

RAQUEL MARTINS MELO GOMES

**DIABETES MELLITUS TIPO 2 E REGULAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL:** efeito da ordem dos exercícios de uma sessão de treinamento combinado na hipotensão pós-exercício

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

RAQUEL MARTINS MELO GOMES

**DIABETES MELLITUS TIPO 2 E REGULAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL: efeito da ordem dos exercícios de uma sessão de treinamento combinado na hipotensão pós-exercício**

Trabalho de conclusão de curso, requisito parcial para obtenção do título de graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador Prof. Dr. Samuel Penna Wanner  
Coorientador Prof. Dr. Washington Pires

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, porque dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Aos meus pais, em especial à minha mãe por se desdobrar desde sempre para que eu pudesse estudar e por me incentivar a correr atrás dos meus objetivos.

A meu irmão e à minha cunhada pelo impulso e ajuda em diversos momentos da minha caminhada.

Ao Tiago pelo companheirismo, sensatez, sinceridade, encorajamento, apoio incondicional e auxílio nos momentos em que mais precisei.

À amiga e companheira Cláudia pela amizade e suporte nessa trajetória.

Aos meus colegas das turmas Culundria, Comando e Traíras, pela companhia nos diversos momentos e discussões que enriqueceram meu percurso acadêmico.

Ao orientador Prof. Dr. Samuel Penna Wanner, pelo suporte necessário, por suas correções pontuais e incentivo.

Ao coorientador Prof. Dr. Washington Pires, pelo auxílio na edificação deste trabalho e pelos ensinamentos nas reuniões científicas.

Ao colaborador deste trabalho, João Gabriel da Silveira Rodrigues, por sua ajuda imprescindível e por todo empenho.

À Prof. Dra. Ivana Montandon Soares Aleixo por conduzir as atividades no Laboratório do Movimento, se desdobrando para que o projeto continue caminhando.

Aos colegas do Laboratório do Movimento pela amizade, ótima convivência e pelos relevantes ensinamentos práticos.

Aos professores do noturno da EEEFTO pelo empenho e dedicação em estender seus turnos nas aulas, mesmos após um longo dia na universidade.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Curva da coleta de PA e outras variáveis (FC e GC).....	23
Figura 2 - Escala OMNI.....	26
Figura 3 - Escala de Borg & Noble, PSE.....	26
Figura 4 - Glicemia capilar medida nos momentos pré e pós-treino combinado realizado com ordem diferente dos exercícios. * $p < 0,05$ em comparação com pré-exercício. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.....	30
Figura 5 . Percepção subjetiva do esforço (PSE) medida após o exercício aeróbico realizado nas sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.....	31
Figura 6 - OMNI medida após o exercício de força realizado nas sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. ....	32
Figura 7 . Pressão arterial sistólica (PAS) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. ....	33
Figura 8 - Pressão arterial diastólica (PAD) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. ....	34
Figura 9 . Frequência cardíaca (FC) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. * $p < 0,05$ em comparação com o treinamento realizado na ordem EA + EF .....	35
Figura 10 - Pressão arterial sistólica (PAS) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. * $p < 0,05$ em comparação com minuto 0 pós-exercício.....	36
Figura 11 - Pressão arterial diastólica (PAD) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. * $p < 0,05$ em comparação com minuto 0 pós-exercício .....	37
Figura 12 . Frequência cardíaca (FC) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda: EA = exercício	

aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com minuto 0 pós-exercício.....38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média $\pm$ desvio padrão dos parâmetros e características dos voluntários do estudo (n=10) .....	20
Tabela 2 - Materiais.....	22
Tabela 3 . Caracterização da sessão de treino .....	25
Tabela 4 . Média $\pm$ desvio padrão dos parâmetros PAS, PAD e FC pré e pós-sessões de treino * $p < 0,05$ em comparação com pré-exercício.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPM	Batimentos por Minuto
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
EA	Exercício Aeróbico
EF	Exercício de Força
FC	Frequência Cardíaca
GC	Glicemia Capilar
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HPE	Hipotensão pós-exercício
mg/dL	miligramas por decilitro
mmHg	milímetros de mercúrio
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
RM	Repetição Máxima
TC	Treinamento Combinado

## RESUMO

O indivíduo com diabetes mellitus tipo 2 (DM2) poderá apresentar diversos agravos associados à sua saúde, como disfunções do sistema cardiovascular e hipertensão. O tratamento do DM2 busca a manutenção dos índices ideais de glicose sanguínea, lipídeos e pressão arterial, a fim de prevenir ou retardar complicações. A prática de exercício físico regular não somente traz benefícios para o controle da glicemia, como também promove impactos positivos no controle pressórico. Estudos demonstram que o treinamento combinado [exercício aeróbico (EA) associado ao exercício de força (EF)] é o treinamento mais adequado para promover ganhos nas funções neuromuscular e cardiovascular em indivíduos DM2. Entretanto, a influência da ordem dos exercícios utilizados no treinamento combinado sobre a hipotensão pós-esforço ainda é pouco investigada, principalmente em indivíduos com DM2. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a resposta cardiovascular em indivíduos DM2, através da aferição da pressão arterial antes e após a execução de treinamento combinado, sendo os exercícios realizados em diferentes ordens. A amostra foi composta por 10 indivíduos de ambos os sexos, portadores de DM2, com média de idade de  $65 \pm 6$  anos e IMC de  $29 \pm 5$ . Os voluntários possuíam, em média,  $11 \pm 4$  anos de diagnóstico médico da doença e eram treinados há pelo menos 3 meses. Uma única sessão dos dois protocolos de treinamento combinado adotados no presente estudo (EF+EA ou EA+EF), com duração aproximada de 40 min, possibilitou a redução da glicemia capilar e das pressões arteriais sistólica e diastólica de pessoas DM2. Entretanto, a ordem do treinamento combinado não modificou a magnitude da hipotensão pós-esforço e da redução da glicemia capilar. Estes resultados apresentam grandes aplicações práticas e evidenciam a importância do treinamento físico combinado para indivíduos DM2 com o objetivo de manutenção da saúde e também da prevenção do avanço das complicações da doença.

**Palavras-Chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2. Treinamento combinado. Hipotensão pós-Exercício.



## ABSTRACT

The individual with type 2 diabetes mellitus (DM2) may present several health problems, such as cardiovascular system disorders and hypertension. Treatment of DM2 seeks to maintain optimal blood glucose, lipid and blood pressure indexes in order to prevent or delay complications. The practice of regular physical exercise not only brings benefits for glycemic control, but also promotes positive impacts on blood pressure control. Studies have shown that combined training [aerobic exercise (EA) associated with exercise (EF)] is the most appropriate training to promote gains in neuromuscular and cardiovascular functions in DM2 subjects. However, the influence of the order of the exercises used in combined training on post-exercise hypotension is still poorly investigated, especially in individuals with T2DM. Thus, the present study aimed to analyze the cardiovascular response in DM2 individuals, through blood pressure measurement before and after the execution of combined training, with the exercises performed in different orders. The sample consisted of 10 individuals of both sexes, with DM2, with mean age of  $65 \pm 6$  years and BMI of  $29 \pm 5$ . The volunteers had on average  $11 \pm 4$  years of medical diagnosis of the disease and were trained for at least 3 months. A single session of the combined training protocols adopted in the present study (EF + EA or EA + EF), lasting approximately 40 min, were efficient in reducing GC, SBP and DBP of DM2 people. However, the combined training order did not modify the magnitude of post-exercise hypotension. These results present great practical applications and evidence the importance of combined physical training for DM2 individuals with the objective of maintaining health and also preventing the progression of complications of the disease.

**Keywords:** Type 2 diabetes Mellitus. Combined training. Post-exercise hypotension.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>HIPÓTESE.....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
	5.1 CUIDADOS ÉTICOS.....	19
	5.2 VOLUNTÁRIOS DA PESQUISA.....	19
	5.2.1 Cálculo amostral.....	19
	5.2.2 Amostra.....	19
	5.2.3 Critérios de inclusão.....	20
	5.2.4 Critérios de exclusão.....	21
	5.3 MATERIAIS.....	21
	5.4 COLETA DE DADOS.....	22
	5.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
	5.6 TIPO DE ESTUDO.....	27
<b>6</b>	<b>VARIÁVEIS MEDIDAS.....</b>	<b>28</b>
	6.1 VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	28
	6.2 VARIÁVEIS DEPENDENTES:.....	28
	6.3 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES.....	28
	6.3.1 Glicemia Capilar.....	28
	6.3.2 Pressão Arterial.....	28
	6.3.3 Frequência Cardíaca.....	29
	6.3.4 Percepção Subjetiva de Esforço segundo escala de Borg e OMNI.....	29
	6.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
<b>7</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
	7.1 EFEITO DOS TREINOS COMBINADOS NA GLICEMIA CAPILAR.....	30
	7.2 EFEITO DOS TREINOS COMBINADOS NA PSE.....	31
	7.3 EFEITO DOS TREINOS COMBINADOS NA OMNI.....	31
	7.4 PAS 10 MINUTOS ANTES DO TREINO.....	32
	7.5 PAD 10 MINUTOS ANTES DO TREINO.....	33

7.6 FC 10 MINUTOS ANTES DO TREINO .....	34
7.7 PAS PÓS-TREINO .....	35
7.8 PAD PÓS-TREINO .....	36
7.9 FC PÓS- TREINO.....	37
7.10 COMPARAÇÃO DA PAS, PAD E FC NO MOMENTO PÓS-TREINO EM COMPARAÇÃO AO MOMENTO PRÉ-TREINO .....	38
<b>8 DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>51</b>

## INTRODUÇÃO

Em decorrência do estilo de vida moderno da população é possível projetar para as próximas décadas um crescimento epidêmico da incidência das doenças crônicas não transmissíveis na maioria dos países em desenvolvimento, em especial, das doenças cardiovasculares e do diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (BARROS *et al.*, 2011; BARRETO *et al.*, 2005). Para a *American Diabetes Association* (2010), o DM2 consiste em um distúrbio no metabolismo dos carboidratos, provocado pela concentração aumentada de glicose sanguínea (hiperglicemia). O DM2 é decorrente da diminuição na secreção de insulina pelo pâncreas, ou por deficiência na ligação da insulina ao seu receptor (resistência à insulina) nas etapas iniciais de sinalização/fosforilação enzimática.

