da população e maior sobrevida dos indivíduos com diabetes (MENKE et al., 2015).

O Brasil é o quarto país do mundo com maior número de diabéticos. Em 2017, cerca de 12,5 milhões de brasileiros eram acometidos por tal enfermidade. Por volta de 8% da população entre 20 a 79 anos era portadora da doença. Destes, 50% não tinham conhecimento do diagnóstico (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017).

O DM desempenha um importante impacto econômico nos países. Isso decorre de maior utilização dos serviços de saúde, perda de produtividade prematura e cuidados prolongados para tratamento de suas complicações crônicas. A maioria dos países despende de 5 a 20% dos gastos em saúde com o diabetes. Estima-se que os gastos com saúde de pessoas diabéticas são duas a três vezes maiores que das que não têm a doença. Os gastos mundiais com diabetes em 2017 foram estimados entre US\$ 673 e US\$ 1197 bilhões. No Brasil este gasto foi de US\$ 22 bilhões (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017). Estimativas brasileiras sobre despesas com tratamento ambulatorial de diabéticos no Sistema

Único de Saúde (SUS) foram de US\$ 2108 por pessoa por ano, dos quais 63,3% foram custos diretos (BAHIA et al., 2011).

Diante desse aumento epidêmico no diagnóstico de diabetes e seu alto impacto na qualidade de vida e economia mundial, medidas de prevenção primária além de um diagnóstico precoce e tratamento efetivo devem se impor como estratégias fundamentais nos serviços de saúde. O bom controle do DM reduz ou retarda a progressão da maioria de suas complicações crônicas. As mudanças no estilo de vida, com perda de 5 a 10% do peso corporal e 150 minutos de atividade física por semana, são medidas que auxiliam tanto no tratamento quanto na prevenção da maioria dos casos de DM (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019).

Existem vários tipos de diabetes, onde fatores genéticos, ambientais e biológicos estão envolvidos em sua patogênese. Os mais comuns são o diabetes tipo1 (DM1), geralmente de origem autoimune, levando a destruição das células beta pancreáticas com consequente interrupção da produção de insulina; e o DM2, onde ocorre inicialmente um estado de RI com posterior redução de sua produção. A classificação do DM é baseada em sua etiologia, segundo Tabela 1 (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019).

Tabela 1 – Classificação etiológica do diabetes mellitus.

DM		
1	Tipo 1A:	deficiência de insulina por destruição autoimune das células beta pancreáticas, comprovada por exames laboratoriais;
	Tipo 1B:	deficiência de insulina de natureza idiopática.
2	DM tipo 2:	perda progressiva de secreção insulínica combinada com resistência à insulina.
3	DM gestacional:	hiperglicemia de graus variados diagnosticada durante a gestação, na ausência de critérios de DM prévio.
4	Outros tipos de DM:	Monogênicos (MODY); Diabetes neonatal; Secundário a endocrinopatias; Secundário a doenças do pâncreas exócrino; Secundário a infecções; Secundário a medicamentos.

DM: diabetes mellitus. MODY: *Maturity Onset Diabetes of the Young*.

Fonte: Adaptado de American Diabetes Association (2019).

2.1.1 Diabetes mellitus tipo 2

O DM2 responde por 90 a 95% dos casos da doença e sua incidência aumenta com a idade, sendo maior a partir da quarta década de vida. No entanto, pode acometer adultos jovens e até mesmo crianças, em decorrência do aumento de obesidade nessa faixa etária (RAO, 2015). Alguns importantes fatores de risco para DM2 incluem: sedentarismo, obesidade, história familiar de DM2, idade maior que 40 anos, síndrome de ovários policísticos, diabetes gestacional prévio e tabagismo (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019). Crianças nascidas pequenas para a idade gestacional ou nascidas de mães diabéticas, também apresentam um maior risco de desenvolver diabetes na vida adulta (DAMM, 2009).

A fisiopatologia do DM2 envolve uma série de eventos, sendo que a RI exerce um papel chave na história natural da doença. A maioria dos defeitos na ação da insulina ocorre após sua ligação ao receptor, que é um receptor de membrana do tipo tirosinoquinase, formado por duas subunidades alfa extracelulares e duas subunidades beta intracelulares. A ligação da insulina à subunidade alfa promove mudanças conformacionais intracelulares, que ativam o domínio de tirosinoquinase situado na subunidade beta do receptor. Quando ativado, esse domínio fosforila resíduos de tirosina do próprio receptor e de proteínas intracelulares responsivas a esse receptor, como as proteínas do substrato de receptor de insulina (IRS). O IRS1 é a principal proteína responsável pela ativação de uma série de reações enzimáticas em cascata, quando fosforilado em tirosina. A ativação da fosfatidilinositol-3-quinase (PIK3) e das proteinoquinasas ativadas por mitógenos (MAPK) irão determinar os principais efeitos da insulina. A via da PIK3 estimula a translocação dos transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT4) do interior para a membrana plasmática da célula, favorecendo a captação de glicose. Além disso, aumenta a metabolização intracelular da glicose e produção de óxido nítrico por estímulo da glicogênio sintase e óxido nítrico sintase. Portanto, defeitos nessa via de sinalização da insulina, além de reduzir o transporte e metabolização da glicose, levam à disfunção endotelial por redução da produção de óxido nítrico. A via da MAPK promove inflamação, proliferação celular e aterosclerose, mantendo-se responsiva à insulina nos estados de RI, explicando em parte a forte relação entre RI e DCV aterosclerótica. Redução da atividade tirosina quinase do receptor de insulina, anormalidades na transdução do sinal da insulina, diminuição na fosforilação e transporte da glicose além de redução da atividade da enzima glicogênio sintetase, estão entre os principais mecanismos envolvidos na gênese da RI no DM2 (DEFRONZO et al., 2015).

A RI muscular reduz a captação de glicose pelo músculo e no fígado, aumenta a produção hepática de glicose. No tecido adiposo ocorre aumento de lipólise com maior formação de ácidos graxos livres, estimulando a gliconeogênese e acúmulo de gordura no músculo, fígado e células beta pancreáticas. Isso leva a uma maior RI hepática e muscular, além de reduzir a secreção de insulina (DEFRONZO, 2009). O tecido adiposo resistente à insulina, também aumenta a produção de adipocinas pró-inflamatórias como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e interleucina 6 (IL-6), além de reduzir a síntese de adiponectina, que possui efeito anti-inflamatório e melhora a sensibilidade à insulina (BAYS; MANDARINO; DEFRONZO, 2004).

Diante deste cenário de RI, as células beta pancreáticas aumentam a produção do hormônio na tentativa de manter o estado de euglicemia, o que leva a um quadro de hiperinsulinemia compensatória. O pâncreas também produz substância amilóide na mesma proporção que insulina. Seu acúmulo nas ilhotas pancreáticas é tóxico para as células beta, contribuindo para a perda de sua capacidade secretória. Quando essa compensação na produção de insulina é perdida por falência das células beta, surge o quadro de hiperglicemia e DM2 manifesto (WESTERMARK; ANDERSON; WESTERMARK, 2011).

As células alfa pancreáticas também desempenham importante papel na patogênese do DM2. Elas aumentam a produção de glucagon tanto no jejum quanto nos estados pós-absortivos, o que leva a uma maior produção hepática de glicose, contribuindo para hiperglicemia de jejum e pós prandial (MATSUDA et al., 2002).

Outro importante mecanismo envolvido na fisiopatologia do DM2 é a redução do efeito incretina. As incretinas são polipeptídeos produzidos no intestino, principalmente no íleo distal. Peptídeo semelhante ao glucagon 1 (GLP-1) e polipeptídeo inibitório gástrico (GIP) são os principais exemplos. O aumento desses polipeptídeos (GIP e GLP-1) ocorre minutos após o início da refeição, bem antes do alimento alcançar o trato gastrointestinal. Essa liberação precoce de GLP-1 e GIP são mediadas por impulsos nervosos dos centros hipotalâmicos para as células do intestino via nervo vago. Esses polipeptídeos ligam-se a seus receptores nas células beta pancreáticas e estimulam a produção de insulina na presença de hiperglicemia. Esse efeito estimulatório é perdido quando os níveis plasmáticos de glicose se normalizam. Além de estimular a secreção de insulina, o GLP-1 inibe a secreção de glucagon, suprimindo a produção hepática de glicose pós alimentar. No DM2, ocorre uma redução na produção e resistência à ação desses polipeptídeos, reduzindo assim o estímulo secretório pós alimentar das células beta pancreáticas e aumentando os níveis de glucagon (DEFRONZO et al., 2015).

Os rins também participam da patogênese do DM2. Eles reabsorvem praticamente toda a glicose filtrada devido à alta capacidade de seus cotransportadores sódio-glicose (SGLT) em fazê-la. No DM2, ocorre uma resposta adaptativa desse sistema de reabsorção renal da glicose devido a hiperglicemia crônica. Desse modo, ocorre um aumento nos níveis do SGLT tipo2, que são responsáveis pela absorção de 90% da glicose filtrada. Isso leva a uma maior reabsorção renal de glicose com consequente aumento da glicemia plasmática (RAHMOUNE et al., 2005).

Por fim, outro órgão que contribui para o aparecimento do DM2 é o cérebro. Ocorre uma RI ao nível dos centros hipotalâmicos que controlam o apetite (núcleo ventromedial e paraventricular). A insulina é um poderoso inibidor do apetite e a resistência hipotalâmica a sua ação, leva a um aumento da ingesta calórica com consequente ganho de peso, o que contribui para o surgimento de DM2 (JASTREBOFF et al., 2013).

Os sintomas clássicos do diabetes (polidipsia, polifagia, poliúria e emagrecimento), raramente estão presentes no DM2, sendo a maioria dos casos assintomáticos ou com sintomas inespecíficos. Metade das pessoas portadoras de DM2, desconhecem ter a doença (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2019).

A hiperglicemia crônica é a principal responsável pelas complicações do DM2, que estão associadas à disfunção endotelial e ao estresse oxidativo. Esse se dá por um desequilíbrio entre a formação de espécies reativas de oxigênio e os agentes antioxidantes, causando danos às membranas e biomoléculas vitais das células como proteínas, ácido desoxirribonucléico (DNA) e lipídeos (SALES; HALPERN; CERCATO, 2016).

Sob condições fisiológicas normais, a oxidação da glicose resulta na produção de radicais superóxido (O_2^-), mas em concentrações que as defesas antioxidantes do organismo possam combater seu efeito deletério. Entretanto, nos casos de hiperglicemia crônica, a produção excessiva de O_2^- , suprime os sistemas antioxidantes, causando danos ao DNA nuclear e outras biomoléculas celulares. Esse dano ao DNA ativa a enzima poli-ADP-ribose polimerase1(PARP-1), que é responsável pelo reparo do DNA lesado. Esta enzima inibe a gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPDH), resultando em aumento dos níveis de gliceraldeído-3-fosfato (GAP) e outros intermediários glicolíticos como a frutose-6-fosfato, glicose-6-fosfato e glicose. O acúmulo dessas moléculas na célula estimula outras vias pró-oxidativas como a via dos polióis, formação de compostos finais de glicação avançada (AGES), ativação da proteinoquinase C (PKC) e a via das hexosaminas. Essas vias metabólicas geralmente não estão ativadas em situações de normoglicemia (IGHODARO, 2018).

Os AGES são formados pela ligação dos precursores de AGES (glioal, metilglioal e 3-deoxiglucosona) com a porção aminoterminal das proteínas intracelulares, extracelulares e plasmáticas. Existem receptores de AGES em vários tecidos do organismo e sistemas enzimáticos para a sua remoção, entretanto, em casos de hiperglicemia intensa esses sistemas são insuficientes. A ligação dos AGES aos seus receptores induzem a formação de espécies reativas de oxigênio o que favorece o estresse oxidativo e também estimula a via da PKC (BOYER et al., 2015).

A PKC é ativada pelo acúmulo de GAP, levando a redução da produção de óxido nítrico e aumento de endotelina. Além disso, ocorre estímulo para formação de espécies reativas de oxigênio através da ativação das enzimas NADPH-oxidases e lipooxigenases, aumentando assim o estresse oxidativo (INOBUCHI et al., 2000).

A via das hexosaminas é ativada quando ocorre um excesso de frutose-6-fosfato intracelular, levando à formação de glicosamina e outras hexosaminas. Estes compostos alteram a expressão gênica, aumentando a formação de fatores de transcrição como os fatores de transformação do crescimento (TGF- α e TGF- β) que inibem a mitogênese das células mesangiais e ativam a proliferação da matriz de colágeno com espessamento da membrana basal. Também ativam a transcrição gênica de citocinas pró-inflamatórias e fatores pró-coagulantes, reduzem a produção de óxido nítrico e expressão de genes associados à sensibilidade a insulina (IGHODARO, 2018).

Na via dos polióis, a glicose é convertida em sorbitol pela enzima aldolase redutase. Isso só ocorre em situações de hiperglicemia intensa, devido à baixa afinidade desta enzima pela glicose. Nessa reação, há consumo de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato reduzida (NADPH) que é um importante cofator na regeneração de glutathiona reduzida. Como esse último é um importante antioxidante celular, sua redução contribui para o aumento do estresse oxidativo nessa via (SALES; HALPERN; CERCATO, 2016).

Além da ativação dessas quatro vias metabólicas, a hiperglicemia por si só, aumenta o estresse oxidativo causando o dano celular. Esses mecanismos apresentam importante papel nas lesões vasculares da população diabética, associados à redução da produção de óxido nítrico, aumento da inflamação, proliferação das células musculares lisas dos vasos e formação de um perfil lipídico mais aterogênico consequente ao estado de RI.

As complicações crônicas do DM2, tanto de origem microvascular quanto macrovascular, resultam em grande morbimortalidade. Retinopatia, nefropatia e neuropatia diabética são as principais causas de cegueira adquirida, insuficiência renal crônica dialítica e amputação não traumática de membros inferiores. Já o risco de DCV aumenta em 2 a 3 vezes

no DM2, e quando presente é mais grave que em pessoas não portadoras da doença. A DCV representa a principal causa de morte nos pacientes diabéticos, sendo responsável por mais de 50% dos óbitos nessa população (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019).

O desequilíbrio no funcionamento do sistema nervoso autônomo, com aumento do tônus simpático e redução do parassimpático levando a uma neuropatia autonômica cardíaca (NAC) é um dos principais preditores dos eventos cardiovasculares em pacientes diabéticos. Taquicardia de repouso, hipotensão ortostática e redução na variabilidade da frequência cardíaca com respiração profunda, mudança para a posição ortostática ou manobra de Valsalva são sinais sugestivos de NAC. A hiperglicemia participa da gênese da neuropatia autonômica devido ao efeito direto do estresse oxidativo e da disfunção endotelial que reduzem o fluxo sanguíneo para os nervos. A NAC está fortemente associada com morbimortalidade cardiovascular em portadores de diabetes e a atividade física pode reverter o quadro ou reduzir a progressão dessa neuropatia (VINIK et al., 2018). Além da NAC, a disfunção endotelial decorrente da redução da produção de óxido nítrico e uma maior sensibilidade a fatores vasoconstritores como angiotensina II e endotelina-1, também contribuem para aumentar o risco cardiovascular de pacientes diabéticos e o exercício físico estimula o aumento da produção de óxido nítrico derivado do endotélio, reduzindo assim o risco de eventos cardiovasculares (SALES; HALPERN; CERCATO, 2016).

A associação de DM2 e DCV é comum na SM. Os portadores de SM têm uma incidência de DM2 cinco vezes maior que indivíduos sem a síndrome e 70 a 90% dos pacientes com DM2 apresentam SM (ECKEL; GRUNDY; ZIMMET, 2005).

2.2 Síndrome metabólica

A SM, também conhecida como síndrome X ou síndrome de RI é constituída por um grupo de anormalidades metabólicas que incluem: hipertensão arterial, obesidade central, intolerância à glicose ou DM2 e dislipidemia aterogênica. Está fortemente associada com aumento do risco cardiovascular (ROCHLANI et al., 2017).

Desde sua descrição inicial, vários critérios têm sido propostos para diagnóstico da síndrome, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios da OMS, IDF e NCEP para diagnóstico de síndrome metabólica.

	OMS	IDF	NCEP****
Obesidade	Relação cintura/quadril > 0,9 em homens e > 0,85 em mulheres e/ou IMC > 30 Kg/m ²	Cintura abdominal > 94 cm em homens europeus, > 90 cm em homens asiáticos e > 80 cm em mulheres***	Cintura abdominal > 102 cm em homens e > 88 cm em mulheres
Glicemia plasmática	Diabetes, intolerância à glicose ou resistência insulínica comprovada pelo clamp*	≥ 100 mg/dl ou diagnóstico prévio de diabetes	≥ 110 mg/dl
Triglicerídeos	≥ 150 mg/dl**	≥ 150 mg/dl ou tratamento para dislipidemia	≥ 150 mg/dl
HDL-c	< 35 mg/dl em homens e < 39 mg/dl em mulheres	< 40 mg/dl em homens ou < 50 mg/dl em mulheres ou tratamento para dislipidemia	< 40 mg/dl em homens e < 50 mg/dl em mulheres
Pressão arterial	Pressão sistólica ≥ 140 mmHg ou diastólica ≥ 90 mmHg, ou tratamento para hipertensão arterial	Pressão sistólica ≥ 130 mmHg ou diastólica ≥ 85 mmHg, ou tratamento para hipertensão arterial	Pressão sistólica ≥ 130 mmHg ou diastólica ≥ 85 mmHg
Outros	Excreção urinária de albumina ≥ 20 mcg ou relação albumina/creatinina ≥ 30 mg/g		

*Dois fatores e obrigatoriamente o componente assinalado. **Tanto triglicerídeos elevados ou HDL-c baixo constituem apenas um fator pela OMS. ***Componente obrigatório. ****Presença de três ou mais dos componentes citados. IDF: International Diabetes Federation, NCEP: National Cholesterol Education Program, OMS: Organização Mundial de Saúde.

