



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Paulo Ricardo de Oliveira Medeiros

**EFEITO DO TREINAMENTO COMBINADO NÃO PERIODIZADO E COM  
PERIODIZAÇÃO LINEAR SOBRE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS EM ADULTOS  
COM OBESIDADE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Florianópolis

2021

Paulo Ricardo de Oliveira Medeiros

**EFEITO DO TREINAMENTO COMBINADO NÃO PERIODIZADO E COM  
PERIODIZAÇÃO LINEAR SOBRE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS EM ADULTOS  
COM OBESIDADE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação  
em Educação Física da Universidade Federal de Santa  
Catarina como requisito parcial para a obtenção do título  
de Mestre em Educação Física.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Mendes Gerage

Coorientador: Prof. Dr. Giovani Firpo Del Duca

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Medeiros, Paulo Ricardo de Oliveira

EFEITO DO TREINAMENTO COMBINADO NÃO PERIODIZADO E COM PERIODIZAÇÃO LINEAR SOBRE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS EM ADULTOS COM OBESIDADE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO / Paulo Ricardo de Oliveira Medeiros; orientador, Aline Mendes Gerage, coorientador, Giovani Firpo Del Duca, 2021.73 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Florianópolis.

Inclui referências.

1. Exercício Físico. 2. Sistema cardiovascular. 3. Periodização. 4. Obesidade. I. Gerage, Aline Mendes. II. Del Duca, Giovani Firpo. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em. IV. Título.

Paulo Ricardo de Oliveira Medeiros

**EFEITO DO TREINAMENTO COMBINADO NÃO PERIODIZADO E COM PERIODIZAÇÃO LINEAR SOBRE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS EM ADULTOS COM OBESIDADE: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karla Fabiana Goessler – Membro titular externo por videoconferência  
Universidade de São Paulo (USP)

Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti – Membro titular interno por videoconferência  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Educação Física.

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kelly Samara da Silva  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Mendes Gerage  
Orientadora

---

Prof. Dr. Giovani Firpo Del Duca  
Coorientador

Florianópolis, 2021

Dedico essa dissertação, realizada com muito amor e carinho, aos meus pais, Lourdes de Oliveira Medeiros e Paulo Cezar Medeiros, e à minha querida irmã Pollyana de Oliveira Medeiros.

Dedico também à minha orientadora Profa. Dra. Aline Mendes Gerage, pela confiança, paciência, incentivo, amizade e excelente orientação.

Sem o apoio de ambos, este trabalho não teria sido realizado. A eles, meu muito, muito obrigado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e abençoado, minha fé e meu amor por você me deram todo o suporte para construir minha jornada.

Gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (USFC), por me proporcionar a realização de um sonho e formação acadêmica de excelência, pelo apoio financeiro dado à participação em eventos. Agradeço também ao corpo docente com quem tive a oportunidade e o prazer de conviver e aprender ao longo desses dois anos e meio de curso.

Aos docentes e discentes do Grupo de Estudo e Pesquisa em Exercício Físico e Doenças Crônicas Não Transmissíveis (GEPEFID), ao Núcleo de Pesquisa em Atividade Física e Saúde (NuPAF) e também ao nosso Grupo de Estudos com ênfase no exercício e efeitos no sistema cardiovascular, que tive a oportunidade de participar desde a sua gênese, obrigado por todos os ensinamentos, oportunidades e momentos compartilhados.

A todos os docentes, colaboradores e participantes do projeto MovMais, sem os quais esse trabalho não teria sido desenvolvido. Obrigado pela dedicação de todos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Aline Mendes Gerage, primeiramente por me proporcionar a oportunidade de ser orientado por uma mulher incrível, dedicada, inteligente, gentil e abençoada. Também agradeço por todos os ensinamentos e introdução a uma temática na qual não tinha uma proximidade e você, com muita maestria, me direcionou e me auxiliou na busca de tentar me encontrar. Foram vários momentos de muito aprendizado ao seu lado. Você me inspira e será eternizada por todos os ensinamentos que foram repassados a mim e a todos os seus alunos. Obrigado por todo o profissionalismo, carinho e sinceridade. Sou eternamente grato por ter te conhecido.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Giovani Firpo Del Duca, pela competência e dedicação, e por me proporcionar a oportunidade de desenvolver esse trabalho. Sou eternamente grato por todos os ensinamentos e pela sua disponibilidade durante esses dois anos e meio.

À Profa. Dra. Karla Fabiana Goessler, primeiramente por ter aceitado o convite para compor a banca avaliadora deste trabalho, pela leitura carinhosa do projeto e todas as contribuições valiosas no exame de qualificação. Obrigado por fazer parte dessa fase tão importante da minha vida. É uma honra tê-la como membro da minha banca, por toda sua trajetória, na qual tenho uma imensa admiração e que me inspira.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti, pela parceria e por toda a contribuição em todo o projeto. Tenho um carinho e uma admiração especial por você. Obrigado por conduzir sua profissão com muito amor e respeito e isso me inspirou a cada dia ser um bom profissional. Foi uma honra trabalhar com você nos projetos de extensão e nos grupos de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Leandro Campos de Brito que, mesmo sendo membro suplente da banca, realizou uma leitura atenta do projeto e fez importantes contribuições que elevaram a qualidade do trabalho. Gostaria também de agradecer ao Prof. Dr. Tiago Peçanha de Oliveira que, junto ao Leandro, colaboraram na elaboração da rotina de análise de dados. Vocês foram fundamentais para que minhas análises fossem realizadas, então sou eternamente grato por todos os ensinamentos, disponibilidade e paciência em todo o processo.

Gostaria de agradecer também aos meus irmãos de mestrado, Guilherme Barcelos e Juliana Coneglian, por todas as colaborações, aprendizado científico e também pela amizade de vocês. Sou grato por Deus ter colocado vocês na minha vida.

À minha turma de mestrado gostaria de agradecer a oportunidade de compartilhar todos esses momentos com vocês, em especial, Ana Belther, Ana Carolina, Andressa Ferreira, Bruno Silva, Larissa Leonel, Emanuele Quadros, Karyne Garcia e Willen Tozetto. Obrigado pela parceria, que fez com que essa experiência fosse mais leve.

Aos meus familiares que estão comigo desde o princípio, minha mãe Lourdes, meu pai Paulo Cezar, minha irmã Pollyana, aos meus avós Floretilde, Amélia e Sinézio, vocês são meu porto seguro e obrigado por todo apoio e suporte em toda minha trajetória escolar e acadêmica, eu amo muito vocês, toda a educação, valores e ensinamentos que me proporcionaram me mantêm focado nos meus objetivos, eu devo tudo a vocês por todo amor e carinho.

A vida também nos permite escolher uma segunda família, e que também chamamos de amigos. Em especial gostaria de agradecer ao Leandro Santiago, que durante todo o meu processo de mestrado me ajudou a enfrentar meus medos e barreiras que quase me fizeram desistir e que me dá forças para continuar até hoje, eu agradeço a Deus por ter colocado você na minha vida. A Paola, Laísia, Rafaela, Mirela, Anne, Marcos, Amanda, Aline e Mariana, muito obrigado vocês me proporcionam muita felicidade na minha vida, amo todos vocês.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (José de Alencar)

## RESUMO

O treinamento físico tem sido recomendado como ferramenta essencial no tratamento da obesidade devido aos seus benefícios na saúde em geral. Porém, ainda não se tem clareza quanto aos efeitos da periodização do treinamento nos desfechos cardiovasculares em indivíduos com obesidade. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito do treinamento combinado, que envolve a realização de exercícios aeróbio e de força, não periodizado e com periodização linear sobre variáveis hemodinâmicas em adultos com obesidade. Foi realizado um ensaio clínico randomizado e controlado, com a participação de adultos com obesidade ( $IMC \geq 30\text{kg/m}^2$  e  $\leq 40\text{kg/m}^2$ ), alocados aleatoriamente em três grupos: a) controle; b) treinamento combinado periodizado; c) treinamento combinado não periodizado. Os grupos de treinamento foram submetidos a um programa de treinamento combinado (aeróbio e resistido), durante 16 semanas, três sessões semanais com duração de 60 minutos a sessão. O grupo periodizado realizou o treinamento combinado iniciando em uma intensidade leve, progredindo para a moderada e finalizando na intensidade vigorosa. Cada mesociclo teve duração de cinco semanas, ao passo que o grupo não periodizado manteve o treinamento na intensidade moderada ao longo de toda a intervenção. Ambos os grupos realizaram uma semana de familiarização. O treinamento aeróbio foi realizado em uma pista de atletismo e o treinamento resistido em uma sala de musculação e ambos tinham duração de 30 minutos. O grupo controle foi orientado a manter suas atividades cotidianas. Foram realizadas avaliações antropométricas, de hábitos alimentares (recordatório alimentar), nível de atividade física habitual (acelerometria - Actigraph, GT3X+), além da avaliação de parâmetros hemodinâmicos, a citar: pressão arterial sistólica e diastólica, débito cardíaco, resistência vascular periférica, volume sistólico, intervalo de pulso, tempo de ejeção ventricular esquerda, variabilidade da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade barorreflexa (fotopletiografia não invasiva de monitoramento - Finometer - FMS – Finapres Medical System, Holanda). Os dados foram analisados a partir de Equações de Estimativas Generalizadas, adotando-se um nível de significância de 5%. Dos 69 participantes randomizados, 23 finalizaram a intervenção. Interação grupo vs. tempo foi identificada para a frequência cardíaca de repouso e o componente de alta frequência (HF) da variabilidade da frequência cardíaca, com redução para o grupo não periodizado ( $p = 0,016$ ) e controle ( $p = 0,04$ ), respectivamente. Para as demais variáveis hemodinâmicas analisadas, nenhum efeito intra ou inter-grupos foi observado ( $p > 0,05$ ). Conclui-se que 16 semanas de treinamento combinado, independente da periodização, são suficientes para manutenção do componente de modulação parassimpática sobre o coração e que o treinamento não periodizado foi capaz de promover redução da frequência cardíaca de repouso em adultos com obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade. Exercício físico. Sistema nervoso autônomo. Sensibilidade barorreflexa. Pressão arterial.

## ABSTRACT

Physical training has been recommended as an essential tool in the treatment of obesity due to its health benefits in general. However, the effects of training periodization on cardiovascular outcomes in this population are still unclear. Thus, the objective of this study was to investigate the effect of combined training, which involves performing aerobic and strength exercises, not periodized and with linear periodization on hemodynamic variables in adults with obesity. A randomized and controlled clinical trial was carried out, with the participation of adults with obesity ( $BMI \geq 30 \text{ kg / m}^2$  and  $\leq 40 \text{ kg / m}^2$ ), randomly allocated into three groups: a) control; b) periodized combined training; c) combined training not periodized. The training groups were submitted to a combined training program (aerobic and resistance) for 16 weeks, three weekly sessions lasting 60 minutes per session. The periodized group performed the combined training starting at a light intensity, progressing to moderate and ending at a vigorous intensity each mesocycle lasted five weeks, while the non-periodized group maintained the training at moderate intensity throughout the entire intervention. groups held a week of familiarization. Aerobic training was performed on athletics track and resistance training in a weight room and both lasted for 30 minutes. The control group was instructed to maintain their daily activities. Anthropometric assessments, eating habits (food recall), level of habitual physical activity (accelerometry - Actigraph, GT3X +), in addition to the assessment of hemodynamic parameters, such as: systolic and diastolic blood pressure, cardiac output, peripheral vascular resistance, stroke volume, pulse interval, left ventricular ejection time, blood pressure variability, heart rate variability and baroreflex sensitivity (monitoring non-invasive photoplethysmography - Finometer - FMS - Finapres Medical System, Netherlands). The data were analyzed using Generalized Estimating Equations, adopting a significance level of 5%. Of the 69 randomized participants, 23 completed the intervention. Group vs. interaction time was identified for resting heart rate and the high-frequency (HF) component of heart rate variability, with a reduction for the non-periodized ( $p = 0.016$ ) and control ( $p = 0.04$ ) groups, respectively. For the other hemodynamic variables analyzed, no intra- or inter-group effects were observed ( $p > 0.05$ ). It is concluded that 16 weeks of combined training, regardless of periodization, are sufficient to maintain the parasympathetic modulation component over the heart and that non-periodized training was able to promote a reduction in resting heart rate in adults with obesity.

**Keywords:** Obesity. Physical exercise. Autonomic nervous system. Baroreflex sensitivity. Blood pressure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental do estudo.....	34
Figura 2 - Características do treinamento periodizado e não periodizado que foi realizado na intervenção para adultos com obesidade.....	36
Figura 3 - Fluxograma do estudo.....	41
Figura 4 - Pressão arterial e frequência cardíaca dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos participantes do estudo.....	42
Tabela 2 - Variabilidade da pressão arterial dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo.....	46
Tabela 3 - Variabilidade da pressão arterial dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo.....	47
Tabela 4 - Sensibilidade barorreflexa dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% Frequência relativa

$\pm dp$  Desvio padrão.

BEI Índice de efetividade do barorreflexo

bpm Batimento por minuto.

d de Cohen Tamanho de efeito

FC Frequência cardíaca

GAIN Sensibilidade barorreflexa ganho total

GC Grupo controle

GN Grupo não periodizado

GP Grupo periodizado.

HF High frequency

ICRR Intervalor cardíaco

IMC Índice de massa corporal

LF Low frequency

LF/HF Índice de balanço simpático vagal

mmHg Milímetros de mercúrio

ms<sup>2</sup> Milissegundos ao quadrado

n Frequência absoluta

PAS Pressão arterial diastólica

PAS Pressão arterial sistólica

RMs Repetições máximas

RMSSD Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos

RR Normais adjacentes ao quadrado

SDRR Desvio padrão de todos os intervalos RR

tempo\*grupo Interação grupo v.s tempo

un Unidades normalizadas

$\bar{X}$  média

$\Delta$  delta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVOS .....	18
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
2.1	OBESIDADE.....	20
<b>2.1.1</b>	<b>Aspectos gerais .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Implicações da obesidade no sistema cardiovascular.....</b>	<b>21</b>
2.2	TREINAMENTO FÍSICO NO TRATAMENTO DA OBESIDADE.....	23
2.3	EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O SISTEMA CARDIOVASCULAR 26	
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>31</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	31
3.2	AMOSTRA .....	31
3.3	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	31
3.4	RECRUTAMENTO E TRIAGEM .....	31
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.6	RANDOMIZAÇÃO .....	33
3.7	INTERVENÇÃO .....	33
<b>3.7.1</b>	<b>Grupo periodização linear .....</b>	<b>34</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Grupo não periodizado .....</b>	<b>34</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Grupo controle .....</b>	<b>36</b>
3.8	AVALIAÇÕES .....	36
<b>3.8.1</b>	<b>Medidas antropométricas.....</b>	<b>37</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Hábitos alimentares.....</b>	<b>37</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Medida de atividade física habitual.....</b>	<b>37</b>

<b>3.8.4</b>	<b>Parâmetros hemodinâmicos.....</b>	<b>38</b>
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1	BASELINE.....	41
4.2	PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA, FREQUÊNCIA CARDÍACA, DÉBITO CARDÍACO E RESISTÊNCIA VASCULAR PERIFÉRICA.....	43
4.3	VARIABILIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL.....	43
4.4	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	43
4.5	SENSIBILIDADE BARORREFLEXA.....	44
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXO B - COMPROVANTE DE APROVAÇÃO NO REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS.....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica não transmissível, considerada, atualmente, um problema de saúde pública (DARAKI et al., 2015; COSTA; VICTORA, 2006). Caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo, com etiologia multifatorial, atinge 13% da população mundial (WHO, 2017) e, segundo o Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), a prevalência aumentou de 15% em 2010 para 20,3% em 2019 na população brasileira (BRASIL, 2019). Este cenário se mostra a cada ano mais preocupante, pois a obesidade está associada a diversos desfechos negativos de saúde que afetam diferentes órgãos e sistemas, dentre eles o sistema cardiovascular (MECHANICK; HURLEY; GARVEY, 2017; DARAKI et al., 2015). Além disso, em adultos, a obesidade está associada a um aumento nas taxas de mortalidade por todas as causas e é considerada um fator de risco para o desencadeamento de outras diversas doenças crônicas, principalmente devido à sua associação com as doenças cardiovasculares (LAVIE; MILANI; VENTURA, 2009; OREOPOULOS et al., 2008).

Em relação aos efeitos no sistema cardiovascular, a obesidade está relacionada a um aumento do volume sanguíneo e do débito cardíaco (KAHN et al., 2005), à desregulação metabólica com maior produção de adipocitocinas pro-inflamatórias (IKEOKA et al., 2010), à disfunção endotelial (HSUEH; CHRISTOPHER; QUIÑONES, 2004), com consequente aumento no risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares como hipertensão e aterosclerose (BERLINER; WATSON, 2005; HUKSHORN et al., 2004; MELO et al., 2018). Nesse cenário, sugere-se, por exemplo que um aumento de 10 kg no peso corporal promove um aumento de 3 e 2 mmHg na pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente, e, ao mesmo tempo, aumenta o risco de doença arterial coronariana em 12% (CSIGE et al., 2018).

