



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



ADEILMA LIMA DOS SANTOS

**TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO:
ALTERAÇÕES METABÓLICAS INFLAMATÓRIAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E
DESEMPENHO NEUROMUSCULAR EM HOMENS COM SOBREPESO: ESTUDO
RANDOMIZADO**

JOÃO PESSOA/PB

2018

ADEILMA LIMA DOS SANTOS

**TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO:
ALTERAÇÕES METABÓLICAS INFLAMATÓRIAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL E
DESEMPENHO NEUROMUSCULAR EM HOMENS COM SOBREPESO: ESTUDO
RANDOMIZADO**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa Associado de Pós-
Graduação em Educação Física
UPE/UFPB, como requisito parcial à
obtenção do Título de Mestre.

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano. Linha de
pesquisa: Cineantropometria e Desempenho Humano.

ORIENTADORA: Prof.^a Dr. Maria do Socorro Cirilo de Sousa

JOÃO PESSOA/PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732t Lima-dos-Santos, Adeilma.

TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO:
ALTERAÇÕES METABÓLICAS INFLAMATÓRIAS, COMPOSIÇÃO
CORPORAL E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR EM HOMENS COM
SOBREPESO: ESTUDO RANDOMIZADO / Adeilma
Lima-dos-Santos. - João Pessoa, 2019.
112 f.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo-Souza.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/Campos I.

1. Força muscular; Oclusão vascular; Educação Física.
I. Cirilo-Souza, Maria do Socorro. II. Título.

UFPB/BC

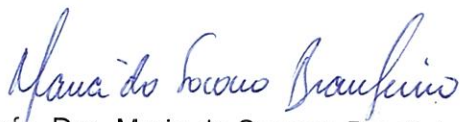
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UEPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Dissertação **Treinamento de Força com Restrição de Fluxo Sanguíneo: Alterações Metabólicas Inflamatórias, Composição Corporal e Desempenho Neuromuscular em Homens com Sobrepeso.**

Elaborada por Adeilma Lima dos Santos

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

Data: 28 de fevereiro de 2019



Profa. Dra. Maria do Socorro Brasileiro
Coordenadora – UFPB

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
UEPB - Presidente da Sessão



Profa. Dra. Maria do Socorro Brasileiro
UEPB- Membro Interno



Prof. Dr. João Modesto Filho
UEPB – Membro Externo

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a Deus e aos meus Pais *Raquel* e *Adeildo*, que com seus fôlegos de vida me sustentaram e me deram coragem para questionar realidades e propor um novo mundo de possibilidades.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me abençoar e redimir a coragem e perseverança em minha vida e nesse ciclo acadêmico que hoje se encerra, me fazendo vencer todos os obstáculos encontrados nessa trajetória.

Não posso deixar de agradecer a todas as pessoas, sem exceção, que de alguma forma já passaram pela minha vida e deixaram a sua marca;

À minha irmã, Rikelma, por todo carinho e compreensão durante esses anos de ausência;

À minha avó, Sônia, pelo apoio e confiança que me deste durante toda minha trajetória acadêmica, jamais mediu esforços para me ajudar quando sempre precisei. Enfim, agradeço a toda minha família que me proporcionou todo amor e carinho, construindo toda a base que precisamos nessa vida, amo todos vocês;

Não poderia deixar de agradecer a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e à Universidade de Pernambuco (UPE), sedes do programa associado de pós-graduação em educação física (PAPGEF), agradecer também a coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pela bolsa concedida e os professores do PAPGEF UPE/UFPB que pude conviver pelos ensinamentos durante esses dois anos do mestrado;

Em relação às pessoas que encontramos na caminhada da vida acadêmica, gostaria de agradecer a minha orientadora Prof^a. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa, pela oportunidade de juntas realizarmos esse belíssimo trabalho científico, pelos ensinamentos adquiridos a intermédio dela, por me despertar ainda mais a vontade de viver esse mundo da docência e pesquisa e também pelos conselhos pessoais durante minha passagem durante esse curso de mestrado, muito obrigada. Aproveito e agradeço ao Prof^o. Dr. Rodrigo Ramalho Aniceto, que através de suas aulas e experiências acadêmicas durante a minha graduação, foi um incentivador para que eu seguisse nessa vida acadêmica da pesquisa científica;

Agradeço também as outras pessoas que tiveram importância ímpar nessa minha caminhada, Elísio, que com sua humildade sempre me ajudou em tudo que precisei, além de ter se tornado um amigo especial. A Joamira que chegou e com seu coração grandioso que só aqueles que convivem reconhecem, me ajudou em todas as formas, seja elas acadêmicas como pessoais, sentirei saudades de vocês. Meus sinceros agradecimentos ao Laboratório de Cineantropometria e

Desempenho Humano (LABOCINE) que se tornou minha casa de pesquisa e onde eu aprendi tudo que me permitiu chegar até aqui na pós-graduação e a todos os membros que hoje fazem parte ou que já fizeram parte do laboratório e que com certeza foram muito importantes na minha jornada: Simoni, Júlio, Bruno, Gabriel, Emilly, Pedro Lucena, Allisson, Pedro Luz, Marlon, Jarbas e Profº Gilmário;

Para finalizar, meus sinceros agradecimentos aos voluntários que literalmente deram sua ajuda para que esse processo pudesse ser concluído. Espero ter contribuído com a vida de vocês. Serei grata pela dedicação de vocês nessa pesquisa.

Nunca Desistir

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

José de Alencar

RESUMO

O treinamento de força (TF) vem sendo um importante fator influente promovendo benefícios como o aumento da força, produção de adipocinas anti-inflamatórias, aumento da massa muscular e diminuição da gordura corporal. Contudo, o TF com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) surge como uma alternativa ao TF com altas cargas, pois se caracteriza pela utilização de cargas menores associado com a RFS para promover ganhos de força e hipertrofia similares ao TF convencional. Pessoas com sobrepeso corporal podem se beneficiar de treinamento já que apresentam sobrecargas mecânicas naturais, gerando diminuição do desempenho físico, e facilitando a adesão do surgimento de lesões ostioarticulares. Sendo assim, o objetivo foi analisar o efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo nos parâmetros metabólicos, composição corporal e desempenho neuromuscular em homens com sobrepeso. A amostra foi composta por 18 homens com idade ($27,66 \pm 3,61$ anos), índice de massa corporal ($27,42 \pm 1,14$), percentual de gordura ($28,38 \pm 3,84$) e tempo de treinamento ($2,77 \pm 0,73$ meses). Os sujeitos foram randomizados e aleatorizados para os seguintes grupos: treinamento de força de baixa carga a 30% de 1RM (TFBC), treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo a 30% de 1RM (TFBC+RFS), e treinamento de força de alta carga a 80% de 1RM (TFAC). Inicialmente realizaram a primeira visita referente à avaliação da composição corporal, análises sanguíneas e do teste de 1RM, após 48 horas foram expostos a três visitas experimentais semanal ao laboratório com *wash out* de 48hs entre as mesmas durante 8 semanas, logo após esse período de intervenção foram realizadas as análises similares a primeira visita. Para a análise inferencial para os desfechos principais adotamos o modelo de equações de estimativa generalizada (GEE) com função de ligação log e distribuição de gamma para observar os principais efeitos e interações. Os principais achados foram: os níveis séricos de leptina e insulina apresentaram diminuição significativa nos momentos (pré e pós) e entre os grupos TFBC+RFS e TFAC comparado com TFBC ($p \leq 0,05$), já a proteína C reativa apresentou diminuição apenas no grupo TFAC na comparação entre os momentos ($p \leq 0,05$). O perfil lipídico mostrou diminuição significativa nas concentrações séricas de colesterol total para o grupo TFAC ($p \leq 0,05$) nos momentos, os triglicerídeos e as lipoproteínas de alta densidade e baixa densidade apresentaram alteração significativa nos grupos TFBC+RFS e TFAC nas comparações entre os momentos ($p \leq 0,05$) e entre os grupos TFBC+RFS e TFAC

em relação ao TFBC. Também foi observado um aumento significativo ($p \leq 0,05$) na MC do grupo de EAC entre os momentos, aumento significativo ($p \leq 0,05$) do IMC nos grupos TFBC+RFS e TFAC entre os momentos, diminuição significativa ($p \leq 0,05$) semelhantes na MCG e %G entre os grupos TFBC+RFS e TFAC, e um aumento significativo ($p \leq 0,05$) da MCM em ambos os grupos, porém com maior magnitude no TFBC+RFS e TFAC. Os níveis de força muscular para os grupos TFBC+RFS e TFAC, aumentou significativamente ($p \leq 0,05$) nos momentos (pré e pós) e em todos os exercícios, exceto para o leg press. Na comparação entre os grupos apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os grupos TFBC+RFS e TFAC em relação ao TFBC em todos os exercícios. Concluimos que a partir de 8 semanas de treinamento de TFBC+RFS e TFAC, já se é possível observar melhoras efetivas no metabolismo inflamatório, composição corporal e o desempenho neuromuscular quando comparado ao TFBC em condições de sobrepeso.

Palavras chave: Força muscular; Oclusão vascular; Educação Física e Treinamento.

ABSTRAT

Strength training (ST) has been an important influential factor promoting benefits such as increased strength, production of anti-inflammatory adipokines, increased muscle mass and decreased body fat. However, blood flow restriction ST (BRF) appears as an alternative to high load TF because it is characterized by the use of smaller charges associated with BRF to promote strength gains and hypertrophy similar to conventional ST. Body overweight individuals may benefit from training since they present natural mechanical overloads, causing a decrease in physical performance, and facilitating the appearance of osteoarticular lesions. Thus, the objective was to analyze the effect of strength training with restriction of blood flow on the metabolic parameters, body composition and neuromuscular performance in overweight men. The sample consisted of 18 subjects with age (27.66 ± 3.61 years), body mass index (27.42 ± 1.14), fat percentage (28.38 ± 3.84) and training time (2.77 ± 0.73 months). Subjects were randomized to the following groups: low-load strength training at 30% of 1RM (LLST), low-load with blood flow restriction strength training at 30% of 1RM (LLSTBRF), and high-load strength training at 80% of 1RM (HLST). The subjects will perform the first visit regarding body composition assessment, blood tests and the 1RM test, after 48 hours were exposed to three experimental visits weekly to the laboratory with washout of 48hs between them for 8 weeks, shortly after this period of The same analyzes were carried out at the first visit. For the inferential analysis for the main outcomes, we adopted the generalized estimation equations (GEE) model with log binding function and gamma distribution to observe the main effects and interactions. The main findings were: serum levels of leptin and insulin showed a significant decrease in the moments (pre and post) and between the groups LLSTBRF and HLST compared to LLST ($p \leq 0.05$), whereas the C reactive protein only decreased in the HLST group in the comparison between the moments ($p \leq 0.05$). The lipid profile showed a significant decrease in the serum total cholesterol concentrations for the HLST group ($p \leq 0.05$) at the time, triglycerides and high density and low density lipoproteins presented significant alterations in the LLSTBRF and HLST groups in the comparisons between the moments ($p \leq 0.05$) and between the LLSTBRF and HLST groups in relation to the LLST. We also observed a significant increase ($p \leq 0.05$) in BM of the HLST group between the moments, significant increase ($p \leq 0.05$) of BMI

in the LLSTBRF and HLST groups between the moments, a significant decrease ($p \leq 0.05$) in GBM and % F between LLSTBRF and HLST groups, and a significant increase ($p \leq 0.05$) in MCM in both groups, but with a greater magnitude in LLSTBRF and HLST. The muscle strength levels for the LLSTBRF and HLST groups increased significantly ($p \leq 0.05$) at moments (pre and post) and in all exercises, except for the leg press. In the comparison between the groups, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) for the LLSTBRF and HLST groups in relation to the LLST in all the exercises. We conclude that from 8 weeks of training of LLSTBRF and HLST, it is possible to observe effective improvements in inflammatory metabolism, body composition and neuromuscular performance when compared to LLST in overweight conditions.

Keywords: Muscle strength; Vascular occlusion; Physical Education and Training.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SNC- Sistema Nervoso Central
SNP- Sistema Nervoso Periférico
TNF- α - Fator- α de Necrose Tumoral
IL-6- Interleucina-6
PCR- Proteína C Reativa
ACSM- American College of Sports Medicine
TF- Treinamento de Força
CT- Colesterol Total
TG- Triglicerídeos
HDL- Lipoproteína de Alta Densidade
LDL- Lipoproteína de Baixa Densidade
EPOC- Consumo de Oxigênio Pós-exercício
MC- Massa Corporal
ATP- Adenosina Trifosfato
RM- Repetição Máxima
RFS- Restrição de Fluxo Sanguíneo
GH- Hormônio do Crescimento
mTOR- Mammalian Target of Rapamycin
TAG- Triacilglicerol
TAB- Tecido Adiposo Branco
TAM- Tecido Adiposo Marrom
ASP- Estimulador da Acilação
mRNA- Messenger RNA
POMC- Proopiomelanocorticotrópicos
 α -MSH- α -Melanocyte-stimulating Hormone
NPY- Neuropeptide Y
AgRP- Agouti-related Peptide
IL-12- Interleucina-12
TYR- Tirosina Quinases
PI3K- Phosphoinositide 3-kinase
MAP- Mitogen Activated Protein
IRS- Insulin Receptor Substrate

SH2- Src Homology 2
PIP2- Phosphatidylinositol 4,5
RI- Resistencia a Insulina
IRS-1 Insulin Receptor Substrate 1
IRS-2 Insulin Receptor Substrate 2
GLUT4- Glucose Transporter Type 4
PIP3- Phosphatidylinositol (3,4,5)
AGL- Ácidos Graxos Livres
LHS- Lipase Hormônio-sensível
IL-1- Interleucina-1
ACCF- American College of Cardiology Foundation
LCAT- Lecitina-colesterol Aciltransferase
CEPT- Cholesteryl Ester Transfer Protein
PLTP- Phospholipid Transfer Protein
HIF-1 α - Hypoxia-inducible Factor 1-alpha
UFPB- Universidade Federal da Paraíba
TFBC- Treinamento de Força de Baixa Carga
TFAC- Treinamento de Força de Alta Carga
RFS- Restrição de Fluxo Sanguíneo
IMC- Índice de Massa Corporal
MCM- Massa Corporal Magra
MCG- Massa Corporal Gorda
%G- Percentual de Gordura
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
DXA- Dual-energy X-ray Absorptiometry
DAOP- Doença Arterial Obstrutiva Periférica
ITB- Índice Tornozelo Braquial
SPSS- Statistical Package for the Social Science
GEE- Equações de Estimação Generalizadas
FMR- Força muscular Relativa
 $\Delta\%$ - Variação Percentual

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquematização da ação da Leptina.	22
Figura 2- Mecanismos fisiológicos da restrição de fluxo sanguíneo	30
Figura 3- Delineamento experimental	32
Figura 4- Fluxograma do progresso dos sujeitos	34
Figura 5- Desenho do estudo	35
Figura 6- Avaliação da composição corporal no DXA	37
Figura 7- Processo da Coleta Sanguínea	39
Figura 8- Avaliação do ITB	40
Figura 9- Equipamentos e avaliação do pulso auscultatório e o ponto de restrição de fluxo sanguíneo	41
Figura 10- Exercícios constituintes dos protocolos das sessões experimentais	42
Figura 11- Parâmetros Metabólicos antes e após as sessões de treinamento de força	46

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1- Principais substâncias secretadas como função endócrina inflamatória pelo tecido adiposo	20
Quadro 1- Protocolos de exercício	32
Tabela 2- Descrição (média $\pm$ desvio padrão) da caracterização dos sujeitos	44
Tabela 3- Parâmetros morfológicos antes e após as sessões de treinamento de força	48
Tabela 4- Parâmetros neuromusculares antes durante e após as sessões de treinamento de força	49
Tabela 5- Coeficiente de correlação da força muscular relativa ($\Delta S4\%$) entre os parâmetros metabólicos	50
Tabela 6- Coeficiente de correlação da força muscular relativa ($\Delta S4\%$) entre os parâmetros morfológicos	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Hipóteses	17
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Geral	17
1.2.2 Específicos	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Tecido adiposo e os aspectos relacionados com o sobrepeso e a obesidade	18
2.2 Marcadores inflamatórios do metabolismo.	20
2.2.1 Leptina	21
2.2.2 Insulina e a sua resistência	22
2.2.3 Proteína c reativa (PCR)	25
2.2.4 Perfil lipídico	26
2.3 Treinamento de força convencional <i>versus</i> restrição de fluxo sanguíneo	28
2.3.1 Treinamento de força convencional	28
2.3.2 Treinamento de força associada a restrição de fluxo sanguíneo	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 Caracterização da pesquisa	32
3.2 População e Amostra	32
3.3 Desenho do Estudo	34
3.4 Variáveis analisadas da pesquisa	35
3.5 Aspectos Éticos	36
3.6 Instrumentos e Protocolos utilizados para coleta de dados	37
3.6.1 Antropometria e composição corporal	37
3.6.2 Teste de uma repetição máxima (1RM)	38
3.6.3 Coleta e análises sanguíneas	38
3.6.4 Índice Tornozelo-Braquial (ITB)	39
3.6.5 Determinação da restrição de fluxo sanguíneo	40
3.6.6 Controle Dietético	41
3.7 Protocolos das sessões experimentais	41
3.8 Análise Estatística	42
4 RESULTADOS	43

4.1 Desfecho 1- Parâmetros metabólicos	44
4.2 Desfecho 2- Parâmetros morfológicos	47
4.3 Desfecho 3- Parâmetros do desempenho neuromuscular	48
4.4 Desfecho 4- Relações entre os parâmetros metabólicos, morfológicos e neuromusculares	50
5 DISCUSSÃO	51
5.1 Parâmetros metabólicos	52
5.2 Parâmetros morfológicos	57
5.3 Parâmetros neuromusculares	59
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE (A)- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	83
ANEXO (A)- Parecer consubstanciado do CEP	86
ANEXO (B) - Artigo	88

1 INTRODUÇÃO

A relação desempenho físico, saúde e desporto vêm sendo amplamente investigada, especificamente nos dias de hoje, e de acordo com isso a cineantropometria vêm envolvendo as capacidades físicas que representam essa relação. Dentre as diversas capacidades físicas relacionadas com o desempenho físico estão: a força, a flexibilidade, a velocidade e a potência que por sua vez fazem parte da dimensão neuromuscular da cineantropometria (NAHAS, 2013; BOHME, 2017).

Com referência a força, caracterizada como um fator influenciador importante para o desempenho neuromuscular (CHEN et al., 2018; LOPRINZI; SNG; WALKER, 2017). Tratando-se do exercício físico como um meio efetivo de intervenção para o desenvolvimento da força, a diretriz do Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, 2009) alega que o treinamento de força (TF) aparece como um programa de treinamento eficiente para melhoria da qualidade de vida, desempenho e condicionamento físico saudável além de contribuir também para a diminuição da adiposidade corporal. Mais adiante, vem proporcionar o aumento do gasto calórico, a produção de citocinas anti-inflamatórias e diminuição das pro-inflamatórias, além de favorecer o fortalecimento do músculo esquelético, assim viabilizando o aumento da força e massa muscular (ARRUDA et al., 2010; IEPSEN et al., 2015).

Ainda nessa perspectiva, numa abordagem mais recente, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2017) aponta que para se obter os benefícios máximos do treinamento de força, ele deve ser realizado com altas cargas, superiores a 70% de 1-repetição máxima (1RM). Contudo, algumas populações nem sempre suportam executar exercícios com altas cargas devido a fatores como fraqueza muscular e óssea, processo de lesões ostiomioarticulares (ARAÚJO et al., 2015; LOENNEKE; YOUNG, 2013). Suplementarmente, evidências recentes constataram uma resposta positiva ao TF sobre a diminuição da gordura abdominal, a gordura visceral e respostas pró-inflamatórias (STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012; ABBENHARDT et al., 2013).