Fonte: Adaptado da Sociedade Brasileira de Diabetes – SBD (2017).

Os mecanismos patogênicos da SM são complexos e ainda não totalmente elucidados. A ativação neuro-hormonal, RI e inflamação crônica parecem desempenhar um importante papel na sua gênese (MATSUZAWA; FUNAHASHI; NAKAMURA, 2011).

A RI leva à redução da captação de glicose no tecido muscular e hepático, estimula a produção hepática de glicose e aumenta a concentração de ácidos graxos livres em decorrência da perda do efeito antilipolítico da insulina. Isso leva a um aumento nos níveis

glicêmicos, causando um estado de hiperinsulinemia compensatória para manter a euglicemia. Esse estado de RI também acarreta elevação dos níveis pressóricos devido à redução da produção de óxido nítrico, levando à vasoconstrição arterial e disfunção endotelial. Além disso, a RI aumenta a proliferação celular, inflamação e aterogênese, estando altamente associada às doenças cardiovasculares (DEFRONZO et al., 2015).

A participação neuro-humoral na gênese da SM se dá pela liberação de adipocinas do tecido adiposo visceral e pela ativação do sistema renina angiotensina e sistema nervoso autônomo simpático. A leptina é uma adipocina que controla a homeostase energética e seus níveis estão diretamente associados ao risco cardiovascular. A adiponectina possui efeitos contrários ao da leptina e, diminui a reatividade vascular, reduz a proliferação de músculo liso e melhora a estabilidade da placa aterosclerótica. O aumento do tecido adiposo visceral reduz os níveis de adiponectina e aumenta os de leptina (ROCHLANI et al., 2017).

A ativação do sistema renina angiotensina, leva a formação de espécies reativas de oxigênio através da ação da angiotensina II em seu receptor tipo1. Isso leva a um aumento na oxidação do LDL-c, injúria endotelial e agregação plaquetária. A angiotensina II também é produzida pelo tecido adiposo e estados de obesidade e RI estão associados com aumento de sua produção (MEHTA; GRIENGLING, 2007).

A inflamação exerce um forte papel na patogênese da SM. Algumas citocinas pró-inflamatórias estão aumentadas na síndrome. O TNF- α inativa o receptor de insulina nas células do tecido adiposo, promovendo lipólise com aumento dos ácidos graxos livres e inibição da liberação de adiponectina. Outra citocina pró-inflamatória produzida por adipócitos e células do sistema imune é a IL-6. Ela estimula a produção hepática de proteínas de fase aguda, incluindo a proteína C reativa (PCR). Existe forte correlação entre aumento de PCR e desenvolvimento de SM e DM2. Além disso, a IL-6 aumenta os níveis de fibrinogênio, resultando em um estado pró-trombótico e promove a expressão de moléculas de adesão nas células endoteliais, contribuindo para formação de placas ateroscleróticas. Tanto IL-6 quanto TNF- α estão aumentados em quadros de RI e obesidade (ROCHLANI et al., 2017).

Essas alterações presentes na SM fazem com que seus portadores apresentem o dobro de mortalidade cardiovascular e aumento na mortalidade por todas as causas em 1,5 vezes. Portanto, é fundamental que a SM seja adequadamente tratada e as mudanças no estilo de vida envolvendo redução do consumo calórico e atividade física regular, levam a redução do peso e melhoram a sensibilidade à insulina, sendo essenciais no manejo da doença (MOTTILLO et al., 2010).

A prevalência da SM varia entre os países e está intimamente ligada à prevalência de obesidade. Éla é maior no sexo feminino e aumenta com a idade. No período da pós-menopausa, ocorre um importante aumento na incidência de SM em decorrência do próprio envelhecimento, do estilo de vida mais sedentário que favorece o ganho de peso e de alterações hormonais que levam a um maior acúmulo de gordura visceral (STEFANSKA; BERGMANN; SYPNIEWSKA, 2015).

2.3 Menopausa

A menopausa fisiológica é definida pela OMS como a interrupção permanente dos ciclos menstruais de forma natural por doze meses consecutivos, marcando o final da vida reprodutiva da mulher. Caracteriza-se por uma redução progressiva na produção de hormônios ovarianos, principalmente o estrógeno. Essa diminuição na produção de esteróides sexuais leva à perda da inibição do eixo hipotalâmico hipofisário, com aumento das gonadotrofinas, sendo que a elevação do hormônio folículo estimulante é a primeira alteração hormonal que ocorre na transição menopausal (DINIZ et al., 2017).

A idade da menopausa costuma ocorrer entre 45 e 55 anos. No Brasil, a idade média em um estudo feito em Campinas-SP foi de 51,1anos (PEDRO et al., 2003). Com o aumento da expectativa de vida, as mulheres passam cerca de 1/3 de suas vidas na condição de falência ovariana, o que gera alterações importantes na qualidade de vida, maior perda de massa óssea e aumento do risco de doenças cardiometabólicas (CLEGG et al., 2017).

Durante a menopausa, a mulher ganha peso em decorrência de uma redução no gasto energético, principalmente por diminuição da oxidação de lípidos, o que favorece um aumento na gordura corporal total e gordura visceral. Além disso, ocorre um maior índice de sedentarismo nessa fase da vida, reduzindo ainda mais o gasto energético e aumentando os estoques de gordura. Esse aumento na gordura visceral leva a uma maior produção de ácidos graxos livres, citocinas pró-inflamatórias e espécies reativas de oxigênio, o que contribui para o desenvolvimento de RI (SLOPIEN et al., 2018).

Essas alterações decorrentes do hipoestrogenismo são demonstradas em modelos animais, onde a ooforectomia bilateral levou a ganho de massa gorda e diminuição do gasto energético total, resultante de uma dramática redução no nível de atividade física, sendo esses efeitos revertidos com a reposição estrogênica (TORRES et al., 2018). Em humanos, a supressão da função ovariana com análogos do hormônio liberador de gonadotrofinas, também resultou em diminuição do gasto energético e atividade física, com aumento da

adiposidade visceral (DAY et al., 2005). Como o estrógeno regula o gasto energético e gordura corporal ainda não está totalmente elucidado, mas parece interferir na produção de adipócitos derivados da medula óssea e na atividade do tecido adiposo marrom, desempenhando um importante papel no controle metabólico (GAVIN et al., 2018).

Os adipócitos brancos são as células de gordura predominante no tecido adiposo de humanos. Os progenitores dos adipócitos originam-se de células de origem mesenquimal, residentes no tecido adiposo (MAJKA; BARAK; KLEMM, 2011). Recentemente, uma subpopulação de adipócitos de origem mielóide foi observada em ratos e humanos (GAVIN et al., 2016; RYDEN et al., 2015). Esses adipócitos derivados da medula óssea podem compreender até 35% dos adipócitos em humanos e são mais prevalentes em mulheres, obesos e na gordura visceral (MAJKA et al., 2012). Biologicamente, estes adipócitos expressam menos leptina, mitocôndrias e sintetizam menos trifosfato de adenosina (ATP), reduzindo assim a oxidação lipídica. Além disso, expressam maior quantidade de citocinas pró-inflamatórias como a IL-6. Essas características de tais adipócitos, predispõem a um maior risco de doenças metabólicas (MAJKA et al., 2010). Os estrogênios podem regular a formação de tais adipócitos, pois ratas ooforectomizadas apresentaram um grande aumento no número dessas células quando comparadas com ratas não-ooforectomizadas e o tratamento com estrógeno reverteu esse aumento (GAVIN et al., 2018).

Quanto ao efeito do exercício físico nesses adipócitos derivados da medula óssea existem poucos estudos. Entretanto, sabemos que o exercício físico reduz a obesidade visceral e a infiltração de macrófagos no tecido adiposo. Os macrófagos residentes no tecido adiposo são derivados de células de linhagem mielóide que podem se diferenciar em adipócitos. Sendo assim, a menor infiltração de macrófagos resultante do exercício físico, pode levar a uma redução dos progenitores da medula óssea residente no tecido adiposo, contribuindo assim para reduzir a adipogênese (GAVIN et al., 2017; GOH; GOH; ABBASI, 2016).

Outro importante mecanismo de regulação do gasto energético é a presença do tecido adiposo marrom (TAM). Tal tecido tem como função primária a produção de calor. Ele é altamente vascularizado, innervado pelo sistema nervoso simpático e rico em mitocôndrias, pois apresenta alta atividade metabólica. Está presente em maior quantidade nas regiões supraclaviculares e paraespinhal dos humanos. É mais ativo em jovens, mulheres e pessoas com menor conteúdo de gordura corporal, sugerindo que o TAM desempenhe algum papel na regulação do peso corporal (OUELLET et al., 2011). Essa maior prevalência de TAM em mulheres vai diminuindo com a idade, sugerindo participação dos hormônios ovarianos na

regulação desse tecido. Ratas ooforectomizadas têm atividade do TAM reduzida, porém esse efeito é revertido com a reposição estrogênica (NADAL-CASELLAS et al., 2011).

Os efeitos protetores dos estrógenos são ocasionados pela sua ligação aos receptores estrogênicos alfa e beta, sendo os receptores alfa os responsáveis pela maioria dos efeitos cardiometabólicos (CLEGG et al., 2017).

Estudos em roedores mostraram que ratas *knockout* para o receptor alfa, apresentaram maior adiposidade causada por redução do gasto energético, intolerância à glicose, RI, inflamação e redução da produção de óxido nítrico derivado do endotélio, mostrando o papel desses receptores na regulação do metabolismo e homeostase vascular (BRYZGALOVA et al., 2006). A ausência desses receptores leva a um ciclo vicioso de estresse oxidativo e inflamação da parede dos vasos, com piora da função vascular e início da promoção da aterosclerose (RIBAS et al., 2016). Em humanos, o papel da sinalização dos receptores estrogênicos nas doenças cardiometabólicas é difícil de ser quantificado, pois a expressão desses receptores não é estática, podendo ser alterada com o envelhecimento, presença de doenças e deficiência prolongada de estrógenos, o que pode alterar a resposta ao hormônio (MENZA; MURPHY, 2016; NOVELLA et al., 2012). Tem sido mostrado em estudos de necropsia que os receptores estrogênicos são encontrados em menor quantidade em artérias coronárias de mulheres na pós-menopausa comparadas com mulheres na pré-menopausa e em artérias coronárias ateroscleróticas quando comparadas com coronárias normais independente do estado de menopausa (LOSORDO et al., 1994). Essa alteração na densidade de tais receptores pode explicar as diferentes respostas à reposição estrogênica na pós-menopausa, que se mostra protetora para a saúde cardiometabólica, quando iniciada antes dos 60 anos e com menos de 10 anos de menopausa. O início da reposição hormonal após esse período, não têm efeito em reduzir a mortalidade cardiovascular dessas mulheres quando comparado ao placebo (HODIS; MACK, 2013).

Além de promoverem a liberação de óxido nítrico e prostaciclina e reduzirem a produção de endotelina e angiotensina II ao se ligarem aos receptores estrogênicos presentes nas células endoteliais e musculares lisas dos vasos, os estrógenos também agem reduzindo a produção de TNF- α e aumentando a de prostaglandina I₂, reduzindo assim o estresse oxidativo e a ativação plaquetária (NEWSON, 2018).

O aumento da obesidade visceral, secundária a redução do gasto energético por diminuição da oxidação lipídica nos estados de hipoestrogenismo, leva a um quadro de inflamação crônica, disfunção endotelial e RI, aumentando o risco de SM e DM2 (STEFANSKA; BERGMANN; SYPNIEWSKA, 2015).

A SM tem sua origem na RI, sendo caracterizada por um conjunto de fatores como obesidade central, hipertensão, dislipidemia e alteração no metabolismo da glicose. A prevalência de SM após a menopausa varia de 30 a 70% comparada com 14 a 45% nas mulheres em idade reprodutiva (JANSSEN et al., 2008; STEFANSKA; BERGMANN; SYPNIEWSKA, 2015). A idade de início da menopausa é um fator de risco independente para SM e DM2. Mulheres que iniciaram a menopausa precocemente apresentaram maior incidência de SM, corroborando o efeito protetor do estrógeno na prevenção destas alterações metabólicas (MUKA et al., 2017).

Durante estados de RI, as células beta pancreáticas devem aumentar sua produção de insulina para que a homeostase da glicose seja mantida. Estudos com roedores ooforectomizados mostraram uma redução da produção de insulina devido à apoptose de células beta em estado de hipoestrogenismo, favorecendo assim o aparecimento de DM2 (LE MAY et al., 2006).

O perfil lipídico no período da pós-menopausa, torna-se mais aterogênico, com formação de partículas de LDL-c menores e mais densas, o que favorece sua deposição na parede dos vasos. Além disso, ocorre aumento de triacilgliceróis (TAG) e redução do HDL-c que são componentes da SM (MEIRELLES, 2014).

A hipertensão arterial é outro importante componente da SM que apresenta alta prevalência em mulheres na pós-menopausa, sendo duas vezes mais prevalente nesse período do que no menacme (período reprodutivo da vida feminina). A idade avançada, a aterosclerose e as alterações vasculares com redução da produção de óxido nítrico, desempenham um importante papel em sua fisiopatologia (BIGLIA et al., 2017).

Portanto, essas alterações metabólicas secundárias ao hipoestrogenismo, fazem com que o risco cardiovascular se eleve nesse período da vida da mulher. Durante o menacme, a incidência de DCV em mulheres é menor que em homens de mesma idade, devido aos efeitos protetores do estrógeno. Com o advento da menopausa, esse efeito é perdido e a prevalência dessas doenças torna-se semelhante em ambos os sexos (MEIRELLES, 2014).

Além dessas alterações metabólicas, o hipoestrogenismo leva a perda de massa óssea, sintomas vasomotores, insônia, fadiga e irritabilidade. Esses sintomas podem comprometer a qualidade de vida das mulheres, acarretando distúrbios cognitivos e depressão. A terapia de reposição hormonal associada a mudanças de hábito de vida, onde a atividade física regular representa uma dessas principais mudanças, são ferramentas importantes para o controle de tais sintomas, contribuindo assim para melhorar a qualidade de vida no período da pós-menopausa (SALES; HALPERN; CERCATO, 2016).

O DM2, dislipidemia e hipertensão arterial apresentam alta prevalência em mulheres na pós-menopausa, resultando em perda da qualidade de vida e aumento de mortalidade cardiovascular. Portanto, é imperioso que medidas preventivas, diagnóstico e tratamento precoce dessas patologias, sejam feitos principalmente em populações de maior risco, sendo a atividade física regular um dos pilares no tratamento e prevenção dessas comorbidades (OLIVEIRA; MONTENEGRO JUNIOR; VENCIO, 2017).

2.4 Exercício físico

Todo movimento que causa contração muscular aumentando o gasto energético é definido como atividade física. O exercício físico é quando a atividade física é planejada, com movimentos repetitivos, visando melhorar o desempenho físico. Pode ser dividido em aeróbico, resistido e combinado. O exercício aeróbico envolve grandes grupos musculares em atividades rítmicas, contínuas e dinâmicas, resultando em aumento do gasto energético e da frequência cardíaca, utilizando preferencialmente como fonte energética a via metabólica oxidativa. O exercício resistido é aquele que utiliza a força muscular contra uma carga, com intuito de aumentar a força, potência e resistência muscular, utilizando preferencialmente os estoques de glicogênio e fosfocreatina como fontes primárias de energia. O exercício combinado é a associação do aeróbico e resistido, em dias alternados ou mais comumente na mesma sessão de treinamento (BALDUCCI et al., 2014; SIGAL et al., 2004).

Os exercícios também podem ser classificados quanto à intensidade, que é avaliada em função do seu tipo. No exercício aeróbico, reflete o aumento da necessidade de captação de oxigênio pelo músculo e pode ser medido por meio da frequência cardíaca (FC) ou do volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Ele é considerado moderado quando atinge 50 a 70% da FC máxima ou 40 a 60% do $VO_{2máx}$. Logicamente, considera-se baixa e alta intensidade quando abaixo e acima respectivamente desses limites. No exercício resistido a intensidade é considerada alta se a resistência for maior que 75% do máximo que pode ser levantado de uma única vez (uma repetição máxima [RM]) e moderado quando se utiliza 50 a 74% da carga máxima empregada em uma RM (BALDUCCI et al., 2014; SIGAL et al., 2004).

Durante períodos de exercício físico, o músculo utiliza os carboidratos (CHO) e lipídeos como fonte de energia. Os estoques de gordura são grandes e potencialmente inesgotáveis enquanto os de CHO são limitados, compreendendo 300 a 500 g de glicogênio muscular, 60 a 100 g de glicogênio hepático e 4 a 5 g de glicose circulante no plasma (WASSERMAN, 2009).

A demanda metabólica aumentada durante o exercício gera rápidas adaptações na homeostase celular, elevando a captação de glicose pelo músculo. Isso ocorre devido ao aumento do fluxo e transporte de glicose através da membrana das células musculares, além do maior metabolismo intracelular da glicose (SYLOW et al., 2017).