Além disto, o aumento na produção de adipocitocinas, devido ao estado inflamatório crônico da obesidade, reflete em disfunção endotelial (IKEOKA et al., 2010; HSUEH; CHRISTOPHER; QUIÑONES, 2004), aumento do estresse oxidativo, acúmulo de placas de colesterol no interior dos vasos sanguíneos, que culminam no processo de aterosclerose (BERLINER et al., 2005; MELO et al., 2018), e reduções da variabilidade da frequência cardíaca e da sensibilidade barorreflexa (DIETRICH et al., 2008; GADEGBEKU et al., 2002). Todas essas alterações morfológicas e fisiológicas que ocorrem no sistema cardiovascular devido ao excesso do tecido adiposo, contribuem para que o indivíduo com obesidade apresente maior risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Em contrapartida, a prática regular de exercício físico vem sendo amplamente recomendada para a prevenção e o tratamento de diversas doenças crônicas, incluindo a obesidade (CARRIL et al., 2019; MARTINS-SANTOS et al., 2020). O treinamento aeróbio e resistido, quando realizados regularmente, resultam em inúmeros benefícios para a saúde. Em síntese, o treinamento aeróbio promove aumento do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), diminuição do peso e da gordura corporal, ao passo que o treinamento resistido proporciona ganhos significativos de força muscular e massa magra (ISMAIL et al., 2012; KELLEY; KELLEY; TRAN, 2005; HURLEY; HANSON; SHEAFF, 2011; WILLIAMS et al., 2007). Além disso, ambas as modalidades de treinamento são capazes de promover benefícios em marcadores cardiometabólicos (GARBER, 2019; ASHTON et al., 2020; MARTINS-SANTOS et al., 2020).

O treinamento combinado, que alia o treinamento aeróbio ao resistido, encontra-se amplamente recomendado enquanto ferramenta chave no tratamento da obesidade (ACSM, 2009; CARRIL et al., 2019). Esse tipo de treinamento, além de promover reduções no percentual de gordura e um aumento da massa muscular, proporciona também uma melhora no perfil lipídico em indivíduos com obesidade (MARZOLINI; OH E BROOKS, 2012; MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014). Em se tratando da pressão arterial, os treinamentos aeróbio e resistido realizados isoladamente podem proporcionar reduções na pressão sistólica e diastólica em indivíduos adultos normotensos, pré-hipertensos (CORNELISSEN; SMART, 2013) e em hipertensos não tratados (IZDEBSKA et al., 2004).

Embora ambas as modalidades de treinamento sejam capazes de promover benefícios em marcadores cardiometabólicos, quando realizadas de maneira isolada, na população em geral, ainda não se tem consenso quanto aos efeitos do treinamento combinado especialmente em variáveis como a variabilidade da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e a sensibilidade barorreflexa (CAMINITI et al., 2019; VILLAFAINA et al., 2017; BHATI et al., 2018). Quando se trata de indivíduos adultos com obesidade, que já apresentam maior probabilidade de ter prejuízos nestas variáveis, a literatura é ainda mais escassa. Ademais, destaca-se que o efeito da periodização do treinamento nestas variáveis precisa ser mais bem explorado.

Na variabilidade da frequência cardíaca, embora seja sugerido que, para a população saudável, não exista efeito benéfico do treinamento físico (BHATI et al., 2019), revisões sistemáticas apontam que o treinamento aeróbio e combinado são capazes de melhorar esse parâmetro em populações com hipertensão, insuficiência cardíaca, doença pulmonar obstrutiva

crônica e diabetes mellitus tipo 2 (BHATI et al., 2019; MOHAMMED et al., 2018; VILLAFAINA et al., 2017; BHATI et al., 2018), o que reflete em melhor controle autônomo sobre o coração e diminuição do risco cardiovascular nestas populações. Para a sensibilidade barorreflexa, o treinamento aeróbio de intensidade moderada em animais (FLORES et al., 2010; IRIGOYEN et al., 2005) e em seres humanos (HIEDA et al., 2018) também parece promover melhorias. No entanto, estudos que analisem o efeito do treinamento combinado nessas variáveis cardiovasculares ainda são escassos, principalmente envolvendo indivíduos com obesidade.

Vale destacar, ainda, que as revisões sistemáticas e os estudos originais supracitados analisam os efeitos de diferentes modalidades de treinamento físico em variáveis cardiovasculares, adotando diferentes modelos de periodização, sem explorar o impacto da manipulação deste elemento no treinamento. Embora uma manipulação correta das variáveis de treinamento pareça potencializar os benefícios do exercício, até o momento, não é possível saber o real impacto dessa manipulação e se isso maximiza ou não os efeitos do treinamento combinado nestas variáveis cardiovasculares, especialmente entre indivíduos com obesidade (SCHWINGSHACKL et al., 2013; MARZOLINE; OH E BROOKS, 2012; STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012).

Diante disto, espera-se que os efeitos do treinamento combinado periodizado sejam maiores em comparação ao treinamento não periodizado em variáveis hemodinâmicas em adultos com obesidade.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear sobre variáveis hemodinâmicas em adultos com obesidade.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear em relação à pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca.

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear em relação ao delta do débito cardíaco e da resistência vascular periférica.

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear em relação à variabilidade da pressão arterial.

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear em relação à variabilidade da frequência cardíaca.

Comparar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear em relação à sensibilidade barorreflexa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta sessão de revisão de literatura está organizada em três capítulos, iniciando, no primeiro capítulo, com uma abordagem geral sobre a obesidade e suas implicações no sistema cardiovascular. O segundo capítulo visa apresentar o papel do exercício físico no tratamento da obesidade, ao passo que o terceiro capítulo finalizará esta revisão abordando os efeitos do exercício físico no sistema cardiovascular, com ênfase na variabilidade da frequência cardíaca, variabilidade da pressão arterial e sensibilidade barorreflexa.

### 2.1 OBESIDADE

#### 2.1.1 Aspectos gerais

A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo e está associada a diversos efeitos deletérios à saúde em geral (MECHANICK; HURLEY; GARVEY, 2017). É considerada uma doença crônica não transmissível, de etiologia multifatorial, e também um fator de risco para o desenvolvimento de diversas outras doenças crônicas (DARAKI et al., 2015).

Revisão sistemática estimou que a prevalência global de sobrepeso e obesidade em adultos de 183 países, entre os anos de 1980 e 2013, aumentou aproximadamente 10% tanto em homens quanto em mulheres (NG, 2014). Dentre estes países, destaca-se os Estados Unidos, onde se observa uma pandemia de indivíduos com obesidade, afetando diretamente a expectativa de vida da população (NG, 2014). Em 2016, a obesidade já atingia 650 milhões de pessoas no mundo, representando 13% da população (WHO, 2017).

No Brasil, estima-se que a obesidade já atinge quase um quarto da população adulta, sem diferença entre homens e mulheres. Destaca-se que Florianópolis apresentou, em 2019, uma prevalência de obesidade (16,6%) relativamente menor do que as outras capitais brasileiras (BRASIL, 2019).

Este aumento na prevalência da obesidade, observado mundialmente ao longo das últimas décadas, pode ser explicado por mudanças sociais, comportamentais, demográficas e epidemiológicas (KOPELMAN, 2000). A globalização nos países em desenvolvimento, por exemplo, ocasionou mudanças no comportamento nutricional e no estilo de vida da sociedade, que resultaram em excesso de peso e acúmulo de gordura corporal, o que é preocupante por

essa condição ser considerada um dos principais fatores de risco para mortalidade (POPKIN, 2006).

Por se tratar de uma epidemia mundial e por conta da sua crescente prevalência, os gastos gerados no sistema de saúde em decorrência da obesidade são altos. Por exemplo, no ano de 2011, no Brasil, os valores gastos com o tratamento e implicações desta doença atingiram por volta de meio bilhão de reais (OLIVEIRA, 2013).

Diante do exposto acima, considera-se que a obesidade é um dos principais problemas atuais de saúde pública, em função do seu impacto causado nos indivíduos e na sociedade, crescente prevalência, relação com gastos gerados no sistema de saúde pública e consequências negativas à saúde de maneira geral, valendo destacar que se trata de uma doença que apresenta controle, prevenção e tratamento (COSTA; VICTORA, 2006).

Em relação aos aspectos biológicos da doença, destaca-se como uma das suas principais características o estado inflamatório sistêmico de baixo grau (ZAGO; JOKURA, 2013; ZAID et al., 2017). O excesso de tecido adiposo favorece a produção e o acúmulo de citocinas pró-inflamatórias que resultam em disfunção metabólica e associam-se a modificações funcionais e morfológicas que atingem diferentes órgãos e sistemas corporais, incluindo o sistema cardiovascular (FRANCISQUETI; NASCIMENTO; CORRÊA, 2015; HAJER et al., 2008). Tais implicações decorrentes da obesidade no sistema cardiovascular serão abordadas no tópico a seguir.

### **2.1.2 Implicações da obesidade no sistema cardiovascular**

A obesidade apresenta efeitos deletérios nas estruturas e funções cardiovasculares. A carga de trabalho cardíaco em indivíduos com obesidade é maior, devido principalmente ao aumento do volume sanguíneo com conseqüente aumento do débito cardíaco (ECKEL; GRUNDY; ZIMMETM, 2005; KAHN et al., 2005).

Dentre os mecanismos fisiopatológicos da obesidade associados à desregulação metabólica, que podem causar complicações na saúde em geral e no sistema cardiovascular, destaca-se o aumento na produção de adipocitocinas, que são proteínas sinalizadoras celulares, pró-inflamatórias, produzidas e secretadas pelos adipócitos (IKEOKA et al., 2010). Ao ocorrer um aumento na produção de adipocitocinas inflamatórias, como interleucina – 6 (IL-6) e fatores de necrose tumoral alfa (TNF-alfa), ocorre também redução na produção de adiponectinas,

substâncias anti-inflamatória, o que resulta em um estado inflamatório crônico no organismo, favorecendo, por exemplo, a disfunção endotelial (IKEOKA et al., 2010).

O endotélio, camada que reveste a parede interna dos vasos sanguíneos, é responsável pela regulação da homeostase vascular, por meio de mediadores bioativos que controlam o tônus vascular. Um desses mediadores mais importantes é o óxido nítrico, um potente vasodilatador (PIRES et al., 2015). A inflamação gerada pela obesidade resulta em alterações negativas na funcionalidade do endotélio, com efeitos vasoconstritores mais expressivos que efeitos vasodilatadores. Isto ocorre, sobretudo, em função da diminuição da biodisponibilidade do óxido nítrico, com perda em sua ação vasculo-protetora (HSUEH; CHRISTOPHER; QUIÑONES, 2004). Além disto, com a obesidade, ocorre aumento no estresse oxidativo, que também exerce um papel importante no processo da disfunção endotelial. A produção de agentes oxidantes acarreta danos endoteliais, gerando respostas inflamatórias na parede dos vasos, o que é determinante no processo inicial da aterosclerose (BARBALHO et al., 2015; TELLES et al., 2015).

A aterosclerose, uma doença cardiovascular presente em grande parte de indivíduos com obesidade, é caracterizada pelo acúmulo de placas de colesterol no interior dos vasos sanguíneos, que causa obstrução parcial ou completa do fluxo sanguíneo (BERLINER; WATSON, 2005). A presença de tais placas de gordura no vaso, maiores concentrações lipídicas no sangue, juntamente com a disfunção endotelial, associam-se à elevação da pressão arterial e explicam a associação entre obesidade, dislipidemia e hipertensão arterial (HUKSHORN et al., 2004; MELO et al., 2018; HOWARD; RUOTOLO; ROBBINS, 2003). Em um estudo envolvendo indivíduos com obesidade, hipertensão arterial e dislipidemia aguda, sugere-se que, comparado a um grupo normotenso saudável, o grupo com obesidade apresentou valores mais elevados na insulina em jejum, triglicérides e ácidos graxos não esterificados, além da elevação de pressão arterial, aumento de eventos cardiovasculares e prejuízos na sensibilidade barorreflexa (GADEGBEKU et al., 2002).

Ademais, o acúmulo de células adiposas no organismo e na corrente sanguínea pode desencadear uma série de problemas que estão relacionadas à resistência à insulina (MELO et al., 2018). Em indivíduos com obesidade, observa-se aumento nos níveis plasmáticos de leptina, indicando maior resistência a insulina. Responsável pela regulação do equilíbrio energético, a leptina atua também estimulando uma maior ativação simpática nos rins, nas adrenais e no coração, o que gera taquicardia, vasoconstrição periférica e, conseqüentemente, também explica a elevação da pressão arterial (COSTA; PAULA, 2005; THORP; SCHLAICH, 2015).

Além disso, outros mecanismos podem contribuir para o aumento do tônus simpático principalmente nos rins, na musculatura esquelética, no coração e nos vasos sanguíneos em indivíduos com obesidade (LOPES, 2007; ESLER et al., 2001), como a reabsorção tubular renal de sódio aumentada (RAHMOUNI et al., 2005) e a hiperinsulinemia, comumente presente em indivíduos com obesidade (DE LACERDA SUPLICY, 2000).

Em síntese, a obesidade favorece a ocorrência de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais no organismo como um todo, incluindo o sistema cardiovascular, a citar: a) aumento na produção de adipocitocinas inflamatórias; b) disfunção endotelial e aumento no estresse oxidativo; c) aterosclerose; d) dislipidemia; e) aumento da produção de leptina e a hiperinsulinemia que contribuem para o aumento da atividade simpática. Tais alterações impactam negativamente o sistema cardiovascular, o que faz da obesidade um importante fator de risco tanto para a saúde em geral quanto para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Assim, faz-se necessário o trabalho multidisciplinar por meio de campanhas e práticas de prevenção e tratamento da obesidade para toda a população. O tratamento não medicamentoso da doença inclui, dentre outros aspectos, estratégias de mudanças no estilo de vida, com destaque para mudanças nos hábitos alimentares e o engajamento em programas de exercício físico.

## 2.2 TREINAMENTO FÍSICO NO TRATAMENTO DA OBESIDADE

Os benefícios da prática regular de exercícios físicos para a saúde como um todo estão bastante evidenciados na literatura (ACMS, 2011; WHO, 2010; WHO 2016; GLEESON et al., 2011). Diante disto, a prática de exercícios físicos vem sendo amplamente recomendada como estratégia não farmacológica tanto para a prevenção quanto para o tratamento de várias doenças, incluindo a obesidade, especialmente quando combinada à restrição dietética (ACSM, 2007; WHO, 2010; GLEESON et al., 2011).

Em relação ao tipo de exercício, o treinamento aeróbio vem sendo comumente recomendado para este fim (GRÜNELWALD; WÖLLZENMÜLLER, 1984; WILMORE; COSTILL, 2001), em função de gerar maior gasto de energia e por recrutar predominantemente o metabolismo oxidativo durante sua realização, auxiliando, assim, na redução de peso corporal e do tecido adiposo (SARSAN et al., 2006; ISMAEL et al., 2012). Além disso, esta modalidade de exercício promove benefícios significativos na aptidão cardiorrespiratória

(ISMAIL et al., 2012; KELLEY; KELLEY; TRAN, 2005) e está associada à melhora de indicadores metabólicos (ISMAIL et al., 2012; KELLEY; KELLEY; TRAN, 2005) e redução do risco de mortalidade por todas as causas (BLAIR et al., 1986).

Revisões sistemáticas com meta-análises apresentaram resultados benéficos do treinamento aeróbio em indivíduos com obesidade (KELLEY; KELLEY; TRAN, 2005; ISMAIL et al., 2012), principalmente em relação aos fatores antropométricos e cardiometabólicos, a citar reduções na massa corporal, no índice de massa corporal (IMC), na circunferência de cintura e na gordura visceral, além de aumentos no HDL e melhora no VO<sub>2</sub>máx. Adicionalmente, um estudo de revisão que teve como objetivo comparar diferentes tipos de treinamento verificou que o treinamento aeróbio se mostrou mais eficiente na redução do peso corporal, do perímetro de cintura e da massa de gordura, e no aumento do VO<sub>2</sub>máx quando comparado ao treinamento resistido (SCHWINGSHAC et al., 2013).

Segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM), no tratamento da obesidade, o treinamento aeróbio deve ser realizado numa duração de pelo menos 150 minutos semanais, volume que deve ser aumentado para reduções de peso mais significativas, podendo chegar até 420 minutos semanais mantendo uma intensidade moderada (60% - 80% do VO<sub>2</sub>máx) (ACSM, 2009).

O treinamento resistido, por sua vez, também é recomendado como estratégia a ser adotada na prevenção e no tratamento da obesidade (ACSM, 2009). Sugere-se que o treinamento resistido proporciona aumento da massa muscular, com consequente aumento da taxa metabólica basal, reduções de gordura corporal e aumento no engajamento em atividades físicas em geral (ACSM, 2009). Além disso, esta modalidade de treinamento é considerada mediadora de um melhor controle metabólico, podendo reduzir a pressão arterial sistólica e diastólica e os fatores de risco relacionados às doenças crônicas não transmissíveis, tais como dislipidemias e resistência à insulina (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2010; STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012; STRASSER, 2013; KELLEY; KELLEY, 2000).