Os possíveis mecanismos cuja força muscular contribui para a diminuição do excesso de gordura corporal e de seus fatores de risco são: a redução na gordura abdominal, melhoria da concentração de triglicérides (TG) e colesterol total

(CT) no plasma, aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL) e controle glicêmico (JURCA, 2004). Além do mais o consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) também vem contribuir em sua ação na perda da massa corporal (MC), cujo qual, encontra-se a fundamentação do exercício de alta intensidade, na qual há maior ativação do sistema nervoso simpático, aumentando, assim, o metabolismo lipídico de repouso, mudando o substrato energético, que durante o exercício é glicogênio (THORNTON, POTTEIGER, 2002).

Visto que o TF vem sendo cada vez mais um método de treinamento muito solicitado, muitas estratégias vem sendo revistas, melhoradas ou até mesmo criadas para melhorar os níveis de força muscular e suas funções morfológicas. Nesse sentido uma alternativa de método de treinamento que hoje em dia vem sendo bastante investigada, conhecida como restrição de fluxo sanguíneo (RFS), na qual sua principal característica é a realização do TF em baixas cargas (TFBC+RFS) (20-50% 1RM), que conseqüentemente, aumenta os níveis de força e hipertrofia muscular em magnitudes semelhantes ao TF em altas cargas (TFAC) (80% 1RM) (YAMANAKA, FARLEY, CAPUTTO, 2012; KARABULUT et al., 2010). Os principais mecanismos fisiológicos até hoje encontrados na RFS são: hipóxia celular, aumento da secreção do hormônio do crescimento (GH), aumento de fibras rápidas (tipo II) através do aumento dos níveis de mTOR, diminuição da expressão da miostatina e aumento da acidose celular (HUGHES et al., 2017; LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010).

Diante desse processo, vale destacar que quando considerado o volume de gordura corporal, existe uma forte tendência de relação com o peso corporal, e por muitas vezes é descartado a hipótese de que o tecido adiposo em excesso possa influenciar nesse processo neuromuscular. Tendo essa visão, indivíduos diagnosticados com sobrepeso corporal podem se beneficiar com esse método de treinamento, uma vez que, a RFS além de proporcionar os benefícios fisiológicos e neuromusculares em condições de sobrecarga mecânica menor vai ajudar a prevenir o surgimento ou agravamento de doenças ostiomioarticulares. Em relação ao sobrepeso, especificamente o tecido adiposo, vem sendo considerado um órgão endócrino, abrangendo uma relação direta com o excesso de gordura, propiciando um estado inflamatório crônico capaz de sintetizar e liberar várias substâncias, na qual, as principais como: leptina, adiponectina, TNF-, glicocorticoide, interleucina 6 (ANDRÉIA; PASSOS, 2011; FOSTER-SCHUBERT et al., 2005; GLEESON et al.,

2011) e a proteína c reativa (PCR) que faz ligação com a leptina na circulação periférica, consequentemente, bloqueia a principal função da leptina, que é controlar o apetite e quebrar as moléculas de triglicerídeos nos adipócitos (HSUCHOU et al., 2012), estão envolvidas no controle do metabolismo inflamatório. Para mais, a presença de resistência à insulina aumenta a atividade do sistema nervoso simpático, acarretando vasoconstrição, o que pode aumentar a ocorrência de riscos cardiovasculares (GUTTIERRES, MARTINS, 2008) como também contribui para o aumento dessa inflamação, ocasionando a diminuição e produção de moléculas anti-inflamatórias, a adiponectina, e como oponente aumentando a produção de adipocinas pró-inflamatórias, a leptina, onde sua ação primária acontece no hipotálamo, e resistina promovendo, assim, um ambiente propício para o desenvolvimento das células adipócitas (WARD; GRAF, 2008).

É notório em alguns estudos que o baixo nível do desempenho da força muscular juntamente com o excesso de gordura corporal vem sendo fatores colaboradores para a prevalência no desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas como: a obesidade, resistência a insulina, diabetes tipo 2, dislipidemia e hipertensão arterial (JURCA, 2004; FEBBRAIO, 2014; SUN; KUSMINSKI; SCHERER, 2011; WINKVIST et al., 2016). Com base nessa relação neuroendócrina, mostra-se a necessidade cada vez mais de entender a interação dos principais sistemas que coordenam e regulam as funções corporais (nutrição, metabolismo etc.), ou seja, recebem e analisam estímulos externos e internos, que são eles: o sistema nervoso e o sistema endócrino.

Nessas circunstâncias, com o intuito de minimizar esse processo fisiológico consequente de uma rotina diária inadequada, o treinamento de força associado com hábitos alimentares saudáveis, vem sendo uma alternativa de tratamento não medicamentoso cada vez mais forte (GLEESON et al., 2011). Diante disso, esse presente estudo vem sendo o primeiro na literatura a investigar as alterações metabólicas inflamatórias, composição corporal e o desempenho neuromuscular na RFS. Supondo que as respostas neurais e hormonais encarregados pela adaptação do treinamento físico dependem das propriedades dos mesmos, é de se esperar que em diferentes intensidades de treinamento de força provoquem respostas orgânicas diferentes (UCHIDA, 2006).

Nessa situação, a dissertação procurou responder o seguinte questionamento: será que a TFBC+RFS induzirá alterações no metabolismo

inflamatório, composição corporal e o desempenho neuromuscular em condições de sobrepeso? Faz-se importante conhecer e preencher essa lacuna, uma vez que se tornam necessárias intervenções eficazes e de caráter preventivo visando um melhor desempenho e consequentemente uma melhor qualidade de vida a esses indivíduos. Em virtude de já conhecida às respostas fisiológicas desencadeadas nos sistemas neuromuscular, neuroendócrino e cardiovascular induzidas pelo TFBC+RFS, a hipótese é que TFBC+RFS apresente alterações semelhantes ao TFAC e superiores ao TF de baixa carga(TFBC) no metabolismo inflamatório, na composição corporal e no desempenho da força em condições de sobrepeso.

1.1 Hipóteses

HO: Não existem diferenças nas alterações no metabolismo inflamatório, composição corporal e desempenho neuromuscular em diferentes intensidades do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo em homens com sobrepeso.

HE: Existem diferenças nas alterações no metabolismo inflamatório, composição corporal e desempenho neuromuscular em diferentes intensidades do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo em homens com sobrepeso.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Analisar o efeito crônico do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo nos parâmetros metabólicos, composição corporal e desempenho neuromuscular em homens com sobrepeso.

1.2.2 Específicos

- Comparar os níveis séricos de leptina, insulina, PCR, CT, TG, HDL, LDL e composição corporal antes e após a intervenção de diferentes intensidades

do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo durante 8 semanas.

- Comparar o desempenho da força muscular, antes, durante e após a intervenção de diferentes intensidades do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo durante 8 semanas.
- Correlacionar os níveis hormonais de leptina, Insulina, PCR, CT, TG, HDL, LDL e os componentes da composição corporal com o desempenho da força muscular em diferentes intensidades do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo durante 8 semanas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tecido adiposo e os aspectos relacionados com o sobrepeso e a obesidade.

O tecido adiposo atualmente é um dos principais focos das pesquisas em sobrepeso e obesidade, a partir de uma revolução no entendimento da função biológica desse tecido desde a última década, sabendo disso, as diferentes respostas aos diversos tratamentos do excesso de gordura corporal podem estar relacionadas com as características celulares do tecido adiposo (DO PRADO et al., 2009). O tecido adiposo tem característica de um tecido conjuntivo frouxo, composto por vários tipos celulares, incluindo os adipócitos (correspondem 35% a 70% do tecido), pré-adipócitos, células estaminais, fibroblastos, células endoteliais e células do sistema imunológico (HUH et al., 2014), aditivamente é conhecido como um órgão dinâmico que secretam vários fatores denominados adipocinas (HERMSDORFF; MONTEIRO, 2004).

Nessa perspectiva torna-se o principal reservatório energético do organismo. Todavia, esses adipócitos são as únicas células especializadas no armazenamento de lipídios na forma de triacilglicerol (TAG) em seu citoplasma, sem que isso seja nocivo para sua integridade funcional. Essas células possuem todas as enzimas e proteínas reguladoras necessárias para sintetizar ácidos graxos (lipogênese) e estocar TAG em períodos em que a oferta de energia é abundante, e para mobilizá-los pela lipólise quando há déficit calórico. A regulação desses processos ocorre por meio de nutrientes e sinais aferentes dos tradicionais sistemas

neurais e hormonais, e depende das necessidades energéticas do indivíduo (FONSECA-ALANIZ et al., 2006).

O tecido adiposo é composto de vários depósitos localizados em dois compartimentos do corpo: depósitos subcutâneos e depósitos viscerais. Além disso, os adipócitos estão presentes em todo o corpo, associados com múltiplos órgãos, incluindo o coração e os rins. Eles também podem ser encontrados na medula óssea, pulmões e na camada adventícia de vasos sanguíneos principais (OUCHI et al., 2011). Consequentemente, existem dois tipos de tecido adiposo: o branco (TAB) e o marrom (TAM). O adipócito branco maduro armazena os TAG em uma única e grande gota lipídica que ocupa de 85-90% do citoplasma e empurra o núcleo e uma fina camada de citosol para a periferia da célula. É interessante ressaltar que, durante seu desenvolvimento, a célula jovem contém múltiplas gotículas de lipídios, que coalescem para formar uma inclusão lipídica unitária com o amadurecimento celular (RICHARD; STEPHENS, 2014).

Os adipócitos brancos maduros são células grandes, muitas vezes maiores que hemácias, fibroblastos e células do sistema imune, e podem alterar acentuadamente seu tamanho (volume e diâmetro) conforme a quantidade de TAG acumulada. A proporção de lipídios no TAB pode ocupar até 85% da massa total do tecido, sendo o restante da massa representado por água e proteínas. O TAM é especializado na produção de calor (termogênese) e, portanto, participa ativamente na regulação da temperatura corporal (PELLEGRINELLI; CAROBBIO; VIDAL-PUIG, 2016).

O adipócito marrom pode atingir 60 μm de diâmetro, sendo, geralmente, muito menor que o adipócito branco que tem um tamanho médio de 90–100 μm . É uma célula caracterizada pela presença de várias gotículas lipídicas citoplasmáticas de diferentes tamanhos, citoplasma relativamente abundante e núcleo esférico e ligeiramente excêntrico. Apresenta um grande número de mitocôndrias que, por não possuírem o complexo enzimático necessário para a síntese de ATP, utilizam a energia liberada pela oxidação de metabólitos, principalmente ácidos graxos, para gerar calor (RICHARD; STEPHENS, 2014).

Além dos adipócitos, o tecido adiposo contém uma matriz de tecido conjuntivo (fibras colágenas e reticulares), tecido nervoso, células do estroma vascular, nódulos linfáticos, células imunes (leucócitos, macrófagos), fibroblastos e pré-adipócitos (células adiposas indiferenciadas) (OUCHI et al., 2011). Nesse

contexto, a produção pelo tecido adiposo de ácidos graxos estimula a secreção de aldosterona e esta, por sua vez, através de receptores mineralocorticoides, promove adipogênese (CAPRIO et al., 2007) e aumento do estado inflamatório adiposo, com consequente redução dos níveis de adiponectina (GUO et al., 2008).

Os níveis de algumas adipocinas são alterados, levando a mudança nas funções metabólicas e endócrinas do tecido adiposo, ocasionando o aumento da liberação de ácidos graxos, hormônios e moléculas pró- inflamatórias, que contribuem para as complicações associadas ao acúmulo de gordura corporal, ocasionando a obesidade. A tabela 1 mostra as principais substâncias secretadas pelo tecido adiposo.

Tabela 1 – Principais substâncias secretadas como função endócrina inflamatória pelo tecido adiposo.

Substância	Implicações
Angiotensina II	Aumenta a lipogênese, induz resistência à insulina.
ASP	Influência na síntese de triacilglicerol no tecido adiposo branco.
Adiponectina	Aumenta a sensibilidade à insulina, é anti-inflamatório e atenua a progressão da aterosclerose.
Leptina	Sinaliza o sistema nervoso central sobre os estoques corporais de energia.
Fator- α de necrose tumoral (TNF- α)	Lipolítico, aumenta o consumo energético e reduz a sensibilidade à insulina.
Resistina	Aumenta a resistência à insulina.
Interleucina – 6 (IL-6)	Pró-inflamatório, lipolítico, reduz a sensibilidade à insulina.

Fonte:(FONSECA-ALANIZ et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2007)

Essas adipocinas são dimensionadas especialmente pelos receptores na membrana das células que fomenta vias de sinalização intracelular, cujo qual, a secreção e transdução sinalizadora dessas proteínas estão associados ao

desenvolvimento dos fatores relacionados as disfunções da obesidade (OUCHI et al., 2011).

2.2 Marcadores inflamatórios do metabolismo.

2.2.1 Leptina

A leptina é um hormônio protéico peptídico não glicosilado de 16 kDa, produzido nos adipócitos (HALL et al., 2010), composto de 167 resíduos de aminoácidos, produzem níveis baixos localizado no estômago, intestino, placenta, músculo esquelético e, possivelmente, no cérebro. Essas concentrações de leptina no tecido adiposo e plasma correlacionam-se estreitamente com a massa de tecido adiposo e tamanho de adipócitos e triglicerídeos (AHIMA; LAZAR, 2008). Já no músculo esquelético, a leptina acelera a oxidação de ácidos graxos, aumentando a absorção da glicose (SUZUKI et al., 2007).

O hormônio da leptina também é responsável pela regulação do controle da ingestão alimentar, homeostasia dos lipídios no tecido adiposo, tendo como função suprir o apetite e aumentar o metabolismo para queimar mais gordura, atuando em células neuronais do hipotálamo no SNC, na qual seu pico de liberação ocorre durante a noite e às primeiras horas da manhã, e sua meia-vida plasmática é de 30 minutos (DATE et al., 2000).

A leptina possui receptores próprios (ObR, LEPR), conhecendo-se 6 isoformas. No homem são expressas apenas 4 dessas isoformas por espaçamento alternativo, destacando-se a isoforma B por ser a mais importante. Ao atuar através desses receptores localizados no hipotálamo (LAU et al., 2014). Apesar de que existam múltiplas isoformas de leptin receptor (LEPR) que resultam do splicing alternativo do mRNA de Lepr, a forma LEPR-B do receptor medeia essencialmente todos os efeitos fisiológicos conhecidos da leptina. LEPR-B é um receptor de citocina de tipo 1 que medeia a sinalização intracelular através de uma tirosina quinase da família Janus associada (Jak2) (PATTERSON et al., 2011; ROBERTSON; LEINNINGER; MYERS, 2008).

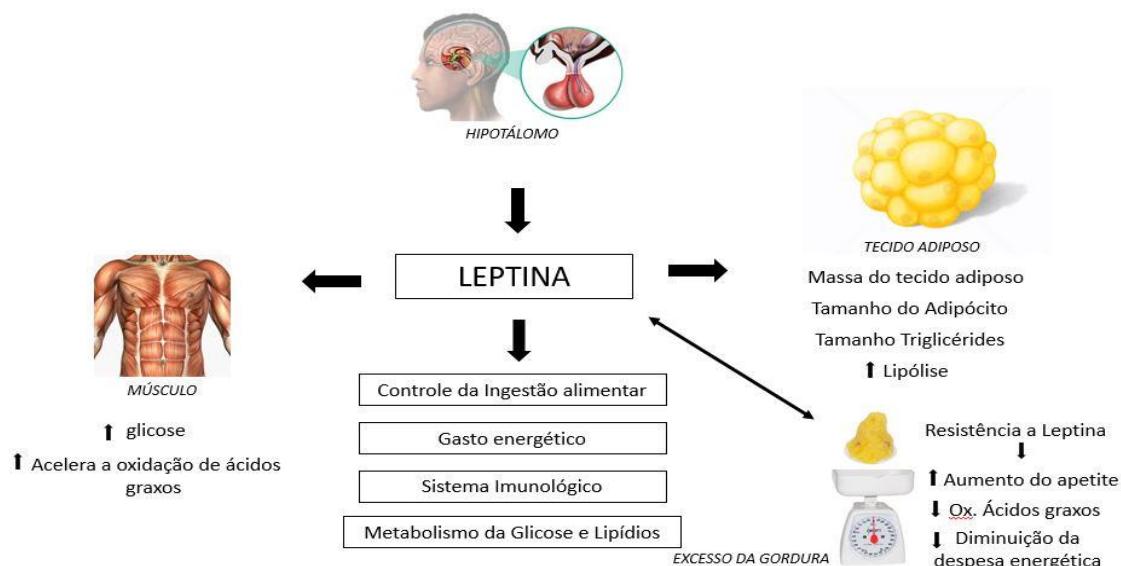
Esse hormônio atravessa a barreira hematoencefálica e atua no SNC via ativação de receptores hipotalâmicos propiomelanocorticotrópicos (POMC). Quando ativados, os neurônios POMC promovem a liberação do hormônio alfa-melanócito-estimulante (α -MSH) que por sua vez ativa os receptores melanocorticotrópicos

(MC3/4) responsáveis em parte pelo aumento da atividade simpática e da pressão arterial. No SNC, a leptina também exerce um efeito inibitório sobre o neuropeptídeo hipotalâmico (NPY) e sobre a proteína Agouti (AgRP), promovendo uma diminuição do apetite e do peso corporal (HALL et al., 2010). A leptina do SNC demonstrou mediar a maioria das ações de leptina, incluindo controle de eixos neuroendócrinos, sistema nervoso autônomo, saciedade e sistema límbico, bem como numerosos comportamentos (MYERS et al., 2009).

A leptina atua na resposta imunológica induzindo uma resposta pró-inflamatória. Na resposta imune inata, ela atua induzindo o aumento da produção das citocinas TNF, IL-6 e IL-12, pelos macrófagos e monócitos; aumenta a fagocitose de macrófagos, e induz a ativação, proliferação e migração de monócitos; estimula a quimiotaxia dos neutrófilos e a produção de espécies reativas de oxigênio, por essas células; regula a diferenciação, proliferação, ativação e citotoxicidade das células natural killer (TILG; MOSCHEN, 2006).

Estudos iniciais realizados em seres humanos obesos mostraram que concentrações de mRNA de leptina em tecido adiposo e soro. As concentrações de leptina se correlacionaram positivamente e muito estreitamente com a quantidade de massa gorda (MAFFEI et al., 1995). Os indivíduos obesos possuem uma grande quantidade de leptina circundante, entretanto, os receptores da leptina estão sensibilizados, o que dificulta o processo de emagrecimento em indivíduos acima do peso (ROMERO; ZANESCO, 2006).

Figura 1- Esquematização da ação da Leptina.



Fonte: Própria

2.2.2 Insulina e a sua resistência

A insulina é caracterizada por um hormônio polipeptídico anabólico formado por 51 aminoácidos, produzidos sob a forma de pró-insulina, secretado pelo β células das ilhotas de Langerhans do pâncreas, na qual, sua síntese é estimulada pelo aumento da glicose sanguínea alojadas no músculo esquelético, fígado e tecido adiposo. Suas principais funções metabólicas são: captação de glicose, aumento da síntese de proteínas, ácidos graxos e glicogênio, reduzindo a produção hepática de glicose, lipólise e proteólise. A insulina também é um importante indicador de adiposidade, pois interage com a promoção dos adipócitos o armazenamento de gordura (LIN et al., 2011).

A insulina inicia seu comportamento biológico envolvendo receptores localizados na membrana celular. O receptor especificamente da insulina é uma glicoproteína que pertence ao conjunto de receptores de fatores de crescimento com atividade intrínseca de Tyr quinases. O receptor de insulina é um heterotetramero composto por duas subunidades α e duas subunidades β unidas por pontes dissulfureto (REYES; PLANCARTE, 2008). Ela atravessa a barreira hemato-encefálica, ligando-se aos receptores no SNC, atuando sobre o mecanismo da leptina. Portanto, tanto a leptina como a insulina atuam de forma periférica, no tecido adiposo, aumentando o processo inflamatório, porém a leptina exerce uma resposta negativa na secreção da insulina para diminuir a lipogênese, por outro lado, a insulina estimula a produção de leptina no tecido adiposo, para estimular a lipólise (BOGUSZEWSKI; PAZ-FILHO; VELOSO, 2010).