O indivíduo com DM2 possui diversos agravos em sua saúde decorrentes das alterações metabólicas induzidas pela hiperglicemia e dislipidemias, que podem resultar em danos no sistema cardiovascular, comprometendo as veias e artérias. Estes comprometimentos podem causar aterosclerose e, conseqüentemente, hipertensão arterial sistêmica (HAS) em função do aumento da resistência periférica (GUYTON, 1998). O tratamento do DM2 busca a manutenção da concentração adequada de glicose e da pressão arterial (PA), a fim de prevenir ou retardar possíveis complicações. O exercício físico tem sido utilizado como uma ferramenta não farmacológica no tratamento do DM2. Contudo, apesar do exercício físico regular ser fundamental para a prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas, muitos indivíduos que apresentam DM2 não o praticam (BRASIL, 2008).

O exercício físico crônico contribui para o controle da PA, uma vez que o mesmo induz sobrecarga ao sistema cardiovascular, induzindo uma adaptação benéfica no coração e vasos sanguíneos. As respostas fisiológicas da PA dependem do tipo de exercício a ser realizado, de sua intensidade, volume e da massa muscular envolvida (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003). Deste modo, a prática de exercício físico regular traz benefícios para o controle da pressão arterial, restaurando a função fisiológicas do vaso sanguíneo, que nestes indivíduos encontram-se prejudicadas, como descrito anteriormente.

Forjaz e Tinnuci (2000) verificaram que durante a realização de exercícios dinâmicos (força e aeróbios), devido à ativação do comando central e mecanorreceptores musculares, é possível observar um aumento da atividade nervosa simpática que desencadeará em elevação da frequência cardíaca, do volume sistólico, do débito cardíaco e conseqüentemente, aumento da PA. Entretanto, as alterações cardiovasculares não são observadas somente durante a execução do exercício físico, algumas modificações hemodinâmicas continuam ocorrendo após o término do exercício, dentre elas a hipotensão Pós-Exercício (HPE) que tem sido alvo de investigações por diversos autores (BRUM *et al.*, 2004). Durante o período de recuperação pós-exercício, ocorre a diminuição dos valores da PA quando comparados aos valores observados durante o repouso (HILL, 1987;).

A redução na PA após a realização de exercício físico é explicada pela diminuição da resistência vascular periférica total ou pela redução no débito cardíaco no período de recuperação (NEGRÃO e RONDON, 2001). Segundo esses autores uma única sessão de exercício prolongado de baixa ou moderada intensidade provoca queda prolongada na pressão arterial, em hipertensos. É possível observar também melhora no controle barorreflexo que pode estar associada à atenuação do tônus simpático para o coração, acarretando na diminuição da frequência cardíaca de repouso.

O treinamento de força em associação com o treino aeróbico tem sido recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (2004), para o controle e prevenção de doença cardiovascular. A HPE induzida por uma sessão de exercício aeróbico já foi tema de investigação em diversos estudos (WILCOX *et al.*, 1982; FORJAZ *et al.*, 1998; MacDONALD, MacDOUGALL e INTERISANO., 1999; MacDONALD, MacDOUGALL e HOGBEN, 2000; IZDEBSKA *et al.*, 2004), enquanto existem poucos estudos que investigaram a HPE provocada pelo exercício resistido (BROWN, 1994; POLITO *et al.*, 2003; LIZARDO e SIMÕES, 2005). É possível que ainda exista a influência da associação desses dois tipos de treinos em uma mesma sessão nas respostas cardiovasculares pós-exercício, porém os efeitos desse treinamento ainda são pouco conhecidos (CUNHA *et al.*, 2013). A Sociedade Brasileira de Diabetes (2015) recomenda a realização de treinamento combinado (TC), ou seja, a junção em uma mesma sessão de treinamento, de exercícios para

aumento da força muscular (EF) e de exercícios para aumento da capacidade aeróbica (EA) objetivando os benefícios causados por ambos os tipos de treinamento.

Polito e Farinatti (2003) encontraram redução de 3% na pressão arterial sistólica (PAS) após uma sessão de TC, não encontrando diferenças na pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM). Simões (2006) avaliou as respostas pressóricas durante e após exercício resistido realizado em forma de circuito (6 exercícios em máquinas para membros superiores e inferiores, totalizando 16 repetições por exercício, a 43% 1-R.M. por aproximadamente 25min). Este autor relatou aumento significativo da PAS, PAD e PAM logo após o término do protocolo de exercícios, entretanto, 15 minutos após o término, foi observada redução significativa dos valores de pressão em comparação ao repouso. Tibana *et al.* (2012) submeteram mulheres com síndrome metabólica ao exercício de força e ao exercício combinado e encontraram, após 15 minutos do término da sessão de treinamento, redução na PAS e na PAD de 7% e 3%, respectivamente. Os autores concluíram que o exercício combinado promoveu maior redução da pressão arterial do que somente o exercício de força.

Cunha *et al.* (2013) realizaram uma revisão de literatura em que investigaram os principais mecanismos fisiológicos associados à HPE induzida por treinamento aeróbico, de força e combinado. Estes autores apontam que os mecanismos envolvidos na HPE não são conhecidos, apesar de sua ocorrência estar descrita na literatura em populações com diferentes estados clínicos, como por exemplo, a combinação das variáveis de prescrição do treinamento aeróbico, de força e combinado para otimizar a magnitude e duração HPE e, por conseguinte, o efeito crônico do treinamento sobre a PA carecem melhor esclarecimento. Cunha *et al.* (2013) observaram que indivíduos saudáveis apresentaram HPE para a PAS de maior duração ao realizarem exercícios de força antes dos exercícios aeróbicos quando comparados ao treino de força.

Diversos estudos (BALDUCCI *et al.*, 2012; YAVARI *et al.*, 2012; POLITO e FARINATTI, 2003; SIMÕES, 2006; TIBANA *et al.*, 2012; TEIXEIRA *et al.*, 2011; CUNHA *et al.*, 2013) têm demonstrado que o TC é o mais adequado para indivíduos

diabéticos, por promover ao praticante os benefícios fisiológicos proporcionados tanto pelo treinamento de força quanto pelo treinamento aeróbico, tanto no controle da glicemia e dos valores pressóricos, quanto nos ganhos simultâneos na função neuromuscular e cardiorrespiratória. Entretanto, a orientação acerca da ordem adotada na mesma sessão de treinamento, e os efeitos dessas diferentes ordens ainda não são claros, deste modo a investigação dos efeitos hipotensores nas diferentes ordens do TC faz-se necessária.

## OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Verificar a influência da ordem de execução de uma sessão de treinamento aeróbio combinado com treinamento de força na hipotensão pós-exercício, glicemia capilar e frequência cardíaca em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

### 2.2 Objetivos específicos

- 1 - Comparar a HPE em duas sessões de TC alternando a ordem do mesmo. (Aeróbio+força vs. Força+Aeróbio).
- 2 - Comparar a resposta da frequência cardíaca (FC) em duas sessões de TC alternado a ordem dos exercícios.
- 3 . Comparar as alterações da glicemia capilar (GC) em duas sessões de TC alternado a ordem dos exercícios.



## JUSTIFICATIVA

Sabe-se que em indivíduos hipertensos a HPE ocorre tanto em exercícios aeróbios quanto em exercícios resistidos e pode durar algumas horas. Neste contexto, é importante avaliar como a pressão arterial dos diabéticos tipo 2 é influenciada quando esses indivíduos são submetidos a diferentes protocolos de treinamento.

É mais usual a prescrição de exercícios aeróbicos para o controle e prevenção de doenças metabólicas e cardiovasculares, com o intuito reduzir os níveis de PA. Entretanto, exercícios resistidos também ocasionam HPE, trazendo benefícios ao controle hemodinâmico do organismo. Sendo assim, através da análise das alterações da PA de indivíduos diabéticos submetidos aos dois tipos de treinamento será possível saber qual exercício será mais indicado.

Segundo Simões (2006), a escolha de alguns fatores importantes na prescrição de exercícios para pacientes com DM2, como o tipo do exercício, a sua intensidade e duração têm sido muito controversa na literatura e parece influenciar diferentemente a resposta pressórica durante a recuperação.

Os benefícios promovidos pela execução de exercício físico aos sistemas fisiológicos já são difundidos, embora essa prática ainda não esteja disseminada entre os indivíduos com de DM2 como forma de tratamento. A recomendação mais atual da Sociedade Brasileira de Diabetes 2013/2014 para a população é de prática de exercícios aeróbicos diariamente ou na maioria dos dias da semana.

Estudos demonstram que o TC, EA concomitante ao EF em uma mesma sessão, é o mais adequado para indivíduos diabéticos (POLITO e FARINATTI, 2003; SIMÕES, 2006; TIBANA *et al.*, 2012; TEIXEIRA *et al.*, 2011) devido à sua capacidade em promover adaptações decorrentes dos dois tipos de treinamento. Entretanto, a influência da ordem dos treinamentos combinados sobre a HPE ainda é pouco investigada nos estudos científicos, principalmente em indivíduos diabéticos.

As alterações da PA, de indivíduos diabéticos, em resposta a sessões de treinamentos combinados em diferentes ordens ainda precisa ser investigada. Pois,

os mecanismos de recuperação cardiovascular após o exercício são diferentes entre os exercícios aeróbios e de força. A redução da resistência vascular periférica parece estar associada ao EA, já a diminuição do débito cardíaco sugere ser responsável no EF, um possível mecanismo que atua em ambos é a diminuição da Atividade Nervosa Simpática (LOVATO, 2012; SANTIAGO *et al.*, 2013; CASONATTO e POLITO, 2009; POLITO e FARINATTI, 2006). Deste modo, é possível inferir que a ordem de execução de uma sessão composta pelos exercícios aeróbio e de força poderia diferenciar os valores pressóricos pós-esforço.

## HIPÓTESE

H0 . A sessão de TC iniciada com o treinamento aeróbio não promoverá HPE e redução da glicemia em maior magnitude em comparação com a sessão iniciada com o treinamento de força.

H1 - A sessão de TC iniciada com o treinamento aeróbio promoverá HPE e redução da glicemia em maior magnitude em comparação com a sessão iniciada com o treinamento de força.