Uma revisão sistemática concluiu que o treinamento resistido é capaz de reduzir níveis séricos de proteína c-reativa em repouso e de melhorar o perfil de adiponectina e leptina (adipocinas anti-inflamatórias), especialmente quando realizado em intensidade superior a 80% de uma repetição máxima (1 RM). Ademais, ao ser realizado em longo prazo (de 24 a 52 semanas de treinamento) por pelo menos três vezes na semana, é capaz de prevenir ou retardar o surgimento da obesidade abdominal e de outras doenças crônicas inflamatórias (STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012). É considerado, ainda, uma alternativa eficaz para melhor

controle glicêmico (STRASSER; SIEBERT; SCHOBERSBERGER, 2010). Ressalta-se que, embora o treinamento resistido não altere tanto o peso corporal quando comparado ao treinamento aeróbio, seu principal efeito a ser considerado é o aumento da massa muscular, além de poder reduzir os fatores de risco relacionados à obesidade, tais como, dislipidemia, resistência a insulina, diabetes mellitus e variáveis cardiovasculares (HURLEY; HANSON; SHEAFF, 2011; WILLIAMS et al., 2007)

O ACSM recomenda, para indivíduos com obesidade, a prática do treinamento resistido em intensidade moderada (~60% de 1RM), numa frequência de duas a três vezes na semana, com oito a 12 repetições em duas a três séries de exercícios para os principais grupamentos musculares (ACSM, 2009).

Identifica-se, portanto, que os dois métodos de treinamento (aeróbio e resistido) agregam benefícios à saúde de indivíduos com obesidade. O treinamento aeróbio apresenta resultados melhores principalmente quanto ao aumento do VO<sub>2</sub>máx e diminuição do peso e da gordura corporal, ao passo que o resistido proporciona manutenção e ganhos de força muscular e de massa magra (CHAUDHARY et al., 2010).

Diante deste cenário, programas de treinamento combinado, envolvendo o exercício aeróbio e o resistido, vêm sendo considerados mais adequados para o tratamento da obesidade (SCHWINGSHACKL et al., 2013). O principal objetivo deste modelo de treinamento é englobar a maior gama de benefícios fisiológicos e metabólicos que tanto o exercício aeróbio quanto o resistido proporcionam (ANDREDE, 2008).

Meta-análise envolvendo treinamento combinado comparado apenas ao treinamento aeróbio isolado em indivíduos com doença arterial coronariana apresentou 12 estudos e concluiu que o treinamento combinado é mais efetivo na melhora da composição corporal, com reduções no percentual de gordura e aumento de força e massa muscular, e do VO<sub>2</sub>máx (MARZOLINI; OH E BROOKS, 2012). Outro estudo de meta-análise que objetivou comparar os efeitos do treinamento aeróbio, treinamento resistido e treinamento combinado em relação aos parâmetros antropométricos, perfil lipídico e aptidão cardiorrespiratória em indivíduos com sobrepeso e obesidade, concluiu que o treinamento combinado apresentou melhores resultados comparado ao resistido em relação à redução do peso corporal, da massa de gordura e circunferência de cintura (SCHWINGSHACKL et al., 2013). Alguns outros estudos originais apontaram, ainda, o treinamento combinado como mais adequado para melhora do perfil lipídico em indivíduos saudáveis e com obesidade (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014) e de controle glicêmico em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 (BRACHT; DELEVATTI; KRUEL, 2017).

Destaca-se que, ao longo de um programa de treinamento, as variáveis envolvendo carga, volume e intensidade podem ser manipuladas (FLECK; KRAEMER, 2017). A manipulação adequada dessas variáveis de treinamento, ao longo das intervenções, é necessária para potencializar os benefícios para a saúde do indivíduo com obesidade em geral. Todavia, as diretrizes e recomendações para este público ainda não deixam claro como deve ser realizada a organização dos programas de treinamento quanto à sua periodização e progressão (ACSM, 2009). As meta-análises e revisões citadas acima, não abordam essa questão e analisam os estudos originais sem qualquer discriminação quanto à presença e ao tipo de periodização dos treinamentos aplicados, o que dificulta a comparação entre os estudos e principalmente a compreensão sobre o efeito da periodização em diferentes variáveis da saúde de adultos com obesidade (SCHWINGSHACKL et al., 2013; MARZOLINI; OH E BROOKS, 2012; STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012). Justifica-se, portanto, a realização de estudos que objetivem avançar nesta lacuna.

### 2.3 EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O SISTEMA CARDIOVASCULAR

Considerando as implicações da obesidade no sistema cardiovascular já exploradas acima, neste capítulo da revisão, será destacado o papel da prática regular de exercício físico em variáveis deste sistema.

Programas de exercício físico promovem reduções significativas na pressão arterial de repouso (DA NOBREGA, 2005). Estudo clássico de revisão com meta-análise concluiu que o treinamento aeróbio reduz a pressão arterial sistólica e diastólica em 3 mmHg, enquanto que o treinamento resistido diminui a pressão entre 1 mmHg para pressão arterial sistólica e 2 mmHg para diastólica (CORNELISSEN; SMART, 2013). Para o exercício combinado uma outra meta-análise demonstrou reduções de 3 a 5 mmHg para a pressão arterial sistólica e diastólica, respectivamente, em idosos já diagnosticados com hipertensão (HERROD et al., 2018).

O débito cardíaco e a resistência vascular periférica são os principais determinantes da pressão arterial (NEGRÃO; BARREIRO, 2006). Assim, a redução da pressão arterial decorrente da participação em programas de exercício físico está associada à redução do débito cardíaco, que resulta do declínio da frequência cardíaca e/ou do volume sistólico, e/ou à redução da resistência vascular periférica (MONTEIRO; FILHO, 2004)

A variabilidade da pressão arterial, por sua vez, caracterizada por oscilações espontâneas e acentuadas da pressão arterial em períodos de curto e longo prazo (HÖCHT,

2013), é influenciada por diversos fatores, dentre eles, atividades do cotidiano ou até o desenvolvimento de algumas doenças (ZAWADZKI; SMALL; GERIN, 2017) e é considerada um forte preditor para o risco de eventos cardiovasculares (ROTHWELL et al., 2010) e mortalidade (POORTVLIET et al., 2012; MEHLUM et al., 2018).

Sua avaliação pode ser verificada de três formas: a) muito curto prazo, por meio de medida intra-arterial ou método não invasivo por fotopletismografia; b) curto prazo, envolvendo alterações que ocorrem em 24 horas, avaliadas por meio de monitoramento ambulatorial da pressão arterial (MAPA) ou monitoramento residencial da pressão arterial (MRPA); c) longo prazo, que se refere à avaliação das alterações no dia-a-dia, sendo também avaliada pela MAPA em 48 horas e a MRPA durante vários dias, semanas ou meses (CHADACHA et al., 2018).

Os resultados de estudos que analisaram os efeitos de diferentes programas de treinamento físico sobre a variabilidade da pressão arterial são conflitantes. O treinamento aeróbio, por exemplo, realizado em intensidade moderada (50% do VO<sub>2</sub>máx), promoveu melhora na variabilidade da pressão arterial de muito curto prazo, avaliada batimento a batimento por fotopletismografia de dedo (Finapress), em indivíduos hipertensos não tratados (IZDEBSKA et al., 2004). Em outro estudo, que utilizou a mesma técnica de avaliação e objetivou verificar o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbio e de força, isoladamente, não foram identificadas alterações na variabilidade da pressão arterial em jovens saudáveis (ALEX et al., 2013).

Quanto à variabilidade da pressão arterial de curto prazo, avaliada pela MAPA de 24 horas, os resultados também não são universais. Estudo de Pagonas et al. (2014) não encontrou efeito do treinamento aeróbio com duração de oito a 12 semanas nesta variável em adultos hipertensos. Por outro lado, em um recente estudo, que teve como objetivo comparar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (80-95% do VO<sub>2</sub>máx), treinamento aeróbio contínuo envolvendo caminhada realizada em intensidade moderada (55 – 70% VO<sub>2</sub>máx) e treinamento combinado incluindo caminhada moderada e treinamento resistido (10 repetições máxima) em homens adultos hipertensos, identificou-se que o treinamento combinado reduz a variabilidade da pressão arterial sistólica e diastólica (CAMINITI et al., 2019).

Destaca-se, dessa forma, que, além da literatura ainda ser controversa quanto aos efeitos do treinamento físico sobre a variabilidade da pressão arterial, em indivíduos com obesidade a escassez de estudos e a falta de consenso é ainda maior. Adicionalmente, não se

sabe os efeitos da periodização do treinamento nesta variável, sugerindo-se a necessidade de estudos nesta temática.

A variabilidade da frequência cardíaca, por sua vez, é caracterizada pelas oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R) e está relacionada às influências do sistema nervoso simpático e parassimpático sobre o coração. É, portanto, considerada uma medida não invasiva, utilizada para identificar a atividade do sistema nervoso autônomo sobre o coração (SHAFFER et al., 2014). A redução da variabilidade da frequência cardíaca, que indica disfunção autonômica, associa-se a um maior risco de morbi/mortalidade tanto na população em geral quanto em indivíduos com pré-diabetes e diabetes mellitus (ANGELIS et al., 2006). Sugere-se que o desenvolvimento da disfunção autonômica aumenta o risco de mortalidade em até quatro vezes (NUNAN et al., 2010; SERHIYENKO; SERHIYENKO, 2018). Logo, alterações na variabilidade da frequência cardíaca são importantes indicadores de saúde cardiovascular e uma maior variabilidade representa um controle autonômico mais eficientes (VANDERLEI et al., 2009).

De acordo com meta-análise recente, o treinamento resistido em indivíduos saudáveis com idade entre 22 a 72 anos não promoveu efeito na variabilidade da frequência cardíaca (BHATI et al., 2019). Em populações que apresentam alguma doença, como hipertensão arterial, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana e síndrome metabólica, o treinamento resistido realizado em baixa e moderada intensidade demonstrou gerar adaptações positivas na variabilidade da frequência cardíaca. Todavia, destaca-se que essa meta-análise apontou como limitação uma grande heterogeneidade entre os estudos (BHATI et al., 2019).

Em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, uma revisão sistemática mostrou que o treinamento aeróbio realizado de forma contínua, entre 30 a 40 minutos, em pelo menos três sessões por semana, promove benefícios na variabilidade da frequência cardíaca. Destaca-se, porém, que tais efeitos são discretos e que ainda não está claro se esses benefícios se sustentam em longo prazo (MOHAMMED et al., 2018).

Outras revisões sistemáticas investigaram o efeito do treinamento físico (aeróbio e combinado) em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Os resultados demonstraram que ambos os treinamentos promovem na melhora na variabilidade da frequência cardíaca e que intervenções de três a quatro meses podem não ser o suficiente para resultar nestas mudanças (VILLAFAINA et al., 2017; BHATI et al., 2018).

Em mulheres com obesidade, após cirurgia bariátrica, as quais foram submetidas a 12 semanas de treinamento aeróbio em esteira com progressão de intensidade (50%, 60% e 70%

do VO<sub>2</sub>máx) dentro da mesma sessão foram observadas melhoras significativas na variabilidade da frequência cardíaca, além do aumento da capacidade funcional (CASTELLO et al., 2011). Adicionalmente, recente pesquisa envolvendo indivíduos com obesidade avaliou os efeitos do treinamento combinado (aeróbico e resistido executados na mesma sessão), não periodizado, aliado à restrição alimentar, por oito semanas, nas respostas autonômicas cardíacas, rigidez arterial e biomarcadores cardiovasculares. Identificou-se melhora na pressão arterial sistólica, frequência cardíaca de repouso e na variabilidade da frequência cardíaca (HU et al., 2017). Todavia, a literatura não é unânime em apontar os benefícios do treinamento físico na variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com obesidade. Em um grupo de mulheres obesas divididas em grupos com e sem diabetes tipo 2, submetidas a um programa de treinamento aeróbico de caminhada a 65% do VO<sub>2</sub>máx por 16 semanas, não foram observadas alterações significativas na variabilidade da frequência cardíaca (FIGUEROA et al., 2007).

Evidencia-se, portanto, que, além de ainda não se ter clareza quanto aos efeitos do treinamento físico na melhora na variabilidade da frequência cardíaca em diferentes populações, também não está bem estabelecido o impacto de diferentes periodizações envolvendo, principalmente o treinamento combinado, nesta variável, sobretudo em adultos com obesidade.

Além da atividade autonômica cardíaca, o sistema barorreflexo também exerce importante função no controle das oscilações agudas da pressão arterial. Localizado no seio carotídeo e no arco aórtico, os barorreflexos atuam nos ajustes da pressão arterial aumentando ou diminuindo-a, dependendo das condições, provocando força de contração cardíaca, dilatação ou contração das arteríolas e grandes veias por meio do sistema simpático (KIRCHHEIM, 1976; ABOUD; GEIGER; SHEPHERD, 1983). Indivíduos com obesidade apresentam maior risco de ter a sensibilidade barorreflexa prejudicada (GADEGBEKU et al., 2002).

Por outro lado, estudos com modelo animal e também em humanos sugerem que a prática regular de exercícios físicos está associada a aumentos na sensibilidade barorreflexa. Investigações envolvendo coelhos com insuficiência cardíaca demonstraram, por exemplo, que o treinamento físico aeróbico pode normalizar a sensibilidade barorreflexa, o que parece ser explicado por uma redução na atividade do sistema renina-angiotensina (MOUSA et al., 2008) ou por diminuição da resposta ao estresse-oxidativo (GAO et al., 2007). Nesta mesma direção, o treinamento aeróbico realizado em intensidade moderada resultou em melhora na sensibilidade barorreflexa de ratas, provocando maior atividade parassimpática e menor atividade simpática sobre o coração e os vasos sanguíneos (FLORES et al., 2010; IRIGOYEN et al., 2005).

Recente estudo analisou os efeitos de dois anos de treinamento físico de alta intensidade em indivíduos saudáveis, com ênfase no treinamento aeróbio em uma abordagem periodizada, com progressões na frequência, duração e intensidade do treinamento ao longo dos dois anos, com suplemento do exercício resistido duas vezes na semana. Os principais achados indicaram melhora na sensibilidade barorreflexa no grupo exercício comparado ao controle (HIEDA et al., 2018).

Apesar desses resultados serem promissores, de uma maneira geral, observa-se que ainda há uma lacuna na literatura em relação à condução de ensaios clínicos randomizados e controlados que analisem os efeitos do treinamento físico na sensibilidade barorreflexa em adultos com obesidade, sendo de suma importância mais estudos relacionados ao tema para o melhor entendimento dessa questão, principalmente pelo fato da obesidade poder prejudicar a sensibilidade barorreflexa.

Em suma, conclui-se que, embora existam indicativos de que diferentes tipos de treinamento proporcionem benefícios em parâmetros cardiovasculares, os dados ainda são conflitantes, necessitando maiores investigações, principalmente envolvendo o treinamento combinado, o qual é fortemente recomendado no tratamento da obesidade. Ademais, ainda são poucos os estudos que abordam o efeito da periodização do treinamento nestas variáveis em indivíduos com obesidade. A melhor compreensão de todos esses elementos se faz necessária para oferecer aos profissionais que trabalhem com essa população suporte para uma melhor prescrição, potencializando os benefícios e efeitos do exercício físico no tratamento da obesidade e melhor controle de variáveis cardiovasculares dessa população.

### **3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

Trata-se de um estudo com caráter experimental do tipo ensaio clínico randomizado e controlado, com uma abordagem quantitativa e de natureza aplicada (HULLEY et al., 2015) com o cegamento dos avaliadores.

Este projeto fez parte de um projeto maior que foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, seguindo as normas da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sob o parecer 2.448.674. Além disso, este estudo foi registrado no Registro de Ensaio Clínicos Brasileiros (REBEC) (RBR-3c7rt3).

#### **3.2 AMOSTRA**

A amostra do estudo foi composta por adultos de ambos os sexos, com faixa etária entre 20 e 50 anos, diagnosticados com obesidade (IMC entre 30 e 39,9 kg/m<sup>2</sup>). Os participantes do estudo foram voluntários, selecionados de maneira não-aleatória intencional, residentes na região da grande Florianópolis.

#### **3.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE**

Para a participação do estudo, os voluntários deveriam: a) ter idade entre 20 e 50 anos; b) apresentar um IMC entre 30 a 39,9 kg/m<sup>2</sup>; c) não estar engajado em programas de exercício físico em duas ou mais vezes por semana nos últimos três meses; d) não ser fumante; e) não ingerir bebidas alcoólicas em excesso ( $\geq 4$  doses em uma mesma ocasião para mulheres e  $\geq 5$  doses para homens) (BRASIL, 2017); f) nunca ter feito uso de qualquer medicamento para controle ou tratamento da obesidade; g) não ter realizado algum procedimento cirúrgico visando redução de peso; h) não possuir doença osteomioarticular que limitasse a prática de exercício físico; i) não possuir diagnóstico de doença cardiovascular ou outras doenças.

#### **3.4 RECRUTAMENTO E TRIAGEM**

A divulgação do estudo para o recrutamento da amostra foi feita por meio de fixação de cartazes e distribuição de folders em postos de saúde, nas redondezas onde aconteceria a intervenção (Universidade Federal de Santa Catarina), e também por meio de plataformas digitais (redes sociais) e em outros meios de comunicação (rádio, televisão e jornal).