Dado que a insulina interage com o seu receptor e posteriormente é ativada, começa o processo de cascatas de sinalização que dependem de um número de interações de proteína. Contudo, duas vias principais de transdução são ativadas pelo mecanismo da insulina: a via do PI3K e a via das cinases ativada por mitogênicos (MAP quinases). Ambas as rotas regulam a maior parte das ações da insulina associadas à regulação do metabolismo energético, da expressão genética e efeitos mitogênicos (REYS; PLANCARTE, 2008).

A via PI3K é o principal mecanismo pelo qual a insulina exerce suas funções no metabolismo da glicose e lipídios. O IRS fosforilado (que sofreu uma mudança conformacional) interage com PI3K (complexo proteico) especificamente na subunidade SH2 como domínio de reconhecimento de fosfotirosina, que atua como pontos de ancoragem para outros substratos proteicos. Por sua vez, eles possuem resíduos de tirosina suscetíveis de serem fosforilados, causando mudança conformacional, ativando PI3K. O PI3K, uma vez ativado, vai para a membrana onde fosforila 4,5 fosfoinositol (PIP2) encontrado na membrana convertendo-o em 3,4,5 fosfo-inositol (PIP3) (REYS; PLANCARTE, 2008).

A resistência à insulina (RI) é definida como uma disfunção metabólica com alterações intracelulares que resulta em prejuízos na translocação de vesículas, diminuindo a capacidade do músculo esquelético e outros tecidos de captar glicose para as células levando a um estado hiperglicêmico (CASTRO et al., 2013). Os mecanismos para o desenvolvimento da resistência à insulina relacionados à obesidade são caracterizados por alterações em certas etapas na sinalização da insulina apresentando redução na concentração e atividade quinase do receptor IR, da fosforilação de tirosina em IRS-1 e redução da atividade de PI3q (UENO et al., 2005). Entretanto, a fosforilação de IRS-1 pode ser tanto em tirosina e subsequente fosforilação de PI3q como em resíduos de serina, onde algumas proteínas inflamatórias podem promover esta alteração e assim comprometer a atividade de PI3q e translocação do GLUT4 para a membrana plasmática (MAYER; BELSHAM, 2010).

Geralmente, a resistência à insulina antecede situações patológicas como a diabetes mellitus ou a síndrome metabólica e está associada a situações como excesso de peso. Essa condição é causada por alterações na via de sinalização de insulina, seja por defeitos na expressão de enzimas intracelular ou translocação de GLUT-4 devido a deficiências na atividade do receptor de insulina, e provoca uma

diminuição profunda na absorção de glicose no músculo e adipócitos, bem como reduções na síntese de glicogênio e na supressão da produção de glicose hepática. A resistência à ação da insulina promove a quebra de triglicerídeos em tecido adiposo, gerando ácidos graxos livres, que também interferem no transporte de glicose estimulada pela insulina, com metabolismo no músculo esquelético e com a sinalização do receptor de insulina (MORALES, 2010). O excesso de Ácidos Graxos livres (AGL) afeta diretamente o metabolismo celular, influenciando no desenvolvimento da resistência à insulina, ocasionado pela hipertrofia dos adipócitos, ou seja, quando a capacidade de armazenamento de adipócitos é superada no tecido adiposo subcutâneo, ocorre a resistência a insulina, aumentando a capacidade lipolítica (ALVAREZ, 2011).

Nos estados de sobrepeso ou obesidade, o tecido adiposo contempla grandes quantidades de adipocinas, que fazem com que o tecido se torne mais resistente à insulina, além de alterar a respostas metabólicas à ação da insulina no músculo esquelético e no fígado, na qual ocasiona uma diminuição na captação da glicose. Diante disso, o aumento dessas adipocinas acarretam aumento do tecido adiposo, e conseqüentemente, a resistência à insulina e o aumento da massa corporal gorda, que incitam a lipase sensível ao hormônio (LSH), favorecendo a lipólise e um aumento na liberação de ácidos graxos livres (SEMPLE; COL, 2011).

2.2.3 Proteína c reativa (PCR)

A proteína C reativa (PCR) é considerada a primeira proteína de fase aguda e produzida no fígado, em respostas ao estímulo de citocinas inflamatórias, e é considerado um biomarcador preciso e sistêmico da inflamação, lesões celulares e infecções. Estudos comprovam que existe relação no aumento dos níveis desta proteína na obesidade (PARK et al., 2005). É considerada uma proteína de fase aguda, aquela qual concentrações tendem a aumentar ou diminuir 25% nos casos de inflamação aguda (AGUILAR et al., 2013). A PCR também é produzida em menor fração por adipócitos, e sistematizada por níveis IL-6 (PICHÉ et al., 2005). No entanto, não é apontada como um legítimo marcador de ação inflamatória, pois contribui diretamente no sistema da aterogênese, procedendo como mediador da produção de óxido nítrico no endotélio (HAMER; CHIDA; STAMATAKIS, 2010).

Os níveis séricos de PCR vêm sendo muito estudada como um marcador bioquímico ou inflamatório, na qual auxilia no monitoramento da resposta ao

tratamento de ações inflamatórias ou infecciosas e na constatação de doenças ocultas (PEPYS; HIRSCHFIELD, 2003). Os efeitos da PCR também está relacionado as propriedades dos anticorpos, tendo função mediadora pró-inflamatória, colaborando na defesa contra infecção como pelas substâncias interleucina-1 (IL-1), o TNF-alfa e, principalmente, a IL-6 (PEPYS; HIRSCHFIELD, 2003). Porém, ela também exerce função anti-inflamatória ao bloquear a associação de neutrófilos e células endoteliais (GABAY; KUSHNER, 1999).

No decorrer dos sistemas inflamatórios agudos os níveis de PCR podem aumentar significativamente, podendo exceder os valores basais. Em indivíduos visivelmente saudáveis, os níveis de PCR variam, geralmente, abaixo de 3 mg/L. Níveis rapidamente elevados ($> 3\text{mg/mL}$ e $< 10\text{ mg/L}$), retratam uma inflamação crônica de baixo grau (GABAY; KUSHNER, 1999). Indivíduos com níveis acima do limite de PCR apresentam níveis baixos de IL-6 (YUDKIN et al., 1999). Evidência relata que níveis altos de PCR tende a se relacionar com doenças coronarianas e doenças cardiovasculares pelos seguintes razões: tendência da mesma se ligar ao LDL, sua renúncia sobre a lesões do miocárdio e sua ação pro-inflamatória (BROSCO, 2009).

Outra relevância considerável é a relação da PCR com as estatinas, na qual, atingem o papel de melhorar o perfil lipídico (RIDKER, 2008). De acordo com as diretrizes American College of Cardiology Foundation (ACCF), a determinação da PCR seria mais favorável em homens acima de 50 anos e mulheres acima dos 60 anos de idade, com disfunção na LDL com nível inferior a 130 mg/dL, que apresentam algumas doenças crônicas degenerativas como: diabetes, obesidade e doenças inflamatórias em estado graves (GREENLAN et al., 2010). No que se retrata com relação ao excesso da gordura corporal, concentrações elevadas de PCR estão mais propícias em indivíduos obesos ou dislipidêmicos (BRASIL et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008), tendo em vista que o índice de massa corporal (IMC) podem elevar os níveis de PCR (ENQUOBAHRIE et al., 2009).

O exercício físico parece contribuir para a diminuição dos níveis de PCR em adultos. Numa meta-análise recente realizado por Garcí-Hermoso et al.(2016), apesar de alguns estudos reportarem redução das concentrações de PCR em jovens obesos após intervenções com o treinamento físico, essas mudanças não foram estatisticamente significantes. Dos oito estudos que analisaram as concentrações de PCR, três mostraram concentrações reduzidas após o

treinamento físico (LOPES et al., 2016; VASCONCELLOS et al., 2016; MEYER et al., 2006). Nessas, a maioria também demonstrou redução da gordura corporal e/ou do IMC (LOPES et al., 2016; VASCONCELLOS et al., 2016; MEYER et al., 2006). A redução nas concentrações de PCR após o treinamento físico pode estar relacionada por mecanismos indiretos, via redução da gordura corporal, e consequentemente, a redução da produção e liberação de IL-6 pelos adipócitos (GLEESON et al., 2011), diminuindo assim, a produção e liberação de PCR pelos hepatócitos no fígado. Porém, as pesquisas que verificaram redução da PCR não conseguiram demonstrar redução concomitante nas concentrações de IL-6.

2.2.4 Perfil lipídico

O perfil lipídico é definido pelas determinações do colesterol total (CT), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e triglicérides (TG) (POWERS; HOWLEY, 2005). Um quadro lipídico desfavorável com alta presença de triglicerídeos, colesterol total, LDL e baixo nível de HDL em conjunto com a presença de hipertensão arterial e o excesso de gordura corporal manifesta-se como um estado estimulante ao surgimento de doenças coronarianas e consequentes acometimentos fatais ao indivíduo, como infartos no miocárdio (DE SOUSA JUNIOR; SOUSA; GUILLO, 2008).

O perfil lipídico também está relacionado com o comportamento da pressão arterial, assim, acarretando a hipertensão arterial. Em estado crítico, o sangue tende a ficar mais espesso, a disponibilidade de óxido nítrico diminui a resistência vascular periférica e por conseguinte pode-se abranger-se no quadro de hipertensão arterial (DE SOUSA JUNIOR; SOUSA; GUILLO, 2008). Além do que, aumentos dos níveis plasmáticos de LDL, a redução dos níveis de HDL e o aumento de TG são fatores de risco para doenças cardiovasculares e cerebrovasculares (ARNHOLD et al., 2016). As alterações das concentrações de lipídios circulantes no sangue podem desencadear a dislipidemia, que por sua vez está subdividida em duas etapas: as primárias na qual não apresentam razões de visivelmente, somente exibem alterações nas concentrações. E as secundárias, aquelas em que os níveis estão bem mais agressivos, favorecendo o surgimento de doenças metabólicas, endócrinas e autoimunes (LEON, 2003).

As lipoproteínas são partículas ricas em lipídeos com uma capa superficial de proteína, lipídeos polares e um núcleo de lipídeos apolares, são responsáveis pelo transporte dos lipídeos no plasma. Existem quatro grandes classes de lipoproteínas: os quilomícrons que são as maiores e menos densas ricas em TG; as lipoproteínas densidade muito baixa (VLDL) que são de origem hepática; as LDL e HDL que são ricas em colesterol (DÂMASO, 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2001). Os quilomícrons têm como principal função transportar os lipídeos da dieta, sobretudo TG, que serão estocados nos tecidos adiposo, muscular e hepático como fonte energética. O seu catabolismo inicia quando entram em contato com a enzima lipase lipoprotéica (LLP) que hidrolisa os TG dos quilomícrons liberando os ácidos graxos (AG) (NEGRÃO; BARRETTO, 2006; DÂMASO, 2003).

A LDL é a transportadora mais importante de colesterol para os tecidos periféricos. A síntese das membranas celulares e a síntese de hormônios esteróides no córtex supra-renal e nas gônadas são feita pelo colesterol da LDL, que transporta 70% do colesterol presente no plasma (NEGRÃO; BARRETTO, 2006). Concentrações altas nos níveis de LDL propiciam uma saturação em seu sistema de remoção, aumentando seu tempo de permanência na circulação, e posteriormente sua oxidação, na qual é ocasionada pela alta concentração plasmática do LDL (ZAGO; ZANESCO, 2006).

A HDL, que é originada principalmente no fígado, intestino e elementos de superfície provenientes da lipólise de quilomícrons, é responsável pela retirada do colesterol em excesso dos tecidos, inclusive da parede arterial, para o fígado, onde é metabolizado (NEGRÃO; BARRETTO, 2006). Algumas proteínas pertencem ao metabolismo do HDL tais como: lecitina colesterol aciltransferase (LCAT), proteína de transferência de colesterol estratificado (CEPT), lípase hepática (LH) e proteína transportadora de fosfolípedes (PLTP) são responsáveis pelas modificações da HDL e contribuindo para o transporte das lipoproteínas plasmáticas (BARTER, et al., 2003). Além Disso, o HDL exerce outras funções no organismo, como: ação anti-inflamatória, antioxidante, potente vasodilatador e estimulação do óxido nítrico no endotélio (LIMA; COUTO, 2006).

2.3 Treinamento de força convencional *versus* restrição de fluxo sanguíneo.

2.3.1 Treinamento de força convencional

De maneira global, a prática do exercício físico, seja ele aeróbico ou anaeróbico, traz benefícios ao desempenho e a saúde dos indivíduos como o aumento do gasto energético, que por sua vez utilizaria uma porção de gordura corporal para elevar esse gasto, propiciando a diminuição do desenvolvimento da obesidade, dislipidemias e uma adiposidade exorbitante (GLEESON et al., 2011). Estudos vêm mostrando que a prática do treinamento físico vem proporcionando respostas anti-inflamatórias em indivíduos que possuem disfunção anormal dos biomarcadores inflamatórios (BRUUNSGAARD, 2005; PETERSEN & PEDERSEN, 2005; GLEESON et al., 2011; YOU et al., 2013). A redução da gordura corporal, o aumento das citocinas anti-inflamatórias advindas das miocinas proveniente do músculo esquelético, a redução da hipóxia e a inflamação dos adipócitos, diminuição dos leucócitos e células endoteliais fazem parte de alguns dos mecanismos do processo do treinamento físico, uma vez que a duração desse treinamento pode influenciar nas respostas inflamatórias (GLEESON et al., 2011; YOU et al., 2013). Independentemente de dieta, reeducação alimentar, idade, quantidade e distribuição da gordura corporal, a prática regular do exercício pode modificar positivamente o perfil lipídico de um indivíduo (NEGRÃO; BARRETO, 2006).

Nessa perspectiva, TF vem sendo cada vez mais estudado no campo do desempenho humano, tornando-se um fator interveniente na análise de diversos aspectos: fisiológicos, neuromusculares, nutricionais entre outros. Sobre tudo os resultados visam encontrar a melhor forma de prescrição do TF para a aplicação prática. Adicionalmente, o conhecimento dos níveis de força muscular de um indivíduo pode ser fundamental para o diagnóstico da aptidão neuromuscular e prescrição de exercícios físicos (FERREIRA et al., 2008). Se praticado de forma sistemática e supervisionado, o TF induz a adaptações intracelulares importantes da força muscular, que resultam principalmente em hipertrofia muscular, no aumento da força máxima, potência e resistência muscular (SOUZA et al., 2008; FRIEDMANN-BETTE et al., 2010; ACSM, 2011).

A força muscular é produzida pela contração efetuada nas pontes que se estabelecem entre os filamentos de actina e miosina (BOSCO, 2007). Essa força é gerada por várias contrações como: isométrica, isotônica, auxotônica e isocinética

(BOMPA; CORNACCHIA, 2000; WEINECK, 2003), dessa forma, quando se aplica um protocolo de TF é importante procurar a forma mais confiável e similar de mensuração da força. Além disso, a força muscular apresenta-se em diferentes respostas quando avaliada em momento agudo ou crônico.

Segundo Kraemer e Ratamess (2004) a magnitude do aumento de força é dependente do tipo de programa utilizado e da prescrição cuidadosa de ações musculares, intensidade, volume, seleção e ordem de exercícios, períodos de descanso entre as séries e a frequência semanal. Além disso, o desenvolvimento da força depende significativamente dos sistemas energéticos utilizados, que neste caso, os principais requisitados são o sistema creatina fosfato e o sistema glicolítico (LAPIN et al., 2007).

Uma possível alternativa para avaliação de força é o teste de uma repetição máxima (1-RM), que é o mais utilizado para avaliação da força dinâmica, uma vez que é um método prático, de baixo custo e aparentemente seguro para a maioria das populações. Uma repetição máxima refere-se à carga máxima levantada uma única vez e de forma correta, durante a realização de um exercício padronizado de levantamento de peso (DIAS et al., 2005; VERDIJK et al., 2009).

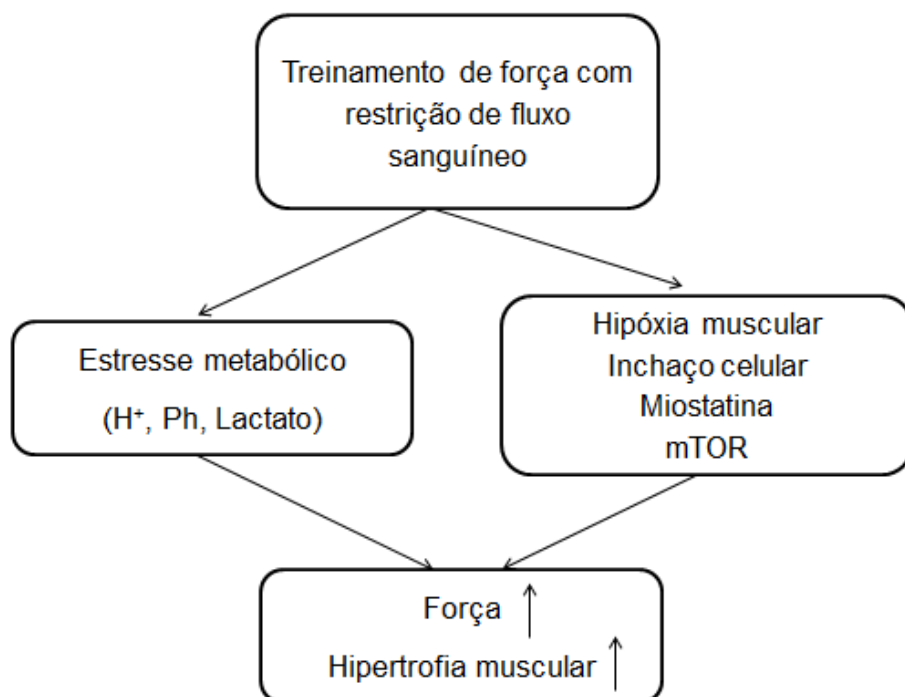
2.3.2 Treinamento de força associada a restrição de fluxo sanguíneo

A restrição do fluxo sanguíneo é um método que se baseia no princípio da hipertrofia muscular através da hipóxia causada pelo fluxo sanguíneo restrita, que pode ser usada com ou sem o exercício físico. De acordo com esse propósito o exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS), isquemia ou oclusão vascular vem sendo uma alternativa que envolve baixas intensidades, porém respostas fisiológicas como ganho significativo de massa muscular e força equivalente a exercícios de altas intensidades (RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010). Essa alternativa é uma modalidade muito popular e amplamente praticada de exercício no Japão e é rapidamente ganhando popularidade em outros países (MANINI; CLARK, 2009).

Nessa perspectiva existem alguns mecanismos por trás da restrição de fluxo sanguíneo, que são: estresse metabólico, o acúmulo de metabólitos e íons H⁺, secreção do hormônio do crescimento (GH), hipóxia muscular, inchaço celular, maior expressão do mTOR e inibição fatores de degeneração muscular, como a

miostatina, que favorecem ganhos de força e hipertrofia muscular (figura 2) (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016).

Figura 2- Mecanismos fisiológicos da restrição de fluxo sanguíneo



O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2009) recomenda que a sobrecarga mecânica imposta ao músculo para promover o aumento da força e massa musculares deve situar-se entre 70-85% da força dinâmica máxima (1 RM), com o intuito de melhorar a adesão aos programas de exercícios físicos para assim prevenir e controlar os problemas decorrentes do excesso de gordura corporal, (FERREIRA; PANATO; VIANA, 2006). A adição de RFS no exercício de força é susceptível de aumentar a hipóxia tecidual, ativando deste modo o hipóxico fator induzível 1 α (HIF-1 α) mediada sinalização para induzir a transcrição de genes alvo envolvidos na angiogénese e o metabolismo energético (TAYLOR, 2008).