## MÉTODOS

### 5.1 Cuidados éticos

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (2012) envolvendo pesquisas com seres humanos sob aprovação do Comitê de Ética em pesquisa da UFMG (parecer n°.: 15352613.9.0000.5149). Inicialmente, cada voluntário recebeu todas as informações quanto aos objetivos e processos metodológicos do projeto, riscos e benefícios relacionados à sua participação. Após receber estes esclarecimentos e concordar em participar do estudo, o voluntário assinou um termo de consentimento livre e esclarecido, estando ciente que poderia desistir de participar do estudo, sem constrangimento a qualquer momento. Foram tomadas todas as precauções no intuito de preservar a privacidade, a saúde e o bem estar dos voluntários.

### 5.2 Voluntários da pesquisa

#### *5.2.1 Cálculo amostral*

No presente estudo não foi utilizado cálculo amostral. Foi realizada amostragem por acessibilidade ou conveniência, por se tratar do grupo disponível no projeto de extensão já existente no Laboratório do Movimento da EEEFTO/UFMG.

#### *5.2.2 Amostra*

A amostra foi composta por 10 indivíduos de ambos os sexos, com DM2 cuja caracterização está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1 - Média  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros e características dos voluntários do estudo (n=10)**

<b>Parâmetro</b>	
Idade (anos)	65 $\pm$ 6
Tempo de diagnóstico (anos)	11 $\pm$ 4
Massa corporal (kg)	74 $\pm$ 12
Índice de Massa corporal (kg·m <sup>-2</sup> )	29 $\pm$ 5
Hipertensos (%)	80
Sexo (homem/mulher)	3/7
PAS de repouso mmHg	112 $\pm$ 13
PAD de repouso mmHg	59 $\pm$ 4
FC de repouso bpm	74 $\pm$ 12
Medicamentos mais comuns utilizados	Clorana Atenolol Enalapril Losartana Sinvastatina Metformina Insulina NPH e Regular

Os indivíduos realizavam o TC há pelo menos 4 meses, esta estratégia foi adotada para propor o maior nivelamento no estado de treinamento dos voluntários e reduzir as diferenças individuais relativas às capacidades físicas.

### 5.2.3 Critérios de inclusão

Indivíduos de ambos os sexos, que possuíam diabetes mellitus tipo 2, com no mínimo cinco anos de diagnóstico médico da doença. Não houve distinção entre indivíduos insulino dependentes e não dependentes.

Todos os participantes passaram por avaliação física e médica prévia, de acordo com critérios propostos pelo *AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE* (2010).

Coube ao médico responsável pelos participantes determinar se os mesmos se encontravam aptos ou não para participarem do estudo, através da elaboração de atestado médico.

#### *5.2.4 Critérios de exclusão*

Os critérios para exclusão do presente estudo envolveram a presença de disfunções eletrocardiográficas apresentadas durante o teste de esforço, bem como outros fatores de risco identificados em um programa de avaliação física e clínica que pudessem comprometer a saúde do paciente no período de prática de exercícios físicos.

Os integrantes do estudo não poderiam estar em tratamento ou já terem sido tratados de retinopatia e doença arterial coronariana. Os voluntários também não poderiam apresentar hipertensão arterial sistêmica descontrolada.

Além disso, participantes que não estivessem frequentes às consultas ambulatoriais, por pelo menos um ano, não puderam integrar o presente estudo, considerando que tal comportamento comprometeria a segurança da prática de exercícios físicos.

### 5.3 Materiais

Os equipamentos e materiais necessários para a execução do presente estudo já existentes no Laboratório do Movimento da EEFFTO/UFMG, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2 - Materiais**

<b>PRODUTOS</b>	<b>MARCA</b>
Aparelhos para realização dos exercícios de força	Cadeira extensora Master® Caneleiras (1kg a 6kg) Halteres (1kg a 4 kg) Leg press horizontal Master® Pulley Master® Supino vertical Master®
Esfignomanômetro com coluna de mercúrio	MISURI®
Esteira	Olimpikus®
Estetoscópio	Premium®
Glicosímetro	Kit Accu-Chek Active®
Monitor de frequência cardíaca	POLAR®
Quatro Lancetas por participante	Accu-ChekSoftClix ® 200 lancetas
Quatro Tiras reagentes por participante	Accu-Chek Active® com 50 tiras

A massa corporal foi avaliada por meio de uma balança analógica Linha 31® (Filizola, Linha 31, Brasil) com carga máxima de 150 kg e precisão de 0,1kg. Altura foi avaliada pelo estadiômetro Standard® (Sanny, Brasil) com campo de medição entre 0,8-2,2m e foi adotada precisão de 0,5cm.

#### 5.4 Coleta de Dados

A coleta de dados da presente pesquisa foi realizada no projeto de extensão Promoção de Hábitos Saudáveis em Pacientes com DM2 já existente no laboratório do movimento . EEFFTO/UFMG. O desenvolvimento do presente estudo contou com a infraestrutura existente no laboratório, incluindo os aparelhos para realização dos exercícios aeróbios e de musculação e sala de avaliação física.

#### 5.5 Delineamento experimental

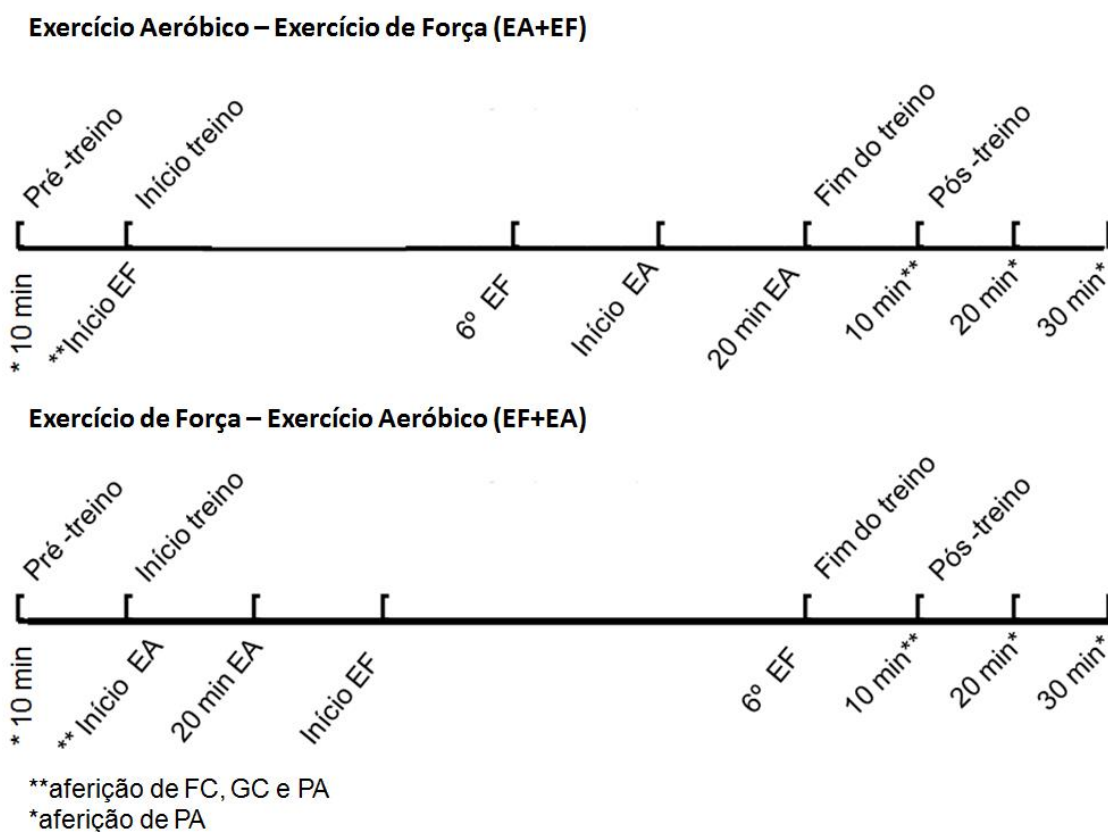
Foram realizadas duas sessões de treinamento com cada voluntário, com pelo menos 48 h de intervalo entre elas, no horário de 14 às 16 h. Cada sessão teve duração de 1 h e 20 min sendo 40 min para coleta de dados antes e após o treino,

20 min para realização de exercícios aeróbios (equipamentos de esteira) e os demais 20 min para a realização de um treino de força (halteres, caneleiras e aparelhos de musculação).

Todas as sessões de treinamento foram realizadas no mesmo horário do dia e a ordem inicial dos exercícios dentro de cada sessão foi alternada: EA seguido pelo EF e, na sessão seguinte, foi utilizada a ordem inversa, EF seguido pelo EA.

Foram realizadas as medidas de glicemia e pressão arterial, na mesma sala de avaliação física, antes e após cada sessão de treinamento que foi organizada conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Curva da coleta de PA e outras variáveis (FC e GC).



Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força; min = minutos; FC = Frequência Cardíaca; GC = Glicemia Capilar; PA = Pressão Arterial.



No TC foi utilizado um protocolo de treino composto pelo treinamento de força, direcionado para resistência de força, combinado com o treinamento aeróbico, com velocidade autorregulada.

A força muscular foi avaliada utilizando um procedimento de repetições máximas, realizado em todos os seis exercícios incluídos no treinamento. Os voluntários foram orientados a realizar entre 4 e 20 repetições completas em cada um dos exercícios com uma carga pré-determinada até a interrupção momentânea por fadiga. Foi concedido um tempo mínimo de três minutos de intervalo entre cada tentativa e entre cada exercício. O número de repetições e a carga realizada foram incluídos em uma equação para estimativa de 1-R.M proposta por O'Connor, Simons e O'Shea (1989):  $1\text{-RM} = \text{kg} * [1+(0,025 * r)]$ , onde: kg= peso; r = número de repetições.

O treino da capacidade aeróbica foi realizado em esteira Olimpikus®. A capacidade aeróbica foi avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6). Este teste é adequado para estimativa de capacidade aeróbica (DOURADO, 2011) e tem grande utilização devido à sua fácil aplicação e reprodutibilidade (ATS, 2002). Foi realizado em um percurso de 30 metros em vai-e-volta e adotou-se uma precisão de 3 metros. Os sujeitos foram orientados a manter a maior velocidade de caminhada e, conseqüentemente, percorrer a maior distância durante os 6 minutos. No primeiro minuto foi dado encorajamento verbal consistente. Durante a execução do teste foram realizadas medidas de saturação de oxigênio por um oxímetro de pulso com o intuito de preservar a segurança dos voluntários durante o teste.