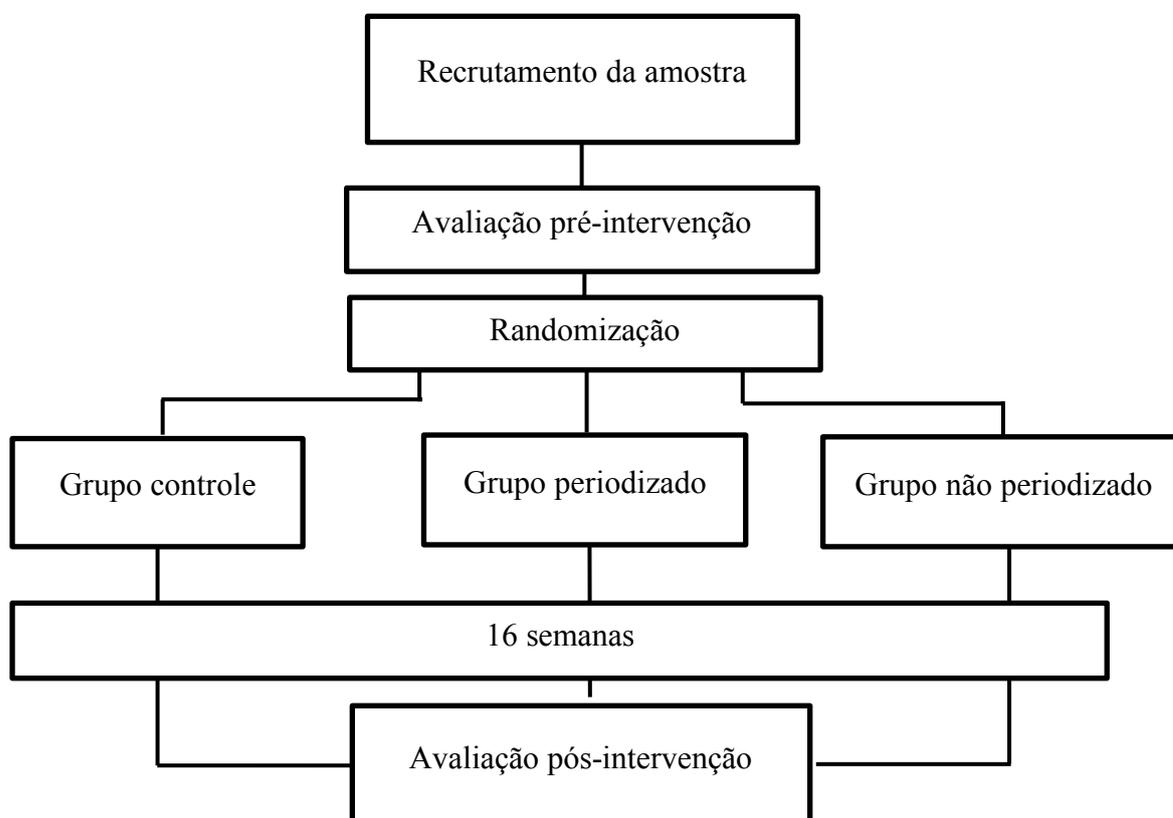
Previamente, os sujeitos interessados em participar do estudo foram submetidos a uma triagem e aqueles considerados potencialmente elegíveis foram convidados a preencher um formulário eletrônico (Google Docs®) contendo questões sociodemográficas (sexo, idade e escolaridade) e também questões relacionadas aos critérios de elegibilidade do estudo.

Depois da conferência dos dados, os participantes elegíveis foram esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos do estudo, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE) e foram convidados a realizar uma entrevista presencial e aferição de peso, estatura e IMC.

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O período de intervenção teve duração de 16 semanas, com avaliações antes e após a intervenção envolvendo medidas antropométricas, questionário sobre hábitos alimentares, atividade física habitual medida de forma objetiva e fotopletismografia não invasiva de monitoramento para as variáveis hemodinâmicas. Os participantes foram divididos aleatoriamente em três grupos, sendo um grupo controle (GC) e mais dois grupos submetidos ao treinamento físico combinado (exercícios aeróbios e resistidos executados na mesma sessão): grupo periodizado (GP) e não periodizado (GN). Ambos os grupos GP e GN realizaram o treinamento combinado numa frequência semanal de três vezes (segunda, quarta e sexta), no período noturno. A diferença entre esses dois grupos foi a progressão da intensidade em cada mesociclo para o GP tanto do aeróbio quanto do resistido, ao passo que o GN manteve a mesma intensidade relativa ao longo de todo o estudo.

**Figura 1.** Desenho experimental do estudo.



### 3.6 RANDOMIZAÇÃO

Todos os sujeitos que foram considerados aptos para a participar do estudo foram designados aleatoriamente para três grupos: GC, GP e GN. A randomização foi estratificada por sexo, idade e IMC, sendo realizada por pesquisadores não envolvidos nos procedimentos experimentais do estudo, por meio do software on-line *randomizer.org*. A lista de alocação dos sujeitos foi de 1.1.1 e ocultada de todos avaliadores dos desfechos, garantindo o cegamento.

### 3.7 INTERVENÇÃO

O treinamento combinado foi realizado durante 16 semanas divididas em familiarização (uma semana) e três mesociclos com duração de cinco semanas cada. O

programa foi executado em três sessões semanais e consistiu-se da realização de exercícios aeróbios e resistidos executados nesta ordem, na mesma sessão. Os exercícios aeróbios foram realizados em pista de atletismo oficial, durante 30 minutos, e envolveram caminhada ou corrida, levando em consideração o condicionamento dos indivíduos. A intensidade foi determinada a partir da frequência cardíaca de reserva (FCres), considerando frequência cardíaca de repouso e máxima obtida a partir de teste de esforço. Os exercícios resistidos foram realizados em uma sala de musculação, também com duração de aproximadamente 30 minutos, utilizando máquinas e aparelhos livres. Os exercícios propostos foram executados em duas séries, com intervalo de 60 segundos entre elas, na seguinte ordem: a) supino reto; b) leg-press horizontal; c) remada baixa; d) crucifixo na máquina; e) agachamento guiado; f) pulldown. A intensidade foi prescrita por faixas de repetições máximas, com a carga sendo ajustada quando o indivíduo realizava todas as séries previstas no número superior da faixa de repetição. A intervenção foi conduzida por profissionais de Educação Física vinculados ao programa de pós graduação em Educação Física e alunos de graduação.

### **3.7.1 Grupo periodização linear**

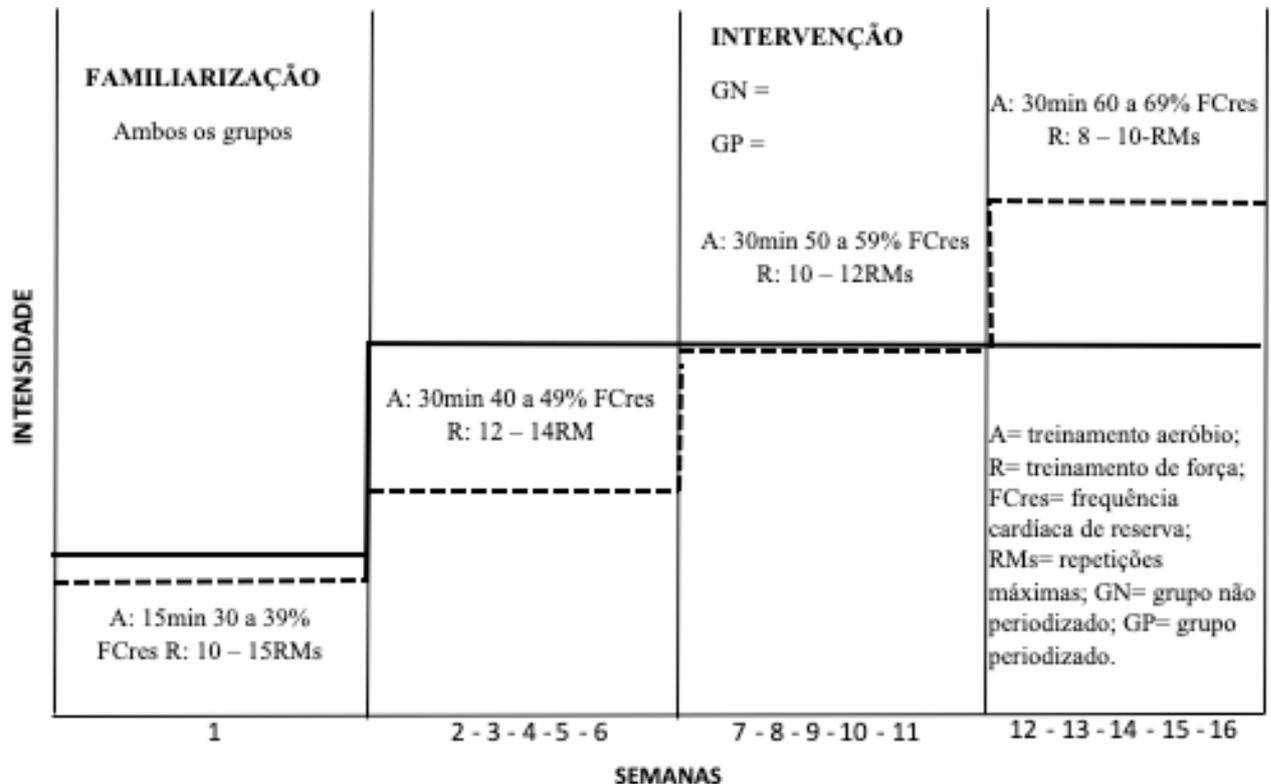
O GP realizou o treinamento aeróbio e resistido com periodização linear crescente, iniciando em uma intensidade leve, durante o primeiro mesociclo, progredindo para uma intensidade moderada no segundo mesociclo e finalizando na intensidade vigorosa no último mesociclo. Assim, o treinamento aeróbio foi realizado com intensidade progredindo de 40 - 49% (leve) para 50 - 59% (moderada) e, posteriormente, para 60 - 69% da FCres (vigorosa), o que foi controlado pelo uso de monitores de FC. O treinamento resistido, por sua vez, foi realizado em montagem alternada por segmento, tendo início com duas séries de 12 a 14 repetições máximas (RM) no primeiro mesociclo, progredindo para 10 a 12 RM e finalizando com oito a 10 RM no último mesociclo (**Fig. 2**).

### **3.7.2 Grupo não periodizado**

O GN foi submetido a um protocolo de treinamento semelhante ao do GP quanto aos tipos de exercícios e à duração e organização das sessões. Em relação à intensidade do exercício aeróbio, o GN permaneceu entre 50 e 59% da FCres, considerada uma intensidade moderada,

ao longo de todos os mesociclos. Quanto ao treinamento resistido, o GN treinou na zona alvo de 10 a 12 RM, por exercício, ao longo de toda a intervenção (**Fig. 2**).

**Figura 2** – Características do treinamento periodizado e não periodizado que foi realizado na intervenção para adultos com obesidade.



reserva; RMs= repetições máximas; GN= grupo não periodizado; GP= grupo periodizado.

### 3.7.3 Grupo controle

O GC não recebeu nenhum tipo de intervenção durante o período do estudo, sendo orientado a manter suas atividades habituais. Destaca-se que, por questões éticas, ao final da pesquisa, os participantes deste grupo foram convidados a realizar o treinamento combinado pelo mesmo período que os outros grupos.

### 3.8 AVALIAÇÕES

Os participantes de todos os grupos foram submetidos a avaliações antes e após as 16 semanas de intervenção. As avaliações consistiram em: medidas antropométricas, nível habitual de atividade física, hábitos alimentares e parâmetros hemodinâmicos.

### **3.8.1 Medidas antropométricas**

A massa corporal e a estatura foram aferidas utilizando-se uma balança eletrônica da marca Welmy, modelo W300A, com estadiômetro acoplado. Todas as medidas foram realizadas seguindo o protocolo da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK), com orientação para que os participantes estivessem descalços e com o mínimo de roupa possível.

### **3.8.2 Hábitos alimentares**

A aplicação de um recordatório alimentar referente ao dia anterior em três dias distintos foi realizada para a avaliação dos hábitos alimentares dos participantes do estudo. Em uma parceria com o curso de nutrição, alguns avaliadores da área foram treinados para a aplicação desse instrumento e organizaram as coletas. O primeiro recordatório aconteceu de forma presencial, no intuito de uma familiarização dos participantes em relação ao instrumento e para que algumas orientações fossem dadas para maior precisão dos dados relatados. Em seguida, ocorreu duas aplicações via telefone, totalizando, então, três dias de aplicação do recordatório, sendo que pelo menos um dia deveria ser final de semana. Os dados foram classificados em quantidade média de calorias por dia.

### **3.8.3 Medida de atividade física habitual**

A atividade física habitual foi mensurada a partir de um acelerômetro da marca *Actigraph*, modelo GT3X+ (*Actigraph* Pensacola, FL, USA). Os participantes foram instruídos a utilizar o equipamento acoplado a uma fita elástica, posicionada no lado direito do quadril, acima de crista ilíaca, durante sete dias consecutivos, retirando apenas para dormir e ao realizar qualquer atividade aquática. Os aparelhos foram programados para coletar os dados em uma frequência de 100 Hz e analisados em epochs de 60 segundos. Para fins de análise, um dia válido foi considerado a partir do uso mínimo de 10 horas diárias, durante pelo menos quatro dias, sendo pelo menos um dia de final de semana. O tempo de não uso foi considerado como períodos de zeros consecutivos durante 60 min ou mais (com 2 min de tolerância) e excluídos da análise (CHOI et al., 2011). A atividade física de intensidade moderada a vigorosa foi quantificada a partir do ponto de corte de Sasaki et al. (2011), ajustando os valores de acordo

com o número de dias válidos e horas diárias de uso. As análises foram realizadas por meio do software *Actilife* (*Actigraph* Pensacola, FL, USA).

#### **3.8.4 Parâmetros hemodinâmicos**

Previamente, os participantes foram orientados a realizar uma refeição leve no dia da coleta, não ingerir nenhum tipo de bebida cafeinada pelo menos 12 horas antes da avaliação (ex: café, chá verde, coca cola), não consumir bebidas alcoólicas e não realizar exercício físico intenso nas 24 horas que antecediam a coleta.

Os parâmetros hemodinâmicos foram avaliados por meio da fotopletismografia não invasiva de monitoramento (Finometer - FMS – Finapres Medical System, Holanda). Este equipamento realiza o acompanhamento de pressão arterial batimento a batimento, a partir de um manguito (cuff) posicionado no dedo médio. A partir deste monitoramento, as seguintes variáveis foram determinadas: a) pressão arterial sistólica; b) pressão arterial diastólica; c) débito cardíaco; d) resistência vascular periférica. Em posse de tais informações, foram realizadas análises de variabilidade da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade barorreflexa.

No momento da coleta em si, os participantes foram instruídos a estar de bexiga vazia, movimentar-se o mínimo possível e não cochilar ou dormir durante o monitoramento. Após as instruções, eles foram posicionados em decúbito dorsal, em uma maca, onde permaneceram em repouso por cinco minutos. Foi realizada uma higienização no braço do participante e, em seguida, aconteceu a instrumentalização que envolveu a colocação do cuff no dedo médio do participante, um sistema controlador rápido de pressão no punho e um manguito inflável no braço esquerdo.

A calibração do equipamento aconteceu posteriormente à instrumentalização de cada participante e seguiu os procedimentos descritos pelo fabricante, levando em consideração a idade, o sexo, a massa corporal e a estatura de cada participante. Após a calibração e o período de repouso, os participantes foram acompanhados por um período de 10 minutos contínuos. O avaliador observou atentamente e anotou qualquer movimento que pudesse causar alterações bruscas nos valores hemodinâmicos (ex: levantar o braço ou cochilar).

Os valores de pressão arterial sistólica e diastólica, débito cardíaco, resistência vascular periférica, foram exportados por meio do software *beat scope* em formato .txt, realizando a média dos 10 minutos. Posteriormente os dados foram exportados ao *software*

Matlab R2013a através de uma programação com o intuito de identificar os valores de pico e vale das ondas cardíacas, etapa essencial para a realização das análises de variabilidade da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade barorreflexa. Em seguida, o arquivo gerado foi exportado ao excel para limpeza e interpolação dos dados, que foram realizadas apenas nos valores fora da normalidade, adotando-se como limite 2%. Os valores sistólicos e diastólicos para cada ciclo cardíaco foram identificados usando o *software* Cardioseries, versão 2.4. Os valores espectrais para variabilidade da pressão arterial e da frequência cardíaca foram VFL: 0,00 – 0,04; LF: 0,04 – 0,15; e HF: 0,15 – 0,40 (CAMN et al., 1996). Para a determinação da sensibilidade barorreflexa, o valor de mudança necessária para a pressão foi de 1 mmHg e o intervalo de pulso de 4 ms (LA ROVERA; PINNA; RACZAK, 2008).

### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio do pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows, versão 21.0, adotando-se, em todas as análises, um nível de significância de 5%. As análises descritivas dos participantes do estudo foram apresentadas em média e desvio padrão para as variáveis contínuas, ou em frequência absoluta e relativa para as variáveis categóricas. A distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro Wilk e, para os dados que não apresentaram normalidade, foi realizada uma transformação logarítmica. Para a comparação dos grupos quanto às características gerais no baseline após ter sido confirmada a normalidade dos dados, foi utilizada Análise de Variância de um fator (ANOVA - *one way*) com *post hoc* de Bonferroni para dados contínuos e para dados nominais Qui-Quadrado.