O aumento do fluxo sanguíneo muscular durante o exercício leva a um maior aporte de glicose para o músculo. Isso se dá em decorrência do aumento da FC, da própria contração muscular que comprime as veias aumentando o retorno venoso e pelo maior recrutamento capilar e liberação de oxigênio e glicose na microcirculação (CALBET et al., 2015). Essa alteração na microcirculação é consequente de uma maior vasodilatação periférica decorrente da liberação de óxido nítrico, adenosina, difosfato de adenosina (ADP) e ATP pelas células endoteliais e musculares lisas dos vasos durante o exercício (HELLSTEN et al., 2012; JOYNER; CASEY, 2015). O transporte de glicose através da célula muscular se eleva devido a maior translocação do GLUT 4 do citoplasma para a membrana celular, que ocorre durante períodos de atividade física, favorecendo assim a captação da glicose plasmática (SCHWINGSHACKL et al., 2014).

Durante o exercício, o músculo usa preferencialmente o glicogênio muscular como fonte de energia para geração de ATP. A captação de glicose plasmática é inversamente proporcional ao estoque muscular de glicogênio. Portanto esse metabolismo intracelular aumentado é essencial para manter um alto gradiente de concentração de glicose através da membrana que é necessário para facilitar sua difusão através do músculo em exercício (ROEPSTORFF et al., 2004). Sendo assim, o exercício é uma medida não farmacológica de suma importância para o controle glicêmico de pacientes diabéticos, por aumentar a captação e metabolização da glicose intracelular, contribuindo para a redução da glicemia plasmática.

Além da melhora do controle glicêmico, o treinamento físico atua em outros fatores de risco cardiovascular, que estão presentes com certa frequência na população diabética e em mulheres na pós-menopausa. Ele melhora a dislipidemia aterogênica por aumentar HDL-c e reduzir colesterol total (CT), LDL-c e TAG. Isso se dá devido ao aumento da captação muscular e oxidação dos lípides plasmáticos. A melhora do perfil lipídico é considerada o padrão ouro na prevenção de DCV (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014).

Os níveis tensionais também tendem a melhorar com a prática esportiva. A melhora da disfunção endotelial devido ao aumento da produção de óxido nítrico dependente do endotélio e a redução do tônus simpático induzidos pelo exercício exercem um importante papel nessa melhora (LIN; LEE, 2018). O aumento do fluxo sanguíneo para os músculos durante o exercício físico, aumenta a tensão de cisalhamento na parede dos vasos, contribuindo para

uma maior produção de óxido nítrico. Esse aumento de óxido nítrico favorece a vasodilatação, melhorando assim a perfusão tecidual (TREMBLAY; PYKE, 2018).

Muitos diabéticos apresentam neuropatia autonômica devido a um desbalanço simpátovagal, com predomínio do tônus simpático em detrimento do parassimpático. Essa disautonomia é um dos principais preditores de evento cardiovascular nessa população. Sendo assim, o aumento do tônus vagal induzido pelo treinamento físico, atua de forma positiva na redução de DCV em diabéticos (VINIK et al., 2018).

O exercício físico também aumenta a massa muscular magra e reduz o tecido adiposo branco, o que contribui ainda mais para melhorar a sensibilidade à insulina. A diminuição do tecido adiposo visceral reduz os níveis séricos de adipocinas pró-inflamatórias, contribuindo para a melhora do estado inflamatório crônico presente nos quadros de RI (SAKURAI et al., 2013).

Outra importante contribuição do exercício físico para o controle metabólico é a liberação de substâncias denominadas miocinas durante a contração muscular. A IL-6 é rapidamente liberada na circulação após início da atividade física. Embora esteja cronicamente associada à inflamação, na resposta aguda ao exercício (derivada do músculo esquelético e não do tecido adiposo), a IL-6 estimula o aumento de citocinas anti-inflamatórias como IL-1ra e inibe as pró-inflamatórias (TNF- α e IL-1 β) (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2012). A IL-1 β está associada com disfunção e apoptose de células beta pancreáticas. Portanto, sua inibição pelo IL-1ra induzida pelo exercício, melhora a homeostase da glicose em portadores de DM2 (LARSEN et al., 2007).

Além da melhora metabólica, o treinamento físico atua melhorando a qualidade de vida relacionada à saúde em portadores de DM2. Essa melhora ocorre tanto em componentes físicos quanto psíquicos que estão associados à qualidade de vida (BAPTISTA et al., 2017; THIEL et al., 2017).

Todos os tipos de exercícios físicos (aeróbico, resistido ou combinado), são capazes de promover melhora cardiometabólica em mulheres na pós-menopausa. A maioria dos estudos com treinamento aeróbico mostra melhora da composição corporal, perfil metabólico e capacidade cardiorrespiratória nesse grupo populacional (DINIZ et al., 2017).

Mulheres na pós-menopausa apresentam melhora do perfil lipídico, níveis pressóricos e composição corporal após um mínimo de 12 semanas de treinamento aeróbico em intensidade moderada (AMMAR, 2015; GARNIER et al., 2015; ROUSSEL et al., 2009).

O exercício resistido aumenta a força e massa muscular, sendo importante para melhorar a capacidade funcional, qualidade de vida e reduzir a sarcopenia e risco de quedas

na pós-menopausa. Além disso, esse tipo de exercício também reduz o risco cardiovascular nessa população, principalmente por melhorar o perfil lipídico e outros componentes da SM (CONCEIÇÃO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015; WOOTEN et al., 2011).

O treinamento físico combinado (aeróbico e resistido, na mesma sessão de treinamento) parece apresentar melhores resultados cardiometabólicos que cada modalidade separadamente. Nessa modalidade de exercício, pode-se conseguir os benefícios dos treinos aeróbico e resistido simultaneamente (DINIZ et al., 2017). Christos et al. (2009) mostraram que 16 semanas de exercício físico combinado em intensidade moderada a alta, reduziram TAG, aumentou HDL-c, força muscular e melhorou o controle glicêmico em mulheres diabéticas na pós-menopausa. Vários estudos mostram superioridade do treino combinado em relação a cada modalidade separadamente para melhorar os fatores de risco cardiovascular em populações de alto risco como obesos, hipertensos e diabéticos (CUFF et al., 2003; HO et al., 2012; SCHROEDER et al., 2019; SCHWINGSHACKL et al., 2014; SIGAL et al., 2007).

Além da modalidade de treinamento, sua intensidade também pode influenciar os resultados (ROSSI et al., 2016). Porém, a literatura não é clara em estabelecer qual intensidade do exercício é melhor para controlar os fatores de risco cardiovascular em populações de alto risco. Grediagin et al. (1995) já haviam demonstrado que o gasto energético é o principal responsável pela redução da gordura corporal em mulheres com sobrepeso e não observaram interferência da intensidade do exercício físico nesse parâmetro. Por outro lado, Irving et al. (2008) mostraram que mulheres obesas com SM, apresentaram maior redução da gordura corporal total e gordura visceral, com exercícios de alta intensidade (AI) do que moderada intensidade (MI), sob mesmas condições de gasto energético. Em uma revisão de estudos epidemiológicos e ensaios clínicos, os exercícios físicos de AI, parecem conferir melhores benefícios cardioprotetores que os de MI, quando equiparados o gasto energético total (SWAIN; FRANKLIN, 2006).

Para melhora da sensibilidade insulínica e controle glicêmico, os resultados também se mostram indefinidos. Os exercícios de MI usam os lipídeos como principal fonte de energia e os de AI utilizam os CHO. Esse aumento no metabolismo dos ácidos graxos reduz a quantidade de lípidos intramuscular, melhorando a sensibilidade à insulina. Isso pode explicar, os resultados de um estudo que evidenciou melhora mais pronunciada na ação da insulina, quando o gasto energético foi equiparado, com exercícios aeróbicos de MI comparados ao de AI (MCGARRAH; SLENTZ; KRAUS, 2016). Hansen et al. (2009) não observaram diferenças no controle glicêmico de obesos portadores de DM2, com diferentes intensidades de treinamento, quando o gasto energético se mantém constante. Tanto alta

quanto moderada intensidade apresentaram o mesmo grau de redução na hemoglobina glicada. Recentemente, Ahmad (2019) também não observou diferenças na melhora do controle glicêmico de mulheres diabéticas tipo 2 com treinamento físico de AI e MI. Já, uma recente metanálise, mostrou que o exercício resistido de AI é superior ao de MI para melhorar os níveis glicêmicos de portadores de DM2 (LIU et al., 2019). Portanto, não existe consenso na literatura sobre qual a intensidade de exercício físico é a mais indicada para melhorar os parâmetros cardiometabólicos de portadores de DM2.

Apesar dos inequívocos benefícios da atividade física tanto na prevenção como no tratamento do DM2 e SM, a prevalência de sedentarismo nessas populações ainda se mostra muito elevada (FERREIRA; FERREIRA, 2009). Existe uma forte relação entre sedentarismo e aumento do risco de DM2 e SM. Uma metanálise feita com 505.045 pacientes evidenciou aumento de 112% no risco relativo para desenvolvimento de DM2 em pessoas sedentárias (WILMOT et al., 2012). Vários estudos têm demonstrado um aumento do risco cardiovascular em pacientes sedentários, o que torna a prática regular de atividade física indispensável para todos os indivíduos, principalmente para aqueles de maior risco cardiometabólico (HU et al., 2004; WEINSTEIN et al., 2008).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O DM2 é uma doença de alta prevalência mundial e sua incidência vem aumentando de forma epidêmica nos últimos anos, em decorrência do aumento do sedentarismo e obesidade que estamos vivenciando. Ele apresenta um alto custo socioeconômico devido a sua elevada morbimortalidade, sendo a principal causa de cegueira adquirida, insuficiência renal crônica dialítica e amputação não traumática de membros inferiores. A presença de diabetes aumenta em 2 a 6 vezes o risco de eventos cardiovasculares, sendo esses a principal causa de óbito nessa população. Sua prevalência é maior em mulheres, principalmente após o período da menopausa, onde as alterações na composição corporal induzidas pelo hipoestrogenismo favorecem o quadro de RI e surgimento de DM2.

O exercício físico melhora o controle glicêmico, perfil lipídico, disfunção endotelial e a resposta autonômica cardiovascular. Esses benefícios cardiometabólicos são de suma importância no tratamento do DM2, auxiliando na prevenção do surgimento ou retardando a progressão das complicações crônicas da doença. Isso faz com que o exercício físico seja uma das principais medidas não farmacológicas para controle do diabetes.

Os exercícios combinados (aeróbico e resistido, na mesma sessão de treinamento) parecem ter maior eficácia que cada modalidade separadamente, na melhora dos parâmetros cardiometabólicos da população diabética. Entretanto, a intensidade dos exercícios também pode influenciar os resultados, sendo sugerido que essa melhora possa ser proporcional a sua intensidade. Porém, ainda não existe consenso em relação à melhor intensidade de treinos para promover benefícios cardiometabólicos em diabéticos.

Existem poucos dados na literatura comparando o mesmo protocolo de treinamento físico, feito em diferentes intensidades, em portadoras de DM2 na pós-menopausa. Sendo assim, por tratar-se de pessoas de alto risco cardiovascular, é de fundamental importância avaliar qual intensidade de exercício físico se mostra mais eficaz em melhorar o perfil lipídico, controle glicêmico e pressórico nessa população específica.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, A. M. Moderate-intensity continuous training: is it as good as high-intensity interval training for glycemic control in type 2 diabetes?. **Journal of Exercise Rehabilitation**, Incheon, v. 15, n. 2, p. 327-333, apr. 2019.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA. Standards of medical care in diabetes-2019. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 42, suppl. 1, p. 1-193, jan. 2019.
- AMMAR, T. Effects of aerobic exercise on blood pressure and lipids in overweight hypertensive postmenopausal women. **Journal of Exercise Rehabilitation**, Incheon, v. 11, n. 3, p. 145-150, jun. 2015.
- BAHIA, L. R. et al. The costs of type 2 diabetes mellitus outpatient care in the Brazilian public health system. **Value in Health**, New York, v. 14, n. 1, p. S137-140, jul./ago. 2011.
- BALDUCCI, S. et al. Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus. **Diabetes Metabolism Research and Reviews**, Oxford, v. 30, suppl. 1, p. 13-23, mar. 2014.
- BAPTISTA, L. C. et al. Effects of long-term multicomponent exercise on health-related quality of life in older adults with type 2 diabetes: evidence from a cohort study. **Quality of Life Research**, Dordrecht, v. 26, n. 8, p. 2117-2127, aug. 2017.
- BAYS, H.; MANDARINO, L.; DEFRONZO, R. A. Role of the adipocyte, free fatty acids, and ectopic fat in pathogenesis of type 2 diabetes mellitus: peroxisomal proliferator-activated receptor agonists provide a rational therapeutic approach. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Washington, v. 89, n. 2, p. 463-478, feb. 2004.
- BIGLIA, N. et al. Vasomotor symptoms in menopause: a biomarker of cardiovascular disease risk and other chronic diseases? **Climacteric**, New York, v. 20, n. 4, p. 306-312, aug. 2017.
- BOYER, F. et al. Oxidative Stress and Adipocyte Biology: Focus on the Role of AGEs. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, London, v. 2015, ID 534873, p. 1-9, mar. 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2016 Saúde Suplementar**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 157 p.
- BRYZGALOVA, G. et al. Evidence that oestrogen receptor-alpha plays an important role in the regulation of glucose homeostasis in mice: insulin sensitivity in the liver. **Diabetologia**, New York, v. 49, n. 3, p. 588-597, mar. 2006.
- CALBET, J. A. et al. Central and peripheral hemodynamics in exercising humans: leg versus arm exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 25, suppl. 4, p. 144-157, dec. 2015.

CHRISTOS, Z. E. et al. Lipoprotein profile, glycemic control and physical fitness after strength and aerobic training in post-menopausal women with type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, New York, v. 106, n. 6, p. 901-907, aug. 2009.

CLEGG, D. et al. Sex Hormones and Cardiometabolic Health: Role of Estrogen and Estrogen Receptors. **Endocrinology**, Cary, v. 158, n. 5, p. 1095-1105, may 2017.

CONCEIÇÃO, M. S. et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 8, p. 1221-1228, sep. 2013.

CUFF, D. J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 26, n. 11, p. 2977-2982, nov. 2003.

DAMM, P. Future risk of diabetes in mother and child after gestational diabetes mellitus. **International Journal of Gynaecology and Obstetrics**, New York, v. 104, suppl. 1, p. 25-26, mar. 2009.

DAY, D. S. et al. Sex hormone suppression reduces resting energy expenditure and {beta}-adrenergic support of resting energy expenditure. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Washington, v. 90, n. 6, p. 3312-3317, jun. 2005.

DEFRONZO, R. A. From the triumvirate to the ominous octet: a new paradigm for the treatment of type 2 diabetes mellitus. **Diabetes**, New York, v. 58, n. 4, p. 773-795, apr. 2009.

DEFRONZO, R. A. et al. **International Textbook of Diabetes Mellitus**. 4th. ed. Nova Jersey: J. Wiley, 2015. 1228 p.

DINIZ, T. A. et al. Exercício físico como tratamento não farmacológico para a melhora da saúde pós-menopausa. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 322-327, jul./ago. 2017.

ECKEL, R. H.; GRUNDY, S. M.; ZIMMET, P. Z. The metabolic syndrome. **Lancet**, London, v. 365, n. 9468, p. 1415-1428, apr. 2005.

EDWARDSON, C. L. et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. **PLoS One**, San Francisco, v. 7, n. 4, p. e34916, apr. 2012.

ESHTIAGHI, R.; ESTEGHAMATI, A.; NAKHJAVANI, M. Menopause is an independent predictor of metabolic syndrome in Iranian women. **Maturitas**, Amsterdam, v. 65, n. 3, p. 262-266, mar. 2010.

FERREIRA, C. L. R. A.; FERREIRA, M. G. Epidemiological characteristics of diabetic patients within the public health system: an analysis of the HiperDia system. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n.1, p. 80-86, feb. 2009.

GARNIER, S. et al. Is practice rate rather than exercise intensity more important in health benefits of moderately obese postmenopausal women?. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, Issy-Les-Moulineaux, v. 58, n. 3, p. 119-125, jun. 2015.

- GAVIN, K. M. et al. De novo generation of adipocytes from circulating progenitor cells in mouse and human adipose tissue. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 30, n. 3, p. 1096-1108, mar. 2016.
- GAVIN, K. M. et al. Hematopoietic-to-mesenchymal transition of adipose tissue macrophages is regulated by integrin $\beta 1$ and fabricated fibrin matrices. **Adipocyte**, Philadelphia, v. 6, n. 3, p. 234-249, jul. 2017.
- GAVIN, K. M. et al. Modulation of Energy Expenditure by Estrogens and Exercise in Women. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Philadelphia, v. 46, n. 4, p. 232-239, oct. 2018.
- GOH, J.; GOH, K. P.; ABBASI, A. Exercise and Adipose Tissue Macrophages: New Frontiers in Obesity Research?. **Frontiers in Endocrinology**, Lausanne, v. 7, ID 65, p. 1-8, jun. 2016.
- GREDIAGIN, A. et al. Exercise intensity does not effect body composition change in untrained, moderately overfat women. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 95, n. 6, p. 661-665, jun. 1995.
- HANSEN, D. et al. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. **Diabetologia**, Berlin, v. 52, n. 9, p. 1789-1797, sep. 2009.
- HEIDARI, R. et al. Metabolic syndrome in menopausal transition: Isfahan Healthy Heart Program, a population based study. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, London, v. 2, p. 59, oct. 2010.
- HELLSTEN, Y. et al. Vasodilator interactions in skeletal muscle blood flow regulation. **The Journal of Physiology**, London, v. 590, n. 24, p. 6297-6305, dec. 2012.
- HO, S. S. et al. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. **BMC Public Health**, London, v. 12, n. 1, p. 704, aug. 2012.
- HODIS, H. N.; MACK, W. J. The timing hypothesis and hormone replacement therapy: a paradigm shift in the primary prevention of coronary heart disease in women. Part 2: comparative risks. **Journal of the American Geriatrics Society**, Hoboken, v. 61, n. 6, p. 1011-1018, jun. 2013.
- HU, F. B. et al. Adiposity as compared with physical activity in predicting mortality among women. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 351, n. 26, p. 2694-2703, dec. 2004.
- IGHODARO, O. M. Molecular pathways associated with oxidative stress in diabetes mellitus. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Issy-Les-Moulineaux, v. 108, p. 656-662, dec. 2018.
- INOBUCHI, T. et al. High glucose level and free fatty acid stimulate reactive oxygen species production through protein kinase C--dependent activation of NAD(P)H oxidase in cultured vascular cells. **Diabetes**, New York, v. 49, n. 11, p. 1939-1945, nov. 2000.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. 8. ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2017. 147 p.