A caracterização das duas sessões de treino está descrita na Tabela 3.

**Tabela 3** Caracterização da sessão de treino

<b>Tipo de treinamento</b>	<b>Componentes da Carga</b>	
<b>Força</b>	Intensidade (%1RM)	50 . 70
	Volume	3 séries de 15 repetições
	Duração da repetição (seg)	Livre
	Pausa entre as séries (seg)	30
	Pausa entre os exercícios (seg)	30
	Número de exercícios	6
	Exercícios	Pulley anterior (Supinado) Leg Press (pés baixos) Elevação Lateral com halteres Panturrilha na Máquina Supino Máquina Extensor de joelhos
<b>Aeróbio</b>	Velocidade	Autorregulada
	Intensidade (nota PSE)	11 a 13
	Volume (min)	20
	Método	Contínuo Variável

Durante a prática de exercícios físicos, foram coletadas a percepção subjetiva de esforço (PSE) nas escalas OMNI (Figura 2) e Borg (Figura 3), nos exercícios de força e aeróbicos, respectivamente, além da frequência cardíaca.

Figura 2 - Escala OMNI

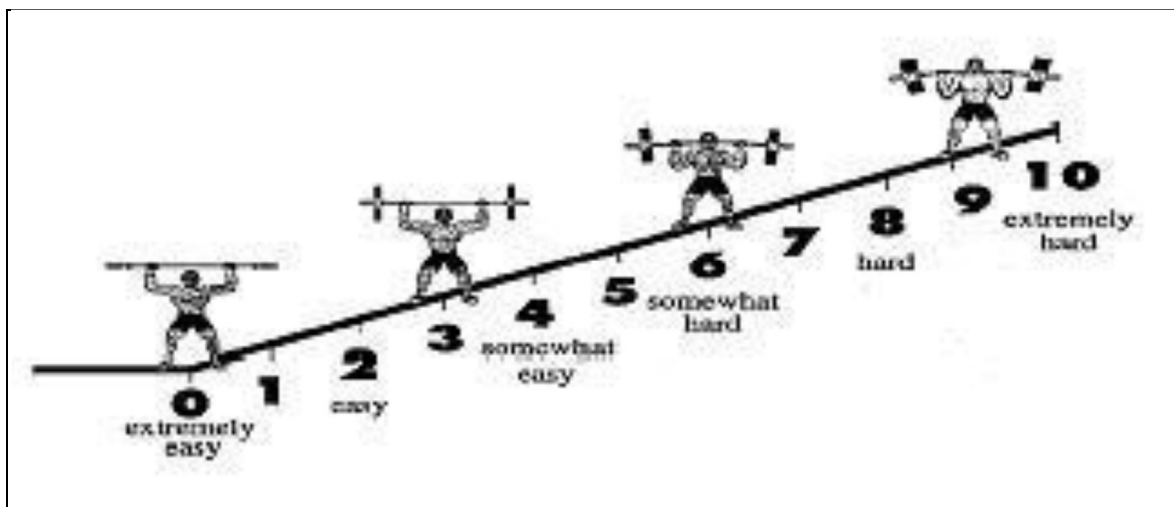


Figura 3 - Escala de Borg &amp; Noble, PSE

**PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO**  
(Borg & Noble, 1974)

6	-
7	muito fácil
8	-
9	fácil
10	-
11	relativamente fácil
12	-
13	ligeiramente cansativo
14	-
15	cansativo
16	-
17	muito cansativo
18	-
19	exaustivo
20	-

## 5.6 Tipo de estudo

Estudo experimental de medidas repetidas, comparando as alterações da PA após o TC, sendo que cada indivíduo foi submetido a duas sessões diferentes.

## VARIÁVEIS MEDIDAS

### 6.1 Variáveis independentes

Ordem do treinamento combinado, diferentes protocolos de treinamento.

### 6.2 Variáveis dependentes:

- Glicemia capilar antes e após as sessões de exercícios físicos;
- Pressão arterial antes e após as sessões de exercícios físicos;
- Frequência cardíaca antes e após as sessões de exercícios físicos;
- Percepção Subjetiva de Esforço segundo escala de Borg e OMNI.

### 6.3 Procedimentos para a coleta das variáveis dependentes

As variáveis GC, PA e FC antes e após o treino foram avaliadas em uma sala de avaliação, em ambiente tranquilo, onde o voluntário esteve somente com o avaliador.

#### 6.3.1 Glicemia Capilar

A GC foi avaliada por amostra de sangue capilar inserido em tira reagente específica com os cuidados higiênicos devidamente realizados. O glicosímetro calibrado *Accu-Chek Active®* foi utilizado para quantificar a glicose sanguínea. Os valores foram expressos em mg/dL.

#### 6.3.2 Pressão Arterial

A PA foi avaliada pelo método auscultatório usando o estetoscópio *Premium®* e o esfigmomanômetro *Missouri®*. Esse procedimento foi conduzido por um mesmo avaliador experiente que registrou como valor pressórico o exato momento do aparecimento dos sons (Fase I . Korotkoff) a pressão arterial sistólica (PAS) e do cessar dos sons (Fase V . Korotkoff) foi registrada a pressão arterial diastólica (PAD) conforme orientações das diretrizes brasileiras de pressão arterial.

### 6.3.3 Frequência Cardíaca

A FC foi monitorada durante toda a sessão de treinamento através do monitor de frequência cardíaca- POLAR®

### 6.3.4 Percepção Subjetiva de Esforço segundo escala de Borg e OMNI

A PSE foi avaliada através de apresentação de tabela devidamente ilustrada ao voluntário que indicou a classificação percebida.

## 6.4 Análise Estatística

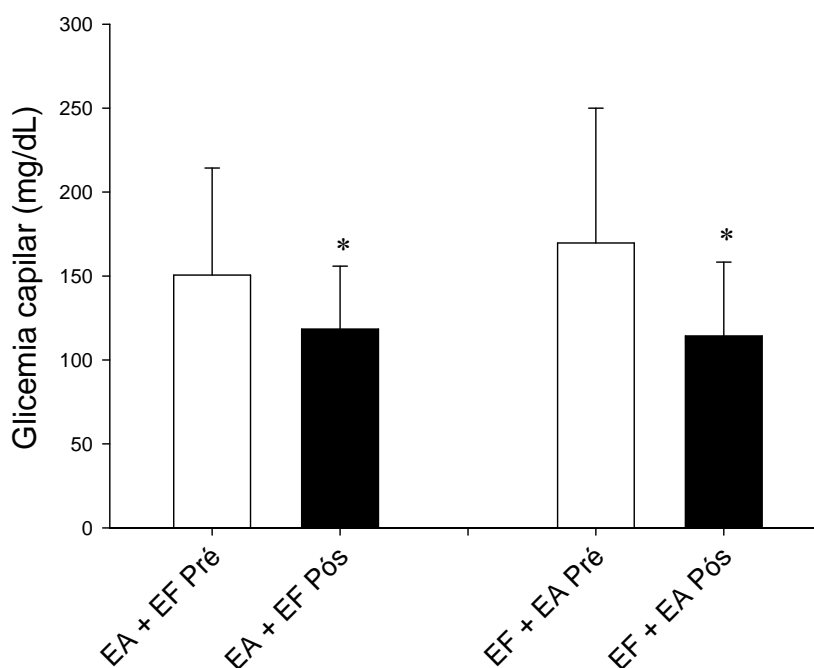
Para analisar os resultados obtidos nesta pesquisa de GC, PAS, PAD e FC antes e após o treino foi realizada um Análise de Variância (*ANOVA Two Way RM*) com quatro fatores de variação e medidas repetidas. Os valores de PAS, PAD, FC (10 minutos antes do treino), assim como a PSE e OMNI foram comparados por meio do teste t de *student* pareado e expressos em média e desvio padrão. Os dados estão expressos em valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP), o nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Para a confecção do gráfico foi utilizado o software Sigma Plot 11.0®. O teste *Post Hoc Tukey* foi utilizado para localizar a diferença entre as médias, quando necessário.

## RESULTADOS

### 7.1 Efeito dos treinos combinados na glicemia capilar

A ordem dos exercícios, independente do momento de análise, não influenciou o efeito do treinamento combinado na glicemia capilar ( $F = 0,131$ ;  $p = 0,726$ ). O momento da análise, independente do grupo, influenciou a glicemia capilar ( $F = 9,848$ ;  $p = 0,012$ ), sendo os valores pós-exercício menores do que os valores pré-exercício. Por fim, não foi observada interação entre os dois fatores ( $F = 3,942$ ;  $p = 0,078$ ) (Figura 4).

Figura 4 - Glicemia capilar medida nos momentos pré e pós-treino combinado realizado com ordem diferente dos exercícios. \*  $p < 0,05$  em comparação com pré-exercício.

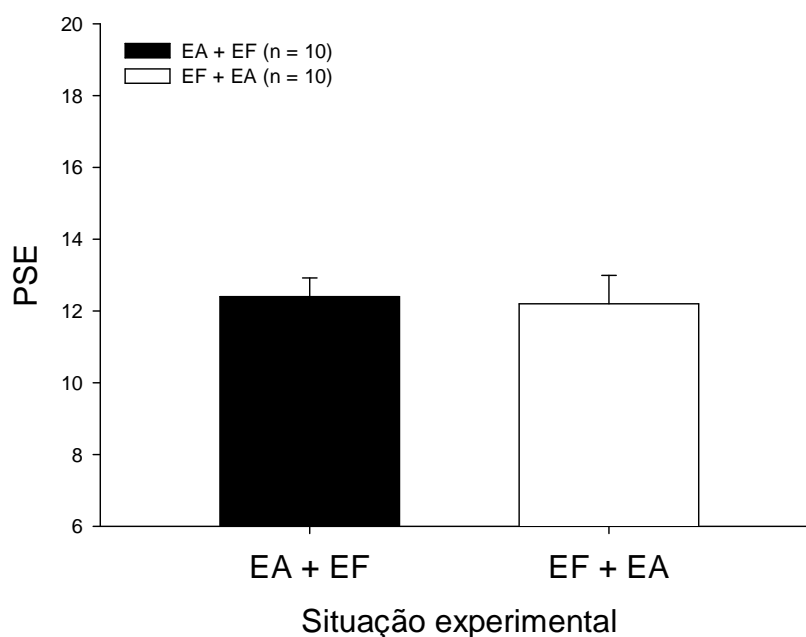


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.