Para verificar o efeito da intervenção inter e intragrupos, os dados foram analisados a partir das Equações de Estimativas Generalizadas (*Generalized Estimating Equations* - GEE), levando em consideração apenas os participantes que realizaram todas as avaliações e permaneceram durante todo o estudo (análise por protocolo). Para comparar os grupos quanto às variáveis de débito cardíaco e resistência vascular periférica foi calculado o delta (pós-intervenção - pré intervenção) de cada grupo e, posteriormente, Análise de Variância de um fator (ANOVA - *one way*), seguida do post-hoc de Bonferroni para a identificação das diferenças.

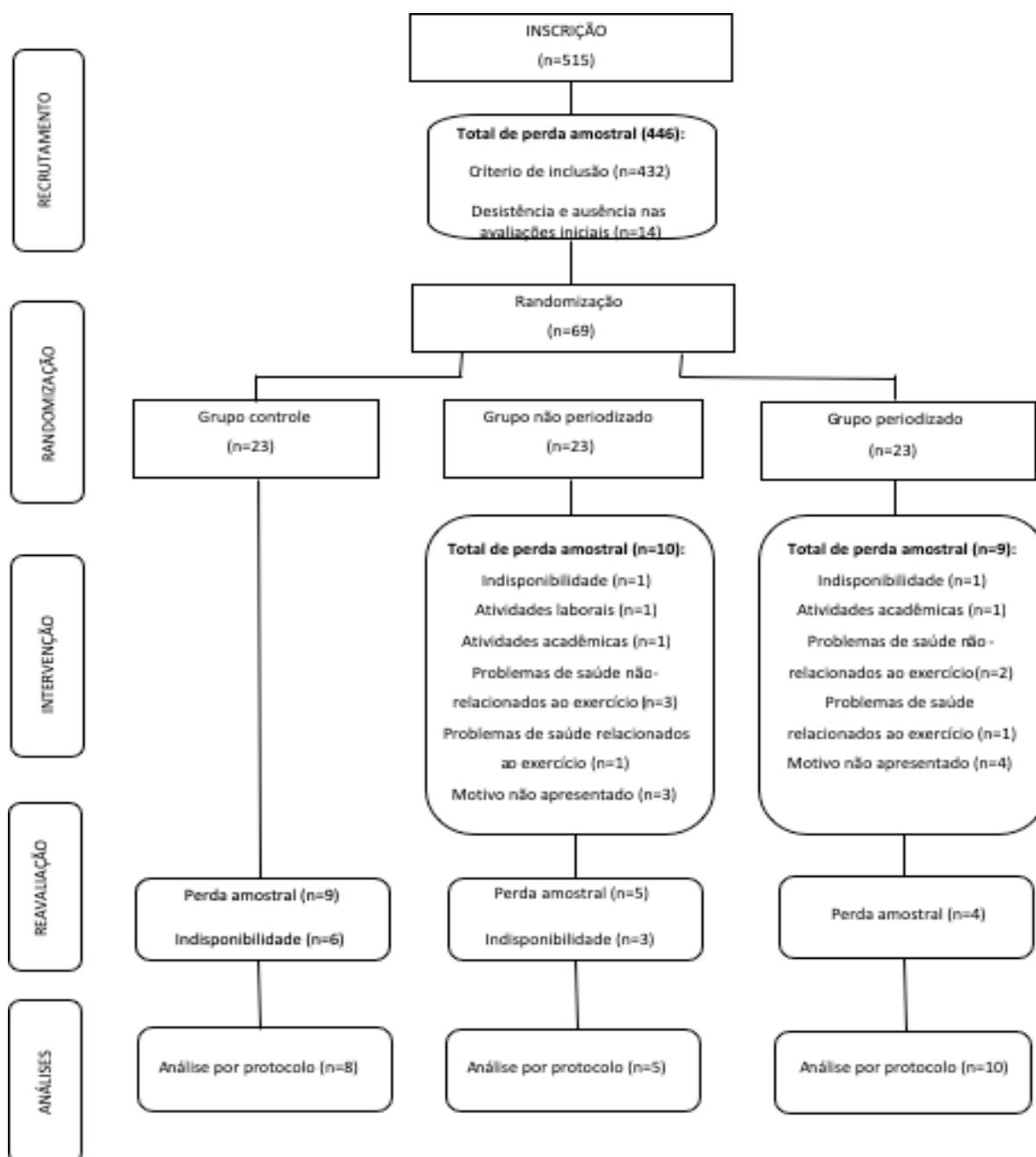
O cálculo do tamanho mínimo da amostra para o projeto maior foi realizado no programa G\*power 3.1.7, adotando-se um poder estatístico de 80%, nível de significância de 5% e a proporção para os grupos de 1:1:1. Os cálculos estimaram um mínimo de 26 participantes em cada grupo e, levando em consideração as perdas amostrais que poderiam acontecer durante a intervenção, um total de 30 participantes para cada grupo foi previsto, sendo que, ao todo, o estudo deveria incluir, inicialmente, 90 participantes.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 BASELINE

A figura 3 apresenta o fluxograma do estudo. Inicialmente 69 participantes completaram as avaliações de *baseline* e foram randomizados e alocados em três grupos, totalizando 23 participantes em cada grupo. As perdas amostrais ao longo do estudo, para os grupos de treinamento, em sua maior parte, não foram relacionadas às intervenções propostas. Vinte e três participantes completaram o estudo (GC: n = 8; GN: n = 5; GP: n = 10) e foram incluídos nas análises (por protocolo).

**Figura 3.** Fluxograma do estudo.



As características gerais dos participantes incluídos no presente estudo, bem como a comparação entre os grupos treinamento e GC no baseline em relação aos dados sociodemográficos, antropométricos, de atividade física e consumo de caloria totais estão apresentados na Tabela 1. Com exceção das calorias totais que apresentou uma diferença entre o GN e o GP, para as demais variáveis, não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos no momento pré-intervenção ( $p > 0,05$ ). Adicionalmente, para as variáveis de AFMV e consumo de calorias totais, consideradas variáveis de controle no presente estudo, não foram identificadas diferenças em nenhum dos grupos ao longo do tempo e nem diferenças entre os grupos no momento pós-intervenção ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 1** – Características gerais dos participantes do estudo (n=23).

Variável	GC (8)	GN (5)	GP (10)	p-valor
	$\bar{X}(\pm dp)$	$\bar{X}(\pm dp)$	$\bar{X}(\pm dp)$	
<b>Idade (anos)</b>	40,00 ( $\pm 4,53$ )	37,80 ( $\pm 4,60$ )	39,20 ( $\pm 6,35$ )	0,80
<b>Massa corporal (kg)</b>	98,90 ( $\pm 13,06$ )	92,52 ( $\pm 18,55$ )	95,35 ( $\pm 18,08$ )	0,79
<b>Estatura (cm)</b>	170,90 ( $\pm 10,20$ )	167,92 ( $\pm 10,49$ )	171,29 ( $\pm 12,38$ )	0,85
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	33,85 ( $\pm 3,01$ )	32,58 ( $\pm 3,01$ )	32,27 ( $\pm 2,76$ )	0,51
<b>PAS (mmHg)</b>	124,25 ( $\pm 7,28$ )	127,00 ( $\pm 12,70$ )	120,6 ( $\pm 8,60$ )	0,43
<b>PAD (mmHg)</b>	68,00 ( $\pm 5,26$ )	70,20 ( $\pm 3,27$ )	69,40 ( $\pm 5,62$ )	0,73
<b>FC (mmHg)</b>	66,88 ( $\pm 7,53$ )	72,40 ( $\pm 6,10$ )	75,20 ( $\pm 11,78$ )	0,20
<b>AFMV (min/semana)</b>	496,12 ( $\pm 113,90$ )	509,70 ( $\pm 69,98$ )	497,77 ( $\pm 75,03$ )	0,96
<b>Calorias totais (kcal/dia)</b>	2184,71 ( $\pm 563,84$ )	1859,40* ( $\pm 240,62$ )	2541,40 ( $\pm 374,75$ )	0,03
	n (%)	n (%)	n (%)	
<b>Sexo</b>				
Feminino	6 (75%)	4 (80%)	5 (50%)	0,40
<b>Situação conjugal</b>				
Com companheiro	7 (88%)	5 (100%)	6 (60%)	0,28
<b>Etnia</b>				
Branca	7 (90%)	3 (60%)	8 (80%)	0,31
<b>Escolaridade</b>				
Ensino superior	6 (75%)	4 (80%)	7 (70%)	0,38

Nota: n=frequência absoluta; %=frequência relativa.  $\bar{X}$ = média;  $\pm dp$ = desvio padrão. GC: grupo controle; GN: grupo não periodizado; GP: grupo periodizado. IMC= Índice de massa corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; mmHg = milímetros de mercúrio; bpm = batimento por minuto.

#### 4.2 PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA, FREQUÊNCIA CARDÍACA, DÉBITO CARDÍACO E RESISTÊNCIA VASCULAR PERIFÉRICA.

As variáveis hemodinâmicas de pressão arterial e frequência cardíaca dos três grupos ao longo do estudo estão apresentadas na figura 4. Para a pressão arterial sistólica (GC pré =  $124,25 \pm 7,28$  pós =  $125,28 \pm 3,70$ ; GN pré =  $127,00 \pm 12,70$ , pós =  $133,60 \pm 19,02$ ; GP pré =  $120,60 \pm 8,60$ , pós  $120,10 \pm 6,22$ ) e diastólica (GC pré =  $68,00 \pm 5,26$  pós =  $71,38 \pm 3,54$ ; GN pré =  $70,2 \pm 3,27$ , pós =  $71,80 \pm 10,84$ ; GP pré =  $69,40 \pm 5,62$ , pós  $68,70 \pm 4,80$ ) não foi observado efeito isolado de grupo e tempo ou interação grupo vs. tempo ( $p > 0,05$ ). Para a frequência cardíaca (GC pré =  $66,88 \pm 7,53$  pós =  $70,13 \pm 8,14$ ; GN pré =  $72,40 \pm 6,10$ , pós =  $67,80 \pm 6,72$ ; GP pré =  $75,20 \pm 11,78$ , pós  $72,80 \pm 9,00$ ) interação grupo vs. tempo foi identificada ( $p = 0,01$ ), com redução de 6% apenas para o GN do momento pré para o pós-treinamento ( $p = 0,016$ ). O tamanho de efeito de maior magnitude é do GN para PAD (0,92) e FC (0,91).

Em relação ao débito cardíaco, não houve diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,96$ ) na comparação dos deltas entre os grupos GC ( $0,03 \pm 1,41$ ), GN ( $0,10 \pm 2,23$ ) e GP ( $-0,10 \pm 1,05$ ). Da mesma forma, para a resistência vascular periférica, não foi identificada diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,89$ ) na comparação dos deltas entre os grupos GC ( $0,01 \pm 0,14$ ), GN ( $0,04 \pm 0,23$ ) e GP ( $0,01 \pm 0,13$ ).

#### 4.3 VARIABILIDADE DA PRESSÃO ARTERIAL

A tabela 2 apresenta os indicadores de variabilidade da pressão arterial dos três grupos ao longo do estudo. Não foi observado efeito isolado de grupo e tempo ou interação grupo vs. tempo para nenhuma das variáveis analisadas. Destaca-se que o tamanho de efeito de maior magnitude é do GN para LF (0,86).

#### 4.4 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

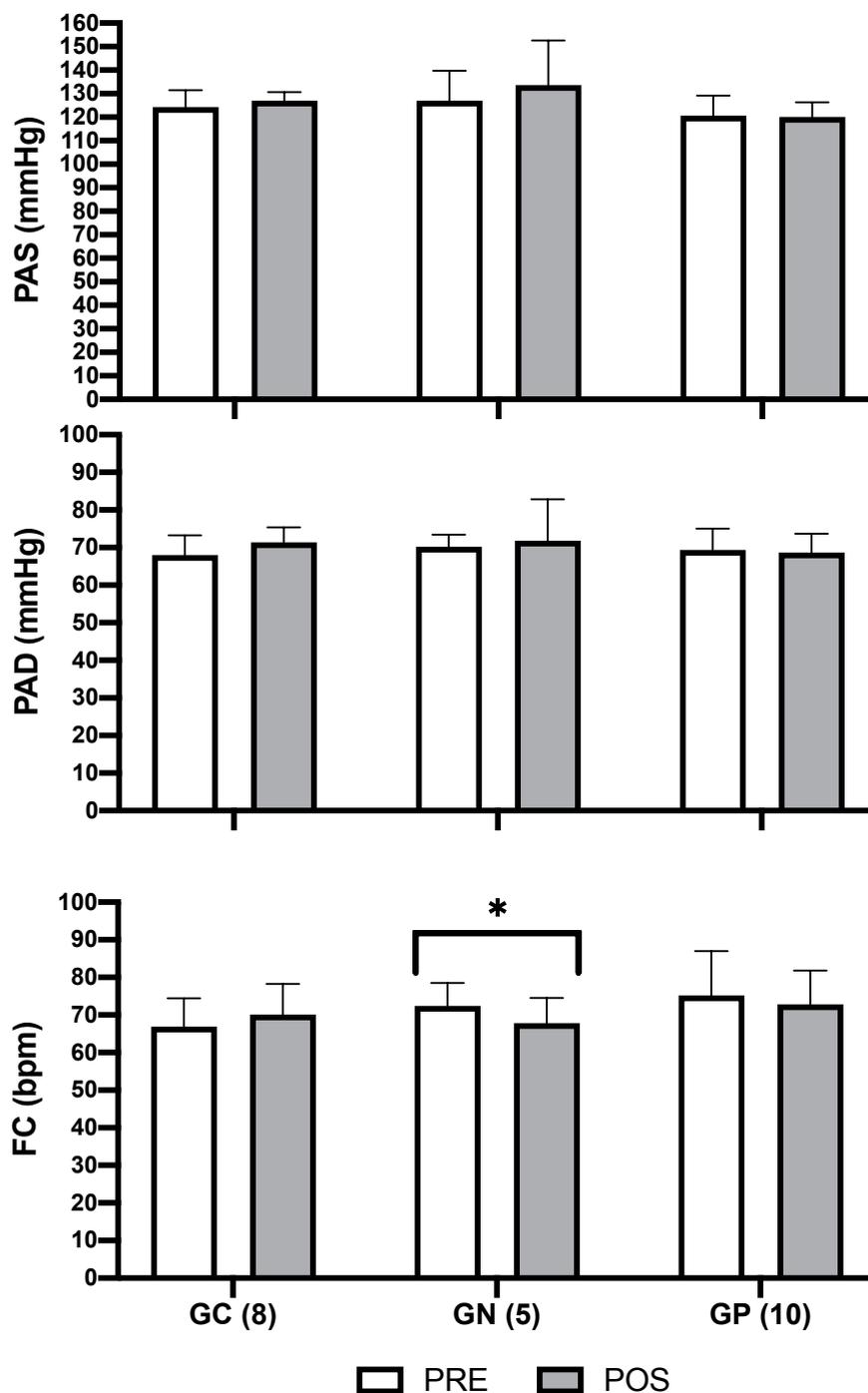
Os indicadores de variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência nos três grupos ao longo do estudo estão apresentados na Tabela 3. Não foi observado efeito isolado de grupo e tempo ou interação grupo vs. tempo para nenhuma das variáveis na análise do domínio do tempo, mas destaca-se o tamanho de efeito para o RMSSD

(0,91) no GN. Para o domínio da frequência, interação grupo vs. tempo foi identificada no HF, com redução de 9% apenas para o GC do momento pré para o pós-treinamento ( $p = 0,045$ ).

#### 4.5 SENSIBILIDADE BARORREFLEXA

No que diz respeito à sensibilidade barorreflexa (Tabela 4), nenhum efeito isolado de grupo e tempo ou interação grupo vs. tempo foi identificado para nenhuma das variáveis analisadas, indicando que não foi observada diferença estatisticamente significativa intra ou intergrupos ao longo do estudo ( $p > 0,05$ ).

**Figura 4.** Pressão arterial e frequência cardíaca dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo (n = 23).



GC: grupo controle; GN: grupo não periodizado; GP: grupo periodizado; PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; FC = Frequência cardíaca; mmHg = milímetros de mercúrio; bpm = batimentos por minuto. \* $p < 0,05$  interação grupo vs. tempo.

**Tabela 2.** Variabilidade da pressão arterial dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo (n = 23).

	Pré-intervenção	Pós-intervenção	$\Delta$	<i>d</i> de Cohen	tempo	grupo	tempo*grupo
	$(\bar{X} \pm dp)$	$(\bar{X} \pm dp)$				<i>p</i> -valor	
<b>Variância_log (ms<sup>2</sup>)</b>							
GC	31,19 ± 20,12	25,81 ± 16,01	-5,38	-0,29			
GN	59,82 ± 41,40	57,50 ± 43,50	-2,32	-0,05	0,09	0,85	0,31
GP	33,10 ± 19,03	30,42 ± 10,32	-2,68	-0,17			
<b>HF_log (un)</b>							
GC	4,92 ± 2,60	4,51 ± 2,70	-0,41	-0,15			
GN	4,03 ± 1,89	4,52 ± 4,21	0,49	0,14	0,59	0,75	0,68
GP	2,61 ± 2,14	2,55 ± 2,12	-0,60	-0,02			
<b>LF_log (un)</b>							
GC	9,89 ± 7,93	9,90 ± 4,03	0,01	0,06			
GN	10,54 ± 6,83	12,03 ± 9,91	1,49	0,86	0,37	0,54	0,53
GP	75,23 ± 3,51	72,82 ± 9,03	-2,41	0,35			

Nota:  $\Delta$  = delta; *d* de Cohen = tamanho de efeito; tempo\*grupo= interação grupo v.s tempo;  $\pm$  = desvio padrão; GC: grupo controle; GN = grupo não periodizado; GP = grupo periodizado; HF = High frequency; LF = Low frequency; ms<sup>2</sup>: milissegundos ao quadrado; un: unidades normalizadas

**Tabela 3.** Variáveis de variabilidade da frequência cardíaca dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo (n = 23).