IRVING, B. A. et al. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Philadelphia, v. 40, n. 11, p. 1863-1872, nov. 2008.

JANSSEN, I. et al. Menopause and the metabolic syndrome: the Study of Women's Health Across the Nation. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 168, n. 14, p. 1568-1575, jul. 2008.

JASTREBOFF, A. M. et al. Neural Correlates of Stress- and Food Cue-Induced Food Craving in Obesity Association with insulin levels. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 394-402, feb. 2013.

JOYNER, M. J.; CASEY, D. P. Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. **Physiological Reviews**, Washington, v. 95, n. 2, p. 549-560, apr. 2015.

LARSEN, C. M. et al. Interleukin-1-receptor antagonist in type 2 diabetes mellitus. **New England Journal of Medicine**, Waltham, v. 356, n. 15, p. 1517-1526, apr. 2007.

LE MAY, C. et al. Estrogens protect pancreatic beta-cells from apoptosis and prevent insulin-deficient diabetes mellitus in mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, n. 24, p. 9232-9237, jun. 2006.

LIN, X. et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of the American Heart Association**, Oxford, v. 4, n. 7, p. e002014, jun. 2015.

LIN, Y. Y.; LEE, S. D. Cardiovascular Benefits of Exercise Training in Postmenopausal Hypertension. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 19, n. 9, p. E2523, aug. 2018.

LIU, Y. et al. Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 16, n. 1, p.140, jan. 2019.

LOSORDO, D. W. et al. Variable expression of the estrogen receptor in normal and atherosclerotic coronary arteries of premenopausal women. **Circulation**, Philadelphia, v. 89, n. 4, p. 1501-1510, apr. 1994.

MAJKA, S. M. et al. De novo generation of white adipocytes from the myeloid lineage via mesenchymal intermediates is age, adipose depot, and gender specific. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 107, n. 33, p. 14781-14786, aug. 2010.

MAJKA, S. M. et al. Adipose lineage specification of bone marrow-derived myeloid cells. **Adipocyte**, Philadelphia, v. 1, n. 4, p. 215-229, oct. 2012.

MAJKA, S. M.; BARAK, Y.; KLEMM, D. J. Concise review: adipocyte origins: weighing the possibilities. **Stem Cells**, Hoboken, v. 29, n. 7, p. 1034-1040, jul. 2011.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 44, n. 2, p. 211-221, feb. 2014.

MATSUDA, M. et al. Glucagon dose-response curve for hepatic glucose production and glucose disposal in type 2 diabetic patients and normal individuals. **Metabolism**, New York, v. 51, n. 9, p. 1111-1119, sep. 2002.

MATSUZAWA, Y.; FUNAHASHI, T.; NAKAMURA, T. The concept of metabolic syndrome: contribution of visceral fat accumulation and its molecular mechanism. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, Tokyo, v. 18, n. 8, p. 629-639, jul. 2011.

MCGARRAH, R. W.; SLENTZ, C. A.; KRAUS, W. E. The Effect of Vigorous - Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise on Insulin Action. **Current Cardiology Reports**, New York, v. 18, n. 12, p. 117, dec. 2016.

MEHTA, P. K.; GRIENGLING, K. K. Angiotensin II cell signaling: physiological and pathological effects in the cardiovascular system. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, Bethesda, v. 292, n. 1, p. C82-97, jul. 2007.

MEIRELLES, R. M. R. Menopause and metabolic syndrome. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 58, n. 2, p. 91-96, mar. 2014.

MENAZZA, S.; MURPHY, E. The Expanding Complexity of Estrogen Receptor Signaling in the Cardiovascular System. **Circulation Research**, Philadelphia, v. 118, n. 6, p. 994-1007, mar. 2016.

MENKE, A. et al. Prevalence of and trends in diabetes among adults in the United States, 1988-2012. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 314, n. 10, p. 1071-1079, sep. 2015.

MOTTILLO, S. et al. The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 56, n. 14, p. 1113-1132, sep. 2010.

MUKA, T. et al. Age at natural menopause and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study. **Diabetologia**, Berlin, v. 60, n. 10, p. 1951-1960, oct. 2017.

NADAL-CASELLAS, A. et al. Effects of ovariectomy and 17- β estradiol replacement on rat brown adipose tissue mitochondrial function. **Steroids**, New York, v. 76, n. 10-11, p. 1051-1056, sep./oct. 2011.

NEWSON, L. Menopause and cardiovascular disease. **Post Reproductive Health**, Los Angeles, v. 24, n. 1, p. 44-49, mar. 2018.

NOVELLA, S. et al. Effects of estrogen on vascular inflammation: a matter of timing. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, Philadelphia, v. 32, n. 8, p. 2035-2042, aug. 2012.

OLIVEIRA, J. E. P. de; MONTENEGRO JUNIOR, R. M.; VENCIO, S. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018**. São Paulo: Clannad, 2017. 383 p.

OLIVEIRA, P. F. et al. Resistance training improves isokinetic strength and metabolic syndrome-related phenotypes in postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 10, p. 1299-1304, aug. 2015.

OUELLET, V. et al. Outdoor temperature, age, sex, body mass index, and diabetic status determine the prevalence, mass, and glucose-uptake activity of 18F-FDG-detected BAT in humans. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Washington, v. 96, n. 1, p. 192-199, jan. 2011.

PANDEY, S. et al. Menopause and metabolic syndrome: a study of 498 urban women from western India. **Journal of Mid-Life Health**, Mumbai, v. 1, n. 2, p. 63-69, jul. 2010.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews Endocrinology**, New York, v. 8, n. 8, p. 457-465, apr. 2012.

PEDRO, A. O. et al. Idade de ocorrência da menopausa natural em mulheres brasileiras: resultados de um inquérito populacional domiciliar. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 17-25, jan./fev. 2003.

RAHMOUNE, H. et al. Glucose transporters in human renal proximal tubular cells isolated from the urine of patients with non-insulin-dependent diabetes. **Diabetes**, Alexandria, v. 54, n. 12, p. 3427-3434, dec. 2005.

RAO, P. V. Type 2 diabetes in children: clinical aspects and risk factors. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, Mumbai, v. 19, suppl. 1, p. 47-50, apr. 2015.

RIBAS, V. et al. Skeletal muscle action of estrogen receptor α is critical for the maintenance of mitochondrial function and metabolic homeostasis in females. **Science Translational Medicine**, Washington, v. 13, n. 8, p. 334ra54, apr. 2016.

ROCHLANI, Y. et al. Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. **Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease**, London, v. 11, n. 8, p. 215-225, aug. 2017.

ROEPSTORFF, C. et al. Regulation of plasma long chain fatty acid oxidation in relation to uptake in human skeletal muscle during exercise. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 287, n. 4, p. 696-705, oct. 2004.

ROSSI, F. E. et al. Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 226-234, jan. 2016.

ROUSSEL, M. et al. Influence of a walking program on the metabolic risk profile of obese postmenopausal women. **Menopause**, Philadelphia, v. 16, n. 3, p. 566-575, may/jun. 2009.

RYDEN, M. et al. Transplanted Bone Marrow-Derived Cells Contribute to Human Adipogenesis. **Cell Metabolism**, Cambridge, v. 22, n. 3, p. 408-417, sep. 2015.

SAKURAI, T. et al. The effects of exercise training on obesity-induced dysregulated expression of adipokines in white adipose tissue. **International Journal of Endocrinology**, Cairo, v. 2013, p. 801743, 2013.

SALES, P.; HALPERN, A.; CERCATO, C. **O essencial em endocrinologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. 816 p.

SCHROEDER, E. C. et al. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PLoS One**, San Francisco, v. 14, n. 1, e0210292, jan. 2019.

SCHWINGSHACKL, L. et al. Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. **Diabetologia**, New York, v. 57, n. 9, p. 1789-1797, sep. 2014.

SIGAL, R. J. et al. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 27, n. 10, p. 2518-2539, oct. 2004.

SIGAL, R. J. et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 147, n. 6, p. 357-369, sep. 2007.

SLOPIEN, R. et al. Menopause and diabetes: EMAS clinical guide. **Maturitas**, Clare, v. 117, p. 6-10, nov. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES – SBD. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018**. São Paulo: Ed. Clannad, 2017. 383 p.

STEFANSKA, A.; BERGMANN, K.; SYPNIEWSKA, G. Metabolic Syndrome and Menopause: Pathophysiology, Clinical and Diagnostic Significance. **Advances in Clinical Chemistry**, San Diego, v. 72, p. 1-75, aug. 2015.

SWAIN, D. P.; FRANKLIN, B. A. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. **American Journal of Cardiology**, Bridgewater, v. 97, n. 1, p. 141-147, jan. 2006.

SYLOW, L. et al. Exercise-stimulated glucose uptake - regulation and implications for glycaemic control. **Nature Reviews Endocrinology**, New York, v. 13, n. 3, p. 133-148, mar. 2017.

THIEL, D. M. et al. Association between Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 2 Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 58-63, feb. 2017.

TORRES, M. J. et al. 17β -Estradiol Directly Lowers Mitochondrial Membrane Microviscosity and Improves Bioenergetic Function in Skeletal Muscle. **Cell Metabolism**, Cambridge, v. 27, n. 1, p. 167-179, jan. 2018.

TREMBLAY, C.J.; PYKE, E.K. Flow-mediated dilation stimulated by sustained increases in shear stress: a useful tool for assessing endothelial function in humans? **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, Bethesda, p. H508-H520, mar. 2018.

VINIK, A. I. et al. Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes: A Predictor of Cardiometabolic Events. **Frontiers in Neuroscience**, Lausanne, v. 12, p. 592, aug. 2018.

WASSERMAN, D. H. Four grams of glucose. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 296, n. 1, p. 11–21, jan. 2009.

WEINSTEIN, A. R. et al. The Joint effects of physical activity and body mass index on coronary heart disease risk in women. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 168, n. 8, p. 884-902, apr. 2008.

WESTERMARK, P.; ANDERSSON, A.; WESTERMARK, G. T. Islet amyloid polypeptide, islet amyloid, and diabetes mellitus. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 91, n. 3, p. 795-826, jul. 2011.

WILMONT, E. G. et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. **Diabetologia**, Berlin, v. 55, n. 11, p. 2895-2905, nov. 2012.

WINER, N.; SOWERS, J. R. Epidemiology of diabetes. **Journal of Clinical Pharmacology**, Stamford, v. 44, n. 4, p. 397-405, apr. 2004.

WOOTEN, J. S. et al. Resistance Exercise and Lipoproteins in Postmenopausal Women. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 32, n. 1, p. 7-13, jan. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Global report on diabetes**. Geneva: WHO, 2016. 86 p.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

EFEITOS DE 8 SEMANAS DE TREINAMENTO FÍSICO AERÓBICO E RESISTIDO COMBINADOS, EM INTENSIDADE ALTA E MODERADA, NOS PARÂMETROS CARDIOMETABÓLICOS E NA QUALIDADE DE VIDA DE DIABÉTICAS TIPO2 NA PÓS-MENOPAUSA

Norma NBR 6022 (ABNT, 2018)

Resumo

Objetivo: Este estudo avaliou os efeitos de 8 semanas de exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados sobre a qualidade de vida e parâmetros cardiometabólicos de mulheres portadoras de DM2 na pós-menopausa. **Métodos:** Foram convidadas para participar deste estudo, 98 mulheres com idade entre 47 a 65 anos, portadoras de DM2 e cadastradas nas UBS do município de Lavras-MG, as quais foram avaliadas sobre a qualidade de vida, nível de atividade física e aptidão para prática de atividade física através do preenchimento de questionários específicos para estes fins. Posteriormente, as mulheres que estavam em amenorréia por mais de 12 meses consecutivos e aptas à prática esportiva foram convidadas para participarem do ensaio clínico. Destas, 16 concordaram, sendo divididas em 2 grupos para realização de exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, 3 vezes por semana, com 60 minutos de duração por sessão, durante 8 semanas. O grupo 1 (n=10), realizou os exercícios em MI e o grupo 2 (n=6), em AI. A intensidade dos exercícios foi controlada através da PSE e da $F_{c_{máx}}$. Os dados antropométricos, níveis pressóricos, FC, composição corporal, dosagens plasmáticas de glicemia de jejum, hemoglobina glicada, CT, HDL-c, LDL-c, TAG e avaliação da qualidade de vida pelo questionário SF-36 foram mensurados antes e após o término dos exercícios físicos. **Resultados:** Após 8 semanas de treinamento físico houve redução da hemoglobina glicada, níveis pressóricos e melhora da composição corporal em ambos os grupos. O HDL-c e TAG melhoraram somente no grupo de AI e o LDL-c no MI. A qualidade de vida melhorou nos domínios capacidade funcional, dor e saúde mental, somente no grupo de MI. As demais variáveis não apresentaram alterações estatísticas após o treinamento físico. **Conclusão :** Nosso estudo mostrou que 8 semanas de exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, tanto em AI quanto MI, foram eficazes em promover melhorias à saúde de mulheres diabéticas tipo2 na pós-menopausa.

Palavras chave: Diabetes mellitus tipo 2. Exercício físico. Pós-menopausa.

EFFECTS OF 8 WEEKS AEROBIC AND RESISTANT PHYSICAL TRAINING COMBINED, AT HIGH AND MODERATE INTENSITY, ON CARDIOMETABOLIC PARAMETERS AND QUALITY OF LIFE TYPE 2 DIABETICS AFTER MENOPAUSE

Abstract

Objective: This study evaluated the effects of 8 weeks of combined aerobic and resistance exercise on the quality of life and cardiometabolic parameters of postmenopausal women with T2DM. **Methods:** Ninety-eight women aged 47 to 65 years old, with T2DM and enrolled in the UBS of Lavras-MG, were invited to participate in this study. They were evaluated on quality of life, level of physical activity and aptitude for physical activity by completing specific questionnaires for these purposes. Subsequently, women who were in amenorrhea for more than 12 consecutive months and able to practice sports were invited to participate in the clinical trial. Of these, 16 agreed, being divided into 2 groups to perform combined aerobic and resistance exercise, 3 times a week, lasting 60 minutes per session, for 8 weeks. Group 1 (n = 10) performed the exercises in MI and group 2 (n = 6) performed the AI. The intensity of the exercises was controlled through the PSE and the Fcmáx. Anthropometric data, blood pressure, HR, body composition, fasting plasma glucose, glycated hemoglobin, TC, HDL-c, LDL-c, GAD and quality of life assessment by the SF-36 questionnaire were measured before and after the study. completion of physical exercise. **Results:** After 8 weeks of physical training there was a reduction in glycated hemoglobin, blood pressure levels and body composition improvement in both groups. HDL-c and TAG improved only in the AI group and LDL-c in the MI group. Quality of life improved in the domains functional capacity, pain and mental health, only in the MI group. The other variables showed no statistical changes after physical training. **Conclusion:** Our study showed that 8 weeks of combined aerobic and resistance exercise in both AI and MI were effective in promoting health improvements in postmenopausal type 2 diabetic women.

Keywords: Diabetes mellitus type 2. Physical exercise. Postmenopause.

INTRODUÇÃO

O DM é uma das doenças crônicas de maior prevalência em todo o mundo. De acordo com a Federação Internacional de Diabetes (IDF, 2017), 425 milhões de pessoas entre 20 a 79 anos são afetadas pela doença. O DM2 é a forma mais comum da doença, sendo responsável por 90 a 95% dos casos e caracteriza-se por um estágio inicial de resistência periférica à ação da insulina, seguido da perda progressiva da capacidade secretória das células beta pancreáticas (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019). O DM2 está fortemente associado a SM, definida como um conjunto de anormalidades metabólicas que incluem dislipidemia aterogênica, hipertensão arterial, RI e obesidade central. A associação desses fatores aumenta o risco de desenvolvimento de DCV, que é a principal causa de óbitos em portadores de DM2 (ROCHLANI et al., 2017).

A incidência do DM2 vem aumentando de forma assustadora, principalmente devido à epidemia mundial de obesidade que estamos vivenciando. Além do aumento da ingesta calórica, a inatividade física também contribui para o ganho de peso. O aumento da adiposidade visceral é um dos principais fatores de risco para o surgimento de RI, que está intimamente associada à SM e ao desenvolvimento de DM2 (WINER; SOWERS, 2004).

Durante o menacme (período reprodutivo da vida da mulher), estas tendem a acumular mais gordura nas regiões glútea e femoral, que tem efeito protetor para DCV. Após a menopausa (final do período reprodutivo da mulher), ocorre aumento de deposição de gordura na região abdominal em decorrência do hipoestrogenismo. A redução dos níveis estrogênicos contribui para um menor gasto energético, devido à diminuição da oxidação lipídica. Além disso, a menopausa leva a formação de um perfil lipídico mais aterogênico, com elevação de TAG, redução de HDL-c e formação de partículas de LDL-c menores e mais densas, o que facilita sua deposição nas paredes dos vasos (MEIRELLES, 2014).