### 7.2 Efeito dos treinos combinados na PSE

A ordem dos exercícios não influenciou a PSE medida após o exercício aeróbico ( $p = 0,50$ ; Figura 5).

Figura 5 . Percepção subjetiva do esforço (PSE) medida após o exercício aeróbico realizado nas sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios. Legenda



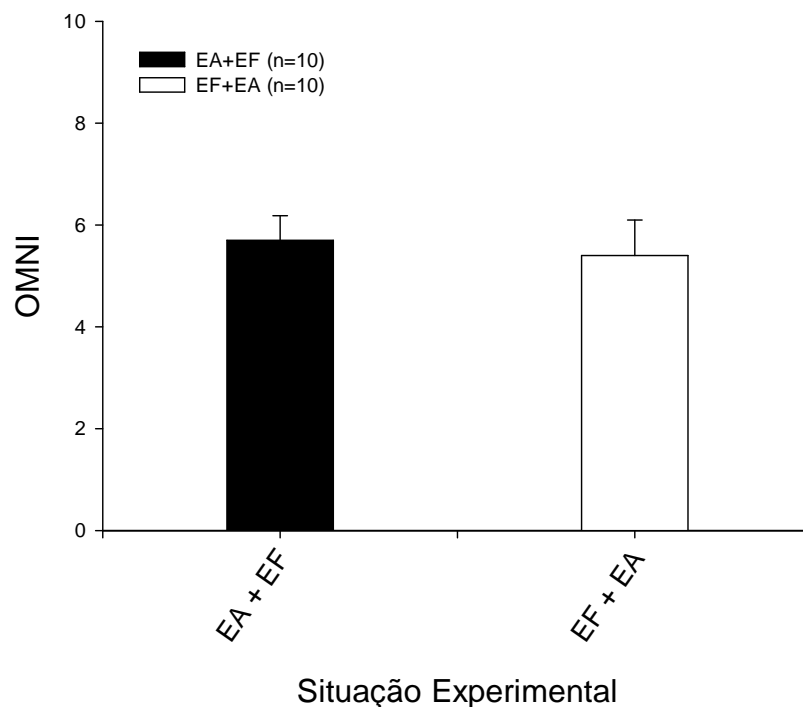
EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.

### 7.3 Efeito dos treinos combinados na OMNI

A ordem dos exercícios não influenciou a OMNI medida após o exercício de força ( $p = 0,50$ ; Figura 6).



Figura 6 - OMNI medida após o exercício de força realizado nas sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.

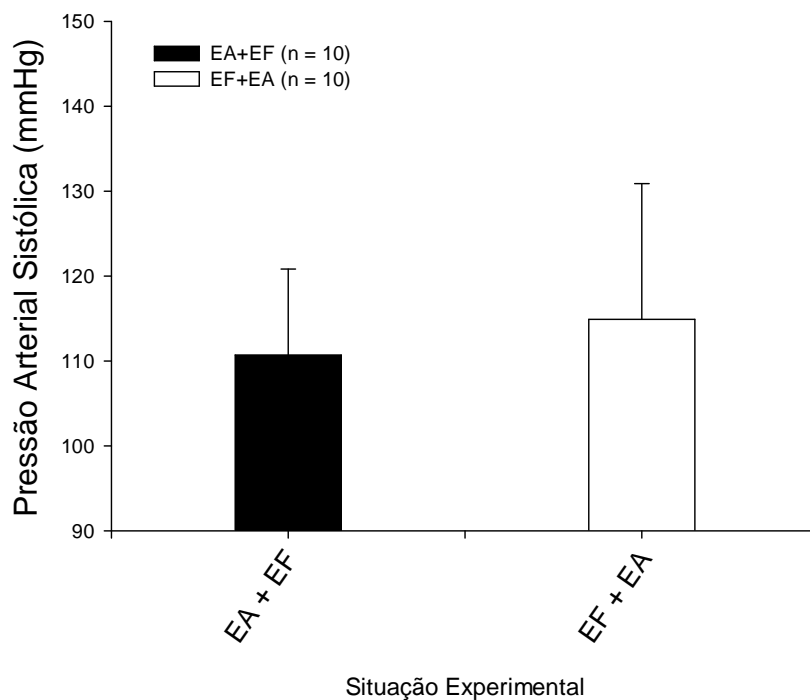


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.

#### 7.4 PAS 10 minutos antes do treino

Não foram observadas diferenças nos valores de PAS aos 10 minutos antes dos treinos combinados com ordem diferente de execução dos exercícios ( $p = 0,105$ ; Figura 7).

Figura 7 . Pressão arterial sistólica (PAS) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.

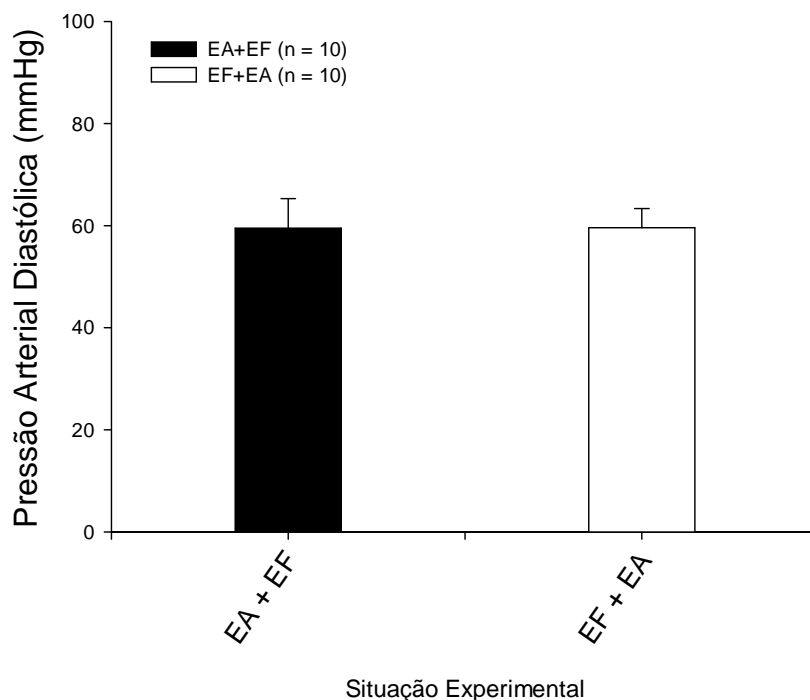


Legenda EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.

#### 7.5 PAD 10 minutos antes do treino

Não foram observadas diferenças nos valores de PAD aos 10 minutos antes dos treinos combinados com ordem diferente de execução dos exercícios ( $p = 0,961$ ; Figura 8).

Figura 8 - Pressão arterial diastólica (PAD) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.

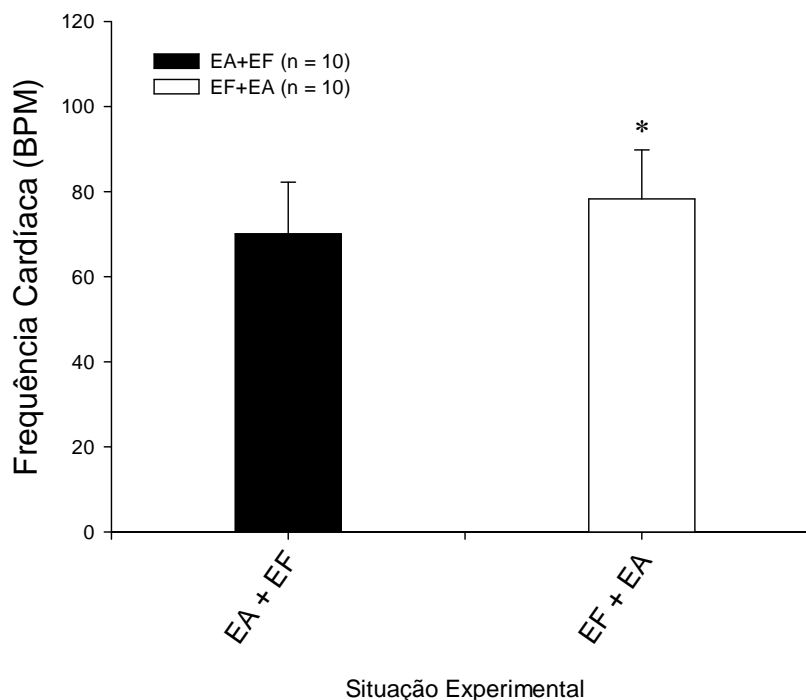


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força.

#### 7.6 FC 10 minutos antes do treino

Foram observadas diferenças nos valores de FC aos 10 minutos antes dos treinos combinados com ordem diferente de execução dos exercícios ( $p = 0,043$ ; Figura 9). A FC foi maior antes da situação EF + EA em comparação ao mesmo momento na situação EA + EF.