É visto que a isquemia induzida por RFS aumenta a pressão arterial e demanda miocárdica de oxigênio, aumentando a resistência vascular regional e sistêmica, bem como através do acúmulo de metabólitos e o estímulo subsequente de quimiorreflexa (TAKARADA et al., 2000). Consequentemente, em um período de tempo prolongado a isquemia-reperusão poderia causar micro lesões no momento da liberação de RFS. Com isso, uma das características relevantes dessas micro

lesões é o dano endotelial. A reperfusão após um período de RFS apresenta resposta inflamatória aguda. Os neutrófilos e as plaquetas são ativados como resultado do insulto, produzindo espécies reativas de oxigênio e adesão molécula, que prejudicam a função endotelial (SEAL; GEWERTZ, 2005).

Até o presente momento, nenhum estudo verificou os benefícios da RFS nessa população, principalmente no desfecho primário investigado na presente dissertação. Entretanto, já existem estudos que aplicaram protocolos de treinamento de força convencional nos últimos anos, a fim de identificar qual o método e intensidade de treinamento de força seria favorável para modificar o perfil lipídico, respostas inflamatórias e o desempenho da força muscular, como apresenta abaixo o quadro 1.

Quadro 1 – Protocolos de exercício.

Autor	Amostra	Protocolos Experimentais	Resultados
Rossi et al. (2012)	Mulheres acima de 65 anos	1) utilização de Fita elástica 2) Intensidade Moderada (escala subjetiva de esforço) 3) 3x semanal	Diminuição da gordura corporal e colesterol total
Roden et al., (2012)	Indivíduos normais	1) Intensidade moderada <60% 1RM 2) Intensidade alta > 80% 1RM	No Controle glicêmico e hipertrofia muscular, o treinamento de alta intensidade é mais efetivo do que o exercício moderado e leve.
Zelber-sagi et al., (2014)	Diversas populações	1) Intensidade moderada <60% 1RM 2) Intensidade alta > 80% 1RM	Redução significativa da gordura hepática para ambas intensidades
James, (2012)	Indivíduos normais	1) Intensidade alta > 80% 1RM	Aumento do gasto energético, oxidação de ácidos graxos
Hall et al., (2010)	Indivíduos com sobrepeso	1) Intensidade moderada <60% 1RM 2) Intensidade alta > 80% 1RM	Baixa secreção de leptina ocasionando diminuição do apetite e peso corporal

1RM – Repetição máxima.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, quase experimental, com abordagem crônica de 8 (oito) semanas de treinamento. Esse modelo de pesquisa representa a aplicação de experimentos com grupos amostrais distintos aleatoriamente, com o intuito de controlar a ação de possíveis fatores intervenientes e investigar graus de mudança decorrentes de tratamentos específicos nas variáveis dependentes (SOUSA; DRIESSNACK; MENDES, 2007). A figura 3 abaixo representa o delineamento deste estudo em que:

R: o grupo;

X₁ o tratamento: treinamento de força de baixa carga.

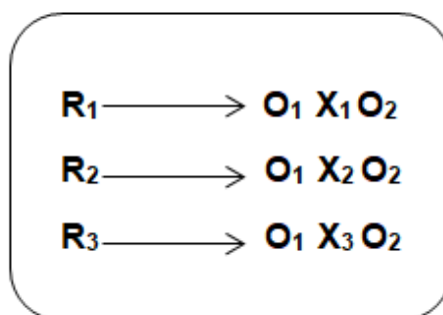
X₂ o tratamento: treinamento de força de baixa carga + RFS.

X₃ o tratamento: treinamento de força de alta carga

O1: a observação; (Pré-teste).

O2: o efeito; (Pós-teste).

Figura 3- Delineamento experimental



R₁/X₁. treinamento de força de baixa carga (TFBC); R₂/X₂. treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo (TFBC+RFS); R₃/X₃. treinamento de força de alta carga (TFAC).

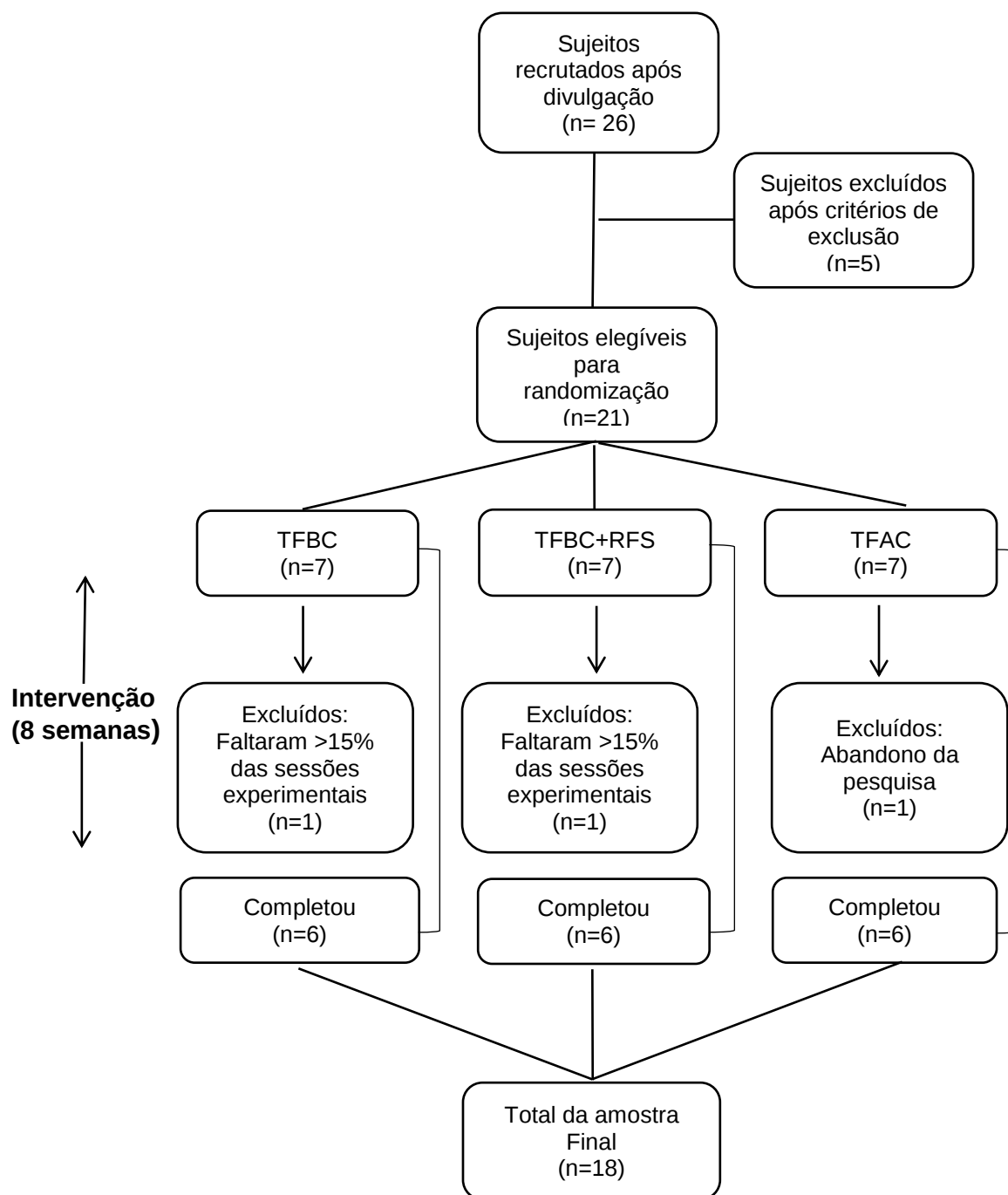
3.2 População e Amostra

A população da presente pesquisa foi composta por homens ativos, do sexo masculino e com sobrepeso. A seleção da amostra foi realizada pelo método probabilístico, em que toda a população com sobrepeso teve as

mesmas chances de participar da pesquisa. O recrutamento dessa seleção foi feita por meio de divulgação (cartazes/convites) realizada no campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Para serem considerados aptos para as avaliações deveriam atender os critérios de inclusão que foram: ser do sexo masculino com idade entre 20 a 35 anos; responder negativamente às perguntas do PAR-Q, podendo responder positivamente a questão 5 uma vez que está relacionado a problemas osteomioarticulares e o sobrepeso, fator que influencia nesse aspecto (CSEP, 2002) e IPAQ (MATSUDO et al., 2001); prática regular de TP por no mínimo de 2 meses e máximo de quatro meses (ACSM, 2002) com frequência mínima de três vezes por semana; apresentar índice de massa corporal entre 25,0 kg/m² a 29,9 kg/m², percentual de gordura $\geq 18\%$, não consumirem suplementos alimentares e participar da pesquisa voluntariamente, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram excluídos da pesquisa indivíduos que consumirem medicamentos, bebidas alcoólicas e cafeína 48 horas antes das sessões de avaliação, exercício físico 24 horas antes das sessões experimentais; faltassem (15%) das sessões de treinos não consecutivas ou duas consecutivas; conclusão inadequada do teste de 1RM e sessões experimentais e/ou abandono da pesquisa.

O cálculo do tamanho amostral a priori foi realizado pelo software G*Power 3.1 sugerido por (BECK, 2013). E com base nos estudos de (KONTOGIANNI et al., 2004; FAUL et al., 2007; CANNON; MARIANO, 2010) utilizando como desfecho principal os parâmetros metabólicos, adotou-se uma potência de 0,80, $\alpha = 0,05$, coeficiente de correlação de 0,5, a correção *Nonsphericity* de 1 e um tamanho de efeito de 0,50, apontando um n amostral de 15 sujeitos com sobrepeso para responder o problema da pesquisa. Ao final da pesquisa totalizou-se uma amostra de 21 sujeitos na qual 3 (três) foram excluídos por adotar algum dos critérios de exclusão, restando assim 18 sujeitos concluídos como demonstra a figura 3. Em vista disso, foi feita uma análise post hoc e verificou-se que a amostra ao final forneceu um poder estatístico de 93%, o que assegura uma maior validade interna e externa.

Figura 4- Fluxograma do progresso de recrutamento e alocação dos sujeitos

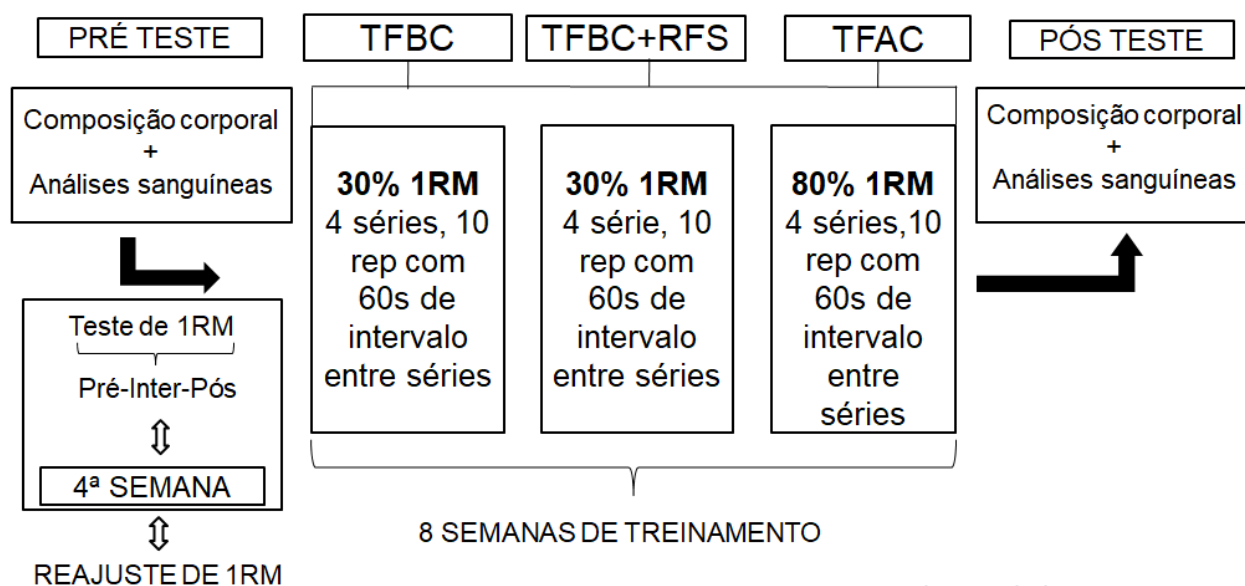
TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga;

3.3 Desenho do Estudo

A presente pesquisa foi realizada por 8 (oito) semanas de treinamento de força. Além disso, visando abranger um recrutamento de grandes grupos

musculares foi utilizado o seguinte conjunto de exercício: membro inferior (leg press e agachamento smith) e membro superior (supino reto e remada curvada com barra). Os sujeitos realizaram durante a primeira e a última visita referente à avaliação da composição corporal análises sanguíneas e o teste de 1RM (uma repetição máxima), após 48 horas foram expostos três visitas experimentais semanais ao laboratório com intervalo de 48 horas entre as mesmas. Após o processo aleatório em bloco na qual os blocos tinham um tamanho amostral pré-determinado após o recrutamento, através de sorteio, (randomizer.org) os sujeitos foram destinados ocultamente para os seguintes grupos por iguais: treinamento de força de baixa carga a 30% de 1RM (TFBC), treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo a 30% de 1RM (TFBC+RFS) e treinamento de força de alta carga a 80% de 1RM (TFAC) como mostra a figura 5 abaixo.

Figura 5- Desenho do estudo.



TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; 1RM – uma repetição máxima.

3.4 Variáveis analisadas da pesquisa

VARIÁVEIS DEPENDENTES

Parâmetros morfológicos

-
- Composição corporal- Massa Corporal (MC), Índice de Massa Corporal (IMC), Massa corporal magra (MCM), Massa corporal gorda (MCG) e Percentual de gordura (%G)

Parâmetros metabólicos

- Níveis séricos da leptina
- Níveis séricos de Insulina
- Níveis séricos da Proteína C Reativa (PCR)
- Perfil bioquímico- Triglicérides (TG), Colesterol Total (CT), Lipoproteína de baixa densidade (LDL) e Lipoproteína de alta densidade (HDL)

Parâmetro neuromuscular

- Níveis de força dinâmica máxima (1RM)
-

VARIÁVEIS INDEPENDENTES

- Programa de treinamento de força de baixa carga (TFBC)
 - Programa de treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo (TFBC+RFS)
 - Programa de treinamento de força de alta carga (TFAC)
-

VARIÁVEIS INTERVENIENTES

- Alimentação
 - Rotina diária (sono, trabalho etc)
-

3.5 Aspectos Éticos

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba CCS/UFPB campus I João Pessoa sob protocolo 2.506.563 (ANEXO A) atendendo todos os requisitos do Conselho Nacional de Saúde – Resolução 466/12. Quanto aos participantes da pesquisa, após seleção da amostra de forma aleatória e voluntária, foi solicitada a assinatura individual do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), sendo apresentados neste momento os objetivos da pesquisa e métodos

empregados, bem como informados os possíveis riscos e benefícios do estudo, além da confidencialidade das informações a serem adquiridas.

3.6 Instrumentos e Protocolos utilizados para coleta de dados

3.6.1 Antropometria e composição corporal

Para a verificação da estatura (cm) e massa corporal (kg) foram utilizados um estadiômetro portátil Sanny (São Paulo Brasil) e uma balança da marca Tanita BF-683W (Rio de Janeiro, Brasil). Já para a análise da composição corporal foi utilizado um exame de absorciometria de feixe duplo de raios-x (DXA), usando um equipamento modelo Lunar 8743 (Medical Systems Lunar, Madison, EUA), que realizou escaneamentos transversais do corpo com intervalos de 10 cm, da cabeça aos pés, com doses de radiação menor que 1,0 mRem, como ilustrado na figura 6 abaixo. A composição corporal foi estimada considerando os dados de massa corporal (MC), percentual de gordura(%G), massa corporal gorda (MCG) e massa corporal magra (MCM). As medidas foram realizadas nos momentos pré e após o treinamento das 8 semanas. Os voluntários foram informados antecipadamente dos cuidados de pré-avaliação como: não praticar atividade física 24 horas antes da avaliação e ter feito uma alimentação leve de no mínimo 1 hora antes, a fim de seguir todas as recomendações para uma possível fidedignidade no resultado.

Figura 6- Avaliação da composição corporal no DXA.



3.6.2 Teste de uma repetição máxima (1RM)

Para determinação do percentual da carga utilizada nas sessões experimentais (30% e 80% de 1RM) foi realizado um teste de 1RM conforme recomendações do *American College of Sports Medicine (ACSM, 2002)*. Sendo inicialmente realizado um leve aquecimento de cinco a dez repetições utilizando-se 40 a 60% da carga estimada de 1RM, relatadas pelo sujeito. Após um 1 min de recuperação os voluntários executarão de três a cinco repetições com 60 a 80% da carga estimada de 1RM. Subsequentemente, após 2 min foram realizadas de três a cinco tentativas com cargas progressivas buscando identificar 1RM, com intervalo de 3 min entre as tentativas. Esse processo de aumento da carga continuou até ocorrer uma tentativa falha. O teste foi interrompido quando o indivíduo não conseguiu executar corretamente o movimento, sendo considerada a carga máxima, aquela mobilizada na última tentativa bem realizada. O Teste foi realizado inicialmente na 4ª semana de treinamento para reajuste da carga e após as 8 semanas de treinamento.

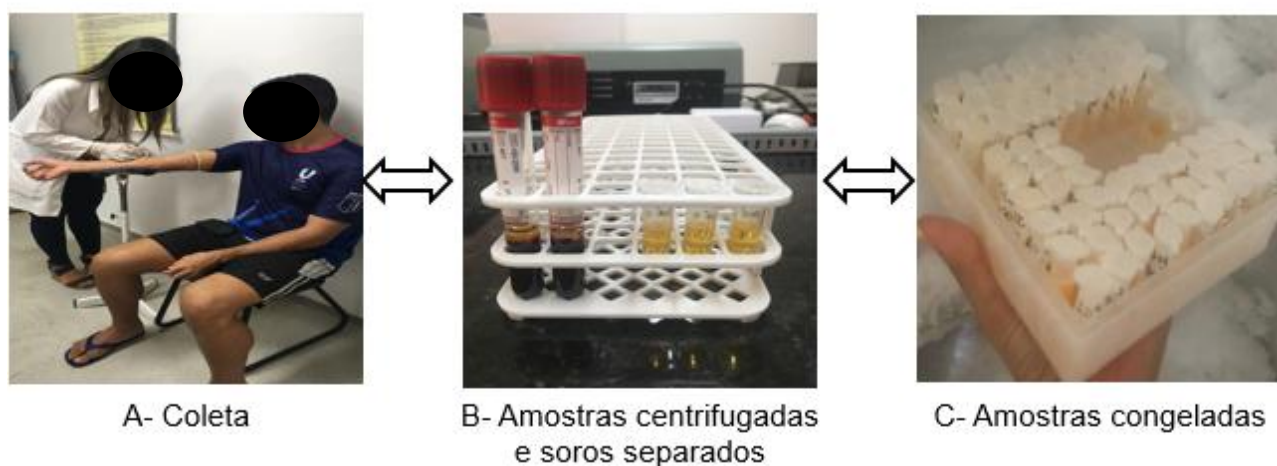
3.6.3 Coleta e análises sanguíneas

As amostras sanguíneas foram coletadas após 8 horas de jejum por um profissional qualificado na área de saúde (enfermeira) utilizando luvas cirúrgicas, agulhas e seringas descartáveis, 10 ml (para cada momento medido) de sangue foram coletadas da veia superficial antecubital, para determinação das concentrações dos níveis séricos de Leptina, Insulina e Proteína C – Reativa e o perfil bioquímico TG, CT, LDL e HDL nos seguintes momentos basais: antes e após a oitava semana de treino. As amostras sanguíneas foram depositadas em tubos de ensaio (10ml), sendo imediatamente centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos, o soro foi retirado e transportados em gelo seco até o laboratório onde foram congelados a -80° C para realização das seguintes análises:

- Leptina – o nível sérico foi determinado pelo método imunoensaioenzimático.