	Pré-intervenção	Pós-intervenção	$\Delta$	<i>d</i> de Cohen	tempo	grupo	tempo*grupo
	( $\bar{X} \pm dp$ )	( $\bar{X} \pm dp$ )					
<b>Análise no domínio do tempo</b>							
<b>RMSSD_log (ms<sup>2</sup>)</b>							
GC	50,08 ± 44,67	30,10 ± 20,19	-19,98	0,59	0,62	0,83	0,06
GN	36,72 ± 15,06	38,10 ± 14,67	1,38	0,91			
GP	36,58 ± 25,96	49,78 ± 45,56	13,20	0,35			
<b>SDRR_log (ms<sup>2</sup>)</b>					0,59	0,75	0,12
GC	48,13 ± 29,71	35,88 ± 12,78	-12,25	0,53			
GN	47,40 ± 22,36	48,60 ± 20,44	1,20	0,05			
GP	39,90 ± 22,26	51,10 ± 30,45	11,20	0,41			
<b>ICRR_log (ms)</b>					0,43	0,47	0,12
GC	900,50 ± 108,15	865,63 ± 113,88	-34,87	0,31			
GN	833,60 ± 83,69	877,80 ± 87,10	44,20	0,50			
GP	817,10 ± 141,04	840,40 ± 97,03	23,30	0,19			
<b>Análise no domínio da frequência</b>							
<b>LF_log (un)</b>					0,98	0,71	0,12
GC	58,62 ± 17,09	62,25 ± 18,44	3,63	0,20			
GN	51,80 ± 19,24	53,40 ± 18,90	1,60	0,08			
GP	58,80 ± 18,76	54,50 ± 20,98	-4,30	0,01			
<b>HF_log (un)</b>					0,81	0,80	0,04
GC	41,37 ± 17,09	37,75 ± 18,44*	-3,62	0,20			
GN	48,20 ± 19,24	46,60 ± 18,90	-1,60	0,08			
GP	41,20 ± 18,76	45,50 ± 20,98	4,30	0,01			
<b>LF/HF</b>					0,21	0,51	0,42
GC	2,00 ± 1,14	2,90 ± 2,51	0,90	0,46			
GN	1,48 ± 0,96	1,46 ± 0,73	-0,02	0,04			
GP	2,23 ± 1,59	1,90 ± 1,47	0,33	0,24			

Nota:  $\Delta$  = delta; *d* de Cohen = tamanho de efeito. tempo\*grupo= interação grupo v.s tempo;  $\pm$  = desvio padrão. GC: grupo controle; GN: grupo não periodizado; GP: grupo periodizado. un: unidades normalizadas; ms<sup>2</sup>: milissegundos ao quadrado; RMSSD = Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado; SDRR = Desvio padrão de todos os intervalos RR; ICRR = Intervalo cardíaco; HF = High frequency; LF = Low frequency; LF/HF = Índice de balanço simpático vagal. \**p*< 0,05 vs. GC no pré-intervenção.

**Tabela 4.** Sensibilidade barorreflexa dos grupos controle e treinamento ao longo do estudo (n = 23).

	Pré-intervenção	Pós-intervenção	$\Delta$	<i>d</i> de Cohen	tempo	Grupo	tempo*grupo
	( $\bar{X} \pm dp$ )	( $\bar{X} \pm dp$ )					
<b>GAIN_log</b>							
GC	10,33 ± 3,22	11,42 ± 5,03	1,09	0,25			
GN	12,01 ± 10,60	7,94 ± 4,12	-4,07	-0,50	0,83	0,48	0,63
GP	9,85 ± 5,31	8,59 ± 5,90	-1,26	-0,22			
<b>BEI_log (ms/mmHg)</b>							
GC	0,24 ± 0,19	0,20 ± 0,10	-0,04	-0,31			
GN	0,17 ± 0,11	0,21 ± 0,12	0,04	0,32	0,59	0,14	0,81
GP	0,34 ± 0,19	0,34 ± 0,24	0,00	0,02			

Nota:  $\Delta$  = delta; *d* de Cohen = tamanho de efeito; tempo\*grupo= interação grupo v.s tempo; ± = desvio padrão; GC = grupo controle; GN = grupo não periodizado; GP = grupo periodizado; GAIN = Sensibilidade barorreflexa ganho total; BEI = Índice de efetividade do barorreflexo.

## 5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito do treinamento combinado não periodizado e com periodização linear sobre variáveis hemodinâmicas em adultos com obesidade. Os principais achados do estudo indicaram redução na frequência cardíaca de repouso apenas no GN e no componente de alta frequência (HF) da variabilidade da frequência cardíaca no GC após as 16 semanas de intervenção. Nos demais desfechos investigados, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes intra e intergrupos, independentemente do modelo de periodização de treinamento adotado.

No que diz respeito à pressão arterial, sistólica e diastólica, não foi observada alteração significativa para nenhum dos grupos ao longo do estudo. Tais resultados indicam que o treinamento combinado, da forma como foi conduzido, independente da periodização, não foi capaz de promover redução na pressão arterial nesta população, o que pode ser explicado pelos valores iniciais de pressão arterial apresentados pelos participantes. Embora a obesidade seja um fator de risco para o desenvolvimento da hipertensão, os participantes do estudo eram classificados como normotensos e os efeitos do treinamento físico, de maneira geral, na pressão arterial nessa população parecem ser menos expressivos (CARDOSO JR et al., 2010; CORNELISSEN; SMART, 2013). Estudo envolvendo homens de meia-idade normotensos e obesos, submetidos a 10 semanas de treinamento de força e aeróbico, não detectou diferenças na pressão arterial sistólica e diastólica após a intervenção (BANZ et al 2003), corroborando os achados do presente estudo. Outro estudo, que teve o objetivo de investigar o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbico, resistido ou combinado em indivíduos com sobrepeso e obesidade, encontrou reduções significativas apenas na pressão arterial sistólica após a oitava semana no grupo submetido ao treinamento combinado em comparação ao controle. Porém, ao final das 12 semanas de intervenção, não foram encontradas reduções significativas na pressão arterial sistólica e diastólica dos participantes (SULLEN et al., 2012). Intervenções de mais longa duração, bem como outros modelos de periodização merecem ser melhor investigados para que os efeitos do treinamento combinado na pressão arterial em indivíduos com estas características sejam confirmados.

Em relação à frequência cardíaca de repouso, foram observadas reduções significantes apenas para o GN após as 16 semanas de treinamento, indicando que o aumento progressivo da intensidade não parece ser determinante para a redução desta variável. Valores elevados de

frequência cardíaca estão relacionados a um aumento no risco de mortalidade (SPALDING et al., 2000; SHIN et al., 1997; CHACON et al., 1998; GREENLAND et al., 1999; JOUVEN et al., 2005). Dessa forma, a redução da frequência cardíaca de repouso deve ser considerada um importante benefício advindo do treinamento combinado e tal resultado reflete a melhora na eficiência do sistema cardiovascular nesses adultos com obesidade, que, em função da doença, apresentam um aumento da carga de trabalho cardíaco.

Para a variabilidade da pressão arterial, no presente estudo, não houve diferenças intra e intergrupo nas variáveis analisadas. Em um estudo que utilizou o mesmo método de avaliação e verificou o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbico e de força de maneira isolada em jovens saudáveis, os resultados vão ao encontro dos nossos achados, ou seja, não foram identificadas alterações na variabilidade da pressão arterial (ALEX et al., 2013). Outro estudo indicou ausência de efeito do treinamento aeróbico nos indicadores de variabilidade da pressão arterial, em adultos hipertensos, mesmo sendo adotado outro método de avaliação (MAPA de 24 horas) (PAGONAS et al. 2014). Em contrapartida, outros estudos que analisaram o treinamento aeróbico, realizado em intensidade moderada (50% do  $VO_2$ máx) por hipertensos não tratados (IZDEBSKA et al., 2004) e que compararam o os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (80-95% do  $VO_2$ máx) ao treinamento aeróbico contínuo realizado em intensidade moderada (55 - 70%do  $VO_2$ máx) e treinamento combinado em homens adultos hipertensos (CAMINITI et al., 2019), identificaram melhorias na variabilidade da pressão arterial avaliada por monitoramento ambulatorial da pressão arterial. Observa-se, dessa forma, que os resultados disponíveis na literatura relacionados aos efeitos do treinamento físico de maneira geral na variabilidade da pressão arterial, até o momento, são conflitantes, quando analisados métodos de avaliação de muito curto prazo ou 24 horas. O presente estudo, por sua vez, acrescenta à literatura o fato de que o treinamento combinado periodizado e não periodizado parece não ser capaz de promover benefícios na variabilidade da pressão arterial de indivíduos com obesidade, sem diagnóstico de hipertensão.

Em relação aos achados do presente estudo quanto à variabilidade da frequência cardíaca, observou-se redução no componente de alta frequência (HF) para o GC do momento pré para o pós-treinamento. Tal variável está relacionada ao predomínio da atividade parassimpática sobre o coração. Sabe-se que indivíduos com obesidade apresentam características que contribuem para disfunções autonômicas cardíacas relacionadas ao desequilíbrio no sistema nervoso autônomo, implicando, principalmente, em aumento da modulação simpática e diminuição da modulação parassimpática (INDUMATHY et al., 2014;

RAIMUNDO; GODLESKI, 2015; ROSSI et al., 2015). Nesse sentido, nossos achados indicam que o não engajamento em um programa de exercícios físicos, entre adultos com obesidade, favorece a piora da função parassimpática. Em outras palavras, o engajamento em 16 semanas de treinamento combinado foi capaz de prevenir a diminuição da atividade parassimpática provocada, provavelmente, pela evolução da obesidade.

Revisões sistemáticas que analisaram o efeito do treinamento aeróbio e combinado em pacientes com diabetes mellitus tipo 2, direcionam para uma melhora na variabilidade da frequência cardíaca com essas modalidades de treinamento, o que vai de encontro aos resultados do presente estudo (VILLAFAINA et al., 2017; BHATI et al., 2018). Destaca-se, porém, que programas de treinamento de curto prazo (até 16 semanas), parecem não resultar em mudanças significantes nos indicadores de variabilidade de frequência cardíaca, o que justifica nossos achados, considerando que o tempo de intervenção do estudo foi de 16 semanas. Para as pessoas com insuficiência cardíaca, uma recente revisão demonstrou efeitos positivos do treinamento aeróbio no equilíbrio autonômico cardíaco, com aumento no componente de alta frequência (HF) e decréscimos na relação LF/HF (GRONWALD; HOSS., 2020). Para a população saudável, estudo de revisão envolvendo o treinamento resistido demonstrou nenhum efeito sobre a variabilidade da frequência cardíaca de repouso em adultos (KINGSLEY; DEREK; FIGUEROA., 2016).

Ressalta-se que, até o presente momento, não se tem conhecimento sobre nenhuma revisão sistemática que tenha analisado os efeitos do treinamento físico em indivíduos com obesidade, mas estudos isolados indicam dados conflitantes. Pesquisa envolvendo indivíduos com obesidade, que avaliou os efeitos do treinamento combinado não periodizado por oito semanas, com restrição alimentar, encontrou resultados positivos na variabilidade da frequência cardíaca (HU et al., 2017). O treinamento aeróbio deste estudo citado se difere do presente estudo quanto às modalidades de exercícios realizados (ciclismo, caminhada, corrida e dança), à duração das sessões (cinco horas por dia com intensidade moderada e vigorosa) e à frequência semanal (seis vezes na semana), o que pode explicar a divergência dos resultados encontrados. Outro estudo que investigou mulheres obesas com e sem diabetes mellitus tipo 2, submetidas a um programa de treinamento aeróbio de caminhada por 16 semanas, não observou alterações significativas na variabilidade da frequência cardíaca, corroborando parcialmente nossos achados, embora o estudo citado tenha analisado apenas o treinamento aeróbio (FIGUEROA et al., 2007).

Com relação à sensibilidade barorreflexa, em nenhuma das variáveis analisadas foram encontradas diferenças significativas intra ou intergrupos ao longo do estudo. A literatura envolvendo esta temática ainda é escassa e alguns estudos disponíveis realizados com animais, investigando, principalmente, o treinamento aeróbio realizado isoladamente, indicam melhoria na sensibilidade barorreflexa após um programa de treinamento (FLORES et al., 2010; IRIGOYEN et al., 2005). Adicionalmente, em contraponto aos nossos achados, em um estudo com humanos que analisou os efeitos do treinamento de alta intensidade, com ênfase no treinamento aeróbio e progressões na frequência, duração e intensidade, com suplemento do treinamento resistido, duas vezes na semana ao longo de dois anos, em indivíduos saudáveis, foram identificadas melhorias na sensibilidade barorreflexa no grupo exercício comparado ao controle (HIEDA et al., 2018). As diferenças entre os resultados do presente estudo em comparação ao estudo supracitado podem estar relacionadas à população envolvida, uma vez que o estudo anterior envolveu indivíduos saudáveis e o presente estudo investigou indivíduos com obesidade. Os indivíduos com obesidade apresentam níveis séricos de ácidos graxos elevados que provocam aumento da atividade simpática e redução na sensibilidade barorreflexa. Logo, a obesidade apresenta-se como um risco adicional à piora deste marcador hemodinâmico quando comparado a indivíduos saudáveis. Além disso, não se pode desprezar o possível efeito da intensidade e duração da intervenção, considerando que o estudo citado adotou intensidade mais alta de treinamento, em comparação ao presente estudo, e teve duração de dois anos. Para um melhor entendimento quanto aos efeitos do treinamento combinado nestas variáveis, fazem-se necessárias mais investigações sobretudo envolvendo adultos com obesidade, com foco em diferentes modelos de periodização e em diferentes modelos de treinamento, o que futuramente poderá proporcionar um direcionamento sobre esses modelos de periodização e seu impacto nessa população.

As limitações do estudo devem-se principalmente a uma perda amostral alta devido à falta de dados e à baixa frequência dos participantes ao programa de treinamento. A redução do tamanho da amostra além do previsto pode ter impactado no poder estatístico para detectar possíveis diferenças nas variáveis analisadas. No entanto, vale ressaltar que o poder estatístico calculado a posteriori ficou mais alto que 80% para as variáveis pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e frequência cardíaca. Além disso, a escassez na literatura de estudos relacionados ao tema e que permitam a comparação de resultados dificultam a interpretação dos achados. Observa-se também uma diferença brusca na metodologia utilizada nos estudos existentes, o que dificulta a comparação dos resultados.

Para futuros estudos com a mesma abordagem, sugere-se ampliar o tamanho da amostra e investigar outros modelos de periodização e outros modelos de treinamento aeróbio, tais como o intervalado. Além disso, sugere-se investigar o efeito de intervenções mais longas (> 16 semanas) e realizar avaliações mais frequentes afim de acompanhar o comportamento das variáveis ao longo do treinamento.

De qualquer forma, alguns pontos positivos do presente estudo merecem ser destacados, como: 1) o desenho experimental do estudo, um ensaio clínico randomizado e controlado, com cegamento dos avaliadores, garantindo melhor qualidade metodológica; 2) a utilização da técnica de avaliação das variáveis hemodinâmicas por meio de fotopletimografia não invasiva que permitiu a análise de indicadores fortemente associados a saúde cardiovascular, como a variabilidade da pressão arterial, variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade barorreflexa; 3) a utilização das variáveis de hábitos alimentares e da atividade física como controle, diminuindo a interferência desses aspectos nos resultados.

Como implicações práticas, vale ressaltar que o treinamento combinado, apesar de não ter proporcionado alterações na pressão arterial e em outros parâmetros hemodinâmicos, deve ser considerado como uma estratégia fundamental no tratamento da obesidade, independente da periodização, sobretudo pelos efeitos protetores na modulação autonômica parassimpática sobre o coração. Além disso, estudos prévios do nosso grupo indicam que o protocolo de treinamento combinado aplicado foi eficaz na melhora da força muscular dos membros superiores e inferiores, latência do sono, eficiência do sono (grupo não periodizado) e do VO<sub>2</sub> max (grupo periodizado) em adultos com obesidade, o que reforça a importância de sua prescrição para esta população (STREB et al., 2020; LEONEL et al., 2020).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que 16 semanas de treinamento combinado, independente da periodização adotada, não promoveu efeitos na pressão arterial, mas foi capaz de evitar a queda no componente de alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca, indicador de modulação parassimpática sobre o coração, em adultos com obesidade. Além disso, o treinamento combinado não periodizado resultou em redução da FC de repouso desses indivíduos. Em relação ao débito cardíaco, resistência vascular periférica, variabilidade da pressão arterial e sensibilidade barorreflexa, o treinamento combinado, independente da periodização, não promoveu qualquer alteração em adultos com obesidade.

## REFERÊNCIAS

ABBOUD, F. M.; GEIGER, S. R.; SHEPHERD, J. T. **The Cardiovascular System: Peripheral circulation and organ blood flow**. Vol. III. American Physiological Society, 1983.