Portanto, mulheres portadoras de DM2 na pós-menopausa apresentam um alto risco para o desenvolvimento de DCV e medidas efetivas para redução desse risco são de suma importância para essa população (MAILLARD et al., 2016). Mudanças de hábitos de vida incluindo restrição calórica e atividade física regular são as principais medidas não farmacológicas para melhora do controle metabólico em portadores de DM2 e consequente redução do risco cardiovascular.

O exercício físico age de modo favorável em mulheres na pós-menopausa através da redução da gordura visceral, melhora da regulação autonômica cardiovascular que reduz os níveis pressóricos e melhora dos perfis lipídico e glicêmico (LIN; LEE, 2018). Tanto os

exercícios aeróbicos, resistidos ou combinados (aeróbico e resistido, na mesma sessão de treinamento) são efetivos em promover melhoras metabólicas e na qualidade de vida de mulheres diabéticas na pós-menopausa, sendo que o combinado parece apresentar um ganho adicional. Entretanto, a intensidade do exercício físico também pode exercer influência nessa melhora (DINIZ et al., 2017).

A American diabetes Association (ADA, 2019) recomenda que portadores de DM2 façam exercícios físicos combinados regularmente em MI, sendo que aqueles que são capazes de realizá-los em AI, poderiam ter melhores benefícios.

Portanto, a proposta deste estudo foi comparar o efeito de 8 semanas de exercícios físicos combinados de MI e AI, nos parâmetros cardiometabólicos e na qualidade de vida de mulheres portadoras de DM2 na pós-menopausa. Nossa hipótese é que o treino de AI seja superior ao de MI para melhorar os parâmetros cardiometabólicos dessa população específica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da amostra e aspectos éticos

Foi feito inicialmente um levantamento do número de mulheres portadoras de DM2 com idade entre 45 e 65 anos, cadastradas nas UBS do município de Lavras-MG, até julho de 2018, totalizando 562 indivíduos. Após autorização da Secretaria Municipal de Saúde deste município, concedida através do termo de anuência (Anexo A), estas mulheres foram convidadas a participarem do estudo através de palestras realizadas nas UBS ou em visitas domiciliares.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEPE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) sob o número 2442296 (Anexo B). O estudo foi realizado em duas etapas, onde primeiramente as participantes responderam questionários sobre estado de saúde e qualidade de vida SF-36 (CLARKE et al., 2017) (Anexo C), prontidão para atividade física Par-Q (JOY; PESCATELLO, 2016) (Anexo D) e nível de atividade física IPAQ (PUCIATO; BORYSIUK; ROZPARA, 2017) (Anexo E). Além desses, responderam a um questionário para avaliar fatores socioeconômicos (PEREIRA et al., 2007), acrescido de perguntas para coletar dados pessoais como idade, presença e tempo de menopausa, hábitos de vida, uso de terapia de reposição hormonal, histórico de doenças e interesse em participar do programa de intervenção com atividade física (Anexo F). Antes de responder os questionários, todas as participantes foram

devidamente informadas sobre as etapas do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo G). Essa primeira fase do estudo contou com a participação de 98 mulheres que foram selecionadas para a segunda fase do estudo, seguindo os seguintes critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão:

- Ser portadora de DM2,
- Estar em amenorréia por no mínimo 12 meses consecutivos,
- Estar apta à prática de exercício físico pelo Par-Q,
- Ser sedentária ou não praticante de atividade física regular (não praticar o mínimo de 150 minutos de exercício físico por semana, segundo critérios da OMS).

Critérios de exclusão:

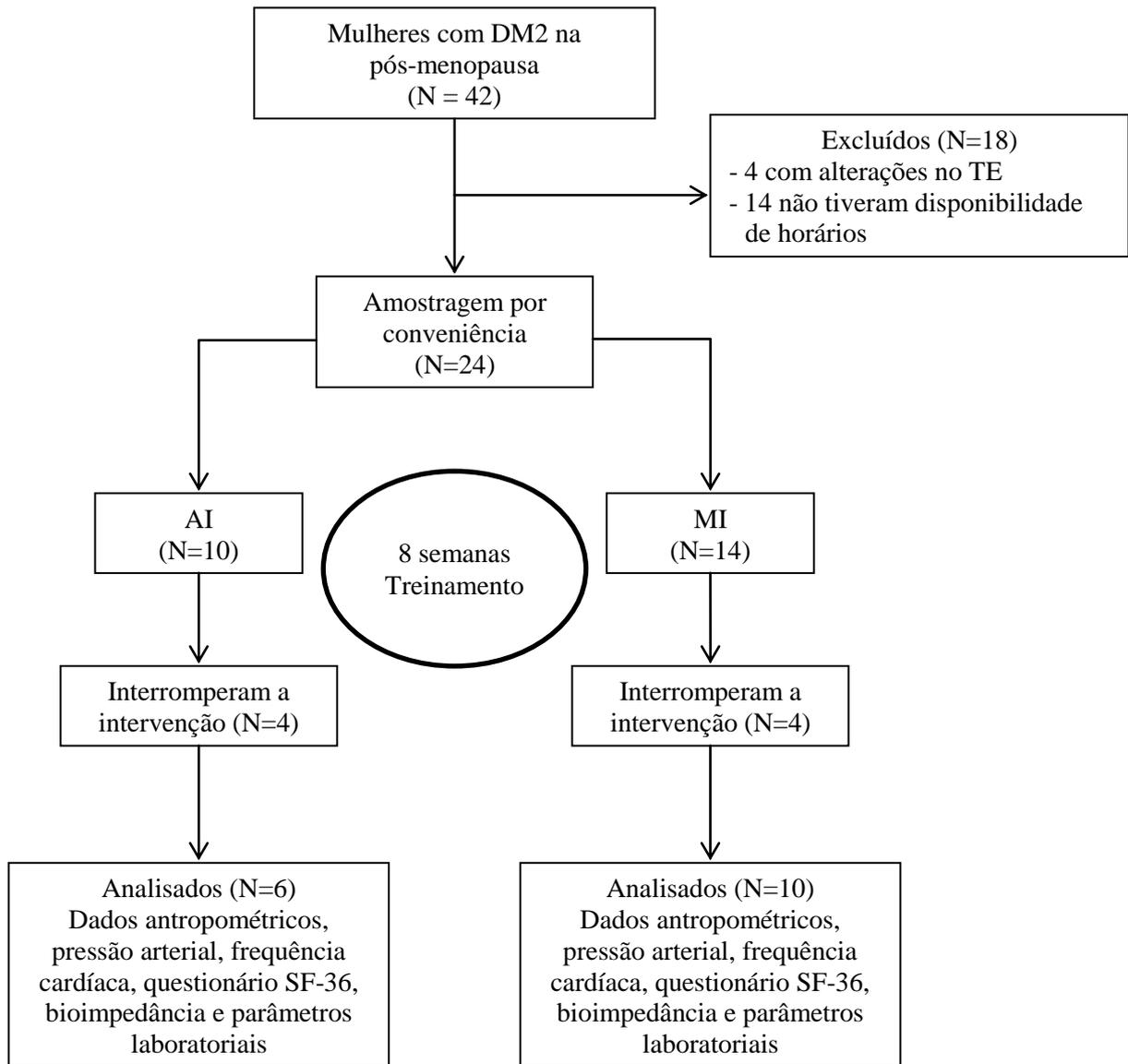
- Uso de terapia de reposição hormonal,
- Tabagismo,
- Presença de coronariopatia ou doenças debilitantes,
- Mulheres histerectomizadas.

Coleta de dados

Das mulheres que responderam os questionários, 7 não estavam na menopausa, 4 eram histerectomizadas, 10 praticavam atividade física regular ou eram fumantes, 5 tinham história de coronariopatia prévia e 30 não tiveram interesse em participar do programa de intervenção com atividade física. Um total de 42 mulheres com idade entre 47 a 65 anos, na pós-menopausa e com DM2, foram pré-selecionadas para o ensaio clínico. Todas foram submetidas a um exame clínico para aferição da pressão arterial, FC, peso, altura e CA. Também foram realizadas coletas de sangue para análises bioquímicas (glicemia de jejum, hemoglobina glicada, CT, HDL-c, LDL-c e TAG), avaliação da composição corporal por bioimpedânciometria e teste ergométrico para afastar possibilidade de coronariopatia. Dessa pré-seleção, foram excluídas 18 mulheres (4 por alterações no teste ergométrico e 14 por incompatibilidade de horário para realizar a intervenção).

As participantes foram divididas de acordo com a proximidade de sua moradia do local dos treinamentos físicos, com o objetivo de aumentar a adesão aos treinos, em grupos de MI e AI de exercícios. Estes foram realizados durante 8 semanas de modo combinado (exercício aeróbico e resistido, na mesma sessão de treinamento), 3 vezes por semana com 1 hora de duração por sessão, nas UBS de Lavras-MG. O grupo MI foi composto inicialmente por 14 mulheres e 10 ficaram no grupo AI. Quatro participantes de cada grupo não terminaram a intervenção, sendo que ao final do estudo, havia 10 mulheres no grupo MI e 6 no AI conforme Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das participantes pré-selecionadas para a intervenção. DM2: diabetes mellitus tipo2; TE: teste ergométrico; AI: alta intensidade; MI: moderada intensidade.



Fonte: Do autor (2019).

Das mulheres que terminaram o estudo, todas estavam usando medicamentos, sendo que 100% usavam hipoglicemiantes orais, 25% insulina associada ao hipoglicemiante oral, 80% hipolipemiantes e 70% anti-hipertensivos. As medicações mais usadas foram metformina, sinvastatina e enalapril.

Desenho do estudo

Dados antropométricos

O peso corporal e a estatura foram aferidos em balança antropométrica mecânica da marca Welmy 110 CH, a qual possui capacidade de até 150 Kg, com divisões de 100 g e régua antropométrica com escala de 2 m e divisões de 0,5 cm. O peso foi aferido em quilogramas e a estatura em metros. As participantes foram pesadas e medidas sem sapatos e com roupas leves. O IMC foi calculado dividindo o peso em Kg pelo quadrado da altura em metros.

A CA foi aferida com fita ergonômica da marca Seca 201, com faixa de medição de 0 a 205 cm, sendo medida com as mulheres em ortostatismo, durante o final da expiração e no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca superior.

O mesmo examinador realizou todas as medidas antes e após 8 semanas de treinamento físico.

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada por bioimpedanciometria, pelo analisador de composição corporal Matron BF 907, sendo analisadas as porcentagens de massa magra, água e gordura corporal. No dia anterior ao exame, as participantes foram orientadas a ingerir em média 2 litros de água, evitar o uso de medicações diuréticas, não realizar atividade física e não ingerir bebida alcoólica. No dia do exame, foi solicitado jejum de pelo menos 4 horas e remoção de peças ou acessórios contendo metais.

A avaliação por bioimpedanciometria foi realizada pelo mesmo operador antes e após 8 semanas de treinamento físico.

Dados cardiovasculares

A aferição da pressão arterial foi feita com esfigmomanômetro Welch Allyn Ds 44-11BR Durashock e estetoscópio Littmann Classic III. Após um período mínimo de 10 minutos de repouso, as mulheres ficaram sentadas com os membros superiores apoiados sobre uma superfície rígida e então se aferiu a pressão sistólica e diastólica dos dois membros. Foi feita a média dessas medidas, sendo o valor representado em milímetros de mercúrio (mmHg) como pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD). Também foi calculada a pressão arterial média (PAM) através da fórmula: $PAM = PAS + (2 \times PAD) / 3$.

A FC foi medida através da palpação do pulso radial direito em um intervalo de 60 segundos, antes da aferição da pressão arterial. Foram realizadas 3 medidas e calculado a média, que representou a FC de cada participante em batimentos por minuto (bpm).

Tais medidas foram realizadas pelo mesmo examinador antes e após 8 semanas de treinamento físico.

Análises bioquímicas

Amostras de sangue foram coletadas antes do início e 5 dias após o término do treinamento físico. Após jejum de 12 horas, foi realizado a venopunção em sistema fechado a vácuo, na fossa antecubital, para coleta das amostras pelo laboratório da Prefeitura Municipal de Lavras-MG. As amostras foram coletadas diretamente em tubo seco com gel separador de soro para dosagem de glicemia de jejum, CT, HDL-c, LDL-c e TAG, os quais foram analisados pelo método enzimático Trinder, com exceção do LDL-c que foi indiretamente calculado usando a equação descrita por Friedewald, Levy e Fredrickson (1972). A amostra para dosagem de hemoglobina glicada foi coletada em tubo com EDTA (anticoagulante) e foi aferida por cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Avaliação da qualidade de vida (SF-36)

A qualidade de vida das participantes do estudo foi avaliada através do preenchimento do questionário SF-36 (*Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey*) versão brasileira, que se mostra como um instrumento útil na avaliação do estado de saúde e qualidade de vida dos indivíduos (CAMPOLINA et al., 2011). Esse questionário é formado por 36 itens, englobados em oito domínios, os quais são: capacidade funcional, estado geral

de saúde, limitação por aspectos físicos, dor, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. Para a interpretação do SF-36 foi utilizado os passos e pontuações do cálculo *RawScale*. Seguindo esses cálculos, obtivemos um valor para cada domínio que podia variar de 0 a 100. Quanto maior o valor obtido, melhor a qualidade de vida ou estado de saúde naquele domínio (CAMPOLINA et al., 2011).

Esse questionário foi respondido pelas participantes antes e após 8 semanas de treinamento físico.

Protocolo de treinamento

Os exercícios físicos combinados (aeróbicos e resistidos, na mesma sessão de treinamento) foram realizados 3 vezes por semana durante 8 semanas, com duração de 60 minutos por sessão, incluindo de 5 a 10 minutos de aquecimento e preparação articular e de 5 a 10 minutos de exercícios de volta à calma, nas UBS da cidade, sendo em um local acessível aos participantes. Para controle da intensidade do exercício foi utilizada a PSE através da escala de Borg (HADDAD et al., 2017) e medida da FC utilizando frequencímetro. A FC entre 50 a 70% da $FC_{máx}$ ficou definida como treinamento de MI e acima de 70% da $FC_{máx}$, como treinamento de AI (CADORE et al., 2014; MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013). As mulheres foram divididas em 2 grupos para realizarem os exercícios em diferentes intensidades, a saber:

Grupo I (G1) – mulheres que realizaram atividades de MI. As atividades físicas foram caracterizadas por um protocolo de treinamento combinado em circuito, com a realização de exercícios para grandes grupos musculares e exercícios aeróbicos, todos voltados para a melhora das atividades do dia a dia dessa população. A base para o protocolo (BOYLE, 2015) foi: exercícios de dominância de quadril (exercícios que tenham maior amplitude de movimento da articulação do quadril, como *stiff*, levantamento terra e catavento, todos utilizando somente o peso do corpo e variações); exercícios de dominância de joelho (exercícios que exijam maior amplitude de movimento na articulação do joelho, como agachamento simples, sentar e levantar da cadeira); exercícios de empurrar/puxar horizontal e empurrar/puxar vertical (exercícios de puxar e empurrar com os membros superiores, como flexão de braço, supino, desenvolvimento e *press*, remada, puxada alta, todos utilizando o peso corporal ou com o auxílio do instrutor); exercícios de estabilidade do centro (prancha, prancha lateral e ponte, para trabalhar a musculatura do tronco em geral e o core, voltado para

uma melhora da postura e prevenção de lesões na coluna); exercícios de caminhada leve, saltar, agilidade e arremessos (exercícios de agilidade com mudança de direção, exercícios com escada de agilidade, que foi desenhada no chão, e arremessos de objetos, como bolas, desenvolvendo potência de membros superiores); exercícios de padrão diagonal (exercícios que utilizem rotações do tronco e giros dinâmicos com o intuito de fortalecer a musculatura do tronco).

GrupoII (G2) – mulheres que realizaram atividades de AI. Nesse grupo foi utilizado o mesmo protocolo de treinamento do grupo de MI, com aumento da intensidade/dificuldade de realizar os exercícios, por meio de aumento das repetições, séries e/ou carga, ou diminuição do intervalo de recuperação, a partir do limite dos dados psicofisiológicos de cada participante (FC e PSE).

As participantes foram orientadas a manter os mesmos hábitos alimentares e não alterar seu plano de tratamento medicamentoso até o final do período de treinamento físico. Quando alguma mudança nesses quesitos se fez necessária por indicação médica, os dados dessa paciente não foram computados para análise ao final do estudo.

Todas as sessões de treinamento foram ministradas pelo mesmo profissional de Educação Física.

Análise dos dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software GraphPad Prism 5.0*. Os resultados foram expressos como média \pm erro padrão da média.

Os dados foram testados usando o teste Shapiro-Wilk para normalidade e a homogeneidade de variâncias foi testada com o teste de Bartlett. Os dados foram transformados em 1/dado quando necessário, anteriormente às análises. A análise de variância *two-way* (ANOVA) foi utilizada para avaliar os efeitos dos grupos, do tempo e das interações grupo x tempo. Quando um efeito significativo foi encontrado, múltiplas comparações *post-hoc* foram feitas utilizando o teste de Bonferroni.