Figura 9 . Frequência cardíaca (FC) medida 10 minutos antes do início das sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios

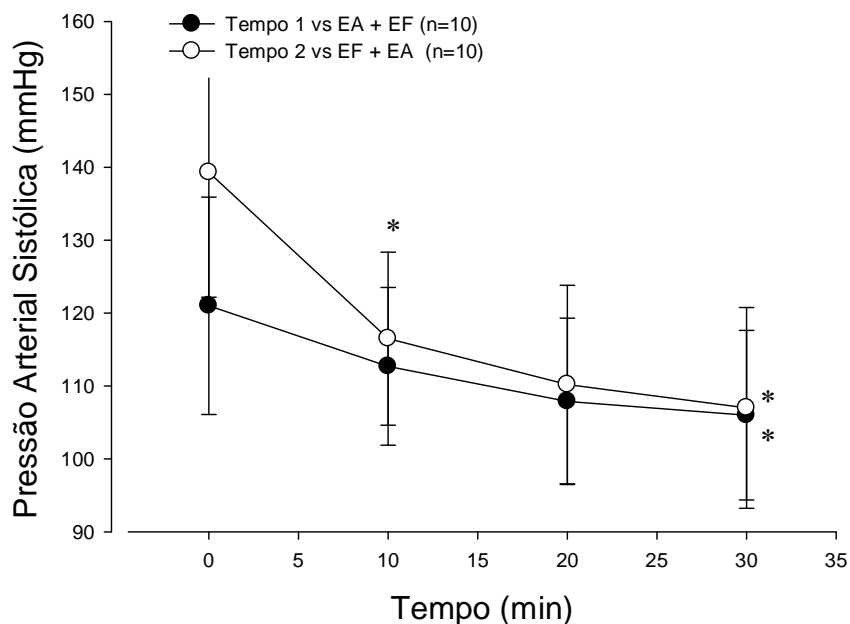


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com o treinamento realizado na ordem EA + EF

### 7.7 PAS pós-treino

Foi observado efeito principal do tempo na PAS ao final da sessão ( $F = 41,801$ ;  $p < 0,001$ ), entretanto não foi observado efeito principal da ordem dos exercícios ( $F = 2,971$ ;  $p = 0,119$ ). Foi observada uma interação significativa entre os fatores tempo e ordem dos exercícios ( $F = 10,937$ ;  $p < 0,001$ ) sendo a PAS menor no grupo EA+EF do que no grupo EF+EA aos 10 minutos em relação ao momento 0, após o treino (Figura 10).

Figura 10 - Pressão arterial sistólica (PAS) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.

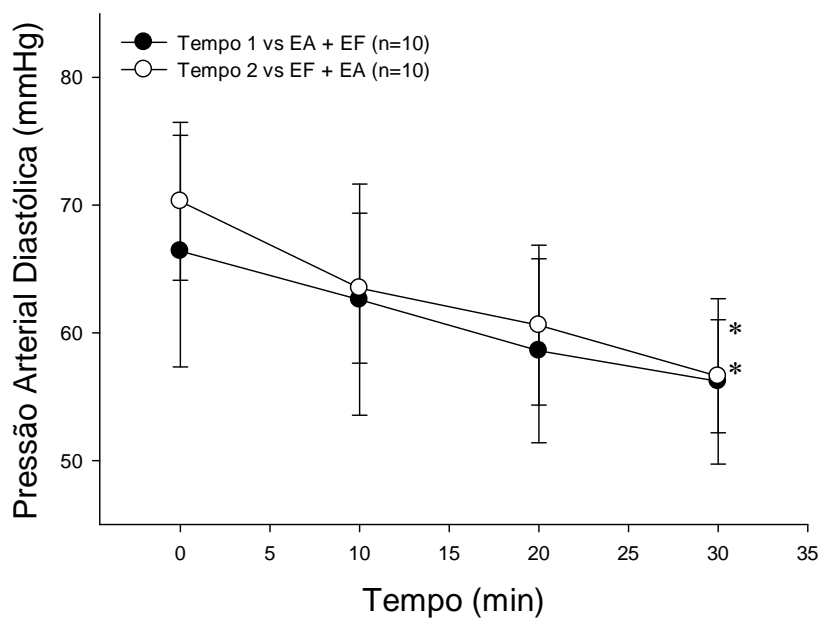


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com minuto 0 pós-exercício.

## 7.8 PAD pós-treino

Foi observado efeito principal do tempo na PAD ao final da sessão ( $F = 31,617$ ;  $p < 0,001$ ), entretanto não foi observado efeito principal da ordem dos exercícios ( $F = 1,394$ ;  $p = 0,268$ ). Além disso, não foi observada interação entre os fatores tempo e ordem dos exercícios ( $F = 0,451$ ;  $p = 0,719$ ; Figura 11).

Figura 11 - Pressão arterial diastólica (PAD) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.

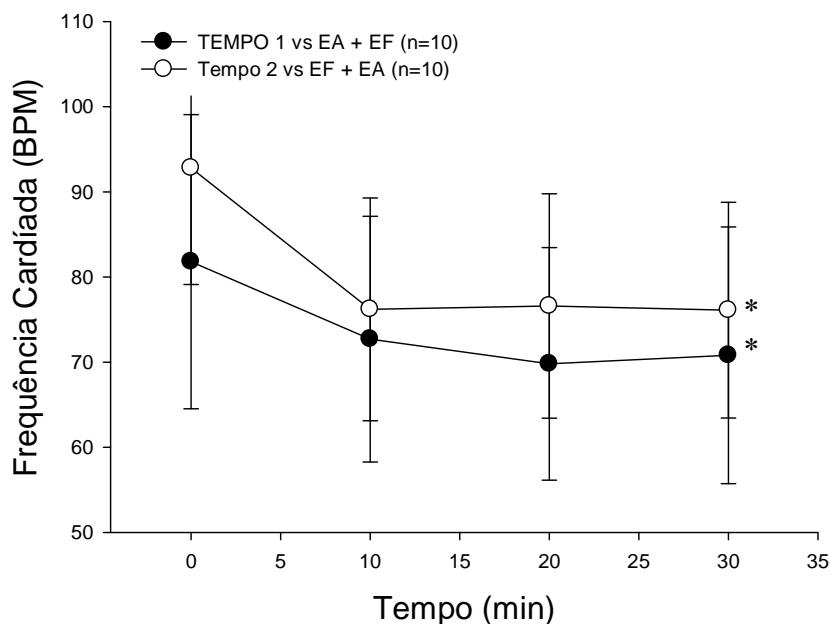


Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com minuto 0 pós-exercício

### 7.9 FC pós- treino

Foi observado efeito principal do tempo na FC ao final da sessão ( $F = 39,642$ ;  $p < 0,001$ ), entretanto não foi observado efeito principal da ordem dos exercícios ( $F = 3,818$ ;  $p = 0,082$ ). Além disso, não foi observada interação entre os fatores tempo e ordem dos exercícios ( $F = 2,619$ ;  $p = 0,071$ ; Figura 12).

Figura 12 . Freqüência cardíaca (FC) medida durante 30 minutos após as sessões de treinamento com ordem diferente dos exercícios.



Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com minuto 0 pós-exercício

#### 7.10 Comparação da PAS, PAD e FC no momento pós-treino em comparação ao momento pré-treino

O momento da análise, independente do grupo, influenciou a PAS ( $F = 5,647$ ;  $p = 0,041$ ) e a PAD ( $F = 7,259$ ;  $p = 0,025$ ), sendo os valores pós-exercício menores do que os valores pré-exercício (Tabela 4). Entretanto, a análise da FC não revelou efeito principal de tempo, o que significa que a FC não apresentou diferença significativa entre os momentos pré- e pós-exercício ( $F = 0,0827$ ;  $p = 0,780$ ). A ordem dos exercícios, independente do momento de análise, não influenciou o efeito do treinamento combinado na PAS ( $F = 0,457$ ;  $p = 0,516$ ), PAD ( $F = 0,0508$ ;  $p = 0,827$ ) e FC ( $F = 4,330$ ;  $p = 0,067$ ). Por fim, não foram observadas interações entre os dois fatores na análise da PAS ( $F = 1,340$ ;  $p = 0,277$ ), PAD ( $F = 0,0104$ ;  $p = 0,921$ ) e FC ( $F = 2,969$ ;  $p = 0,119$ ).

**Tabela 4** É Média  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros PAS, PAD e FC pré e pós-sessões de treino \*  $p < 0,05$  em comparação com pré-exercício

Parâmetro	PRÉ	PÓS
	10 min pré-exercício	30 min pós exercício
<b>PAS</b> (mmHg)		
EA+EF	110 $\pm$ 10	106 $\pm$ 11*
EF+EA	114 $\pm$ 15	106 $\pm$ 14*
<b>PAD</b> (mmHg)		
EA+EF	59 $\pm$ 5	56 $\pm$ 6*
EF+EA	59 $\pm$ 3	56 $\pm$ 4*
<b>FC</b> (BPM)		
EA+EF	70 $\pm$ 12	70 $\pm$ 15
EF+EA	78 $\pm$ 11	76 $\pm$ 12

Os dados estão expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Legenda: EA = exercício aeróbico; EF = exercício de força. \*  $p < 0,05$  em comparação com o momento pré-exercício.



## DISCUSSÃO

No presente estudo, foram avaliados os efeitos de diferentes ordens do treinamento combinado, em curto prazo, na glicemia capilar, pressão arterial sistólica e diastólica e frequência cardíaca de adultos e idosos diabéticos tipo 2, com sobrepeso. Confirmando a H0 e contrariando a nossa hipótese alternativa (H1), não foram observadas diferenças na magnitude da hipotensão pós-esforço entre as duas sessões de treinamento combinado com diferentes ordens dos exercícios.

O principal achado desta investigação foi a redução das médias de PAS e PAD juntamente com redução da glicemia no período após as duas sessões de treinamento combinado com diferentes ordens dos exercícios em relação aos valores de repouso, indicando que houve melhoria em curto prazo dos parâmetros cardiometabólicos.

Em relação à GC, a ordem dos exercícios não influenciou o efeito das sessões de treinamento combinado, embora, independente da ordem os valores pós-exercício tenham sido menores do que os valores pré-exercício. Achados semelhantes foram obtidos por Cambri *et al.* (2007) que encontraram reduções na GC no período pós-exercício em adultos e idosos sedentários, diabéticos tipo 2 submetidos a uma sessão de treinamento combinado (o EA foi realizado com 20 min de caminhada com 60 a 70% da FC máxima, 10 exercícios de força . 12 a 15 RM), sendo que os exercícios de força foram realizados tanto em baixas (40-60% 1-RM) quanto em elevadas intensidades (70-90% 1-RM). Silva *et al.* (2010) também encontraram resultados similares em idosas diabéticas tipo 2. Em adição, foram encontradas reduções na GC de pessoas com DM2 em resposta a uma única sessão de treinamento da capacidade aeróbica, corroborando aos achados de Bacchi *et al.*(2012). O mecanismo que explica a redução glicêmica induzida pelo exercício é decorrente da translocação do GLUT4 (proteína transportadora de glicose), estimulada pela contração muscular, em direção à membrana celular (sarcolema), o que permite a entrada de glicose para o meio intracelular sem a necessidade da ação da insulina (ROSE e RICHTER, 2005).

A PSE e a OMNI não apresentaram diferenças significativas entre as duas sessões de treinamento (EA+EF ou EF+EA). Portanto, a ordem dos exercícios não influenciou esses parâmetros psicobiológicos, o que sugere que os indivíduos realizaram as duas sessões em semelhantes condições de percepção subjetiva de esforço.