- Insulina – o nível sérico foi determinado pelo método quimioluminescência.
- Proteína C - Reativa – o nível sérico foi determinado pelo método imunonefelometria.
- Perfil Lipídico (TG, CT, LDL e HDL) – o nível sérico foi determinado pelo método Colorimétrico Enzimático.

Figura 7- Processo da Coleta Sanguínea.



3.6.4 Índice Tornozelo-Braquial (ITB)

A avaliação do ITB foi utilizada como critério de inclusão por ser um preditor independente de eventos cardiovasculares com 95% de sensibilidade e 99% de especificidade para predição da doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) quando o seu valor é menor que 0,9 e maior que 1,3 (RESNICK et al., 2004), que é considerada uma contraindicação a realização de exercícios de restrição de fluxo sanguíneo (LOENNEKE et al., 2011).

Foi utilizado como instrumento para verificação da pressão arterial (OROM). Durante o exame, os sujeitos foram postos sobre uma maca em decúbito dorsal. Duas medidas de cada vaso foram feitas de maneira rotacional (RESNICK et al., 2004), com intervalos inferiores a 30 segundos cada. Foram dadas as seguintes orientações pré-teste para os sujeitos antes da realização do exame: não ingerir cafeína, não fumar e ir ao banheiro 30 minutos que

antecedem o exame. Devem ficar de repouso no mínimo 5 minutos antes da intervenção.

O índice foi calculado bilateralmente nos membros inferiores e superiores através das seguintes razões:

$$\text{ITB direito} = \frac{\text{PAS do tornozelo direito}}{\text{PAS do braço direito}}$$

$$\text{ITB esquerdo} = \frac{\text{PAS do tornozelo esquerdo}}{\text{PAS do braço esquerdo}}$$

Figura 8- Avaliação do ITB.



3.6.5 Determinação da restrição de fluxo sanguíneo

Para os indivíduos que foram aleatoriamente alocados no grupo de RFS, foi utilizado o protocolo proposto por Laurentino et al. (2012) para determinar a pressão de restrição durante o treino. Os sujeitos permaneceram na posição supina durante 10 minutos e o manguito foi colocado na porção proximal das pernas e dos braços e usando um doppler vascular portátil (DV2001, Medpej®, Ribeirão Preto, Brasil), o fluxo sanguíneo da artéria tibial posterior e braquial foram captados. Depois disso, o manguito começou a ser inflado, realizando uma compressão externa, até o pulso auscultatório se tornar inaudível, que é considerado o ponto de restrição do fluxo sanguíneo como mostra a figura 08 abaixo. Isso foi realizado em ambas as pernas e braços. Do valor encontrado, foram utilizados 50% da RFS durante o treinamento. A média de restrição utilizada no estudo foi de $77,0 \pm 4,5$ mmHg para os membros superiores e $78,4 \pm 3,1$ mmHg para os membros inferiores. A largura dos manguitos utilizados era de 10 cm de largura e 54 cm de comprimento para os

membros inferiores, 6 cm de largura e 47 cm de comprimento para os membros superiores.

Figura 9- Equipamentos e avaliação do pulso auscultatório e o ponto de restrição de fluxo sanguíneo.



A- Equipamentos para análise do pulso auscultatório ponto de restrição



B- Procedimento da análise do pulso auscultatório e ponto de restrição

3.6.6 Controle Dietético

Na primeira visita, os voluntários foram orientados a permanecerem seus hábitos alimentares no período total do estudo.

3.7 Protocolos das sessões experimentais

Os sujeitos chegaram ao laboratório instruído anteriormente a hidratar-se normalmente, abster de cafeína 4 horas antes das sessões experimentais e eliminar qualquer programa de exercício de força durante o período da pesquisa.

Nos protocolos dos exercícios, foram realizados por segmentos alternados com velocidade de execução com aproximadamente 1 s na fase

excêntrica e 1 s na fase concêntrica (controlada pelo metrônomo, *Korg MA-30*) com 2 (dois) minutos de intervalo entre os exercícios. Vale ressaltar que a RFS no método dos exercícios será de forma contínua, apenas com descanso entre um exercício e outro. Além disso, foi padronizado o posicionamento, técnica de execução dos exercícios e a amplitude articular, no qual quando os indivíduos não conseguirem manter a cadência ou não atingir o ângulo necessário, instruções verbais serão fornecidas. Todas as coletas foram realizadas no laboratório de cineantropometria e desempenho humano da UFPB e as sessões serão acompanhados pelo pesquisador responsável e outros pesquisadores previamente treinados.

Figura 10- Exercícios constituintes dos protocolos das sessões experimentais



(A)- Treinamento de força de baixa carga com a restrição de fluxo sanguíneo (TFBC+RFS); (B)- Treinamento de força de baixa carga (TFBC) e Treinamento de força de alta carga (TFAC).
Fonte: Própria

3.8 Análise Estatística

Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 21.0. Inicialmente, foi

realizada uma análise exploratória para verificar a normalidade (Teste de *Shapiro-Wilk*) e homogeneidade (Teste de *Levene*) dos dados. Na estatística inferencial os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade, portanto utilizamos o modelo de equações de estimativa generalizada (GEE) com função de ligação log e distribuição de gamma para observar os principais efeitos e interações sobre as concentrações séricas hormonais e bioquímicas, composição corporal e os níveis de força por protocolo de exercício (EBC, EBC+RFS, e EAC) ao longo do tempo (pré e após 8 semanas de treinamento). O teste de Bonferroni foi utilizado para comparações múltiplas. A seleção do modelo para as variáveis dependentes acima, foi baseada na Quasi-Probabilidade sob o critério do Modelo de Independência (QIC) (CUI, 2007). Adicionalmente, foi utilizada a correlação de Sperman para correlacionar as supostas variáveis dependentes. Os coeficientes de correlação foram classificados de acordo com Hopkins, (2009), sendo trivial ($r < 0,1$), fraca ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), forte ($0,5 < r < 0,7$), muito forte ($0,7 < r < 0,9$), e quase perfeita ($r > 0,9$).

Para verificar a magnitude das mudanças entre as avaliações dos grupos foi adotado o tamanho do efeito (TE) proposto por Rhea (2000) para o teste de força, tendo em vista que esse TE foi criado especificamente para a variável força. Para as demais variáveis, foi utilizado o tamanho de efeito d_{conhen} classificado de acordo com Hopkins, (2009) onde ($\leq 0,2$) representa um efeito pequeno, ($\geq 0,5$) moderado e ($\geq 0,8$) grande efeito. Os dados da força muscular foram apresentados sob a força muscular relativa (FMR). A variação percentual ($\Delta\%$) foi utilizada para expressar as possíveis diferenças nas medidas (pré e pós). O valor de significância adotado para todos os testes foi de $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

Mediante a divulgação de cartazes/convites realizada no campus 1 da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 26 sujeitos se voluntariaram para participar da presente pesquisa, contudo, 5 (cinco) não atenderam ao pressupostos de inclusão, 2 (dois) faltaram mais de 15% das sessões experimentais e 1 (um) abandonou a pesquisa. Portanto, a pesquisa finalizou

com 18 sujeitos. Ao final, ambos os grupos atenderam uma correspondência de 85,7% de participação.

A tabela 2 apresenta as características sócias demográficas, morfológicas e neuromusculares dos sujeitos, sendo elas estratificadas pelos grupos experimentais. Dado aos critérios de inclusão foi observado que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em ambos os grupos nas variáveis dependentes mostradas abaixo, o que demonstra a homogeneidade basal.

Tabela 2- Descrição (média $\pm$ desvio padrão) da caracterização dos sujeitos (N= 18).

VARIÁVEIS	GRUPOS (n= 18)		
	TFBC (n=6)	TFBC+RFS (n=6)	TFAC (n=6)
Idade (anos)	27,80 $\pm$ 3,68	30,00 $\pm$ 3,03	27,00 $\pm$ 3,34
Tempo de treinamento (meses)	2,66 $\pm$ 0,81	2,66 $\pm$ 0,81	3,00 $\pm$ 0,63
Índice de massa corporal (kg/m ²)	27,41 $\pm$ 1,02	27,21 $\pm$ 1,18	27,63 $\pm$ 1,38
Percentual de gordura (%G)	30,33 $\pm$ 3,68	27,21 $\pm$ 5,09	28,33 $\pm$ 1,60
Força relativa Agachamento (Kg)	2,73 $\pm$ 0,24	2,80 $\pm$ 0,30	2,79 $\pm$ 0,36
Força relativa Leg press (Kg)	1,00 $\pm$ 0,21	1,03 $\pm$ 0,10	1,00 $\pm$ 0,15
Força relativa Supino (Kg)	0,78 $\pm$ 0,09	0,81 $\pm$ 0,05	0,81 $\pm$ 0,10
Força relativa Remada curvada (Kg)	0,77 $\pm$ 0,05	0,81 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,10

TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga;

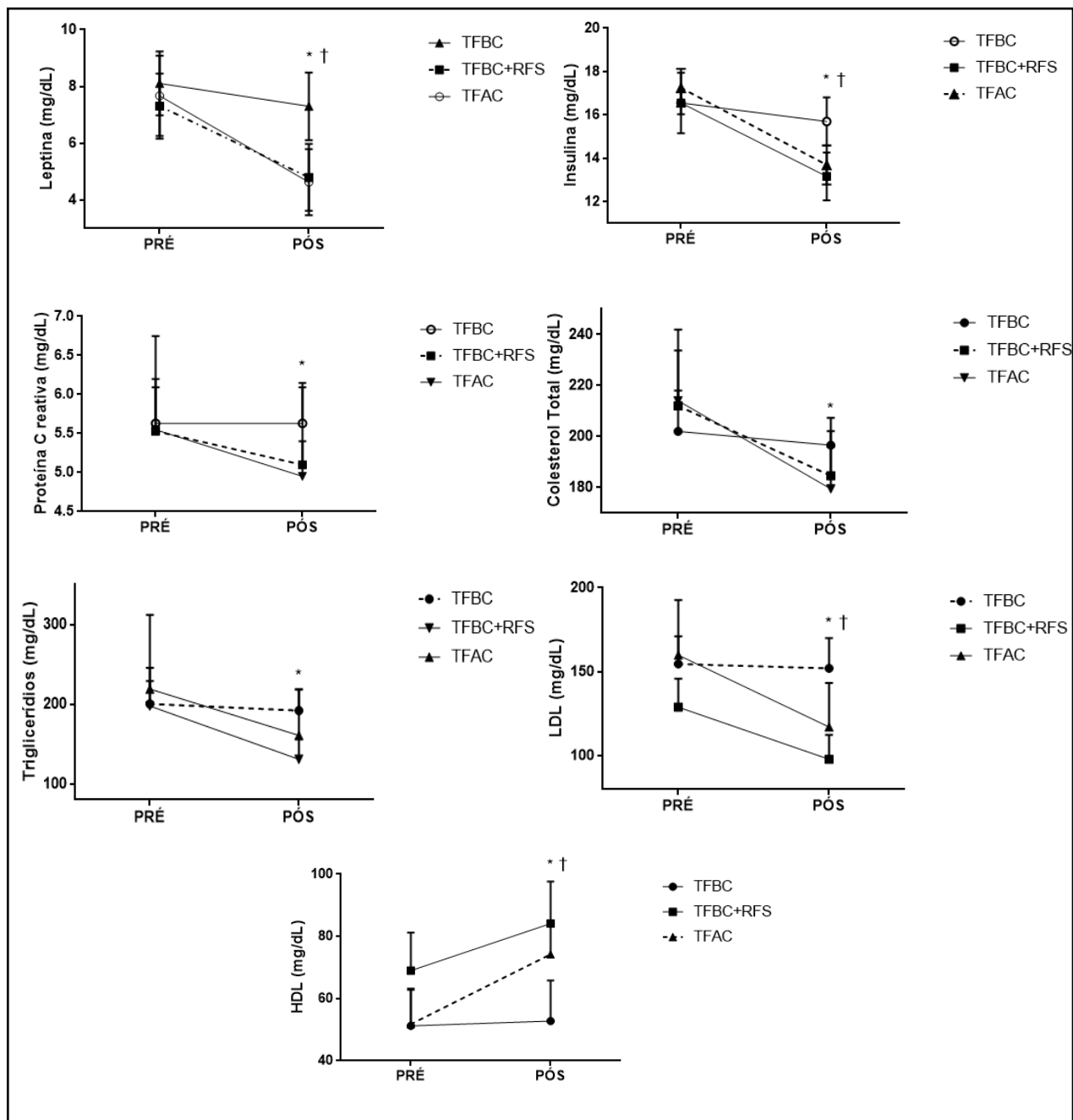
4.1 Desfecho 1- Parâmetros metabólicos

A figura 11 apresenta os dados comparativos intra/intergrupos das concentrações séricas dos hormônios, marcadores e biomarcadores do metabolismo inflamatório. Observou-se que o nível da adipocina leptina mostrou diminuir significativamente na comparação intragrupos (pré e pós-treinamento) nos grupos de TFBCB+RFS ($p \leq 0,01$; $d = 2,15$ [grande]; $\Delta\% = 34,19$) e TFAC ($p \leq 0,02$; $d = 2,34$ [grande]; $\Delta\% = 39,63$) e intergrupos em relação ao EBC. Diferentemente do grupo TFBC ($p \leq 0,09$; $d = 0,29$ [pequeno]; $\Delta\% = 9,98$) que não apresentou diferença significativa nas comparações. Seguindo esse mesmo sentido, as concentrações séricas de insulina apresentaram diminuições semelhantes à leptina em ambas comparações

intra/intergrupos no TFBC+RFS ($p \leq 0,03$; $d= 2,91$ [grande]; $\Delta\%= 20,48$) e TFAC ($p \leq 0,02$; $d= 3,01$ [grande]; $\Delta\% 20,57$). Já o marcador PCR, demonstrou uma redução significativa apenas para o grupo de TFAC ($p \leq 0,03$; $d= 0,71$ [moderado]; $\Delta\%= 20,81$) nos momentos (pré e pós), além do mais, o grupo de TFBC+RFS ($p \leq 0,06$; $d= 0,56$ [moderado] $\Delta\%= 17,77$) mostrou magnitude semelhante aos resultados do TFAC, porém não significativa, quando comparado ao momento (pré e pós) e ao grupo de TFBC que apresentou nenhuma alteração.

Com relação ao perfil lipídico, o colesterol total apresentou diminuição significativa apenas para o grupo de TFAC comparado nos momentos intragrupos ($p \leq 0,01$; $d= 0,51$ [moderado]; $\Delta\%= 16,12$), para mais, o grupo de TFBC+RFS ($p \leq 0,06$; $d= 0,38$ [pequeno]; $\Delta\%= 13,20$) demonstrou uma baixa diminuição semelhante ao TFAC, porém não significativa, quando comparado ao momento (pré e pós) e ao grupo de TFBC ($p \leq 0,37$; $d= 0,13$ [pequeno]; $\Delta\%= 2,97$). Foi observada uma diminuição significativa na concentração dos triglicerídeos em comparação intragrupos para TFBC+RFS ($p \leq 0,00$; $d= 1,97$ [grande]; $\Delta\%= 34,17$) e TFAC ($p \leq 0,00$; $d= 0,87$ [grande]; $\Delta\%= 19,00$), entretanto, o TFBC ($p \leq 0,20$; $d= 0,28$ [pequeno]; $\Delta\%= 4,50$) não apresentou alterações significativas, demonstrando também que essa concentração não apresentou diferenças significativas entre os grupos. Já os níveis de HDL e LDL apresentaram alterações significativas para os grupos de TFBC+RFS ($p \leq 0,00$; $d= 0,91$ [moderado]; $\Delta\%= 21,96$; $p \leq 0,01$; $d= 1,35$ [grande]; $\Delta\%= 24,05$) e TFAC ($p \leq 0,00$; $d= 2,04$ [grande]; $\Delta\%= 43,41$; $p \leq 0,00$; $d= 1,42$ [grande]; $\Delta\%= 26,73$) na comparação entre os momentos (pré e pós), como também apresentou diferenças significativas Intergrupo em relação ao TFBC ($p \leq 0,03$), além de que, o grupo TFBC ($p \leq 0,17$; $d= 0,12$ [pequeno]; $\Delta\%= 2,98$; $p \leq 0,18$; $d= 0,07$; [pequeno]; $\Delta\%= 1,64$) não demonstrou alterações significativas para os respectivos biomarcadores.

Figura 11- Componentes do metabolismo inflamatório antes e após as sessões de treinamento de força (N= 18).



TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; *Diferença significativa em relação ao repouso ($p \leq 0,05$); †Diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação EBC.

4.2 Desfecho 2- Parâmetros morfológicos

A tabela 3 apresenta os parâmetros morfológicos. Foi observado um aumento significativo ($p \leq 0,00$; $d= 0,14$ [pequeno]) na MC do grupo de TFAC na comparação intragrupos, não havendo diferença significativa intergrupos, por outro lado, os grupos TFBC+RFS ($p \leq 0,92$; $d= 0,09$ [pequeno]) e TFBC ($p \leq 0,98$; $d= 0,12$ [pequeno]) não apresentaram alterações significativas em ambas comparações. No componente IMC foi encontrado um aumento significativo nos grupos TFBC+RFS ($p \leq 0,04$; $d= 0,49$ [pequeno]) e TFAC ($p \leq 0,01$; $d= 0,56$ [moderado]) na comparação intragrupos, não havendo diferença significativa na comparação intergrupos, de outro lado, o TFBC ($d= 0,19$ [pequeno]) não apresentou alteração em ambas comparações. No %G, também apresentou alterações (diminuição) significativas nos grupos de TFBC+RFS ($p \leq 0,04$; $d= 0,35$ [pequeno]) e TFAC ($p \leq 0,03$; $d= 0,39$ [pequeno]) na comparação intragrupos, não havendo diferença em comparação intergrupo, em contrapartida, o TFBC ($p \leq 0,72$; $d= 0,02$ [pequeno]) não apresentou alteração em nenhuma comparação. Por conseguinte, a MCG retratou alterações (diminuição) significativas semelhante ao %G nos grupos de TFBC+RFS ($p \leq 0,04$; $d= 0,41$ [pequeno]) e TFAC ($p \leq 0,02$; $d= 0,48$ [pequeno]) na comparação intragrupos, não havendo diferença em comparação intergrupos, de outro modo, o TFBC ($p \leq 0,60$; $d= 0,12$ [pequeno]) não apresentou alteração em ambas comparações. E por fim, a MCM foi o único componente a se destacar com aumentos significativos em todos os grupos TFBC ($p \leq 0,02$; $d= 0,18$ [pequeno]), TFBC+RFS ($p \leq 0,00$; $d= 0,53$ [moderado]) e TFAC ($p \leq 0,00$; $d= 0,59$ [moderado]) nas comparações intragrupos, todavia, o TFBC+RFS e TFAC retrataram maiores aumentos de MCM, não havendo diferença em comparação intergrupo. Para identificar a variação de alteração em cada grupo e componente foi calculado o delta percentual ($\Delta\%$), o que mostra que os grupos EBC+RFS e EAC apresentaram maiores alterações nos componentes da composição corporal como exibe na tabela 2 abaixo.

Tabela 3- Parâmetros morfológicos antes e após as sessões de treinamento de força (N= 18).