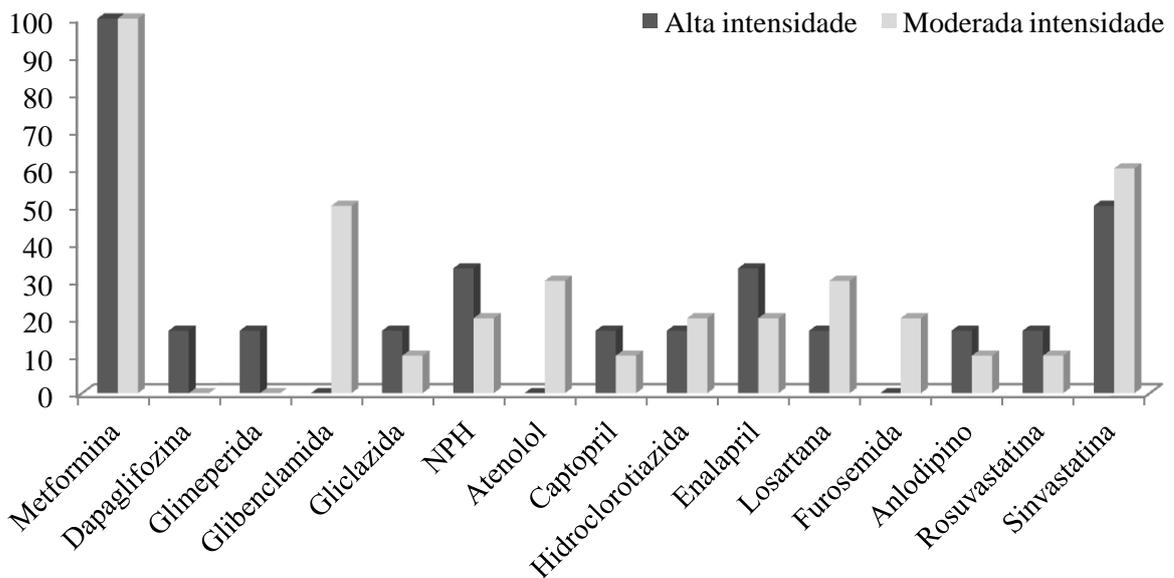
Foi utilizado o teste t pareado para comparar o score médio do SF-36 antes e após o período de 8 semanas de exercícios, tanto para MI, quanto para AI. O teste t não pareado foi usado para comparar os deltas das variáveis analisadas (média após 8 semanas de exercício físico – média basal) entre os grupos. Diferenças com valor $p \leq 0,05$ foram consideradas estatisticamente significativas.

RESULTADOS

Sujeitos

Das 16 mulheres que concluíram o estudo, 10 fizeram atividade física em MI e 6 em AI. A idade média no grupo AI foi $57,8 \pm 1,6$ anos e no MI $58,2 \pm 1,4$ anos. O tempo médio de menopausa em anos foi de $6,9 \pm 0,8$ no MI e $7,7 \pm 2,0$ no AI. Esses dados, acrescidos da escolaridade e renda familiar das participantes de cada grupo, estão representados na Tabela 1. Todas as participantes do estudo faziam uso de pelo menos uma medicação. Os hipoglicemiantes orais foram as medicações mais utilizadas, seguidos de anti-hipertensivos, hipolipemiantes e insulina. Todos os medicamentos usados em ambos os grupos estão representados na Figura 2.

Figura 2 – Percentual de medicamentos usados pelas participantes do estudo.



Fonte: Do autor (2019).

Tabela 1 – Idade, tempo de menopausa, escolaridade e nível socioeconômico das mulheres participantes do programa de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).

Moderada Intensidade											
Mulheres						Nível Socioeconômico					
Variável	N	%	Variável	N	%	Variável	N	%	Variável	N	%
Idade (anos) 58,2 (±1,4)			Tempo de menopausa (anos) 6,9 (±0,8)			Renda familiar			Escolaridade		
45 a 50	1	10				Até 1 salário	3	30	E. F.1*	3	30
51 a 60	7	70	até 5	3	30	2 a 3 salários	7	70	E. F.2**	3	30
> 60	2	20	+ de 5	7	70	acima de 3 salários	0	0	E.M.***	2	20
									Analfabeto	2	20
Alta Intensidade											
Mulheres						Nível Socioeconômico					
Variável	N	%	Variável	N	%	Variável	N	%	Variável	N	%
Idade (anos) 57,8 (±1,6)			Tempo de menopausa (anos) 7,7 (±2,0)			Renda familiar			Escolaridade		
45 a 50	0	0	até 5	2	33,3	Até 1 salário	3	50	E. F.1*	1	16,7
51 a 60	5	83,3	+ de 5	4	66,7	2 a 3 salários	2	33,3	E. F.2**	3	50
> 60	1	16,7				acima de 3 salários	1	16,67	E.M.***	2	33,33
									Analfabeto	0	0,00

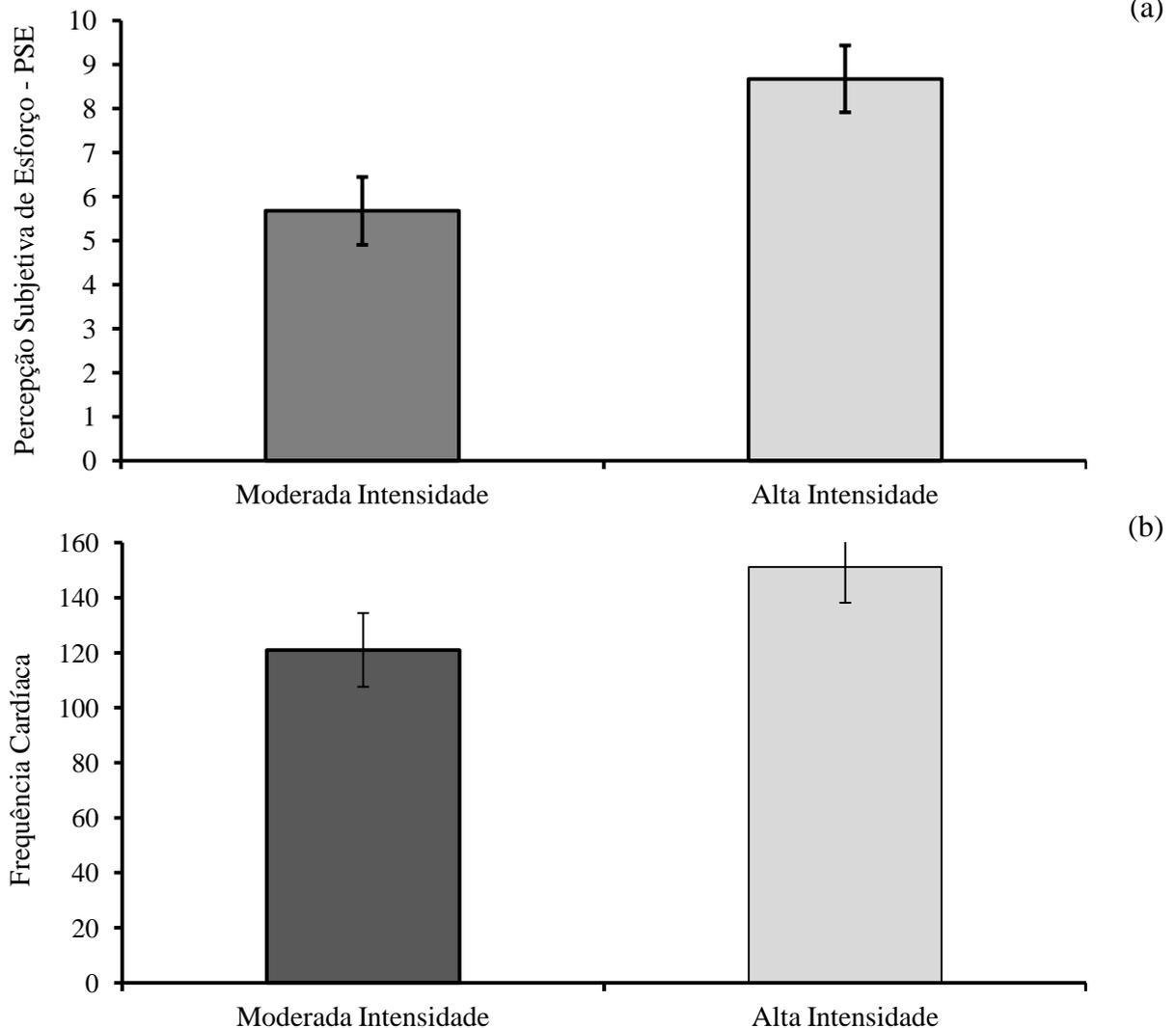
* ensino fundamental 1, ** ensino fundamental 2, *** ensino médio.

Fonte: Do autor (2019).

Avaliação da intensidade do exercício

A intensidade dos exercícios foi controlada pela PSE e pela FC, através da monitorização com frequencímetro. O grupo MI apresentou em escala de 0 a 10 para PSE, média de $5,68 \pm 0,78$ e o AI $8,67 \pm 0,76$ (Figura 3a). Essa diferença das médias entre os grupos foi estatisticamente significativa ($p \leq 0,01$). A média da $FC_{m\acute{a}x}$ atingida durante os exercícios foi de $121,00 \pm 13,41$ bpm no MI e $151,17 \pm 13,00$ bpm no AI (Figura 3b), sendo também estatisticamente significativa a diferença das médias entre os grupos ($p \leq 0,01$). O absentismo foi de 20% no MI contra 24% no AI.

Figura 3 – Médias \pm erro padrão da PSE (a) e da FC (b) observadas durante o treinamento físico dos grupos de moderada e alta intensidades.

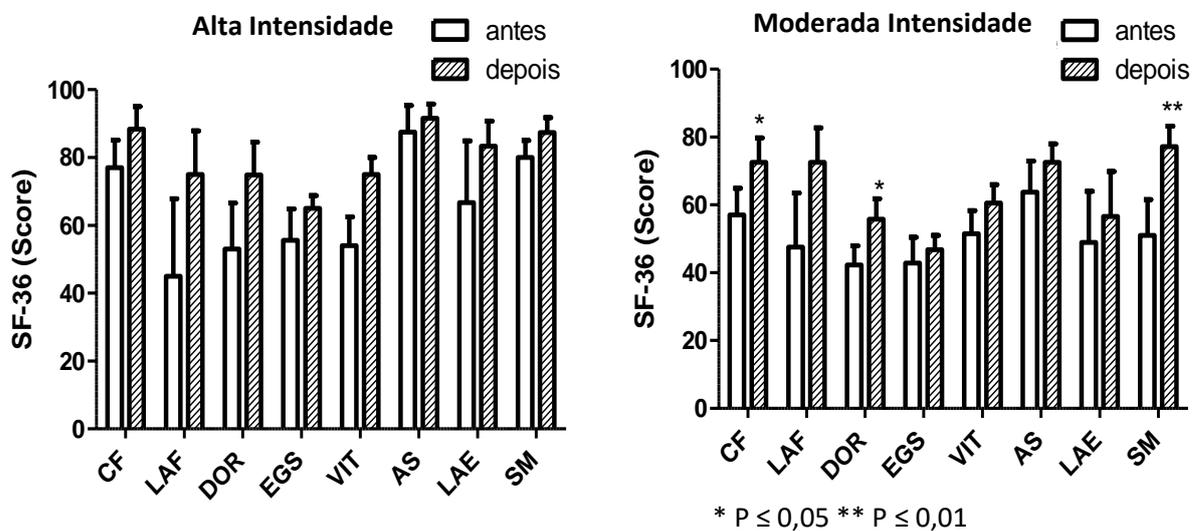


Fonte: Do autor (2019).

Qualidade de vida

A qualidade de vida das participantes foi avaliada pela aplicação do questionário SF-36 antes e após os treinamentos físicos. Apesar de ter ocorrido aumento no escore do SF-36 em todos os domínios nos dois grupos após os exercícios físicos, somente no grupo MI e nos domínios capacidade funcional, dor e saúde mental houve melhora significativa ($p \leq 0,05$), conforme Figura 4.

Figura 4 – Avaliação da qualidade de vida pelo SF-36 antes e após os exercícios.



Domínios do Questionário SF-36:

CF = Capacidade funcional

LAF = Limitação por aspectos físicos

DOR = Dor física

EGS = Estado geral de saúde

VIT = Vitalidade

AS = Aspectos sociais

LAE = Limitação por aspectos emocionais

SM = Saúde mental

Dados antropométricos e composição corporal

Os dados antropométricos (peso corporal, IMC, CA) e composição corporal basais eram semelhantes ($p \geq 0,05$) entre os grupos de AI e MI. O treinamento físico não alterou os parâmetros antropométricos, entretanto, houve melhora na composição corporal com aumento de massa magra, aumento da % de água e redução de massa gorda após o término dos exercícios físicos em ambos os grupos ($p \leq 0,05$), sem diferenças entre eles conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Dados antropométricos e avaliação da composição corporal por bioimpedanciometria antes e após oito semanas de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).

	MI		AI		Anova (P)			MI	AI	P
	Basal	8 Semanas	Basal	8 Semanas	G	T	GxT	Δ (va)	Δ (va)	
Peso (Kg)	74,10 \pm 4,18	73,40 \pm 4,0	66,17 \pm 4,1	65,67 \pm 4,3	0,23	0,20	0,83	-0,7 \pm 0,6	-0,5 \pm 0,4	0,83
IMC (Kg/m ²)	30,6 \pm 1,3	30,2 \pm 1,3	27,1 \pm 1,3	27,1 \pm 1,5	0,12	0,18	0,31	-1,9 \pm 0,6	-1,8 \pm 0,6	0,75
C.A. (cm)	97,8 \pm 3,6	96,4 \pm 3,5	94,8 \pm 4,3	94,3 \pm 4,4	0,66	0,11	0,45	-1,3 \pm 0,8	-0,5 \pm 0,3	0,77
% Gordura Total	42,8 \pm 1,3	40,9 \pm 1,3	41,2 \pm 3,8	39,4 \pm 3,7	0,65	0,00 **	0,89	-1,9 \pm 0,6	-1,8 \pm 0,6	0,89
% Massa magra	57,2 \pm 1,3	59,1 \pm 1,3	58,8 \pm 3,8	60,6 \pm 3,7	0,65	0,00 **	0,89	2,4 \pm 0,5	1,8 \pm 0,6	0,49
% Água	41,8 \pm 1,0	43,3 \pm 0,9	43,3 \pm 2,8	44,4 \pm 2,7	0,61	0,01 *	0,62	1,5 \pm 0,6	1,1 \pm 0,5	0,62

Dados são a média \pm erro padrão da média. Em negrito: significância estatística ($p \leq 0,05$). IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; MI: moderada intensidade; AI: alta intensidade; G: efeito do grupo; T: efeito do tempo; GxT: efeito da interação grupo e tempo; Δ (va): (valor absoluto da média após 8 semanas de exercício – valor absoluto da média basal). * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$.

Fonte: Do autor (2019).

Níveis pressóricos, frequência cardíaca e dados bioquímicos

Todos os resultados apresentados nesse tópico, estão representados na Tabela 3. Os níveis pressóricos, parâmetros bioquímicos e FC antes do início dos treinamentos eram semelhantes entre os grupos AI e MI ($p \geq 0,05$). A PAS, PAD e PAM reduziu em ambos os grupos após o treinamento físico ($p \leq 0,05$). Também houve melhora do controle glicêmico após o término do estudo, verificado pela redução da hemoglobina glicada em ambos os grupos ($p \leq 0,05$). Quanto ao perfil lipídico, as alterações induzidas pelo treinamento físico foram influenciadas pela intensidade do exercício. O HDL-c aumentou após os exercícios somente no grupo AI e o delta do HDL-c (HDL-c após os exercícios – HDL-c basal) também teve significância estatística ($p \leq 0,05$) somente nesse grupo. Os TAG tiveram uma maior tendência à melhora no grupo AI, porém não foi observada diferença significativa (nível de significância de 95%). Entretanto, analisando os valores de delta (TAG após os exercícios – TAG basal), observou-se redução significativa ($p \leq 0,05$) somente no grupo AI. Tanto o LDL-c quanto o seu delta, tiveram redução importante ($p \leq 0,05$), somente no grupo MI. Os demais parâmetros bioquímicos (CT, GJ, CT/HDL) e a FC não foram influenciados pelo treinamento físico nas condições usadas neste estudo.

Tabela 3 – Pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca, lípides plasmáticos, glicemia de jejum e hemoglobina glicada, antes e após oito semanas de exercícios físicos combinados em moderada intensidade (MI; n=10) e alta intensidade (AI; n=6).

	MI		AI		Anova (P)			MI	AI	P
	Basal	8 Semanas	Basal	8 Semanas	G	T	GxT	Δ (va)	Δ (va)	
PAS (mmHg)	123,0 ±6,7	117,0 ±6,5	125,0 ±5,00	115,0 ±5,6	1,00	0,00**	0,42	-6,0 ±3,4	-10,0 ±2,6	0,42
PAD (mmHg)	76,0 ±4,0	72,0 ±2,9	80,0 ±00	71,8 ±3,1	0,68	0,01*	0,32	-4,0 ±2,7	-8,3 ±3,1	0,32
P.A.M(mmHg)	93,6 ±4,9	88,9 ±3,8	95,0 ±1,7	86,1 ±3,6	0,10	0,02*	0,29	-4,8 ±3,1	-8,9 ±2,5	0,35
FC (b.p.m)	81,6 ±4,7	74,0 ±4,8	80,0 ±8,2	80,7 ±7,4	0,78	0,18	0,31	-7,6 ±4,4	0,7 ±4,2	0,22
CT (mg/dL)	168,3 ±8,5	161,9 ±10,7	191,5 ±13,5	199,3 ±11,2	0,07	0,86	0,10	-6,4 ±5,9	7,8 ±4,3	0,09
HDL (mg/dL)	42,8 ±2,7	42,1 ±2,5	47,3 ±5,3	50,2 ±5,2	0,25	0,12	0,02*	-0,7 ±0,8	2,9 ±1,8*	0,03*
LDL (mg/dL)	98,0 ±8,4	86,4 ±8,1	109,0 ±14,2	119,5 ±12,6	0,21	0,71	0,01*	-11,6 ±4,2**	10,5 ±6,0	0,00**
TG (mg/dL)	149,2 ±3,0	162,3 ±17,6	182,8 ±28,4	153,5 ±29,2	0,68	0,14	0,06	13,1 ±13,7	-29,3 ±2,8*	0,02*
CT/HDL	4,07 ±0,1	4,11 ±0,3	4,0 ±0,5	3,95 ±0,5	0,87	0,77	0,55	0,1 ±0,2	-0,1 ±0,1	0,55
GJ (mg/dL)	146,6 ±20,3	153,9 ±26,8	147,7 ±11,2	168,3 ±20,9	0,38	0,69	0,44	7,3 ±18,9	20,7 ±24,8	0,67
HbA1c (%)	9,4 ±2,0	7,9 ±1,0	8,6 ±0,9	7,8 ±0,5	0,70	0,02*	0,97	-1,5 ±1,2	-0,8 ±0,6	0,91

Dados são a média ± erro padrão da média. Em negrito: significância estatística ($P \leq 0,05$). MI: moderada intensidade; AI: alta intensidade; G: efeito do grupo; T: efeito do tempo; GxT: efeito da interação grupo e tempo; Δ (va): (valor absoluto da média após 8 semanas de exercício – valor absoluto da média basal); PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; TG: triglicerídeos; CT/HDL: relação colesterol total e lipoproteína de alta densidade; GJ: glicemia de jejum; HbA1c: hemoglobina glicada.