Aos 10 minutos antes das duas sessões dos treinos, não houve diferenças nos valores de PAS e PAD. Por outro lado, de forma inesperada, foram observados maiores valores de FC na situação EF+EA em relação à situação EA+EF, embora a diferença entre situações tenha sido de apenas 8 bpm. Esses dados foram coletados para garantir que os voluntários chegaram à academia em condições semelhantes nas duas situações experimentais.

Ao final das duas sessões de TC, foi observado efeito do tempo nos três parâmetros cardiovasculares analisados: PAS, PAD e FC. Isso significa que, conforme esperado, os valores de pressão arterial e FC reduziram após o término das sessões de treinamento. Resultados similares foram observados por Lovato *et al.* (2012) que encontraram redução nos valores de PAS, PAD e FC nas duas sessões de treinamento combinado (EA+EF ou EF+EA), em diferentes ordens, em homens normotensos. Neste estudo, o EA foi realizado em um cicloergômetro a 60% do Vo<sub>2</sub> pico durante 50 min, enquanto o EF consistiu de oito exercícios, com três séries de 10-15 repetições a 60% de 1RM cada exercício.

É interessante observar que os valores de pressão arterial 30 min após o término da sessão não só foram menores que aqueles registrados ao final do último exercício, mas também menores que os valores de repouso, o que indica a ocorrência de hipotensão pós-esforço. Teixeira *et al.* (2011) também observaram hipotensão pós-esforço, em indivíduos saudáveis, após uma única sessão de treinamento combinado (30 min no cicloergômetro a 75% do pico VO<sub>2</sub>, seguidos por 6 exercícios, 3 séries de 20 repetições a 50% de 1 RM), na qual o EA foi executado primeiro. Similarmente, Santiago *et al.* (2013) investigaram, em sujeitos normotensos, as respostas da PAS e PAD após duas sessões de treinamento combinado (EA realizado em esteira a 80% da FC de reserva, enquanto o EF foi realizado a uma intensidade de 75% de 1 RM), e encontraram hipotensão pós-esforço para PAS e

PAD em ambas sessões. Por fim, Tibana *et al.* (2014), semelhantemente ao presente estudo, observaram reduções nos valores pós-esforço de PAS e PAD em mulheres com síndrome metabólica em resposta a uma sessão de treinamento combinado (30 min de EA a 65-70% da FC de reserva e 30 min de EF com três series de 8-12 repetições, com 80% de 10RM e 90 s de intervalo de recuperação entre as séries e os exercícios).

Não foi observado efeito da ordem dos exercícios nas reduções da PAS, PAD e FC observadas com o término do exercício. Os nossos dados divergem dos dados de Santiago *et al.* (2013) que observaram que a realização do EA antes do EF resultou em maior hipotensão pós-esforço para adultos jovens normotensos do que o mesmo treinamento combinado realizado com a ordem contrária dos exercícios. Entretanto, os nossos dados corroboram os dados de Lovato *et al.* (2012) que observaram não haver diferenças na magnitude da hipotensão pós-esforço em sujeitos normotensos submetidos a treinamentos combinados realizados em diferentes ordens. Por fim, foi observada uma interação significativa entre os fatores tempo e ordem sendo a PAS menor no grupo EA+EF do que no grupo EF+EA aos 10 minutos após a sessão em relação ao minuto 0 pós-treino. Executar o EA previamente parece elevar os valores da PAS ao final da sessão, desencadeando um decréscimo mais acentuado nesse parâmetro nos primeiros 10 minutos após o treino. Contudo, após os 30 minutos não foi observada diferença nos valores da PAS. Diferente do presente estudo, foi encontrado por Lovato *et al.* (2012) redução na PAS na treino iniciada pelo exercício aeróbio ao final da sessão, entretanto, não foram encontradas diferenças nos valores de PAD e FC.

O momento da análise (antes e após a sessão de treinamento), independente da ordem dos exercícios, influenciou a PAS e PAD, sendo os valores pós-exercício menores do que os valores pré-exercício. Entretanto, a FC não apresentou diferença significativa entre os dois momentos. De maneira semelhante, Teixeira *et al.* (2011) observou diminuição nos valores de PAS e PAD após uma sessão de treinamento combinado. Em contrapartida, este mesmo estudo observou aumento da FC nos valores pós-exercícios em relação aos valores pré. A ordem dos exercícios, independente do momento de análise, não influenciou o efeito do treinamento combinado na PAS, PAD e FC corroborando o estudo de Lovato *et al.* (2012) e

divergindo com estudo de Santiago *et al.* (2013), cujos protocolos de treinos foram descritos anteriormente.

Na literatura há escassez de estudos realizados com diabéticos tipo 2, pois a maioria dos autores optou por conduzir os experimentos com indivíduos saudáveis, no intuito de entender a fisiologia e os efeitos do exercício sem influências patológicas. Entretanto, existe atualmente certa preocupação, por parte dos profissionais de educação física, no que se refere à prescrição de treinamento para pessoas com diabetes tipo 2 e os nossos dados contribuirão para o melhor entendimento relacionado à prescrição em tal população.

EA e EF promovem benefícios distintos; enquanto o primeiro é eficaz em melhorar a aptidão cardiorrespiratória e aumentar o gasto energético, o segundo pode servir como um forte estímulo para o aumento da massa musculoesquelética e da força, resistência e potência muscular (TIBANA *et al.*, 2014). Além disso, os estudos que analisaram a pressão arterial após uma sessão de treinamento combinado são escassos e, geralmente, realizados em indivíduos saudáveis (SANTIAGO *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2011; TIBANA *et al.*, 2014. SIMÕES, 2006). O presente estudo parece ser o primeiro que analisou diferentes ordens de treinamento combinado sobre as respostas pressóricas em adultos e idosos diabéticos tipo 2. Vale notar que boa parte dos estudos citados no presente estudo foram realizados com jovens normotensos, o que limita as possibilidades de comparação dos nossos dados.

Em relação aos mecanismos envolvendo a hipotensão pós-esforço no EA e EF, pode-se observar uma redução da resistência vascular periférica, que compensa o aumento do débito cardíaco e da FC ocorrida durante o exercício (SANTIAGO *et al.*, 2013). O débito cardíaco, no EF sofre limitações devido à maior resistência periférica, uma vez os músculos ativos provocam oclusão nos capilares teciduais, prejudicando o fluxo sanguíneo, entretanto esse exercício também é capaz de proporcionar HPE (POLITO E FARINATTI, 2003). Em ambos os exercícios, outro possível mecanismo fisiológico envolvido na hipotensão pós-esforço parece ser a diminuição da atividade nervosa simpática e aumento da atividade parassimpática,

afim de que os valores de repouso sejam restabelecidos (CASONATTO e POLITO, 2009; POLITO e FARINATTI, 2006).

Os mecanismos responsáveis pelo efeito do exercício na FC estão relacionados à quantidade de trabalho que o miocárdio realiza para suprir as demandas metabólicas ao início do exercício físico, resultante da ativação no sistema nervoso simpático e inibição da atividade parassimpática (POLITO e FARINATTI, 2003; CASONATTO e POLITO, 2009). O EA parece ter uma maior influência sobre os valores de FC quando comparado ao EF, pois ocorre maior elevação do volume sistólico. Sendo assim, as respostas cardiovasculares são proporcionais ao tipo de exercício e à massa muscular envolvida (POLITO e FARINATTI, 2003). Sabe-se ainda que, durante a elevação da pressão arterial em indivíduos em repouso, nervos aferentes que compõem o sistema barorreflexo são estimulados, desencadeando bradicardia reflexa e vasodilatação periférica na tentativa de estabelecer novamente os parâmetros aos valores normais de referência (CASONATTO e POLITO, 2009). No pós-exercício ocorrem respostas opostas uma vez que, durante a diminuição da pressão arterial, a estimulação do sistema barorreflexo diminui, provocando taquicardia reflexa (KRIEGER *et al.*, 1998).

Para Teixeira *et al.* (2011), quando há a combinação de EA e EF na mesma sessão de treinamento, pode ocorrer decréscimo do volume sistólico de forma mais acentuada se comparado à realização de exercícios isolados, resultando em diminuição do retorno venoso e levando a um aumento da resistência vascular periférica. Outro possível mecanismo que pode estar relacionado com a diminuição nos valores de PAS no treinamento combinado seria o aumento da inibição simpática pós-exercício (CASONATTO e POLITO, 2009; POLITO e FARINATTI, 2006). Forjaz *et al.* (2004) verificaram redução no débito cardíaco durante a hipotensão pós-esforço, em experimento envolvendo idosos hipertensos. Neste estudo, foi descrita uma associação entre hipotensão pós-esforço e redução no débito cardíaco, devido à redução no volume de ejeção e, posteriormente, à diminuição na frequência cardíaca. Quando avaliadas isoladamente, a PAS e a PAD apresentam efeitos diferenciados durante o exercício, contudo os dois parâmetros apresentaram decréscimo nas observações pós-esforço (POLITO, E FARINATTI, 2006).

As limitações deste estudo incluem a falta de análise acerca da hidratação dos voluntários e o não preenchimento de um recordatório alimentar. Além disso, a amostra continha 25% de indivíduos diabéticos que não eram hipertensos e que, conseqüentemente, não eram medicados. Esta limitação foi, de certa forma controlada, pelo desenho experimental que permitiu que o mesmo indivíduo fosse submetido às duas situações experimentais, sendo controle dele mesmo. Além disso, estudos futuros são encorajados a utilizar maior tempo de monitoramento dos parâmetros avaliados no período *pós-exercício*, a utilizar amostras maiores e randomizadas, e a também observar os efeitos crônicos das diferentes ordens do treinamento combinado.

## CONCLUSÃO

Os nossos resultados indicam que as duas ordens do treinamento combinado (EF+EA ou EA+EF) foram eficientes em reduzir a GC, PAS e PAD de pessoas diabéticas após uma única sessão com duração aproximada de 40 minutos. Entretanto, a ordem dos exercícios durante a execução do treinamento combinado não influenciou a magnitude da hipotensão pós-esforço e nem da redução da GC. Estes resultados apresentam grandes aplicações práticas e evidenciam a importância do treinamento físico combinado para diabéticos tipo 2 com o objetivo de manutenção da saúde e também para evitar a progressão das complicações da doença.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Traduzido por Giuseppe Taranto . Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION *et al.* Diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes care**, v. 33, n. Supplement 1, p. S62-S69, 2010.