VARIÁVEIS	TFBC (n=6)			TFBC+RFS (n=6)			TFAC (n=6)		
	ANTES	APÓS	Δ%	ANTES	APÓS	Δ%	ANTES	APÓS	Δ%
MC (kg)	84,95 ± 5,21	85,57 ± 4,60	0,72	82,55 ± 5,53	83,03 ± 4,56	0,58	83,33 ± 6,96	84,35 ± 7,08*	1,22
IMC (kg/m ²)	27,41 ± 1,02	28,01 ± 1,25	2,18	27,51 ± 1,19	28,22 ± 1,10*	2,58	27,63 ± 1,38	28,70 ± 1,83*	3,87
MCM (kg)	56,51 ± 3,64	57,13 ± 3,66*	1,09	56,80 ± 4,97	58,70 ± 5,00*	3,34	56,75 ± 7,16	59,13 ± 7,54*	4,19
MCG (kg)	25,35 ± 3,54	25,80 ± 3,81	1,77	21,58 ± 5,19	20,41 ± 5,06*	5,42	22,50 ± 2,42	21,23 ± 2,75*	5,64
%G	28,75 ± 1,28	28,65 ± 1,52	0,34	27,55 ± 5,10	26,10 ± 4,87*	5,26	27,45 ± 2,63	25,98 ± 3,12*	5,35

MC- Massa corporal; IMC- Índice de massa corporal; MCM- Massa corporal magra; MCG- Massa corporal gorda; %G- Percentual de Gordura; TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; *Diferença significativa em relação ao repouso ($p \leq 0,05$).

4.3 Desfecho 3- Parâmetros do desempenho neuromuscular

A tabela 4 apresenta os parâmetros neuromusculares, mais especificamente, a força muscular relativa dos sujeitos durante as 8 (oito) semanas de treinamento. Para os grupos TFBC+RFS e TFAC, foram constatados aumentos significativos ($p \leq 0,05$) semelhantes aos níveis de força nos momentos (pré e pós) e (durante e pós) em comparação intragrupos em todos os exercícios, exceto para o exercício leg press para os momentos (durante e pós). Posto isso, na comparação par a par o *post-hoc* de *Bonferroni* apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os grupos TFBC+RFS e TFAC em relação ao TFBC em todos os exercícios. Já no grupo TFBC foi observado aumento significativo ($p \leq 0,05$) dos níveis de força nos momentos (pré e pós) em todos os exercícios e nos momentos (durante e pós) em todos os exercícios, exceto para o exercício de agachamento. No entanto,

na comparação par a par o *post-hoc* de *Bonferroni* apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos grupos TFBC+RFS e TFAC em todos os exercícios. Para identificar a variação desse aumento de força em cada exercício e grupo foi calculado o delta percentual ($\Delta\%$), o que demonstra maiores aumentos nos níveis de força para os grupos EBC+RFS e EAC como exibe a tabela 4 abaixo.

Tabela 4- Desempenho neuromuscular da força relativa antes durante e após as sessões de treinamento de força (N= 18).

VARIÁVEIS	TFBC (6)				
	ANTES	DURANTE	APÓS	$\Delta\%$	TE
Agachamento (Kg)	1,00 $\pm$ 0,21	1,11 $\pm$ 0,21*	1,29 $\pm$ 0,17*	29,00	1,38
Leg Press (Kg)	2,73 $\pm$ 0,24	3,00 $\pm$ 0,32*	3,29 $\pm$ 0,36* #	20,00	2,33
Supino Reto (Kg)	0,78 $\pm$ 0,09	0,89 $\pm$ 0,11*	1,01 $\pm$ 0,11* #	29,48	2,55
Remada Curvada (Kg)	0,77 $\pm$ 0,05	0,84 $\pm$ 0,04*	0,93 $\pm$ 0,06* #	20,77	3,20
TFBC+RFS					
Agachamento (Kg)	1,03 $\pm$ 0,10	1,57 $\pm$ 0,12* †	1,95 $\pm$ 0,14* # †	89,32	4,23
Leg Press (Kg)	2,79 $\pm$ 0,36	3,30 $\pm$ 0,30*	3,76 $\pm$ 0,26* # †	34,76	2,69
Supino Reto (Kg)	0,81 $\pm$ 0,05	1,09 $\pm$ 0,10* †	1,30 $\pm$ 0,14* # †	60,49	9,80
Remada Curvada (Kg)	0,81 $\pm$ 0,05	1,00 $\pm$ 0,06* †	1,15 $\pm$ 0,10* # †	41,97	6,80
TFAC					
Agachamento (Kg)	1,00 $\pm$ 0,15	1,56 $\pm$ 0,21* †	1,90 $\pm$ 0,20* # †	90,00	6,00
Leg Press (Kg)	2,80 $\pm$ 0,30	3,30 $\pm$ 0,32*	3,81 $\pm$ 0,09* # †	36,07	3,36
Supino Reto (Kg)	0,81 $\pm$ 0,10	1,10 $\pm$ 0,09* †	1,31 $\pm$ 0,10* # †	61,72	5,10
Remada Curvada (Kg)	0,80 $\pm$ 0,10	1,08 $\pm$ 0,11* †	1,15 $\pm$ 0,10* # †	43,75	3,50

TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; *Diferença significativa em relação ao repouso ($p \leq 0,05$); # Diferença significativa em relação a medida durante ($p \leq 0,05$); † Diferença significativa em relação ao EBC ($p \leq 0,05$).

4.4 Desfecho 4- Relações entre os parâmetros metabólicos, morfológicos e neuromusculares

A tabela 5 apresenta as correlações entre as concentrações das adipocinas relacionadas ao metabolismo inflamatório com a FMR. Observou-se uma correlação positiva quase perfeita ($r = 0,943$; $p \leq 0,05$) entre os níveis séricos de HDL e FMR para o grupo TFAC. Os grupos TFBC e TFBC+RFS não apresentaram nenhuma correlação com as adipocinas. As correlações foram feitas pelo delta percentual ($\Delta\%$) de cada variável.

Tabela 5- Coeficiente de correlação da força muscular relativa ($\Delta S4\%$) entre os parâmetros metabólicos (N= 18).

Variáveis	TFBC (6)		TFBC+RFS (6)		TFAC (6)	
	r	p	r	p	r	p
Leptina (mg/dL)	-0,314	0,544	0,714	0,111	0,143	0,787
Insulina (mg/dL)	-0,029	0,957	0,086	0,872	-0,696	0,125
PCR (mg/dL)			-0,429	0,397	0,486	0,329
CT (mg/dL)	-0,029	0,957	0,771	0,072	-0,371	0,468
TG (mg/dL)	-0,667	0,148	-0,543	0,266	-0,257	0,623
HDL (mg/dL)	-0,486	0,329	-0,657	0,156	0,943	0,005*
LDL (mg/dL)	-0,086	0,872	0,086	0,872	0,029	0,957

PCR- Proteína c reativa; CT- Colesterol Total; TG- Triglicerídeos; HDL- Lipoproteína de alta densidade; LDL- Lipoproteína de baixa densidade; TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; *Diferença significativa ($p \leq 0,05$); ($\Delta S4\%$) - Delta percentual da somatória dos 4 exercícios.

A tabela 6 apresenta as correlações entre os componentes da composição corporal com a FMR. Observou-se uma correlação positiva muito forte ($r = 0,886$; $p \leq 0,04$) entre a MC no grupo TFBC+RFS e uma correlação negativa muito forte ($r = -0,886$; $p \leq 0,03$) entre o %G e FMR e correlação positiva muito forte ($r = 0,829$; $p \leq 0,05$) para MCM e FMR no grupo TFAC. As correlações foram feitas pelo delta percentual ($\Delta\%$) de cada variável.

Tabela 6- Coeficiente de correlação da força muscular relativa ($\Delta S4\%$) entre os parâmetros morfológicos (N= 18).

Variáveis	TFBC (6)		TFBC+RFS (6)		TFAC (6)	
	r	p	r	p	r	p
MC (Kg)	-0,257	0,623	0,886	0,019*	-0,086	0,872
IMC (Kg/cm)	-0,257	0,623	0,714	0,111	0,429	0,397
%G	-0,257	0,623	-0,200	0,704	-0,886	0,019*
MCG (Kg)	-0,257	0,623	-0,029	0,957	-0,257	0,623
MCM (Kg)	-0,257	0,623	0,371	0,468	0,829	0,042*

MC- Massa corporal; IMC- Índice de massa corporal; MCM- Massa corporal magra; MCG- Massa corporal gorda; %G- Percentual de Gordura; TFBC – treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS – treinamento de força de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; TFAC – treinamento de força de alta carga; *Diferença significativa ($p \leq 0,05$); ($\Delta S4\%$) - Delta percentual da somatória dos 4 exercícios.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar o efeito crônico do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre os parâmetros metabólicos, composição corporal e desempenho neuromuscular em homens com sobrepeso. Na literatura, não foram encontrados estudos que aplicassem esse tipo de treinamento nessa população. Os principais achados do presente estudo foram: (a) sessões de exercício realizada num período de 8 semanas de treinamento de força em que apresentaram melhoria nas respostas inflamatórias da leptina e Insulina nos grupos de TFBC+RFS e TFAC, semelhantemente, quando comparados com o grupo TFBC. Já a citocina inflamatória PCR mostrou uma diminuição apenas para o grupo de TFAC; (b) as concentrações de TG, HDL e LDL apresentaram alterações significativas para os grupos TFBC+RFS e TFAC, semelhantemente, quando comparados nos momentos (pré e pós), enquanto isso, apenas o CT apresentou alteração significativa para TFAC; (c) o efeito crônico do treinamento de força mostrou ser eficaz para diminuição do IMC, MCG, %G nos grupos TFBC+RFS e TFAC, semelhantemente, quando comparados com TFBC. A MC foi apenas alterada no grupo TFAC e a MCM apresentou aumentos significativos em ambos os grupos; (d) o presente estudo também mostrou uma correlação positiva muito forte entre a MC e a FMR no grupo TFBC+RFS, outra correlação negativa muito forte entre %G e a FMR,

juntamente com uma correlação positiva muito forte entre MCM e FRM no grupo TFAC; (e) já em relação à força muscular, foram constatados aumentos significativos, semelhantemente, de maior magnitude nos grupos TFBC+RFS e TFAC entre momentos e entre grupos quando comparado ao TFBC em todos os exercícios. Também foi observado aumento significativo no TFBC apenas entre os momentos (pré e pós), porém com magnitude baixa quando comparado ao TFBC+RFS e TFAC. Apesar de nenhum estudo ter avaliado os efeitos crônicos do TFBC+RFS em pessoas com sobrepeso, existem na literatura estudos que aplicaram o TF convencional em diferentes intensidades nessa população. Foi considerado como grupo controle o TFBC.

5.1 Parâmetros metabólicos

Baseado nos resultados, o TFAC impulsionou diminuição significativa nas citocinas inflamatórias (leptina e insulina) semelhantemente ao TFBC+RFS quando comparado ao TFBC. Isso certamente está relacionado a um maior volume de carga e, conseqüentemente, uma maior sobrecarga mecânica (80% 1RM) para o TFAC e um maior estresse metabólico e hipóxia muscular para o TFBC+RFS.

Esses achados corroboram em partes com o estudo de Simsch et al., (2002) que relatou que sessões de exercício de força em intensidades mais elevadas, podem causar diminuição nos níveis de leptina independentemente de mudanças na gordura corporal, porém em nosso estudo as concentrações de leptina e gordura corporal diminuíram nos grupos TFBC+RFS e TFAC. Adicionalmente, Fatouros et al., 2005 constatou que idosos diagnosticados com sobrepeso submetidos a um programa de intervenção de TF cronicamente apresentaram redução nos níveis de leptina de maior magnitude em protocolos que abrangesse maior intensidade (80-85% de 1-RM). Em outra evidência, destacou-se uma diminuição nos níveis plasmáticos de leptina após intervenção de exercícios resistidos de intensidades mais elevadas, como também mostrou mudanças na composição corporal e destacou uma possível associação direta com a leptina, uma vez que há possibilidade de incrementos na massa magra, aumentando, com isso, a captação de glicose pelo músculo e com isso reduzindo os índices glicêmicos de portadores da diabetes mellitus (SOUZA et al. 2013).

Segundo Ahmadizad et al., 2014, o treinamento de força de moderada intensidade (50-60% 1 RM) a curto prazo não alterou significativamente as concentrações de leptina e adiponectina. Porém foi favorável para o aumento dos níveis de força e diminuição da resistência a insulina em homens com excesso de peso. Esse estudo corrobora em partes com nossos achados relacionados ao grupo de TFBC, uma vez que não encontramos alterações significativas nas concentrações de leptina, insulina e PCR na intensidade (30% 1 RM) realizada.

Alguns estudos com efeito de apenas uma sessão de exercício mostraram diminuir de maneira significativa as concentrações plasmáticas de insulina apenas no momento imediatamente após o exercício em intensidade superior a 70% 1 RM (RAASTAD, BJORO, HALLEN, 2000; HASANI-RANJBAR et al., 2012). Já cronicamente, estudos concluíram que a associação entre uma dieta e o treinamento de força diminuem os níveis de insulina, índice glicêmico em mulheres obesas de meia idade (IBÁÑEZ et al., 2010; DRAPEAU et al., 2011). No entanto, em nosso estudo não foi possível controlar a ingestão alimentar, todavia encontramos diminuição significativa nos níveis de insulina dos voluntários, uma vez que supostamente ambos tinham uma conscientização sobre uma alimentação saudável, já vinham exercendo a prática inicial do TF e também recomendações foram dadas sobre manter a alimentação o mais possível equivalente durante o período de intervenção.

Já em relação a PCR, estudos (CHOI, JOSEPH, PILOTE, 2013; DONGES, DUFFIELD, DRINKWATER, 2010) mostram que os níveis de PCR diminuem com a aplicação do TF em intensidades elevadas. Segundo Donnelly et al., (2009) o aumento do volume de carga e da força muscular apresentam forte relação com a PCR, assim, podendo influenciar diretamente na diminuição das concentrações desse marcador inflamatório. Uma provável explicação para essa diminuição da PCR após o TFAC pode se dar pelo fato de que o exercício físico de maior intensidade induz redução da massa gorda pela mobilização dos lipídios e estimulação da lipólise, aumentando a captação e oxidação de ácidos graxos pelo músculo esquelético, servindo de substrato energético e consequentemente reduzindo as concentrações da PCR (OGAWA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2011).

Com relação ao TFBC+RFS, na literatura atual ainda não foi investigada a relação dessas citocinas analisadas no presente estudo, tornando-se, então, o primeiro estudo a investigar o efeito da RFS relacionadas a tais citocinas. Por outro lado, já se tem visto que a isquemia durante a RFS resulta em um aumento da concentração de miocina interleucina 6 de papel anti-inflamatório que tem como principal função a regeneração do tecido muscular após o exercício (VANNELLA E WYNN, 2017), esse aumento pode ser explicado pela predominância do metabolismo glicolítico anaeróbico e a ausência de glicogênio das fibras tipos II (SUNDBERG, 1994; ROSSI et al., 2018). Takarada et al. (2000) comparou a IL-6 após protocolo de RFS em 14 repetições a 20% de 1 RM e vice-versa para o grupo controle e constatou que IL-6, lactato, GH foram maiores na RFS quando comparado ao controle sem aumento na atividade creatina quinase (CK) após 24 horas após exercício. Pode-se observar que a o aumento da IL-6 na RFS obteve maior estresse metabólico mesmo na ausência de dano muscular. Contribuindo com isso, Nielson et al., (2017) constatou que TFBC+RFS (20% 1 RM) agudamente aumentou as citocinas inflamatórias (IL-6, Fator de necrose neural alfa- TNF- α) com o menor dano muscular.

Outro possível fator responsável pelo aumento da miocina IL-6 durante a RFS é a hipóxia intramuscular, na qual ativa robustamente o fator induzido por hipóxia-1 (HIF-1) que potencializa o estado inflamatório das citocinas IL-6, TNF- α , e o fator nuclear kappa B (NF- κ B) (KARABULUT et al., 2010; GANESAN et al., 2015; OLIVER et al., 2009; SZADE et al., 2015). Uma evidência atual mostra que o treinamento induzido pela RFS através de estímulos metabólicos (hipóxia intramuscular e sobrecarga metabólica) são potencializa a ativação da IL-6, neutrófilos e macrófagos, assim mostrando uma relação positiva da RFS com o sistema imunológico (ROSSI et al., 2018). Diante disso, pode-se constatar que a melhora do estado inflamatório encontrada no grupo de TFBC+RFS no presente estudo pode ser explicada também por essa relação do aumento da IL-6, uma vez que os estímulos inflamatórios e anabólicos ocasionadas pela RFS (embora o método seja caracterizado com a utilização de baixa tensão mecânica, porém respostas semelhantes a altas intensidades) são eficazes tanto para as respostas das células imunes conduzindo as células satélites locais para o local de danos

musculares e iniciando a fagocitose e remodelação tecidual (TIDBALL, VILLALTA, 2010), quanto para o aumento da síntese proteica (ativando as vias mTORC1 e gp130-Akt) potencializando a hipertrofia muscular (Gao et al. (2017).

Outra explicação para a similaridade das alterações inflamatórias TFBC+RFS e TFAC baseia-se na alta demanda de energia (ocasionada pela maior intensidade exercida) em exercícios que utilizam predominantemente a via energética anaeróbia, reduzindo rapidamente os níveis de adenosina trifosfato (ATP) e ativando a enzima AMPK (adenosina monofosfato) – ela atua oxidando os ácidos graxos livres e também contribui para os ganhos de força e hipertrofia – dessa forma, o músculo esquelético libera mediadores químicos chamados de miocinas que agem diminuindo as citocinas pró-inflamatórias e aumentando as anti-inflamatórias (FUNAI, CARTEE, 2008; YOUNG et al., 2009).

. De acordo com outros achados da atual pesquisa, as concentrações de TG, HDL e LDL apresentaram alterações significativas para os grupos TFBC+RFS e TFAC semelhantemente, quando comparados nos momentos (pré e pós), enquanto isso, apenas o CT apresentou alteração significativa para TFAC. Nesse contexto, a prevalência das maiores alterações dos marcadores lipídicos ocorridas no TFAC é consistente com estudos anteriores mais recentes realizados em adultos jovens (KELLEY, KELLEY, 2009) e atletas (BANGSBO et al., 2015). Ainda corroborando com os achados, Bo Et al. (2015), ressalva que indivíduos quando submetidos a intensidades de treinamento mais altas, períodos curtos de repouso entre as séries, tipos de exercícios e maiores consumos de energia favorecem maiores benefícios para o perfil lipídico fornecendo maior quantidade de energia para o músculo esquelético.

Em contrapartida com os achados do presente estudo, Lira et al (2010) retrata que agudamente a prática do exercício de força em intensidades baixas ou moderadas ($\leq 75\%$ 1 RM) apresentam uma maior influencia sobre as concentrações lipídicas plasmáticas comparado ao exercício de força de alta intensidade. Em concordância com o estudo anterior, a prática aguda e também crônica do exercício de força realizada em alta intensidade não modifica os níveis de TG, CT e LDL, apenas aumentando os níveis de HDL

(HILL, BERMINGHAM, KNIGHT, 2005; LAYNE et al., 2011), o que mostra que os níveis de HDL são dependentemente da intensidade exposta.

Justifica-se esse aumento HDL pelo mecanismo do Colesterol Reverso (CR), que, remove o colesterol dos tecidos periféricos e distribuindo para o fígado e para outros tecidos, através da enzima lecitina-colesterol aciltransferase (LCAT) responsável pela transferência do colesterol (MARQUES et al., 2018), no entanto, apesar de não ter sido encontrada uma diminuição dos níveis de LDL e de TG, certamente porque ambos tiveram valores basais considerados normais, ou seja, quanto pior os níveis do perfil lipídico, maior a chance de melhora induzidas pelo TF em maiores intensidades.

Com relação ao TFBC+RFS, em nosso estudo encontramos respostas semelhantes ao TFAC nas concentrações lipídicas, isso pode se dá pelo aumento da atividade simpática, ativando um estado de hipóxia intramuscular, desenvolvendo um aumento de metabólicos muscular que está associada a uma menor sobrecarga mecânica (LOENNEKE, WILSON, WILSON, 2010; HUGLES et al., 2017). Até o presente momento, este é o primeiro estudo a investigar o efeito da RFS sobre as alterações no perfil lipídico. Apesar disso, existem estudos que avaliaram essas alterações lipídicas em TF convencional.