Fonte: Do autor (2019).

DISCUSSÃO

A intensidade do exercício físico pode ser um fator determinante sobre os efeitos cardiometabólicos do treinamento físico, entretanto, não há consenso em relação ao protocolo ideal porque muitas variáveis que podem influenciar nos resultados, estão presentes nos diferentes estudos já realizados (DINIZ et al., 2017). Algumas dessas variáveis são intensidade, volume, modalidade do exercício e gasto energético. Portanto, o presente estudo avaliou o efeito de exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, sobre parâmetros cardiometabólicos, em grupos de alta e moderada intensidades, em mulheres portadoras de DM2 na pós-menopausa.

No presente estudo, a combinação dos exercícios físicos aeróbicos e resistidos foi realizada na mesma sessão de treinamento e somente o grupo AI atingiu as metas de atividade física recomendadas pelas atuais diretrizes que sugerem pelo menos 150 minutos em intensidade moderada ou 75 minutos em alta intensidade de exercício aeróbico por semana, associados a 2 ou mais dias de treino de resistência em intensidade alta a moderada (ADA, 2019; PIERCY et al., 2018). No entanto, o exercício físico foi efetivo em melhorar os níveis pressóricos, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico em ambos os grupos. Esses resultados corroboram o Guideline Americano de 2018 que afirma que mesmo volumes menores de atividade física que o atualmente recomendado, são eficazes em reduzir o risco cardiovascular (PIERCY et al., 2018).

Os protocolos usados neste estudo não foram eficientes em promover perda de peso. Como não houve restrição calórica, somente o exercício não foi capaz de induzir perda de peso. No entanto, houve redução de massa gorda e aumento de massa magra após 8 semanas de exercício físico em ambos os grupos, o que aumenta a sensibilidade à insulina, sendo de suma importância para a melhora cardiometabólica. Esses achados corroboram os de Giannopoulou et al. (2005) que demonstraram que 14 semanas de caminhada em intensidade moderada, reduziu a gordura visceral e melhorou a sensibilidade à insulina mesmo sem perda de peso, em mulheres diabéticas na pós-menopausa. Estas alterações na composição corporal também foram evidenciadas em outros estudos realizados durante 16 semanas com exercícios resistido e combinado em mulheres com DM2 na pós-menopausa (CONCEIÇÃO et al., 2013; CUFF et al., 2003). Mesmo com um menor tempo de intervenção (apenas 8 semanas), nós obtivemos melhora na composição corporal de quase todas as participantes do estudo.

Nosso estudo mostrou alterações benéficas no perfil lipídico após o período de treinamento com diferenças significativas entre os grupos. Os exercícios físicos são efetivos

em melhorar o perfil lipídico de portadores de DM2, sendo que a modalidade aeróbico e resistido combinados, apresenta os melhores resultados, com maior redução de CT, LDL-c, TAG e aumento de HDL-c (SCHWINGSHACKL et al., 2014). Essa alteração nos lípides plasmáticos é uma das medidas mais efetivas para redução de risco cardiovascular. Os mecanismos responsáveis por essa melhora não são totalmente elucidados, mas parece ocorrer uma maior oxidação lipídica no músculo esquelético, o que reduz seus níveis plasmáticos (MANN et al., 2014).

O aumento do HDL-c é considerado o efeito mais comumente observado no perfil lipídico, seguindo-se um programa de atividade física. Esse aumento tem relação direta com o volume de exercícios, independentemente de sua intensidade (MANN et al., 2014). Ferguson et al. (1998) já haviam reportado há 2 décadas que um gasto energético mínimo de 1100 kcal/semana é requerido para se obter aumento no HDL-c após exercício físico. Nossos resultados mostraram aumento do HDL-c apenas no grupo AI. A ausência de alteração nos níveis de HDL-c no grupo MI pode ser atribuída a um gasto energético aquém do necessário para promover seu aumento. Além disso, Diniz et al. (2018) observaram que 30% de mulheres na pós-menopausa, não apresentaram aumento do HDL-c após 16 semanas de treinamento físico combinado, sugerindo que fatores genéticos influenciam na resposta do HDL-c ao exercício físico. O polimorfismo do gene da lipase endotelial foi identificado como um possível fator que altera a resposta do HDL-c em mulheres na pós-menopausa ao treinamento físico. Apesar de não ter sido realizado um estudo molecular, a predisposição genética é um fator diretamente envolvido na resposta do HDL-c ao treinamento físico e pode ter contribuído para as diferentes respostas entre os grupos do nosso estudo.

O fato de não ter ocorrido alterações nos níveis de CT pode ser explicado pelo período relativamente curto do presente estudo. Recente estudo avaliou o efeito de diferentes tipos de exercício físico sobre o perfil lipídico de adultos obesos e sedentários, durante o mesmo período de tempo do estudo em questão e também não encontrou diferenças em relação ao grupo controle (SCHROEDER et al., 2019). Além do curto período de intervenção, a maioria das participantes do nosso estudo encontrava-se em uso de terapia hipolipemiante e apresentavam-se com níveis basais de CT dentro da faixa de normalidade. Segundo Alvarez et al. (2018) a redução do CT decorrente da atividade física, depende do volume do exercício e dos níveis basais desse lipídeo, sendo diretamente proporcional à essas variáveis. De modo semelhante, outros autores também não encontraram alterações significativas no CT após intervenção com exercício físico em mulheres na pós-menopausa (CHRISTOS et al., 2009; MAILLARD et al., 2016; ROSSI et al., 2016). Por outro lado, Farias et al. (2015),

demonstraram que somente 6 semanas de treinamento aeróbico ou resistido em intensidade moderada, foram suficientes para a redução de CT em portadores de DM2. Apesar de não ter ocorrido alteração nos níveis de CT em nenhum dos grupos, redução do LDL-c foi observada no grupo MI. Os exercícios de alta intensidade usam os CHO como principal fonte energética, enquanto os de moderada intensidade priorizam os lipídeos. Essa maior oxidação lipídica intramuscular contribui para a redução de seus níveis plasmáticos, o que poderia explicar essa redução do LDL-c no grupo MI (MCGARRAH; SLENTZ; KRAUS, 2016).

Outro parâmetro lipídico avaliado foram os níveis de TAG. A hipertrigliceridemia é um dos componentes da SM que pode ser reduzido com o treinamento físico. Apesar da associação com DCV ser menos evidente que os níveis elevados de LDL-c, o aumento de TAG também é um importante fator de risco para doença aterosclerótica (SBC, 2017). Foi observada uma redução dos níveis de TAG apenas no grupo AI, sugerindo um efeito dependente da intensidade do exercício físico. Como nos demais parâmetros do perfil lipídico, há divergências quanto à redução dos níveis de TAG, após programas de atividade física. Alguns sugerem influência da modalidade e da intensidade do exercício na melhora desse parâmetro. Irving et al. (2008) não mostraram redução dos TAG mesmo após 16 semanas de exercício físico aeróbico em moderada ou alta intensidade em mulheres com SM. Do mesmo modo, Lesser et al. (2016) também não observaram melhora nesse parâmetro após 12 semanas de treinamento aeróbico em alta intensidade em mulheres na pós-menopausa. Mesmo com um longo período de treinamento e modalidades variadas, Sigal et al. (2007) também não observaram redução de TAG em portadores de DM2 após 6 meses de treinamento físico aeróbico, resistido ou combinado. Ao contrário, alguns estudos mostraram melhora desse parâmetro após treinamento físico aeróbico e resistido combinados ou com alta intensidade (ALVAREZ et al., 2018; HO et al., 2012; MANN et al., 2014). Diniz et al. (2018), demonstraram que mulheres na pós-menopausa que apresentam redução de TAG após exercício físico, são as que cursam com elevação do HDL-c, corroborando os achados do presente estudo.

Apesar de 66,66% das mulheres no grupo MI e 70% no grupo AI estarem em uso de medicações anti-hipertensiva e os níveis pressóricos basais dentro da faixa de normalidade, os valores de PAS, PAD e PAM foram reduzidos em ambos os grupos após os treinamentos físicos. Estes resultados corroboram com os achados de Schroeder et al. (2019) que evidenciaram melhora na PAD de pessoas hipertensas com sobrepeso com apenas 8 semanas de exercício físico combinado, semelhante ao realizado no presente estudo. Os resultados obtidos também estão de acordo com Costa e Borges (2016). Estes autores utilizaram uma

metanálise para mostrar que os exercícios físicos são efetivos em reduzir a PAS e PAD em mulheres hipertensas na pós-menopausa, sendo os melhores resultados obtidos com treinos combinados e maior tempo de duração, sem interferência importante da intensidade dos exercícios físicos.

A melhora dos níveis pressóricos no nosso estudo pode ter ocorrido devido à redução da resistência vascular periférica, conseqüente ao aumento da produção de óxido nítrico induzida pelo exercício, pela redução do tônus simpático e pela redução da gordura corporal, que diminui a produção de citocinas pró-inflamatórias com propriedades vasoconstritoras (LIN; LEE, 2018).

Nosso estudo não apresentou alterações na GJ antes ou após os treinamentos físicos em ambos os grupos, porém houve redução da hemoglobina glicada nos dois grupos após os exercícios físicos. Isso pode ser explicado pelo fato de uma única dosagem de glicemia poder sofrer influência de vários fatores como ansiedade, estresse, tempo de jejum, tipo de alimentação e uso correto das medicações no dia anterior à coleta dos exames, sendo a glicemia de jejum uma ferramenta menos precisa para avaliar o controle de pacientes diabéticos que a hemoglobina glicada. Esta por sua vez, ainda é considerada o padrão ouro para avaliação do controle glicêmico em diabéticos, refletindo a média glicêmica dos últimos 3 meses. Sendo assim, sofre menor influência que a GJ de alterações agudas que possam ocorrer no dia anterior ou no próprio dia da coleta dos exames (OLIVEIRA; MONTENEGRO JUNIOR; VENCIO, 2017).

Nossos achados confirmam os dados da literatura, que a atividade física é uma medida não farmacológica eficaz para o controle glicêmico no diabetes. Existem evidências de que a prática regular de atividade física, por ao menos 8 semanas, reduz a hemoglobina glicada em cerca de 0,66% pontos, semelhante ao que é conseguido com o uso de algumas classes de hipoglicemiantes orais (ADA, 2019). Isso equivale a uma importante redução das complicações crônicas associadas à doença. Para cada redução de 1 ponto percentual na hemoglobina glicada, há diminuição de 37% de complicações microvasculares, 14% de infarto agudo do miocárdio fatal e não-fatal e 21% de todos os óbitos relacionados ao diabetes (PIMAZONI NETTO et al., 2009).

Estudos comparando o efeito da modalidade do exercício sobre o controle glicêmico em pacientes diabéticos sugerem que o exercício aeróbico seja superior ao de resistência e que a combinação das duas modalidades é ainda mais eficaz (LIUBAOERJIJIN et al., 2016). Porém, a intensidade ideal do exercício físico para melhorar o perfil glicêmico desses pacientes ainda não está definida. Assim como no nosso trabalho, alguns estudos encontraram

redução semelhantes na hemoglobina glicada em diabéticas que realizaram atividade física em moderada ou alta intensidade (AHMAD, 2019; HANSEN et al., 2009; MAILLARD et al., 2016; MARTINS et al., 2018; YANG et al., 2017). Por outro lado, duas recentes metanálises, uma com exercício aeróbico e outra com resistido, mostraram que a alta intensidade foi superior à moderada na redução da hemoglobina glicada em pacientes diabéticos (LIU et al., 2019; LIUBAOERJIJIN et al., 2016). Estes achados confirmam a necessidade de novos estudos para esclarecer a influência da intensidade dos exercícios físicos no controle metabólico de diabéticos.

Algumas hipóteses podem explicar essa melhora no controle glicêmico das participantes do nosso estudo. A alteração da composição corporal com aumento de massa magra e redução de massa gorda induzida pelo exercício, aumenta a sensibilidade à insulina através de uma maior translocação de GLUT 4 para a superfície da célula, o que aumenta a captação de glicose. Além disso, durante o exercício, ocorre um aumento da captação muscular de glicose, devido ao aumento do fluxo sanguíneo muscular, aumento de GLUT 4 na superfície dos miócitos independente de insulina e aumento da degradação do glicogênio muscular, o que favorece a difusão passiva de glicose para o músculo em exercício (SYLOW et al., 2017).

Além dos efeitos benéficos do exercício físico nos parâmetros cardiometabólicos de portadores de DM2, melhora na qualidade de vida dessa população tem sido diretamente associada ao volume de exercício praticado (MYERS et al., 2013). A qualidade de vida tem sido avaliada pelo grau de satisfação na vida familiar, social, ambiental e à própria estética existencial, como padrão de conforto e bem estar (MINAYO; HARTZ; BUSS, 2000). Thiel et al. (2017) mostraram uma relação direta entre nível de atividade física e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos portadores de DM2.

Através do questionário SF-36, uma ferramenta bem consolidada na literatura para avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde, observamos uma tendência a melhora em todos os domínios do SF-36 em ambos os grupos de treinamento físico. Entretanto, somente a capacidade funcional, dor e saúde mental apresentaram melhora significativa e apenas no grupo MI. Lopes et al. (2014), mostraram melhora da qualidade de vida em 5 domínios do SF-36 (capacidade funcional, limitações por aspectos físicos, dor, estado geral de saúde e saúde mental) após 20 semanas de treinamento físico combinado em moderada intensidade em mulheres obesas na pós-menopausa. Três desses cinco domínios também melhoraram de forma semelhante no nosso estudo. A melhora em todos os domínios do SF-36 foi demonstrada em uma coorte de diabéticos tipo 2 após um período bem mais longo de

treinamento físico, 2 anos (BAPTISTA et al., 2017). Alguns autores sugerem que os efeitos psíquicos do exercício sobre a qualidade de vida sejam posteriores aos efeitos físicos e exigem mais de 12 meses de treinamento físico regular para serem observados (NICOLUCCI et al., 2012; RUBIN et al., 2014). Apesar da curta duração da nossa intervenção, melhorias na qualidade de vida das pacientes foram observadas em um dos grupos de treinamento. Algumas limitações podem justificar este resultado, como o número reduzido de participantes no grupo AI e o menor nível de escolaridade no grupo MI. Provavelmente muitos outros benefícios sobre a qualidade de vida e a saúde destas mulheres poderão ser observados com a permanência da prática de atividade física.

Como mencionado, um dos principais limitantes deste estudo foi o pequeno número de participantes que concluíram os treinamentos físicos (16,3%). Porém, isso é frequentemente observado em ensaios clínicos envolvendo atividade física, evidenciando a baixa aderência da população à prática esportiva e corroborando os altos índices de sedentarismo no mundo atual. O reduzido número de participantes em grande parte desses estudos pode contribuir para a divergência entre os resultados destes. Mais da metade das mulheres que não participaram da intervenção alegaram falta de disponibilidade, indicando que a prática de atividade física não é uma das prioridades para essa população. Entretanto, é importante orientar quanto aos benefícios gerados pela prática regular de exercício físico em populações de alto risco cardiovascular. Apesar do pequeno número de participantes, Maillard et al. (2016), calcularam o tamanho amostral baseado em estudos anteriores sobre a perda de gordura abdominal após treinamentos físicos intensos, considerando poder estatístico de 80% e um erro tipo I de 5% e concluíram que essas avaliações poderiam ser feitas utilizando uma amostra igual a 7 mulheres por grupo.

Outra limitação do presente estudo foi o curto tempo de sua duração, já que alguns estudos indicaram que o treinamento físico durante períodos mais longos são acompanhados de maiores benefícios cardiometabólicos. Por outro lado, estudos utilizando o mesmo tempo de treinamento ou até mesmo períodos menores que o nosso, já evidenciaram benefícios nesses parâmetros.

Além disso, o fato da maioria das participantes do estudo fazer uso de medicações anti-hipertensiva, hipolipemiante e hipoglicemiante também pode ter influenciado nos resultados. Apesar de terem sido instruídas a não modificar o tratamento medicamentoso durante a intervenção, a total aderência a essa orientação nem sempre é respeitada, principalmente em populações de menor nível socioeconômico e menor escolaridade, como a do estudo em questão.

Por fim, apesar dos resultados mostrarem diferença entre a intensidade dos exercícios sobre os lípides plasmáticos, existe uma lacuna na literatura sobre o que mais influencia os parâmetros cardiometabólicos, se é o gasto energético total ou a intensidade do exercício propriamente dita. Portanto, manter o gasto energético e variar a intensidade do treinamento físico é um ponto importante a ser esclarecido em estudos posteriores.