ACSM - American College of Sports Medicine. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Medicine and Science in Sports & Exercise**. v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports & Exercise**. v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

ALEX, C. et al. Aerobic exercise and strength training effects on cardiovascular sympathetic function in healthy adults: a randomized controlled trial. **Psychosomatic Medicine**. v. 75, p. 375–381, 2013.

ANDRADE, V. N. et al. Uma revisão sobre treinamento concorrente. **Ensaaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. v. 12, n. 2, p.1-17, 2008.

ASHTON, R. E. et al. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. **British journal of sports medicine**. v. 54, n. 6, p. 341-348, 2020.

BANZ, W. J. et al. Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. **Experimental Biology and Medicine**. v. 228, n. 4, p. 434-440, 2003.

BARBALHO, S. M. et al. Síndrome metabólica, aterosclerose e inflamação: tríade indissociável. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 14, n. 4, p. 319-27, 2015.

BERLINER, J. A; WATSON, A. D. A role for oxidized phospholipids in atherosclerosis. **New England Journal of Medicine**. v. 353, n. 17 . p. 1869-1871, 2005.

BHATI, P. et al. Exercise training and cardiac autonomic function in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**. v. 12, n. 1, p. 69-78, 2018.

BHATI, P. et al. Does resistance training modulate cardiac autonomic control? A systematic review and meta-analysis. **Clinical Autonomic Research**. v. 29, n. 1, p. 75-103, 2019.

BLAIR, S. N. et al. Exercício para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 4, n. 4, p. 120-121, 1998.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. VIGITEL Brasil 2017: **vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília (DF); 2017. Disponível em:

<[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2017\\_vigilancia\\_fatores\\_riscos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2017_vigilancia_fatores_riscos.pdf)  
> Acesso em: 19 fevereiro de 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. VIGITEL Brasil 2019: **vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília (DF); 2019.** Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2019\\_vigilancia\\_fatores\\_riscos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_riscos.pdf)  
> Acesso em: 08 agosto de 2020.

BRACHT, C. G; DELEVATTI, R. S; KRUEL, L. F. M. Combined Training in the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Review. **Health**. v. 9, n. 12, p. 1605, 2017.

BUCHHEIT, M. et al. Effects of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**. v. 287, n. 6, p. H2813-H2818, 2004.

CALDERS, P. et al. Effect of combined exercise training on physical and metabolic fitness in adults with intellectual disability: a controlled trial. **Clinical rehabilitation**. v. 25, n. 12, p. 1097-1108, 2011.

CAMINITI, G. et al. Different exercise modalities exert opposite acute effects on short-term blood pressure variability in male patients with hypertension. **European Journal of Preventive Cardiology**. p. 2047487318819529, 2019.

CAMM, A. J. et al. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**. v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

CARDOSO JR, C. G. et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**. v. 65, n. 3, p. 317-325, 2010.

CARRIL, T. Vale et al. EXERCÍCIOS MAIS PREPONDERANTES PARA O TRATAMENTO DA OBESIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**. v. 12, n. 5, p. 1-18, 2019.

CARVALHO, P. et al. Efeito dos treinamentos aeróbio, resistido e concorrente na pressão arterial e morfologia de idosos normotensos e hipertensos. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v. 18, n. 3, p. 363-363, 2013.

CATAI, A. M. et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v. 35, n. 6, p. 741-752, 2002.

CASTELLO, V. et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. **Obesity Surgery**. v. 21, n. 11, p. 1739-1749, 2011.

CHACON-MIKAHIL, M. P. T. et al. Cardiorespiratory adaptations induced by aerobic training in middle-aged men: the importance of a decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v. 31, n. 5, p. 705-712, 1998.

CHADACHAN, V. M. et al. Understanding short-term blood-pressure-variability phenotypes: from concept to clinical practice. **International Journal of General Medicine**. v. 11, p. 241, 2018.

CHAUDHARY, S; KANG, M. K; SANDHU, J. S. The effects of aerobic versus resistance training on cardiovascular fitness in obese sedentary females. **Asian Journal of Sports Medicine**. v. 1, n. 4, p. 177, 2010.

CHOI, L. et al. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 43, n. 2, p. 357, 2011.

CSIGE, I et al. The impact of obesity on the cardiovascular system. **Journal of Diabetes Research**. v. 2018, 2018.

CORNELISSEN, V. A; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**. v. 2, n. 1, p. e004473, 2013.

COSTA, M. B; PAULA, R. B. Aspectos fisiopatológicos da síndrome metabólica. **Revista Médica de Minas Gerais**. v. 15, n. 4, p. 242 – 245, 2005.

COSTA J. S. D; VICTORA, C. G. O que é “um problema de saúde pública”? **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v. 9, n. 1, p. 144 – 151, 2006.

DA NOBREGA, A. C. L. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. v. 33, n. 2, p. 84 – 87, 2005.

DE ANGELIS, K. et al. Efeitos fisiológicos do treinamento físico em pacientes portadores de diabetes tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v. 50, n. 6, p. 1005-1013, 2006.

DE LACERDA SUPLICY, H. Obesidade visceral, resistência à insulina e hipertensão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**. v. 7, n. 2, p. 136 - 141, 2000.

DARAKI et al. Metabolic Profile in Early Pregnancy Is Associated with Offspring Adiposity at 4 Years of Age: The Rhea Pregnancy Cohort Crete, Greece. **Plos One**. v. 10, n. 5, p. 1 – 18, 2015.

DIETRICH, D. F. et al. Effect of physical activity on heart rate variability in normal weight, overweight and obese subjects: results from the SAPALDIA study. **European Journal of Applied Physiology**. v. 104, n. 3, p. 557-565, 2008.

- ECKEL, R. H.; GRUNDY, S. M.; ZIMMET, P. Z. The metabolic syndrome. **Lancet**. v. 365, p. 1415–1428, 2005.
- ESLER, M et al. Sympathetic nervous system and insulin resistance: from obesity to diabetes. v. 14, n. 7, p. 304 - 309, 2001.
- FLECK S. J; KRAEMER W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 1999.
- FIGUEROA, A. et al. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. **European Journal of Applied Physiology**. v. 100, n. 4, p. 437 - 444, 2007.
- FLORES, L. J. et al. Effects of exercise training on autonomic dysfunction management in an experimental model of menopause and myocardial infarction. **Menopause**. v. 17, n. 4, p. 712-717, 2010.
- FRANCISQUETI, F. V.; NASCIMENTO, A. F. D; CORRÊA, C. R. Obesidade, inflamação e complicações metabólicas. **Nutrire**. v. 40, n. 1, p. 81-89, 2015.
- GADEGBEKU, C. A. et al. Raising lipids acutely reduces baroreflex sensitivity. **American journal of hypertension**. v. 15, n. 6, p. 479-485, 2002.
- GAO, L. et al. Exercise training normalizes sympathetic outflow by central antioxidant mechanisms in rabbits with pacing-induced chronic heart failure. **Circulation**. v. 115, p. 3095–3102, 2007.
- GARBER, C. E. The Health Benefits of Exercise in Overweight and Obese Patients. **Current sports medicine reports**. v. 18, n. 8, p. 287-291, 2019.
- GLEESON, M. et al. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature Reviews Immunology**. v. 11, n. 9, p. 607, 2011.
- GRONWALD, T; HOOS, O. Correlation properties of heart rate variability during endurance exercise: A systematic review. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**. v. 25, n. 1, p. e12697, 2020.
- GRÜNEWALD, B; WÖLLZENMÜLLER, F. **Esportes aeróbios para todos**. Rio de Janeiro. Ao Livro técnico S/A, 1984.
- HAJER, G. R. et al. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases. **European Heart Journal**. v.29, p.2959- 2971, 2008.
- HERROD, P. J. J. et al. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of The American Society of Hypertension**. v. 12, n. 4, p.248-267, 2018.

HIEDA, M. et al. The impact of 2 years of high-intensity exercise training on a model of integrated cardiovascular regulation. **The Journal of Physiology**. v. 597, n. 2, p. 419-429, 2019.

HOWARD, B. V; RUOTOLO, G; ROBBINS, D. C. Obesity and dyslipidemia. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**. v. 32, n. 4, p. 855-867, 2003.

HÖCHT, C. Blood pressure variability: prognostic value and therapeutic implications. **ISRN Hypertension**. v. 2013, 2013.

HU, M. et al. Combined moderate and high intensity exercise with dietary restriction improves cardiac autonomic function associated with a reduction in central and systemic arterial stiffness in obese adults: a clinical trial. **PeerJ**. v. 5, p. e3900, 2017.

HUKSHORN, C. J et al. Leptin and the proinflammatory state associated with human obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 89, n. 4, p. 1773-1778, 2004.

HULLEY, S. B. et al. **Delineando a pesquisa clínica**. 4. edição. ArtMed, 2015

HURLEY, B. F; HANSON, E. D; SHEAFF, A. K. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. **Sports Medicine**. v. 41, n. 4, p. 289-306, 2011.

HSUEH, W. A.; LYON, C. J.; QUIÑONES, M. J. Insulin resistance and the endothelium. **The American Journal of Medicine**. v. 117, n. 2, p. 109 - 117, 2004.

INDUMATHY, J. et al. Association of sympathovagal imbalance with obesity indices, and abnormal metabolic biomarkers and cardiovascular parameters. **Obesity research & clinical practice**. v. 9, n. 1, p. 55-66, 2015.

IKEOKA, D; MADER, J. K; PIEBER, T. R. Adipose tissue, inflammation and cardiovascular disease. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 56, n. 1, p. 116 - 121, 2010.

IRIGOYEN, M. C. et al. Exercise training improves baroreflex sensitivity associated with oxidative stress reduction in ovariectomized rats. **Hypertension**. v. 46, n. 4, p. 998-1003, 2005.

IZDEBSKA, E. et al. Effects of moderate physical Training. **Journal of Physiology and Pharmacology**. v. 55, p. 713 - 724, 2004.

ISMAIL, I. et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. **Obesity Reviews**. v. 13, n. 1, p. 68 - 91, 2012.

JOUVEN, X. et al. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. **New England Journal of Medicine**. v. 352, n. 19, p. 1951-1958, 2005.

KANEGUSUKU, H. et al. High-intensity progressive resistance training increases strength with no change in cardiovascular function and autonomic neural regulation in older adults. **Journal of aging and physical activity**. v. 23, n. 3, p. 339-345, 2015.

KAHN, R. et al. The metabolic syndrome: Time for a critical appraisal: Joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. **Diabetes Care**. v. 28, p. 2289 – 2304, 2005.

KELLEY, G. A; KELLEY, K. S. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Hypertension**. v. 35, no. 3, p. 838-843, 2000.

KELLEY, G. A; KELLEY, K. S; TRAN, Z. V. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **International Journal of Obesity**. v. 29, n. 8, p. 881-893, 2005.

KINGSLEY, J. D; FIGUEROA, A. Acute and training effects of resistance exercise on heart rate variability. **Clinical physiology and functional imaging**. v. 36, n. 3, p. 179-187, 2016.

KIRCHHEIM, H. R. Systemic arterial baroreceptor reflexes. **Physiological reviews**. v. 56, n. 1, p. 100-177, 1976.

KOCHANEK, K. D. et al. Mortality in the United States, 2016. **NCHS Data Brief**. n. 293, p. 1-8, 2017.

KOPELMAN, P. G. Obesity as a medical problem. **Nature**. v. 404, n. 6778, p. 635, 2000.

LAVIE, C. J; MILANI, R. V; VENTURA, H. O. Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. **Journal of the American College of Cardiology**. v. 53, n. 21, p. 1925-1932, 2009.

LA ROVERE, M. T; PINNA, G. D; RACZAK, G. Baroreflex sensitivity: measurement and clinical implications. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**. v. 13, n. 2, p. 191-207, 2008.

LEONEL, L. S. et al. Effects of Combined Training With Linear Periodization and Non-Periodization on Sleep Quality of Adults With Obesity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. p. 1-9, 2020.

LÉNÁRD, Z. et al. Comparison of aortic arch and carotid sinus distensibility in humans—relation to baroreflex sensitivity. **Autonomic Neuroscience**. v. 92, n. 1-2, p. 92-99, 2001.

LOPES, H. F. Hipertensão e inflamação: papel da obesidade. **Revista Brasileira Hipertensão**. v. 14, n. 4, p. 239-244, 2007.

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**. v. 44, n. 2, p. 211- 221, 2014.

MAIORANA, A. et al. Effect of aerobic and resistance exercise training on vascular function in heart failure. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**. v. 279, n. 4, p. H1999-H2005, 2000.

MARTINS-SANTOS, C. F. et al. O exercício físico como tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares. **JIM-Jornal de Investigação Médica**. v. 1, n. 1, p. 26-33, 2020.

MARZOLINI, S; OH, P. I; BROOKS, D. Efeito do treinamento combinado aeróbico e de resistência versus treinamento aeróbico sozinho em indivíduos com doença arterial coronariana: uma meta-análise. **European Journal of Preventive Cardiology**. v. 19, n. 1, p. 81–94, 2012.

MECHANICK, J. I; HURLEY, D. L; GARVEY, W. Timothy. Adiposity-based chronic disease as a new diagnostic term: the American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology position statement. **Endocrine Practice**. v. 23, n. 3, p. 372 – 378, 2016.

MELO, J. B. et al. Cardiovascular risk factors in climacteric women with coronary artery disease. **International Journal of Cardiovascular Sciences**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 4-11, 2018.

MEHLUM, M. et al. Blood pressure variability and risk of cardiovascular events and death in patients with hypertension and different baseline risks. **European Heart Journal**. v. 39, n. 24, p. 2243 -2251, 2018.

MOHAMMED, J. et al. Evidence for aerobic exercise training on the autonomic function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a systematic review. **Physiotherapy**. v. 104, n. 1, p. 36 - 45, 2018.

MONAHAN, K. D. et al. Regular aerobic exercise modulates age-associated declines in cardiovascular baroreflex sensitivity in healthy men. **The Journal of physiology**. v. 529, n. 1, p. 263-271, 2000.

MONTEIRO, M. F; SOBRAL FILHO, D. C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 10, n. 6, p. 513 - 519, 2004.

MOUSA, T. M. et al. Exercise training enhances baroreflex sensitivity by an angiotensin II-dependent mechanism in chronic heart failure. **Journal of Applied Physiology**. v. 104, n. 3, p. 616 - 624, 2008.

NEGRAO, C. E. BARRETTO, A. C. P.. **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 2 edição. Manole, 2006.

NG, M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The lancet**. v. 384, n. 9945, p. 766 - 781, 2014.

NUNAN, D; SANDERCOCK, G. R. H; BRODIE, D. A. A. quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. **Pacing and Clinical Electrophysiology**. v. 33, n. 11, p. 1407-1417, 2010.

OLIVEIRA, M. L. D. Estimativa dos custos da obesidade para o Sistema Único de Saúde do Brasil. 2013. Tese (Doutorado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília.

OREOPOULOS, A. et al. Body mass index and mortality in heart failure: a meta-analysis. **American Heart Journal**. v. 156, n. 1, p. 13-22, 2008.

PAGONAS, N. et al. The impact of aerobic exercise on blood pressure variability. **Journal of Human Hypertension**. v. 8, p. 367 – 371, 2014.

PIRES, A. et al. Obesidade: Paradigma da Disfunção Endotelial em Idade Pediátrica. **Acta Medica Portuguesa**. v. 28, n. 2, 2015.

POIRIER, P. et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**. v. 113, n. 6, p. 898 -918, 2006.

POPKIN, B. M. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases **The American Journal of Clinical Nutrition**. v.84, n.2, p.289-298, 2006.

POORTVLIET, R. K. E et al. Blood pressure variability and cardiovascular risk in the PROspective Study of Pravastatin in the Elderly at Risk (PROSPER). **Plos One**. v. 7, n. 12, p. e52438, 2012.

PRESTES, J. et al. Prescrição e periodização do treinamento de força em academias (2ª edição revisada e atualizada). **Editora Manole**. 2016.

RAIMUNDO, R. D; GODLESKI, J. J. Heart rate variability in metabolic syndrome. **Journal of Human Growth and Development**. v. 25, n. 1, p. 7-10, 2015.

RAHMOUNI, K. et al. Obesity-associated hypertension: new insights into mechanisms. **Hypertension**. v. 45, n. 1, p. 9 - 14, 2005.

ROSSI, R. C. et al. Impact of obesity on autonomic modulation, heart rate and blood pressure in obese young people. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**. v. 193, p. 138–141, 2015.

ROTHWELL, P. M. et al. ASCOT-BPLA and MRC Trial Investigators. Effects of beta blockers and calcium-channel blockers on within-individual variability in blood pressure and risk of stroke. **Lancet Neurol**. v. 9, n. 5, p. 469 - 480, 2010.

ROUTLEDGE, F. S. et al. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. **Canadian Journal of Cardiology**. v. 26, n. 6, p. 303-312, 2010.

SASAKI, J. E; JOHN, D; FREEDSON, P. S. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of science and medicine in sport**. v. 14, n. 5, p. 411-416, 2011.

SARSAN, A. et al. The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. **Clinical Rehabilitation**. v.20, p. 773 - 782, 2006.

SCHWINGSHACKL, L. et al. Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: a systematic review and network meta-analysis. **Plos One**. v. 8, n. 12, p. e82853, 2013.