Os achados são controversos em relação a alguns estudos recentes que retratam que o TF não é eficaz para diminuição das concentrações lipídicas (ALBARILLO et al., 2017; SILVA et al, 2018) favorecendo assim o uso do exercício aeróbico como meio de tratamento não farmacológico. Tendo em vista que, a Sociedade Brasileira de Cardiologia relata que os efeitos dos exercícios aeróbico e resistido em indivíduos normolípidicos e hiperlípidicos, com o propósito de melhorar o perfil lipídico e reduzir o risco cardiovascular ainda são conflitantes, tendo a importância da presença de ambos (FALUDI et al., 2017).

Estudos que utilizaram o exercício resistido combinado com o exercício aeróbio apresentaram maior eficácia quando comparados a estudos que aplicaram, de forma isolada (PAULINO et al., 2015; GUIRADO et al., 2012). No entanto, confirmando com os nossos achados, Alberga, Sigal e Kenny, (2011) relata que o TF promove diversos benefícios metabólicos, entre

eles, a melhoria do perfil lipídico e fatores associados ao comprometimento da obesidade infantil, desencadeando para a fase adulta.

A prática regular do TF associada a uma alimentação equilibrada está cada vez mais agregada a uma melhor qualidade de vida, promovendo alterações fisiológicas e psicológicas benéficas (SILVA, LEMOS, GAGLIARDO, 2012; VIEIRA, 2013; OLIVEIRA et al., 2013). Destaca-se que no estudo não foi possível controlar a ingestão alimentar dos sujeitos, no entanto, os mesmos apresentaram alterações significativas em seu perfil lipídico. Pode-se explicar o ocorrido pelo fato de os sujeitos já terem conscientização sobre uma alimentação saudável e posteriormente praticarem durante o período de treinamento, uma vez que os mesmo já vinham exercendo a prática inicial do TF.

5.2 Parâmetros morfológicos

Alterações irregulares nos componentes da composição corporal são fatores influentes para o surgimento ou agravamento de doenças crônicas degenerativas como a obesidade, dislipidemias, hipertensão arterial, diabetes mellitus e entre outras. Diante disso, o colégio americano de medicina do esporte (2011) recomenda que TFAC seja utilizado com uma alternativa válida para proporcionar mudanças nos componentes da composição corporal em indivíduos com sobrepeso ou obesidade. No presente estudo, os valores de MC em ambos os grupos aumentaram após o período de treinamento, apresentando uma maior magnitude significativa para o TFAC. Tal fato pode se explicar pelo aumento em proporção maior da MCM devido à alta tensão mecânica exercida (80% 1 RM). Corroborando em partes com nossos achados, um estudo de Ibáñez et al., (2010) retratou que 16 semanas de treinamento de força associada a uma dieta equilibrada com frequência de 2 vezes semanal em intensidade de moderada a alta (50 a 80% de 1 RM) contribuem para diminuição da massa corporal em mulheres obesas de meia idade. Como já relatado anteriormente, no estudo não foi possível controlar a dieta dos sujeitos.

Em relação ao IMC, MCG MCM e %G esses componentes apresentaram alterações significativas nos grupos de TFBC+RFS e TFAC e somente MCM para o TFBC. Esses achados corroboram com estudos (Avila et

al., 2010) cujo qual retratam aumento da MCM no treinamento de força de moderada intensidade associada a uma dieta em idosos diagnosticados com sobrepeso e obesidade. Além de que segundo Castinheiras Neto et al., (2009) e Cesar e colaboradores, (2013) a MCM vem sendo sendo um fator influente para o aumento da taxa metabólica basal (TMB) e da força muscular esquelética. Estudos evidenciam alterações crônicas significativas nos componentes de IMC, MCG e MCM em protocolos de treinamento de força associado com uma dieta ou não, sendo que o treinamento de força esteve presente em todos os grupos com ganhos positivos à saúde e em grande parte deles houve significância ao serem comparados com grupos de apenas dieta (KERKSICK ET AL., 2010; COTTELL ET AL., 2011; VALENTE ET AL., 2011; FIGUEROA ET AL., 2013).

Como visto até o presente momento, o TF é uma potente intervenção para elevar ou manter os níveis de força e massa muscular. Entretanto, as cargas utilizadas nesse treinamento são sabidas ter efeito apenas em intensidades mais elevadas. Pessoas com sobrepeso que já tenham um comprometimento osteoarticular ou ainda mesmo que já tenham sobrecargas naturais do próprio sobrepeso corporal podem ter dificuldade ou não apresentar condição de utilizar altas cargas no treinamento de força, isso de acordo com alguns órgãos internacionais. Assim é necessário investigar métodos de treinamento de força para essa população específica, que propiciem as mesmas adaptações positivas que o TFAC. Apesar de não existir estudos com TFBC+RFS aplicados na população estudada, e também poucos estudos relacionado com a composição corporal em outras populações, encontra-se estudos que avaliaram a massa muscular no TF convencional em outras populações acima citados.

Nessa perspectiva, esse estudo foi o primeiro a apresentar mudanças significativas nos componentes da composição corporal com o TFBC+RFS, apesar de o método ser caracterizado por baixas cargas. Uma justificativa plausível para esse ocorrido seria que o método proporciona fisiologicamente um acúmulo de metabólitos intramusculares semelhantemente ao treinamento de força de alta intensidade (>70% 1 RM). Em contradição com os achados, Silva et al, 2018 analisou o efeito de 16 semanas de RFS no exercício de agachamento livre sobre a composição corporal de mulheres em

estado de pós-menopausa e verificou que não houve alterações significativas na composição corporal. Corroborando com o estudo anterior, Araújo e al., (2015) analisou o efeito de 8 semanas da RFS em um programa de exercício aeróbico aquático e verificou também que não houve alterações significativas na composição corporal. Uma provável explicação cujo não apresentaram alterações na composição corporal no estudo de Silva et al, 2018 pode se dar pela estrutura do programa de treinamento que abrangeu apenas um exercício para membro inferior apesar envolver grande grupo muscular e o não controle da ingestão dietética.

Grande parte dos estudos existentes em outras populações com a utilização do TFBC+RFS verificaram o ganho da MCM significativa e semelhante ao TFAC (YAMANAKA, FARLEY, CAPUTTO, 2012; KARABULUT et al., 2010). No entanto, quando nos referimos aos outros componentes da composição corporal, observou-se que o controle nutricional representa como um fator primordial para as alterações da composição corporal, e também quando aliada ao TF convencional ou TFBC+RFS, que juntos favorecem melhorias significativas e efetivas. A justificativa sobre as alterações dos componentes da composição corporal do estudo pode se dar pelos sujeitos da pesquisa ser apenas iniciantes da prática do TF e terem seguido as orientações dadas inicialmente, além de que a maioria já tinha a consciência de uma alimentação saudável. Diante disso, novamente o TFBC+RFS se apresenta como uma possível alternativa de intervenção para essa população em questão. Além disso, possivelmente o aumento da massa muscular está associado ao aumento da força muscular (KARABULUT al.,2010).

5.3 Parâmetros neuromusculares

No que se refere às variáveis neuromusculares, os achados observaram que ambos os grupos de intervenção TFBC, TFBC+RFS e TFAC apresentaram elevações significativas nos níveis de força nos momentos (pré e pós) após 8 semanas de treinamento de força, contudo em magnitudes diferentes. Apenas os grupos TFBC+RFS e TFAC apresentaram alterações significativas com altas magnitudes semelhantes quando comparado ao TFBC. Deixa-se claro que o sobrepeso acarreta o surgimento da obesidade, que por sua vez é considerada uma das populações clínicas que vem crescendo

mundialmente de maneira exorbitante (WHO, 2018). Os dados são controversos com a literatura em relação a magnitude, na qual traz aumentos nos níveis de força em idosos para o TFBC+RFS variando de >30 % e 89% (KARABULUT al.,2010; YASUDA et al., 2013) e estão de acordo com TFAC na qual a variação é de > 30% e 90% (MCCARTHY, MAMMAN, 2004). Evidentemente, o estudo apresenta quase o triplo na magnitude dos ganhos de força muscular para o TFBC+RFS comparado com o estudo citado acima, tais resultados podem ser explicados pelo fato de que a RFS promove um estímulo metabólico mais pronunciado que o TF convencional, devido às respostas fisiológicas causadas pela RFS (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010), fazendo com que esse método de treinamento não só promova ganhos mais elevados que baixas cargas, sendo assim similar a altas cargas, mas também tem a capacidade de promover ganhos bastante eficazes em apenas 8 semanas que o treinamento convencional.

De acordo com Takarada et al. (2000) os efeitos do TF convencional sobre a força muscular demonstram relação dose-dependente entre intensidade do treinamento e as alterações morfológicas e funcionais associadas ao aumento da produção de força. Por outro lado, os diversos estudos que avaliaram a influência da TFBC+RFS e indicam que, é possível obter adaptações semelhantes ao treinamento convencional mesmo com uso de intensidades relativamente baixas combinado com a RFS no segmento. Corroborando com o estudo citado acima, Medeiros, Saldanha e Silva (2013) sugerem que a restrição do fluxo sanguíneo tecidual durante o TF através da aplicação de um torniquete pneumático no seguimento exercitado, é capaz de promover alterações no padrão de ativação neuromuscular aumentado à demanda metabólica mesmo em exercícios com intensidade reduzida. Costa et al. (2012) evidencia que apesar do uso de carga mecânica baixa, o TFBC+RFS é uma alternativa eficaz comparado ao convencional TFAC para melhorar a saúde óssea em homens idosos, sendo um método útil e seguro para reforçar a força muscular e consequentemente a hipertrofia muscular, além disso, como se trabalha com uma resistência diminuída, esse fato estressa menos a articulação, sobrecarregando-a menos e proporcionando os mesmos benefícios.

Contrapondo os estudos citados anteriormente, Lixandrao (2015) comparou diferentes pressões de oclusão, com intensidades distintas, do treinamento de força convencional (80% 1RM). O pesquisador conclui que os protocolos de TFBC+RFS realizados com baixas intensidades de exercício (20% 1RM) parecem se beneficiar com o aumento do nível de pressão de oclusão (80% de pressão de oclusão) no aumento de massa muscular. No que diz respeito à força muscular, mostra que todos os protocolos de TFBC+RFS testados parecem ser menos eficazes em comparação ao TF convencional, independentemente das diferentes combinações e pressão de oclusão e intensidade de exercício utilizado. De acordo com essa evidência, é plausível sugerir que os protocolos de TF-RFS utilizem intensidades de exercícios superiores a 20% de 1-RM, visto que estes parecem produzir respostas neuromusculares similares ao TF convencional, independentemente da pressão de oclusão utilizada.

Como já citado anteriormente, não há estudos que utilizaram a RFS, seja ela associada ao treinamento de força ou aeróbio nessa população em questão. Porém, a RFS já foi aplicada em algumas populações clínicas como mulheres com osteoartrite (BRYK et al., 2016) e com osteoporose (PEREIRA NETO et al., 2018; SILVA et al., 2015). Com relação à força muscular foi observada no estudo clínico randomizado de Bryk et al. (2016) que aplicou um programa de exercícios de seis semanas que incluía alongamento, fortalecimento e propriocepção em 34 mulheres com osteoartrite no joelho. O protocolo era igual para os dois grupos, com a diferença no exercício de força onde no grupo RFS era realizado a 30% de 1RM com RFS e no AC a 70% de 1RM. Silva et al. (2015) e Pereira Neto et al. (2018) submeteram mulheres com osteoporose a três meses de TF, duas vezes na semana, com quatro séries de extensão do joelho até a falha concêntrica com carga de 80% de 1RM para o grupo de AC e 30% de 1RM com RFS para o grupo de BCRFS. Similarmente ao presente estudo, houve diferença significativa entre os e sem diferença entre os grupos.

É importante destacar que se focar em indivíduos com sobrepeso, apesar de iniciantes da prática do TF, tendem a ser frágeis em relação ao músculo esquelético, os ganhos dos níveis de força muscular gerados durante 8 semanas de TFBC não podem ser desprezados. Contudo, visando uma

melhor magnitude de efeito do treinamento sem causar complicações osteoarticulares, os achados apontam a importância da aplicação de métodos eficientes como o TFBC+RFS, dentro da possibilidade de cada um, a fim de maximizar os ganhos neuromusculares dessa população em questão.

Em relação às correlações encontradas nos grupos TFBC+RFS e TFAC entre a força muscular e os parâmetros morfológicos e metabólicos de nosso estudo, evidências têm demonstrado que baixos níveis de força muscular estão associados a diversas doenças crônico-degenerativas não transmissíveis como obesidade, hipertensão arterial, diabetes mellitus, hipercolesterolemia (JURCA, 2004; JURCA et al., 2005). Segundo Ciolac e Guimarães, (2004) a força muscular melhora a sensibilidade à insulina em indivíduos saudáveis, em obesos não-diabéticos e em diabéticos dos tipos I e II, além de destacar que os indivíduos fisicamente ativos, em relação aos sedentários, apresentam maiores níveis de HDL colesterol e menores níveis de triglicérides e LDL colesterol, assim corroborando com nossos achados no TFAC entre a força muscular relativa e os níveis de HDL.

Segundo o ACSM (2011), o TF aumenta a força muscular, a massa livre de gordura (massa magra), aumentando assim o metabolismo de repouso e consequentemente o balanço energético negativo. Possivelmente, os resultados do %G e MCM encontrados no TFAC podem ter sido contrabalanceados com a força muscular relativa suficiente para absorver o peso e produzir a força necessária na realização dos exercícios de forma eficiente. Valendo também destacar que quanto menos treinado um indivíduo, menor a tendência de atingir patamares de estabilização, maximizando o desenvolvimento de uma determinada valência física (HEYWARD, 2010). Já em relação aos achados da correlação no TFBC+RFS são primários, uma vez que não existem estudos com esse propósito de análise.

Como limitação do estudo, pode ser citado a dieta que não foi controlada, e já se sabe que fatores nutricionais desempenham um papel importante nas respostas metabólicas inflamatórias e no desempenho físico. Como perspectivas futuras, sugere-se o controle da dieta, um maior prazo de intervenção, acrescentar outras modalidades de exercício como, por exemplo, o treinamento aeróbio para comparação de ambos tipos de treinamento e a aplicação dos protocolos de treinamento em mulheres com excesso de gordura

corporal, para assim verificar o comportamento dessas alterações em diferentes contextos e situações. Em suma, o presente estudo apresenta pontos fortes tais como: alterações no metabolismo inflamatório, composição corporal e desempenho neuromuscular em homens com sobrepeso corporal em condição de baixa sobrecarga mecânica de treinamento de força, na qual a utilização do método de TFBC+RFS fornece resultados semelhantes ao TFAC, tornando-se eficaz e eficiente a ponto de beneficiar a população específica estudada, além de contribuir como uma nova estratégia de ferramenta de trabalho para profissionais de Educação Física na qual podem utilizar este método em suas prescrições de seus respectivos treinamentos, a fim de maximizar os benefícios obtidos no presente estudo em indivíduos com excesso de gordura corporal, prevenindo-os a adesão de lesões osteomioarticulares e minimizando o surgimento de futuras doenças crônicas degenerativas.

CONCLUSÃO

Fundamentado nos resultados apresentados no presente estudo, e posteriormente confirmando a hipótese inicial, observou-se que o TFBC+RFS é um método de treinamento efetivo e similar ao TFAC ao proporcionar alterações nas concentrações lipídicas e as citocinas inflamatórias desenvolvidas pelo excesso de gordura corporal, independente de dieta, na composição corporal e nos níveis de força muscular. Assim, conclui-se que a partir de 8 semanas de treinamento de TFBC+RFS já se é possível observar melhoras efetivas no metabolismo inflamatório, composição corporal e no desempenho neuromuscular semelhante ao TFAC em condições de sobrepeso.

REFERÊNCIAS

- ABBENHARDT, C.; MCTIERNAN, A.; ALFANO, C. M.; WENER, M. H.; CAMPBELL, K. L.; DUGGAN, C. et al. Effects of individual and combined dietary weight loss and exercise interventions in postmenopausal women on adiponectin and leptin levels. **Journal of internal medicine**, v. 274, n. 2, p. 163–175, 2013.
- ACSM. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.
- ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10th. ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2017.
- 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, mar. 2009.
- 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 and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-59, 2011.
- AGUILAR, F. J.; FERREIRA-JUNIOR, M.; SALES, M. M.; CRUZ-NETO, L. M., FONSECA, A. M.; SUMITA, N. M.; DUARTE, A. J. Proteína C reativa: aplicações clínicas e propostas para utilização racional. **Revista da Associação Brasileira Médica**, v. 59, n.1, p.85-92, 2013. ISSN 0104-4230.
- AHIMA, R. S.; LAZAR, M. A. Adipokines and the Peripheral and Neural Control of Energy Balance. **Molecular Endocrinology**, v. 22, n. 5, p. 1023–1031, 2008.
- AHMADIZAD, S., GHORBANI, S., GHASEMIKARAM, M., & BAHMANZADEH, M. Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating periodized resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. **Clinical Biochemistry**, v. 47, n. 6, p. 417–422, 2014.
doi:10.1016/j.clinbiochem.2013.12.019
- ALBERGA, A.S., SIGAL, R.J., KENNY, G.P. A review of resistance exercise training in obese adolescents. **The Physician and sports medicine**, v. 39, n. 2, p. 50-63, 2011.

ALBARELLO, R. A.; FARINHA, J. B.; AZAMBUJA, C. R.; SANTOS, D. L. Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 10, n.3, p.142-146, 2017.

ÁLVAREZ, P.; SANGIAO, S.; BRANDÓN, I.; Y CORDIDO, F. Función endocrina en la obesidad. **Endocrinología y Nutrición**, v. 58, p.422-432, 2011.

ANDRÉIA, L.; PASSOS, S. M.; DE LIMA, V. R. L.; RANGEL, S. A. A importância da homeostase entre os limites de leptina e da grelina no controle da obesidade. **Revista eletrônica-ACTA Brasileira de Pesquisa em Saúde**, V. 6, N. 1, P. 12, 2011.

ARAÚJO, J. P. A.; RODRIGUES NETO, G.; SILVA, J.; SILVA, H. J.; PEREIRA NETO, E. A.; BATISTA, G. R.; MARCONIO, J.; TORRES, V. B.; PODEROSO, P.; CIRILO-SOUSA, M. S. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 37, n. 6, p. 110, 2015.

ARNHOLD, T. B.; GARLIPP, D. C.; FIEL, G.; GROHE, M.; GUTH, F.; RASCHE, J.; LOPES, A. L. Correlação dos valores de lipídeos sanguíneos e parâmetros antropométricos em sujeitos praticantes de treinamento de força e sedentários. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 10, n. 62, p. 717-727, 2016.

ARRUDA, D. P.; OLIVEIRA ASSUMPTÃO, C.; URTADO, C. B.; OLIVEIRA DORTA, L. N. et al. Relação entre treinamento de força e redução do peso corporal. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 24, p. 605–609, 2010.

AVILA, J. J.; GUTIERRES, J. A.; SHEEHY, M. E.; LOFGREN, I. E.; DELMONICO, M. J. Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. **European journal of applied physiology**, v. 109, n. 3, p. 517-525, 2010.

BANGSBO, J.; HANSEN, P. R.; DVORAK, J.; KRUSTRUP, P. Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: A narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 568-576, 2015. doi:10.1136/bjsports2015-094781

BARTER, P.; KASTELEIN, J.; NUNN, A.; HOBBS, R.; BOARD, F. F. E. High-density lipoproteins (HDLs) and atherosclerosis: the unanswered questions.

Atherosclerosis, v.168, p.195-211, 2003.

BECK T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013.

BO, H.U.; LIU, X. Y. ZHENG, Y.; FAN, H. M.; YIN, S. F.; GUO, C. Y.; YUAN, J. X. High Physical Activity is Associated with an Improved Lipid Profile and Resting Heart Rate among Healthy Middle-aged Chinese People. **Biomedical and Environmental Sciences**, v. 28, n. 4, p. 263-271, 2015.