Em conclusão, apenas 8 semanas de treinamento com exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, tanto em alta quanto moderada intensidade, foi suficiente para promover melhora no controle glicêmico, perfil lipídico, níveis pressóricos e composição corporal de mulheres diabéticas tipo 2 na pós-menopausa. Assim, os resultados sugerem que os exercícios físicos aeróbicos e resistidos combinados, em ambas as intensidades de treinamento, alta e moderada, são importantes estratégias para reduzir fatores de risco cardiovascular nessa população específica.

REFERÊNCIAS

AHMAD, A. M. Moderate-intensity continuous training: is it as good as high-intensity interval training for glycemic control in type 2 diabetes?. **Journal of Exercise Rehabilitation**, Incheon, v. 15, n. 2, p. 327-333, apr. 2019.

ALVAREZ, C. et al. High-Intensity Interval Training as a Tool for Counteracting Dyslipidemia in Women. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 39, n. 5, p. 397-406, may 2018.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA. Standards of medical care in diabetes-2019. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 42, suppl. 1, p. 1-193, jan. 2019.

BAPTISTA, L. C. et al. Effects of long-term multicomponent exercise on health-related quality of life in older adults with type 2 diabetes: evidence from a cohort study. **Quality of Life Research**, Dordrecht, v. 26, n. 8, p. 2117-2127, aug. 2017.

BOYLE, M. **Avanços no treinamento funcional**. Porto Alegre: Artmed, 2015. 256 p.

CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and Disease**, California, v. 5, n. 3, p. 183-195, jun. 2014.

CAMPOLINA, A. G. et al. Validação da versão brasileira do questionário genérico de qualidade de vida short-form 6 dimensions (SF-6D Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 7, p. 3103-3110, jul. 2011.

CHRISTOS, Z. E. et al. Lipoprotein profile, glycemic control and physical fitness after strength and aerobic training in post-menopausal women with type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, New York, v. 106, n. 6, p. 901-907, aug. 2009.

CLARKE, L. C. et al. Factors associated with change in objectively measured physical activity in older people – data from the physical activity cohort Scotland study. **BMC Geriatrics**, London, v. 17, n. 1, p. 180, dec. 2017.

CONCEIÇÃO, M. S. et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 8, p. 1221-1228, sep. 2013.

COSTA, J. A.; BORGES, G. Metanálise da eficácia do exercício físico em reduzir a pressão arterial de mulheres hipertensas na pós-menopausa. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 49, n. 6, p. 549-559, nov. 2016.

CUFF, D. J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 26, n. 11, p. 2977-2982, nov. 2003.

DINIZ, T. A. et al. Exercício físico como tratamento não farmacológico para a melhora da saúde pós-menopausa. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 322-327, jul./ago. 2017.

DINIZ, T. A. et al. Changes in HDL-c concentrations after 16 weeks of combined training in postmenopausal women: characteristics of positive and negative responders. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 38-44, jan. 2018.

FARIAS, T. Y. et al. Effects of training and detraining on glycosylated haemoglobin, glycaemia and lipid profile in type-ii diabetics. **Nutricion Hospitalaria**, Madrid, v. 32, n. 4, p. 1729-1734, oct. 2015.

FERGUSON, M. A. et al. Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 85, n. 3, p. 1169-1174, sep. 1998.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 18, n. 6, p. 499-502, jun. 1972.

GIANNOPOULOU, I. et al. Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Washington, v. 90, n. 3, p. 1511-1518, dec. 2005.

HADDAD, M. et al. Session-RPE method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. **Frontiers in Neuroscience**, Lausanne, v. 11, p. 612, nov. 2017.

HANSEN, D. et al. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. **Diabetologia**, Berlin, v. 52, n. 9, p. 1789-1797, sep. 2009.

HO, S. S. et al. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. **BMC Public Health**, London, v. 12, n. 1, p. 704, aug. 2012.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**. 8. ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2017. 147 p.

IRVING, B. A. et al. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Philadelphia, v. 40, n. 11, p. 1863-1872, nov. 2008.

JOY, E. A.; PESCATELLO, L. S. Pre-exercise screening: role of the primary care physician. **Israel Journal of Health Policy Research**, London, v. 5, p. 29, jun. 2016.

LESSER, I. et al. Association between exercise-induced change in body composition and change in cardio-metabolic risk factors in post-menopausal South Asian women. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 41, n. 9, p. 931-937, sep. 2016.

LIN, Y. Y.; LEE, S. D. Cardiovascular Benefits of Exercise Training in Postmenopausal Hypertension. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 19, n. 9, p. E2523, aug. 2018.

LIU, Y. et al. Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 16, n. 1, p.140, jan. 2019.

LIUBAOERJIJIN, Y. et al. Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of head-to-head randomized trials. **Acta Diabetologica**, Milan, v. 53, n. 5, p. 769-781, oct. 2016.

LOPES, L. C. et al. Efeitos da atividade física na qualidade de vida de mulheres com sobrepeso e obesidade pós-menopausa. **Ciência, Cuidado e Saúde**, Maringá, v. 13, n. 3, p. 201-208, sep. 2014.

MAILLARD, F. et al. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. **Diabetes & Metabolism**, Saint-Germain, v. 42, n. 6, p. 433-441, dec. 2016.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 44, n. 2, p. 211-221, feb. 2014.

MANN, T.; LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. Methods of prescribing relative exercise intensity: physiological and practical considerations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 7, p. 613-625, jul. 2013.

MARTINS, F. M. et al. High-intensity body weight training is comparable to combined training in changes in muscle mass, physical performance, inflammatory markers and metabolic health in postmenopausal women at high risk for type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial. **Experimental Gerontology**, Oxford, v. 107, p. 108-115, jul. 2018.

- MCGARRAH, R. W.; SLENTZ, C. A.; KRAUS, W. E. The Effect of Vigorous- Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise on Insulin Action. **Current Cardiology Reports**, New York, v. 18, n. 12, p. 117, dec. 2016.
- MEIRELLES, R. M. R. Menopause and metabolic syndrome. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 58, n. 2, p. 91-96, mar. 2014.
- MINAYO, M. C. S.; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M. Quality of life and health: a necessary debate. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 7-18, jan. 2000.
- MYERS, V. H. et al. Exercise training and quality of life in individuals with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 36, n. 7, p. 1884-1890, jul. 2013.
- NICOLUCCI, A. et al. Relationship of exercise volume to improvements of quality of life with supervised exercise training in patients with type 2 diabetes in a randomised controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). **Diabetologia**, New York, v. 55, n. 3, p. 579-588, mar. 2012.
- OLIVEIRA, J. E. P. de; MONTENEGRO JUNIOR, R. M.; VENCIO, S. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018**. São Paulo: Clannad, 2017. 383 p.
- PEREIRA, S. M. et al. Dental caries in 12-year-old school children and its relationship with socioeconomic and behavioural variables. **Oral Health & Preventive Dentistry**, New Malden, v. 5, n. 4, p. 299-306, jul. 2007.
- PIERCY, K. L. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**, Chicago, v. 320, n. 19, p. 2020-2028, nov. 2018.
- PIMAZONI NETTO, A. et al. Atualização sobre hemoglobina glicada (HbA1C) para avaliação do controle glicêmico e para o diagnóstico do diabetes: aspectos clínicos e laboratoriais. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 31-48, feb. 2009.
- PUCIATO, D.; BORYSIUK, Z.; ROZPARA, M. Quality of life and physical activity in an older working-age population. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 12, p. 1627-1634, oct. 2017.
- ROCHLANI, Y. et al. Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. **Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease**, London, v. 11, n. 8, p. 215-225, aug. 2017.
- ROSSI, F. E. et al. Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 30, n. 1, p. 226-234, jan. 2016.
- RUBIN, R. R. et al. Impact of intensive lifestyle intervention on depression and health-related quality of life in type 2 diabetes: the Look AHEAD Trial. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 37, n. 6, p. 1544-1553, jun. 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA – SBC. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose – 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 109, n. 2, suppl. 1, ago. 2017.

SCHROEDER, E. C. et al. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. **PLoS One**, San Francisco, v. 14, n. 1, e0210292, jan. 2019.

SCHWINGSHACKL, L. et al. Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. **Diabetologia**, New York, v. 57, n. 9, p. 1789-1797, sep. 2014.

SIGAL, R. J. et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 147, n. 6, p. 357-369, sep. 2007.

SYLOW, L. et al. Exercise-stimulated glucose uptake - regulation and implications for glycaemic control. **Nature Reviews Endocrinology**, New York, v. 13, n. 3, p. 133-148, mar. 2017.

THIEL, D. M. et al. Association between Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults with Type 2 Diabetes. **Canadian Journal of Diabetes**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 58-63, feb. 2017.

WINER, N.; SOWERS, J. R. Epidemiology of diabetes. **Journal of Clinical Pharmacology**, Stamford, v. 44, n. 4, p. 397-405, apr. 2004.

YANG, P. et al. Finding the Optimal volume and intensity of Resistance Training Exercise for Type 2 Diabetes: The FORTE Study, a Randomized Trial. **Diabetes Research and Clinical Practice**, Clare, v. 130, p. 98-107, aug. 2017.

ANEXO A – Carta de Anuência da Prefeitura Municipal de Lavras

PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS
SECRETARIA DE SAÚDE

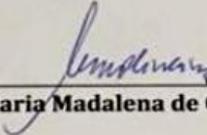


Carta de Anuência

DECLARAÇÃO

Eu, **Maria Madalena de Oliveira**, na qualidade de responsável técnica pela atenção básica de saúde do município de Lavras-MG , autorizo a realização da pesquisa intitulada: **Efeitos da intensidade do exercício físico sobre parâmetros metabólicos, respiratórios e cardiovasculares em mulheres diabéticas tipo 2**, a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora **Dr^a Aline Carvalho Pereira** ; e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFLA para a referida pesquisa.

Lavras, 04 de dezembro de 2017


 Maria Madalena de Oliveira
 Coordenadora de PSF
 Lavras

07417029/0001 - 36

FUNDO MUNICIPAL DE SAÚDE

AV. PEDRO CALVO, 65
CENTRO - LAVRAS - MG

Rua Raul Soares, 65 - Centro - TEL. (35) 3694-4091 - CEP 37200-000 – Lavras – MG
coordpsf@lavras.mg.gov.br | www.lavras.mg.gov.br

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

01/08/2019

Plataforma Brasil

Saúde

[Esqueceu a senha?](#) [Cadastre-se](#)

Você está em: Público > Confirmar Aprovação pelo CAAE ou Parecer

CONFIRMAR APROVAÇÃO PELO CAAE OU PARECER

Informe o número do CAAE ou do Parecer:

Número do CAAE: Número do Parecer:

Esta consulta retorna somente pareceres aprovados. Caso não apresente nenhum resultado, o número do parecer informado não é válido ou não corresponde a um parecer aprovado.

DETALHAMENTO

Título do Projeto de Pesquisa:

Número do CAAE: Número do Parecer:

Quem Assinou o Parecer: Pesquisador Responsável:

Data Início do Cronograma: Data Fim do Cronograma: Contato Público:

ANEXO C – Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida - SF-36

Nome: _____

Idade: _____ **Sexo:** _____

Função exercida no trabalho: _____

Há quanto tempo exerce essa função: _____

Instruções: Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor, tente responder o melhor que puder.

1 - Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3 - Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4 - Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5 - Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6 - Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7 - Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8 - Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9 - Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

10 - Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

11 - O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

ANEXO D – Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

SIM

NÃO

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas? |

Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR-Q” e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do(a) participante:

Nome do(a) responsável se menor de 18 anos

Data ____/____/____

ANEXO E – Questionário Internacional de Atividade Física – Versão Curta



**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA
– VERSÃO CURTA**

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____

Idade: _____

Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a - Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

_____ dias por SEMANA () Nenhum

1b - Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a - Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

_____ dias por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a - Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

_____ dias por SEMANA () Nenhum

3b - Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas:_____ Minutos:_____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a - Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

_____ horas _____ minutos

4b - Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?

_____ horas _____ minutos

ANEXO F – Questionário Sócio-Econômico e de Saúde

1. SITUAÇÃO ECONÔMICA DA FAMÍLIA (Renda familiar mensal)

- A. até 1 salário mínimo
 B. de 2 a 3 salários mínimos
 C. de 4 a 5 salários mínimos
 D. de 5 a 6 salários mínimos
 E. de 6 a 7 salários mínimos
 F. de 7 a 8 salários mínimos
 G. Acima de 9 salários mínimos

2. NÚMERO DE PESSOAS NA FAMÍLIA (Residentes na mesma casa)

- até 2 pessoas 3 pessoas 4 pessoas
 5 pessoas 6 pessoas acima de 6 pessoas

3. GRAU DE INSTRUÇÃO (colocar em anos de estudo)

- Não alfabetizado
 Alfabetizado
 1ª a 4ª série incompleta (antigo Primário)
 1ª a 4ª série completa (antigo Primário)
 5ª a 8ª série incompleta (antigo Ginásial)
 5ª a 8ª série completa (antigo Ginásial)
 2º Grau incompleto (antigo Colegial)
 2º Grau completo (antigo Colegial)
 Superior incompleto
 Superior completo

4. HABITAÇÃO (Moradia)

- Residência própria quitada
 Residência própria com financiamento a pagar
 Residência cedida pelos pais ou parentes por não ter onde morar
 Residência cedida em troca de trabalho
 Residência alugada
 Residência cedida

5. PROFISSÃO (Mencionar mesmo que desempregado)

- Profissão _____

6. POSSE DE AUTOMÓVEL:

- Não possui Possui um automóvel Possui 2 ou mais automóveis

7. IDADE

8. MENSTRUA? SE NÃO, HÁ QUANTO TEMPO SEM MENSTRUAR?

- 9. EM MÉDIA, QUANTAS CONSULTAS MÉDICAS VOCÊ FAZ AO ANO COM O CLÍNICO GERAL? E COM O ENDOCRINOLOGISTA?**
- 10. QUANDO FOI SUA ÚLTIMA CONSULTA MÉDICA?**
- 11. FAZ USO DE REPOSIÇÃO HORMONAL? (SIM OU NÃO)**
- 12. VOCÊ FUMA? (SIM OU NÃO)**
- 13. VOCÊ TEM ALGUMA OUTRA DOENÇA CRÔNICA?**
- () Hipertensão arterial, arritmia, infarto, AVC (derrame cerebral)
 - () Asma ou bronquite com necessidade de internação hospitalar
 - () Doença renal em estágio avançado
 - () Artrite ou artrose grave (limitante para a prática de atividade física)
 - () Apresenta ou está em fase de tratamento de algum tipo de câncer
- 14. VOCÊ TEM INTERESSE EM PARTICIPAR DE UM PROJETO ENVOLVENDO PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA?**

Se sua resposta foi sim, quais os melhores horários para a realização das atividades?

_____ Manhã
_____ Tarde
_____ Noite

ANEXO G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado(a) Senhor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados.

I - Título do trabalho experimental: Efeitos da intensidade do exercício físico na melhora dos parâmetros metabólicos e cardiovasculares de mulheres portadoras de DM2 na pós menopausa.

Pesquisador(es) responsável(is): Dra. Aline Carvalho Pereira

Cargo/Função: Docente

Instituição/Departamento: UFLA/DSA

Telefone para contato:

Local da coleta de dados: Unidades básica de saúde da família (UBSF) de Lavras e domicílio da população cadastrada nas UBSF.

II - OBJETIVOS

Identificar as mulheres portadoras de DM2 com idade entre 45 a 75 anos atendidas na atenção básica de saúde de Lavras, avaliando através de questionários o perfil socioeconômico, hábitos e qualidade de vida desta população. Posteriormente, avaliar os dados antropométricos, composição corporal, frequência cardíaca, pressão arterial, e parâmetros laboratoriais antes e 12 semanas após o início de exercício físico em diferentes intensidades.

III – JUSTIFICATIVA

Existem poucos dados na literatura sobre qual a intensidade ideal do exercício para melhora dos parâmetros metabólicos, e cardiovasculares em mulheres diabéticas na pós menopausa. Portanto, neste trabalho iremos concluir qual a melhor intensidade do exercício para este público alvo.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

AMOSTRA

Mulheres portadoras de DM2 com idade entre 45 a 75 anos, atendidas na atenção básica de saúde de Lavras-MG.

EXAMES

Serão realizados o exame físico das participantes do estudo, coleta de sangue para análise bioquímica e bioimpedância elétrica.

V - RISCOS ESPERADOS

Os riscos esperados com este trabalho são mínimos e são os riscos inerentes da própria atividade física como lesões musculares e osteoarticulares. Tais riscos serão muito reduzidos, pois haverá acompanhamento do educador físico durante as sessões. O risco cardiovascular não será aumentado com a realização dos exercícios, pois as participantes serão previamente avaliadas por cardiologista e só serão liberadas aquelas que preencherem os critérios necessários para praticar atividade física.

VI – BENEFÍCIOS

Esperamos definir com este trabalho, qual a melhor intensidade de exercício físico para mulheres diabéticas na pós menopausa, para melhora dos parâmetros metabólicos e cardiovasculares. Deste modo, tal tipo de exercício poderá ser implantado nos PSFs de Lavras para essa população específica.

VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa será suspensa ao término de 12 semanas de sessões de exercício físico ou à qualquer momento, se ocorrerem efeitos adversos não previsíveis no início da pesquisa.

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

Lavras, _____ de _____ de 20____.

Nome (legível) / RG

Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que ocorrerem (tais como gastos com transporte, que serão pagos pelos pesquisadores aos participantes ao início dos procedimentos); será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento, sem nenhuma penalidade e sem perder qualquer benefício. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.