SERHIYENKO, V. A; SERHIYENKO, A. A. Cardiac autonomic neuropathy: risk factors, diagnosis and treatment. **World Journal of Diabetes**. v. 9, n. 1, p. 1, 2018.

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**. v. 147, n. 6, p. 357-369, 2007.

SHAFFER, F; MCCRATY, R; ZERR, C. L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. **Frontiers in Psychology**. v. 5, p. 1040, 2014.

SHIN, K. et al. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 29, n. 11, p. 1482-1490, 1997.

SPALDING, T. W. et al. Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2000.

STRASSER, B. Physical activity in obesity and metabolic syndrome. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 1281 n. 1, p. 151 – 159, 2013.

STRASSER, B; ARVANDI, M; SIEBERT, U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. **Obesity Reviews**. v. 13, n. 7, p. 578 - 591, 2012.

STRASSER, B; SCHOBERSBERGER, W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. **Journal of Obesity**. v. 2011, p. 1 – 9, 2010.

STREB, A. R. et al. Effects of Nonperiodized and Linear Periodized Combined Training on Health-Related Physical Fitness in Adults With Obesity: A Randomized Controlled Trial. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. 2020.

TELES, Y. C. F. et al. O papel do estresse oxidativo na síndrome metabólica. **Journal of the Health Sciences Institute**. v. 33, n. 1, p. 89 - 93, 2015.

THORP, A. A; SCHLAICH, M. P. Relevance of sympathetic nervous system activation in obesity and metabolic syndrome. **Journal of Diabetes Research**. v. 2015, 2015.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**. v. 24, n. 2, p. 205 - 217, 2009.

VILLAFAINA, S. et al. Physical exercise improves heart rate variability in patients with type 2 diabetes: a systematic review. **Current Diabetes Reports**. v. 17, n. 11, p. 110, 2017.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity and health, 2010. Disponível em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf) Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity and overweight, 2016. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

WHO. World. Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. 2011. Disponível em: [http://www.who.int/nmh/publications/ncd\\_report\\_full\\_en.pdf](http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf). Acesso em: 13 nov. 2017.

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**. v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.

WILMORE, H. J; COSTILL, L. D. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo; Editora Manoele, 2001.

ZAWADZKI, M. J; SMALL, A. K; GERIN, W. Ambulatory blood pressure variability: a conceptual review. **Blood Press Monit.** v. 22, p. 53 - 58, 2017.

ZAGO, A; JOKURA, A. Efeitos do exercício físico no estado inflamatório crônico de baixo grau induzido pela obesidade. **Revista Odontológica de Araçatuba, Araçatuba**. v. 34, n. 2, p. 27–32, 2013.

ZAID, M. et al., Anthropometric and metabolic indices in assessment of type and severity of dyslipidemia. **Journal of Physiological Anthropology**. v. 36, n. 1, p. 19, 2017.

## **APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### **CENTRO DE DESPORTOS DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Campus Universitário, s/n, Trindade, Florianópolis, SC. CEP: 88040-900

Telefone: (48) 3721.9462

E-mail: [def@contato.ufsc.br](mailto:def@contato.ufsc.br); [secretariadef@cds.ufsc.br](mailto:secretariadef@cds.ufsc.br)

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Prezado (a), você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada **“EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO CONCORRENTE NOS INDICADORES DESAÚDE EM ADULTOS OBESOS”**. Sua participação tem caráter voluntário. A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará prejuízo algum em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. No caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento.

O objetivo desta pesquisa é verificar os efeitos de dois modelos de treinamento concorrente sobre a aptidão física relacionada à saúde, marcadores bioquímicos, fisiológicos e sociais de adultos obesos. Este estudo é relevante pois poderá contribuir com a identificação de possíveis motivos que levam esta população a permanecer e a desistir de programas de exercício físico, bem como investigar as mudanças físicas, bioquímicas e fisiológicas decorrentes de dois modelos de treinos.

Se você concordar em participar serão realizados os seguintes procedimentos:

Aplicação de questionários online (ficha cadastral, questionários de saúde, qualidade de vida, estágios de mudança de comportamento, escala de satisfação com a imagem corporal, motivos de aderência e desistência e barreiras para a prática de atividade física) e entrevista que objetivam levantar dados sobre o seu estilo de vida (Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ - versão longa);

- a) Avaliações físicas quanto à: composição corporal (peso, massa de gordura, massa muscular, percentual de gordura, índice de massa corporal (IMC), altura e relação cintura-quadril); aptidão cardiorrespiratória em um teste de esteira; força máxima de membros superiores e inferiores em dois exercícios (supino reto e leg press 45°) com o teste de 1 repetição máxima; pressão arterial de repouso com a utilização de um esfigmomanômetro; frequência cardíaca de repouso e frequência cardíaca máxima, utilizando um frequencímetro cardíaco portátil (para a frequência cardíaca máxima, as medições serão coletadas juntamente com o teste de aptidão cardiorrespiratória); e flexibilidade de membros inferiores com o teste de sentar e alcançar.
- b) Exame de sangue para coleta de marcadores bioquímicos como colesterol total, LDL e HDL; e
- c) Utilização de um pequeno sensor de movimento por 7 dias para medição da atividade física habitual.

Posteriormente, será realizado um sorteio para você participar de um dos grupos:

Grupo controle: este grupo continuará com suas atividades normais, não sofrendo nenhuma intervenção por parte da equipe de pesquisa.

Grupo intervenção: os integrantes participarão de 3 sessões de exercícios físicos semanais com duração de 1h ao longo de 16 semanas.

Após as 16 semanas, os itens a), b), c) e d) serão repetidos. Todos os procedimentos desta pesquisa serão realizados nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e serão conduzidos por profissionais, professores e alunos com experiência prévia.

Embora pequenos, ao longo da pesquisa é possível que se tenha alguns desconfortos como constrangimento ao responder os questionários e as entrevistas; dor mínima e/ou hematoma onde o sangue for retirado, além de possíveis desconfortos físicos temporários ao realizar testes e avaliações físicas. No entanto, durante os procedimentos de coletas de dados, o senhor será sempre acompanhado por um dos membros da equipe da pesquisa, que lhe prestará toda a assistência necessária ou acionará pessoal competente para isso. Para a avaliação física, você deverá utilizar roupa de banho ou roupas leves (sunga ou calção para os homens e maiô, biquíni ou top e short para as mulheres). Por isso, há o risco de constrangimento, porém, fique tranquilo, pois será assegurado que o senhor esteja em uma sala reservada e apropriada, apenas junto de um avaliador do mesmo sexo que o seu. Em relação ao protocolo de exercícios físicos, você poderá sentir dores musculares agudas e/ou

tardias, de caráter temporário, estar suscetível a quedas, lesões ou mal-estar, mas não se preocupe, pois os exercícios sempre serão mantidos em um nível de esforço seguro, de acordo com sua capacidade individual, e será imediatamente suspenso, se necessário for. Caso ocorra qualquer umas das situações acima citadas, você poderá comunicar o profissional que estará presente, pronto para prestar toda a assistência de maneira gratuita e tomar todas as providências cabíveis. Quanto à utilização de monitores de atividades físicas portáteis há possibilidades de desconfortos causado pela faixa que será utilizada na cintura para segurar o aparelho e um possível constrangimento ou sensação de insegurança quanto à utilização deste ao longo do dia, no entanto, é importante ressaltar que o aparelho tem tamanho semelhantes à de um relógio, podendo passar despercebido.

Dentre os benefícios de sua participação neste estudo, destacam-se o conhecimento da sua atual condição física, os resultados de diferentes exames importantes no tratamento da obesidade, a possibilidade de realização de um programa de exercícios físicos estruturado e acompanhado por profissionais devidamente capacitados e a contribuição com a literatura científica acerca do treinamento físico como uma das formas de tratamento da obesidade.

Todas as informações coletadas neste estudo serão identificadas por letras e números a fim de preservar sua identidade e privacidade, porém, sempre há a possibilidade de quebra de sigilo, mesmo de forma involuntária e não intencional e, para isto, a situação será tratada nos termos da lei. A eventual inclusão dos resultados deste em publicações científicas serão feitas de modo a garantir o anonimato de todos os participantes.

A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela sua participação nesta pesquisa, porém você será ressarcido, caso haja necessidade devido às possíveis despesas. Além disso, caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência do estudo, poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente.

Você receberá uma via deste termo; guarde-a cuidadosamente, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante seus direitos como participante.

O responsável por essa pesquisa é o professor Dr Giovanni Firpo Del Duca, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina, lotado no Departamento de Educação Física que irá assegurar os preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012. Caso você tenha alguma dúvida sobre a pesquisa ou precise de alguma assistência em qualquer momento durante este estudo você pode contatar a equipe de pesquisadores via telefone: Professor Giovanni (48) 99988.6944; Professora Anne (48) 98836.5521; Professor Robert(48) 99648.1274, pelos e-mails: [giovani.delduca@ufsc.br](mailto:giovani.delduca@ufsc.br),

anne.streb@posgrad.ufsc.br, robert.passos@posgrad.ufsc.br ou no endereço da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Reitor João David Ferreira Lima, Centro de Desportos, Núcleo de Pesquisa em Atividade Física e Saúde, sala 47 - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900. Também poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC pelo telefone (48) 3721-6094, pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br, ou no endereço Prédio Reitoria II, Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, bairro Trindade, Florianópolis/SC.

---

Pesquisador responsável  
Prof. Dr. Giovani Firpo Del Duca  
Coordenador da pesquisa

#### DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE

Eu, \_\_\_\_\_,

RG\_, após a leitura deste documento e ter tido oportunidade de conversar com o pesquisador responsável para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro que minha participação é voluntária e que posso me retirar a qualquer momento sem nenhum prejuízo. Estou ciente também do objetivo da pesquisa, dos procedimentos que serei submetido, dos possíveis danos e riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e assistência sempre que eu desejar. Diante do exposto, expresso minha concordância voluntária em participar desta pesquisa:

---

Assinatura do participante

Florianópolis, \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2018

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO CONCORRENTE NOS INDICADORES DE SAÚDE EM ADULTOS OBESOS

**Pesquisador:** GIOVANI FIRPO DEL DUCA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 79893517.0.0000.0121

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.448.674

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa vinculado ao PPG em Educação Física da UFSC, tendo como pesquisadores os pós-graduandos Anne Ribeiro Streb e Robert Passos da Silva, orientados pro Giovani Firpo Del Duca. A população alvo do presente estudo será representada por 90 adultos com idade de 30 a 50 anos, que possuam um quadro de obesidade diagnosticado a partir do Índice de Massa Corporal (IMC)  $30,0 \text{ kg/m}^2$ . Os grupos existentes serão o controle (G0), que não receberá nenhum tipo de intervenção, apenas fará as avaliações; O grupo de intervenção 1 (G1), que realizará exercícios físicos de forma não-periodizada e fará todas as avaliações; E o grupo de intervenção 2 (G2) que realizará exercícios físicos com periodização linear e também deverá fazer todas as avaliações. Todos os participantes, independente do grupo alocado, serão convidados a comparecer à UFSC para a realização das avaliações do perfil bioquímico, marcadores fisiológicos, composição corporal e aptidão física. Será feito um processo de familiarização com os exercícios físicos baseada nas recomendações do ACSM (2014) para adultos obesos.

#### Critérios de Inclusão:

Ser voluntário; Ter o IMC maior ou igual a  $30 \text{ kg/m}^2$ ; Ter idade mínima e máxima de 30 e 50 anos, respectivamente; Apresentar atestado médico liberando-o para a prática de exercícios físicos; Apresentar eletrocardiograma realizado no último ano; Não estar engajado em programas de exercício físico desde os últimos 3 meses; Não ser fumante; Não ingerir bebidas alcoólicas em excesso (5 doses em uma mesma ocasião).

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (41)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Projeto: 2.448.074

**Critério de Exclusão:**

Possuir o IMC maior que 39,9kg/m<sup>2</sup>; Possuir diagnóstico de alguma outra doença de caráter crônico; Possuir alguma deficiência física, visual, auditiva, motora ou cognitiva; Fazer o uso de algum medicamento para o controle e/ou tratamento da obesidade; Ter realizado algum procedimento cirúrgico visando a redução de peso.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Verificar os efeitos de diferentes modelos de treinos na aptidão física relacionada à saúde, no perfil bioquímico, nos marcadores fisiológicos e na aderência à programas de exercícios físicos de adultos obesos.

**Objetivo Secundário:**

Analisar os efeitos do treinamento concorrente sobre os componentes da aptidão física relacionada à saúde; Analisar os efeitos do exercício físico concorrente no perfil bioquímico de indivíduos obesos; Analisar os efeitos do exercício físico concorrente em marcadores fisiológicos de pressão arterial e frequência cardíaca de obesos;

Identificar os principais motivos para a adesão, aderência e desistência de obesos ao programa de exercício físico concorrente;

Identificar as barreiras percebidas para a prática de atividade física em indivíduos obesos;

Comparar os efeitos intra e intergrupos pós-intervenção de 16 semanas de treinamento concorrente.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores entendem que, embora pequenos, ao longo da pesquisa é possível que se tenha alguns desconfortos como constrangimento ao responder os questionários e as entrevistas, dor mínima e/ou hematoma onde o sangue for retirado, além de possíveis desconfortos físicos temporários ao realizar testes e avaliações físicas. Citam também o risco de constrangimento e providências para minimizá-los. Em relação ao protocolo de exercícios físicos, informam que o participante poderá sentir dores musculares agudas e/ou tardias, de caráter temporário, estar suscetível a quedas, lesões ou mal-estar.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3721-8094 E-mail: cep\_propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.448.674

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Sem comentários adicionais.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A folha de rosto vem assinada pelo pesquisador responsável e pelo coordenador do PPG em Educação Física da UFSC. Consta do processo declaração do diretor do GDS autorizando a pesquisa e comprometendo-se a cumprir os termos da res. 466/12 e complementares. Constam do processo também formulário de recordatório alimentar, questionário (estado de saúde, satisfação com imagem corporal, barreiras para a prática de atividade física etc.) e questionário sobre atividades físicas a serem respondidos pelos participantes. O cronograma informa que o início do recrutamento se dará em 12/02/2018 e a intervenção a partir de 05/03/2018. O orçamento prevê despesas de locomoção dos pesquisadores, materiais de escritório e análises bioquímicas, totalizando R\$ 10.000,00 com financiamento próprio. O TCLE está muito bem redigido, é bastante objetivo na apresentação dos riscos e cumpre essencialmente todas as exigências da res. 466/12.

**Recomendações:**

Sem recomendações adicionais.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1032318.pdf	13/11/2017 19:15:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP.pdf	13/11/2017 19:14:51	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Outros	RecordatorioAlimentarCEP.pdf	13/11/2017 18:59:36	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Outros	AcelerometriaCEP.pdf	13/11/2017 18:58:16	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Outros	Entrevista1CEP.pdf	13/11/2017 18:57:56	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Outros	Questionario1CEP.pdf	13/11/2017 18:57:31	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefones: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.448.674

Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoCDSCEP.pdf	13/11/2017 18:55:10	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Cronograma	CronogramaCEP.pdf	13/11/2017 18:53:48	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLECEP.pdf	13/11/2017 18:53:14	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rostoCEP.pdf	13/11/2017 18:52:52	GIOVANI FIRPO DEL DUCA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANOPOLIS, 19 de Dezembro de 2017

---

 Assinado por:  
Yimar Correa Neto  
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
 Telefone: (48)3721-8094 E-mail: cep.propeq@contato.ufsc.br

## ANEXO B - COMPROVANTE DE APROVAÇÃO NO REGISTRO BRASILEIRO DE ENSAIOS CLÍNICOS.

The screenshot displays the user interface of the Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (RBR). At the top, there is a header with the logo and name of the site, along with user information: 'USUÁRIO: AnneStreb', 'SUBMISSÕES: 001', and 'PENDÊNCIAS: 000'. There are also links for 'Perfil', 'SAIR', and a power icon. Below the header, there is a navigation menu with 'NOTÍCIAS | SOBRE | AJUDA | CONTATO' and a search bar with a 'Buscar ensaios' button and a link to 'BUSCA AVANÇADA'. The main content area shows a list of trials, with the first one being 'RBR-3c7rt3' titled 'Efeitos de diferentes protocolos de Treinamento Concorrente nos indicadores de de saúde em adulto Obesos'. It includes the registration date 'Data de registro: 30 de Jan. de 2018 às 09:10' and the last update 'Last Update: 7 de Fev de 2018 às 15:25'. The study type is listed as 'Tipo do estudo: Intervenções'.

Saúde  
Ministério da Saúde

REGISTRO BRASILEIRO DE  
**Ensaios Clínicos**

USUÁRIO: AnneStreb    SUBMISSÕES: 001    PENDÊNCIAS: 000    Perfil    SAIR   

PT | ES | EN

NOTÍCIAS | SOBRE | AJUDA | CONTATO

**Buscar ensaios**

[BUSCA AVANÇADA](#)

HOME / **ENSAIOS REGISTRADOS** /

**RBR-3c7rt3**  
**Efeitos de diferentes protocolos de Treinamento Concorrente nos indicadores de de saúde em adulto Obesos**  
Data de registro: 30 de Jan. de 2018 às 09:10  
Last Update: 7 de Fev de 2018 às 15:25

**Tipo do estudo:**  
Intervenções