ATS COMMITTEE ON PROFICIENCY STANDARDS FOR CLINICAL PULMONARY FUNCTION LABORATORIES *et al.* ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111, 2002.

BACCHI, E. *et al.* Differences in the acute effects of aerobic and resistance exercise in subjects with type 2 diabetes: Results from the RAED2 randomized Trial. **PLoS ONE**, v. 7, n. 12, p. 1 - 8, 2012.

BALDUCCI, S.; ZANUSO S.; CARDELLI P.; SALVI L. ; BAZURO A.; PUGLIES E. L.; MACCORA C.; IACOBINI C.; CONTI F. G.; NICOLUCCI A.; PUGLIES E. G. **Italian diabetes exercise study (ides) investigators**. Effect of high versus low intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the italian diabetes and exercise study (ides). *plosone*. 2012.

BARRETO, S.M., *et al.* Análise da Estratégia Global para Alimentação, Atividade Física e Saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, 2005.

BARROS, M.B.A.; FRANCISCO, P.M.S.B.; ZANCHETTA, L.M.; CÉSAR, C.L.G. Tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD: 2003- 2008. **Ciência&SaúdeColetiva**, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não-transmissíveis**: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância à Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Resolução Nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012 (BR). Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**. 13 jun. 2013.

BROWN, S. P.; CLEMONS, J. M.; HE Q.; LIU SU. Effects of resistance exercise and cycling on recovery blood pressure. **Journal of Sports Sciences**, v.12, p.463-468, 1994.

BRUM, P. C. *et al.* Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev Paul Educ Fís**, v. 18, n. 1, p. 21-31, 2004.

CAMBRI L.T. *et al.* Efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos tipo 2. **Motriz**, Rio Claro, v.13 n.4:238-248. Out./Dez. 2007.



CASONATTO, J.; POLITO, M. D. Post-exercise hypotension: a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 151-157, 2009.

COLBERG, Sheri R. *et al.* Exercise and type 2 diabetes the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. **Diabetes care**, v. 33, n. 12, p. 2692-2696, 2010.

CUNHA, Felipe A. *et al.* Hipotensão pós-exercício induzida por treinamento aeróbio, de força e concorrente: aspectos metodológicos e mecanismos fisiológicos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 12, n. 4, 2013.

DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES: 2013-2014/**Sociedade Brasileira de Diabetes**; [organização José Egidio Paulo de Oliveira, Sérgio Vencio]. . São Paulo: AC Farmacêutica, 2014.

\_\_\_\_\_. (2015-2016)/ **Sociedade Brasileira de Diabetes** Adolfo Milech...[et. al.]; organização José Egidio Paulo de Oliveira, Sérgio Vencio - São Paulo: A.C. Farmacêutica, 2016.

DOURADO, Victor Zuniça. Equações de referência para o teste de caminhada de seis minutos em indivíduos saudáveis. **Arq Bras Cardiol**, v. 96, p. e128-38, 2011.

FORJAZ, C. L. M.; SANTAELLA, D. F.; REZENDE, L. O.; BARRETTO, A. C. P.; NEGRÃO, C. E. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício, **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. São Paulo, v.70, n.2, p.99-104, 1998.

\_\_\_\_\_.; TINUCCI, T. A medida da pressão arterial no exercício. **Revista Brasileira de Hipertensão**, Ribeirão Preto, v.7, n.1, p.79-87, 2000.

\_\_\_\_\_. *et al.* Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 44, n. 1, p. 54, 2004.

GUYTON, A. C. Insulina, glucagon e diabetes mellitus. In: **Tratado de Fisiologia Médica**, 9. ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p.831-841, 1997.

HILL, Leonard. Arterial pressure in man while sleeping, resting, working and bathing. **J Physiol Lond**, v. 22, p. 16-29, 1897.

IZDEBSKA, E.; CYBULSKA, I.; MAKOWIECKA-CIESLA, M.; TRZEBSKI, A. Effects of moderate physical training on blood pressure variability and hemodynamic pattern in mildly hypertensive subjects, **Journal of Physiology and Pharmacology**, v.55, n.4, p.713-724, 2004.

KRIEGER, A. M.; BRUM, PATRICIA-CHAKUR; NEGRAO, CARLOS-EDUARDO. Role of arterial baroreceptor function on cardiovascular adjustments to acute and chronic dynamic exercise. **Biological research**, v. 31, p. 273-280, 1998.

LAMBERS, Sabine *et al.* Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. **Clinical Rehabilitation**, v. 22, n. 6, p. 483-492, 2008.

LIZARDO, J. H. F.; SIMÕES, H. G. Efeitos de diferentes sessões de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.9, p.249-255, 2005.

LOVATO, N. S.; Anunciação, P. G.; Polito, M. D. Pressão arterial e variabilidade de frequência cardíaca após o exercício aeróbio e com pesos realizados na mesma sessão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 1, p. 22-25, 2012.

MACDONALD, J. R.; MacDOUGALL, J. D.; HOGBEN, C. D. The effects of exercise duration on post exercise hypotension. **Journal of Human Hypertension**, v.14, p.125-129, 2000.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; INTERISANO S. A. Hypotension following mild bouts of resistance exercise and submaximal dynamic exercise. **European Journal Applied Physiology**, v.79, p.148-154, 1999.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício**, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003.

NEGRÃO, Carlos Eduardo; RONDON, M. U. P. B. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. **Rev Bras Hipertens**, v. 8, n. 1, p. 89-95, 2001.

O'CONNOR, Robert *et al.* **Weight training today**. Thomson Learning, 1989.

PATROCINADORAS, SociedadeS. **V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. 2007**. Tese de Doutorado. Clínica Médica.

POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 1, p. 79-91, 2003.

\_\_\_\_\_; SIMÃO, R.; SENNA, G. W.; FARINATTI, P. T. V. Efeito hipotensivo do exercício de força realizado em intensidades diferentes e mesmo volume de trabalho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.2, p.69-73, 2003.

\_\_\_\_\_; FARINATTI, P. de T. V.. Comportamento da pressão arterial após exercícios contra-resistência: uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 6, p. 386-92, 2006.

\_\_\_\_\_ *et al.* Influência de uma sessão de exercício aeróbio e resistido sobre a hipotensão pós-esforço em hipertensos. **Revista da SOCERJ**, v. 22, n. 5, p. 330-334, 2009.

ROSE, Adam J.; RICHTER, Erik A. Skeletal muscle glucose uptake during exercise: how is it regulated?. **Physiology**, v. 20, n. 4, p. 260-270, 2005.

SANTIAGO, D. A.; MORAES, J. F. V. N.; MAZZOCCANTE, R. P.; BOULLOSA D. A.; SIMOES, H. G.; CAMPBELL C. S. G. Corrida em esteira e exercícios de força: efeitos agudos da ordem de realização sobre a hipotensão pós-exercício. **Rev Brás educ fis esporte**, 2013.

SILVA, A. G. da R. et al. Treinamentos de RML e hipertrofia apresentam o mesmo grau de segurança em relação ao comportamento glicêmico em mulheres idosas diabéticas do tipo II. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 9, n.4, 2010, p. 231-238, 2010.

SIMÕES, G. C. **Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido sobre as respostas hemodinâmicas em indivíduos diabéticos tipo 2 e não diabéticos**. Dissertação de Mestrado - UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA, 2006.

TEIXEIRA, L.; RITTI-DIAS, R. M.; TINUCCI, T.; MION, JUNIOR D.; FORJAZ, C. L. M. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **Eur J Appl Physiol**, 2011.

TIBANA, Ramires Alsamir *et al.* Relação da circunferência do pescoço com a força muscular relativa e os fatores de risco cardiovascular em mulheres sedentárias. **Einstein**, v. 10, n. 3, p. 329-34, 2012.

\_\_\_\_\_ *et al.* Effects of resistance exercise versus combined training on post-exercise hypotension in women with metabolic syndrome. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 16, n. 5, p. 522-532, 2014.

WILCOX, R. G.; BENNET, T.; BROWN, A. M.; MacDONALD, I. A. Is exercise good for high blood pressure? **British Medical Journal**, v.285, p.767-9, 1982.

WOOD, Robert H. *et al.* Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 10, p. 1751-1758, 2001.

YAVARI, A. *et al.* Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. **Biology of Sport**, v. 29, n. 2, p. 135, 2012.

\_\_\_\_\_ *et al.* Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. **Biology of Sport**, v. 29, n. 2, p. 135, 2012.

## ANEXO

### LABORATÓRIO DO MOVIMENTO - UFMG



### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

#### ***Informações sobre o Projeto***

O principal objetivo no tratamento do Diabetes tipo 2 é manter os índices ideais de glicose sanguínea, lipídeos e pressão arterial, a fim de prevenir ou retardar as complicações crônicas. Entretanto, apesar do exercício físico ser o elemento chave para a prevenção e administração do Diabetes tipo 2, muitos indivíduos que apresentam esta doença crônica não praticam uma atividade física regular e orientada. Dessa forma, o **Projeto de Pesquisa intitulado Exercício Físico para pessoas com DM tipo II** tem como objetivo incentivar a adoção de hábitos saudáveis, por meio da prática regular de exercício, facilitando assim a integração do grupo à sociedade e proporcionando melhor aderência ao tratamento. A equipe de Profissionais de Educação Física deste programa realizará a avaliação física, a prescrição de exercícios físicos e a coleta de dados antes, durante e após as sessões de treinamento. O projeto respeitará todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (1997) envolvendo pesquisas com seres humanos. As informações individuais serão reservadas entre a equipe médica e os profissionais responsáveis pelo programa de exercícios físicos, sendo que os participantes estarão livres para se recusarem a participar ou retirar seu consentimento em qualquer momento, sem penalização ou prejuízo algum ao seu cuidado.

Os participantes desse projeto dispõem de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir antes e durante o curso da pesquisa com o prof. João Gabriel Rodrigues (31) 9.8391.1654.

Acredito ter sido suficientemente informado(a) a respeito das informações que li descrevendo o estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do Projeto, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos. Ficou claro também que a minha participação é isenta de despesas.