BOSCO, C. A força muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas. São Paulo: Phorte, 2007.

BOGUSZEWSKI, C. L.; PAZ-FILHO, G.; VELOSO, L. A. Neuroendocrine body weight regulation between fat tissue, gastrointestinal tract, and the brain. **Polish Journal of Endocrinology**, v. 1, n.2, p.194-206, 2010.

BOMPA, T. O.; CORNACCHIA, L. J. Treinamento de força consciente. São Paulo: Phorte Editora, 2000.

BRASIL, A. R.; NORTON, R. C.; ROSSETTI, M. B.; LEÃO, E.; MENDES, R. P. C-reactive protein as an indicator of low intensity inflammation in children and adolescents with and without obesity. **Jornal de Pediatria (Rio J)**, v. 83, n. 5, p.477-480, 2007.

BROSCO, R. E. Análise comparativa dos níveis de proteína C-reativa altamente sensível entre indivíduos portadores e não portadores de lesão periapical crônica [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia em Bauru; 2009.

BRUUNSGAARD, H. Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 78, p. 819–835, 2005.

BRYK, F. F. et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 24, n. 5, p. 1580–1586, 2016.

CAPRIO, M.; FEVE, B.; CLAËS, A.; VIENGCHAREUN, S.; LOMBES, M.; ZENNARO, M. C. Pivotal role of the mineralocorticoid receptor in corticosteroid-induced adipogenesis. **The FASEB journal**, v. 21, n. 9, p. 2185–94, 2007.

- CANNON, J.; MARINO, F. E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 14, p. 1505-1514, 2010.
- CASTRO, G.; AREIAS, M. F. C.; WEISSMANN, L.; QUARESMA, P. G.; KATASHIMA, C. K.; SAAD, M. J.; PRADA, P. O. Diet-induced obesity induces endoplasmic reticulum stress and insulin resistance in the amygdala of rats. **FEBS Open Bio**, v. 11, n. 3, p. 443-449, 2013.
- CASTINHEIRAS NETO, A. G.; SILVA, N. L.; FARINATTI, P. T. V. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício; uma revisão sistemática Influence of resistance training variables on post-exercise oxygen consumption; a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 1, p. 70-78, 2009.
- CESAR, M. C.; SINDORF, M. G.; SIMÕES, R. A.; GONELLI, P. G.; MONTEBELO, M. L.; PELLEGRINOTTI, I. L. Comparação do gasto energético de mulheres jovens durante o treinamento de força máxima e resistência muscular localizada. **Motricidade**, v. 9, n. 1, p. 50-56, 2013.
- CHEN, Y. et al. Effects of home-based lower limb resistance training on muscle strength and functional status in stable Chronic obstructive pulmonary disease patients. **Journal of Clinical Nursing**, p. 1–16, 6 fev. 2018.
- CSEP. Canadian Society for Exercise Physiology. **Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)**, 2002. Disponível em: < <http://www.csep.ca/english/view.asp?x=1> >.
- CIOLAC, E.G.; GUIMARÃES, G.V. Exercício físico e síndrome metabólica. *Revista Brasileira Medicina no Esporte*, Niterói, v.10, n. 4, p. 319-324, 2004.
- CHOI, J.; JOSEPH, L.; PILOTE, L. Obesity and C-reactive protein in various populations: a systematic review and meta-analysts. **Obesity Reviews**, Oxford, v. 14, no. 3, p. 232-244, Abr. 2013.
- COSTA, Gabriela Perpétua Neves da et al. The effects of partial vascular occlusion on gaining muscle strength. **ActaFisiatr**,[s.l.], v. 19, n. 3, p.192-197, 2012. GN1 Genesis Network.<http://dx.doi.org/10.5935/0104-7795.20120030>.
- COTTELL, K. E.; DORFMAN, L. R.; STRAIGHT, C. R.; DELMONICO, M. J.; LOFGREN, I. E. The effects of diet education plus light resistance training on coronary heart disease risk factors in community-dwelling older adults. **The**

journal of nutrition, health & aging, v. 15, n. 9, p. 762-767, 2011.

CUI, J. QIC program and model selection in GEE analyses. **Stata journal**, v. 7, n. 2, p. 209, 2007.

DÂMASO, A. **Obesidade**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan S.A.. 2003.

DATE, Y.; KOJIMA, M.; HOSODA, H.; SAWAGUCHI, A.; MONDAL, M. S.; SUGANUMA, T. et al. Ghrelin, a novel growth hormone-releasing acylated peptide, is synthesized in a distinct endocrine cell type in the gastrointestinal tracts of rats and humans. **Endocrinology**, v. 141, n. 11, p. 4255–4261, 2000.

DE SOUSA JÚNIOR, N. B.; DE SOUSA, F. B.; GUILLO, L. A. Avaliação da produção de óxido nítrico em ratos, submetidos aos exercícios aeróbico e anaeróbico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 755-761, 2008.

DIAS, R. M. R.; CYRINO, E. S.; SALVADOR, E. P.; CALDEIRA, L. F. S.; NAKAMURA, F. Y.; PAPST, R. R. et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 34–42, 2005.

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

DONNELLY, J. E. et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults.

Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 41, n. 2, p.459-471, 2009.

<http://dx.doi.org/10.2337/diabetes.52.1.172>.

DONGES, C. E.; DUFFIELD, R.; DRINKWATER, E. J. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. **Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison**, v. 42, no. 2, p. 304-313, Fev. 2010.

DRAPEAU, S.; DOUCET, E.; RABASA-LHORET, R.; BROCHU, M.; PRUD'HOMME, D.; IMBEAULT, P. Improvement in insulin sensitivity by weight loss does not affect hyperinsulinemia-mediated reduction in total and high

molecular weight adiponectin: a Monet study. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. Vol. 36. Núm. 2. p.191-200. 2011.

ENQUOBAHRIE, D. A.; RICE, K.; WILLIAMS, O. D.; WILLIAMS, M. A.; GROSS, M. D.; LEWIS, C. E.; SISCOVICK, D. S. IL1B genetic variation and plasma C-reactive protein level among young adults: the CARDIA study. **Atherosclerosis**, v. 202, n. 2, p. 513-520, 2009.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A. G.; BUCHNER, A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior research methods**, v. 39, n. 2, p. 175-191, 2007.

FALUDI AA, IZAR MCDO, SARAIVA JFK, CHACRA APM, BIANCO HT, AFIUNE NETO A, CHAGAS ACP. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 2, p.1-76, 2017.

FERREIRA, L.; BARBOSA, T. D.; GOBBI, S.; ARANTES, L. M. Capacidade Funcional Em Mulheres Jovens E Idosas: Projeções Para Uma Adequada Prescrição De Exercícios Físicos. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 3, p. 403–412, 2008.

FERREIRA, S.; TINOCO, A. L. A.; PANATO, E.; VIANA, N. L. Aspectos etiológicos e o papel do exercício físico na prevenção e controle da obesidade. **Revista De Educação Física/Journal Of Physical Education**, v. 75, n. 133, 2006.

FIGUEROA, A.; ARJMANDI, B. H.; WONG, A.; SANCHEZ-GONZALEZ, M. A.; SIMONAVICE, E.; DAGGY, B. Effects of hypocaloric diet, low-intensity resistance exercise with slow movement, or both on aortic hemodynamics and muscle mass in obese postmenopausal women. **Menopause**, v. 20, n. 9, p. 967-972, 2013.

FONSECA-ALANIZ, M. H.; TAKADA, J.; ALONSO-VALE, M. I. C.; LIMA, F. B. The adipose tissue as a regulatory center of the metabolism. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 216-229, 2006.

FOSTER-SCHUBERT, K. E.; MCTIERNAN, A.; FRAYO, R. S.; SCHWARTZ, R. S.; RAJAN, K. B.; YASUI, Y. et al. Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. **The Journal of clinical endocrinology and metabolism**, v. 90, n. 2, p. 820–5, 2005.

FRIEDMANN-BETTE, B.; BAUER, T.; KINSCHERF, R.; VORWALD, S.;

KLUTE, K.; BISCHOFF, D. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 4, p. 821–836, 2010.

FUNAI, K.; CARTEE G. D. Inhibition of contraction stimulated AMP-activated protein kinase inhibits contraction stimulated increases in PAS-TBC1D1 and glucose transport without altering PAS-AS160 in rat skeletal muscle. **Diabetes**, v. 58, p. 1096-1104, 2008.

GABAY, C.; KUSHNER, I. Mechanism of disease: acute phase proteins and other systemic responses to inflammation. **New England Journal of Medicine**, v. 340, n. 6, p. 448-54, 1999.

GARCÍA-HERMOSO, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, M.; ESCALANTE, Y.; SAAVEDRA, J. M.; MARTÍNEZ-VIZCAÍNO, V. Exercise-based interventions and C-reactive protein in overweight and obese youths: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Revista Pediatría**, v. 79, n. 4, p. 522-527, 2016.

GAO, F. et al. Mesenchymal stem cells and immunomodulation: current status and future prospects. **Cell death & disease**, v. 7, n. 1, p. e2062, 2017.

GLEESON, M.; BISHOP, N.C.; STENSEL, D.J.; LINDLEY, M.R.; MASTANA, S.S.; NIMMO, M.A. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature Reviews Immunology**, v.11, p.607-661, 2011.

GUIRADO, G. N.; DAMATTO, R. L.; MATSUBARA, B. B.; ROSCANI, M. G.; FUSCO, D. R.; CICCHETTO, L. A.; OKOSHI, M. P. Combined exercise training in asymptomatic elderly with controlled hypertension: effects on functional capacity and cardiac diastolic function. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, v. 18, n. 7, 2012.

GREENLAND, P.; ALPERT, J. S.; BELLER, G. A.; BENJAMIN, E. J.; BUDOFF, M. J.; FAYAD, Z. A.; WENGER, N. K. 2010 ACCF/AHA Guideline for Assessment of Cardiovascular Risk in Asymptomatic Adults. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 56, n. 25, p. 50–103, 2010.

doi:10.1016/j.jacc.2010.09.001

GUIMARÃES, D. E. D.; SARDINHA, F. L. D. C.; MIZURINI, D. D. M.; CARMO, M. D. G. T. D. Adipocitocinas: Uma nova visão do tecido adiposo. **Revista de Nutricao**, v. 20, n. 5, p. 549–559, 2007.

- GUO, C.; RICCHIUTI, V.; LIAN, B. Q.; YAO, T. M.; COUTINHO, P.; ROMERO, J. R. et al. Mineralocorticoid receptor blockade reverses obesity-related changes in expression of adiponectin, peroxisome proliferator-activated receptor- γ , and proinflammatory adipokines. **Circulation**, v. 117, n. 17, p. 2253–2261, 2008.
- GUTTIERRES, Ana Paula Muniz; MARINS, João Carlos Bouzas. Os efeitos do treinamento de força sobre os fatores de risco da síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, p. 147-158, 2008.
- HALL, J. E.; DA SILVA, A. A.; DO CARMO, J. M.; DUBINION, J.; HAMZA, S.; MUNUSAMY, S. Obesity-induced hypertension: Role of sympathetic nervous system, leptin, and melanocortins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 285, n. 23, p. 17271–17276, 2010.
- HAMER, M.; CHIDA, Y.; STAMATAKIS, E. Association of very highly elevated C-reactive protein concentration with cardiovascular events and all-cause mortality. **Clinical Chemistry**, v. 56, n.1, p.132-135, 2010.
- HERMSDORFF, H. H. M.; MONTEIRO, J. B. R. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 48, n. 6, p. 803–811, 2004.
- HUH, J. Y. PARK, Y. J.; HAM, M.; KIM, J. B. Crosstalk between Adipocytes and Immune Cells in Adipose Tissue Inflammation and Metabolic Dysregulation in Obesity. **Molecules and Cells**, v. 37, n. 5, p. 365–371, 2014.
- IEPSEN, U. W. et al. A combination of resistance and endurance training increases leg muscle strength in COPD: An evidence-based recommendation based on systematic review with meta-analyses. **Chronic Respiratory Disease**, v. 12, n. 2, p. 132–145, 2015.
- HASANI-RANJBAR, S.; SOLEYMANI; FAR, E.; HESHMAT, R.; RAJABI, H.; KOSARI, H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. **Endocrine**. v.41, n.1, p. 144-151, 2012.
- HOPKINS, W., MARSHALL, S., BATTERHAM, A., HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine Science in Sports Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3, 2009.
- HEYWARD, V. H. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 6th ed. New Mexico (EUA): Human Kinetics; 2010. p. 265-82.

HILL, S.; BERMINGHAM, M. A.; KNIGHT, P. K. Lipid metabolism in young men after acute resistance exercise at two different intensities. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 8, n. 4, p.441-445, 2005.

HSUCHOU, H.; KASTIN, A. J.; MISHRA, P. K.; PAN, W. C-Reactive Protein Increases BBB Permeability: Implications for Obesity and Neuroinflammation. **Cellular physiology and biochemistry**, v. 30, n. 5, p. 1109–1119, 2012.

HUGHES, L.; PATON, B.; ROSENBLATT, B.; GISSANE, C.; PATTERSON, S. D. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, p. 1003–1011, 2017.

IBÁÑES, J.; IZQUIERDO, M.; MARTINEZ-LABARI, C.; ORTEGA, F.; GRIJALBA, A.; FORGA, L.; IDOATE, F.; GARCÍA-UNCITI, M.; FERNÁNDEZ-REAL, J.M.; GOROSTIAGA, E.M. Resistance Training Improves Cardiovascular Risk Factors in Obese Women Despite a Significant Decrease in Serum Adiponectin Levels. **Obesity**. V.18, n. 3, p. 535-541. 2010.

JURCA, Radim et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 8, p. 1301-1307, 2004.

JURCA, R.; LAMONTE, M.; CHURCH, T. S.; BLAIR, S. N. Association between muscular strength and mortality (all-cause and CVD) in men with and without the metabolic syndrome. [Abstract]. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 37, n. 5, p.208, 2005.

KARABULUT, M.; ABE, T.; SATO, Y.; BEMBEN, M.G. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. **European journal of applied physiology**, v. 108, n. 1, p. 147, 2010.

KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Preventive Medicine**, v. 48, p. 9-19, 2009. doi:10.1016/j.ypmed.2008.10.010.

KERKSICK, C. M. et al. Changes in weight loss, body composition and cardiovascular disease risk after altering macronutrient distributions during a regular exercise program in obese women. **Nutrition Journal**, v. 9, n. 1, p. 59, 2010.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KONTOGIANNI, M. D.; DAFNI, U. G.; ROUTSIAS, J. G.; SKOPOULI, F. N. Blood leptin and adiponectin as possible mediators of the relation between fat mass and BMD in perimenopausal women. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 19, n. 4, p. 546-551, 2004.

LAU, E.; FREITAS, P.; OLIVEIRA, A. I.; CARVALHO, D. A leptina e o seu impacto metabólico nas lipodistrofias. **Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo**, v. 9, n. 1, p. 36–40, 2014.

LAURENTINO, G.; UGRINOWITSCH, C.; AOKI, S. M.; SOARES, A. G.; TRICOLI, V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.44 p. 406-412, 2012.

LAPIN, L. P.; PRESTES, J.; PEREIRA, G. B.; PALANCH, A. C.; CAVAGLIERI C. R.; VERLENGIA, R. Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, v. 2, n. 4, p. 115-124, dez. 2007.

LAYNE AS, NASRALLAH S, SOUTH MA, HOWELL ME, MCCURRY MP, RAMSEY MW, STUART CA. Impaired muscle AMPK activation in the metabolic syndrome may attenuate improved insulin action after exercise training. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 6, p.1815-1826, 2011.

LÉON, M. S.; PORTO, A.L.R.; VALDÉS, L.L.M. Desordenes lipídicos: uma puesta al dia. **Rev Cubana Endocrinol**, v. 14, 2003.

LIMA, E. S.; COUTO, R. D. Estrutura, metabolismo e funções fisiológicas da lipoproteína de alta densidade. **Jorn Bras Patol Med Lab**, v.42, n.3, p.169-178, 2006.

LIN, H. V.; REN, H.; SAMUEL, V. T.; LEE, H. Y.; LU, T. Y. Shulman, G. I, Accili, D. Diabetes in mice with selective impairment of insulin action in Glut4-expressing tissues. **Diabetes**, v. 60, p.700–709, 2011.

LIRA, F. S.; YAMASHITA, A. S.; UCHIDA, M. C.; ZANCHI, N. E.; GUALANO, B.; MARTINS, E.; SEELAENDER, M. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile.

Diabetology & Metabolic Syndrome, v. 2, n.1, p. 31, 2010 doi:10.1186/1758-5996-2-31

LIXANDRAO, Manoel Emílio. Efeito de diferentes pressões de oclusão e intensidade de exercício sobre as adaptações morfológicas e funcionais a um programa de treinamento de força. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

LOENNEKE, J. P. et al. Potential safety issues with blood flow restriction training. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 21, n. 4, p. 510–8, ago. 2011.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International journal of sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 1–4, jan. 2010.

LOENNEKE, J.; YOUNG, K. Rehabilitation of an osteochondral fracture using blood flow restricted exercise: A case review. **Journal of bodywork and ...**, v. 17, n. 1, p. 42–5, jan. 2013.

LOPES, W. A. et al. Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 20, p.1902-1912, 2016.

LOPRINZI, P. D.; SNG, E.; WALKER, J. F. Muscle strengthening activity associates with reduced all-cause mortality in COPD. **Chronic Illness**, v. 13, n. 2, p. 140–147, 2017.

MAFFEI, M.; HALAAS, J.; RAVUSSIN, E.; PRATLEY, R. E.; LEE, G. H.; ZHANG, Y. Leptin levels in human and rodent: Measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. **Nature Medicine**, v. 1, n. 11, p. 1155–1161, 1995.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. v. 37, p. 78–85, 2009.

MARQUES, L. R, DINIZ, T. A.; ANTUNES, B. M.; ROSSI, F. E.; CAPERUTO, E. C.; LIRA, F. S.; GONÇALVES, D. C. Reverse Cholesterol Transport: Molecular Mechanisms and the Non-medical Approach to Enhance HDL Cholesterol. **Frontiers in physiology**, v. 9, 2018.

MATSUDO, S. M; ARAUJO, T; MATSUDO, V; ANDRADE, D; ANDRADE, E; OLIVEIRA, L. C; BRAGGION, G. Questionário internacional de atividade física

(IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 2, n. 2, p. 5-18, 2001.

MAYER, C. M; BELSHAM, D. D. Central insulin signaling is attenuated by long-term insulin exposure via insulin receptor substrate-1 serine phosphorylation, proteasomal degradation, and lysosomal insulin receptor degradation.

Endocrinology, v.151, n.1, p. 75-84, 2010.

MEDEIROS, Luan de; SALDANHA, Ricardo Pedrozo; SILVA, Eduardo Ramos da. O treinamento de baixa intensidade associado à oclusão vascular: evidências positivas. 2013. 183 p, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Rs, Buenos Aires, 2013.

MEYER, A. A.; KUNDT, G.; LENSCHOW, U.; SCHUFF-WERNER, P.; KIENAST, W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. **American College of Cardiology**, v. 48, n. 9, p.1865-1870, 2006.

MORALES GONZÁLEZ, J. A. Obesidad. Un enfoque multidisciplinario. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2010.

MYERS, M. G.; MÜNZBERG, H.; LEINNINGER, G. M.; LESHAN, R. L. The Geometry of Leptin Action in the Brain: More Complicated Than a Simple ARC. **Cell Metabolism**, v. 9, n. 2, p. 117–123, 2009.

NAHAS, M. **Atividade física, saúde e qualidade de vida**. 6. ed. Londrina: Midiograf, 2013.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A.C.P. Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata. 3º ed. Barueri, SP: Manole, 2006.

OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, A. M.; ADAN, L. F.; OLIVEIRA, N. F.; SILVA, A. M.; LADEIA, A. M. C-reactive Protein and Metabolic Syndrome in Youth: A Strong Relationship? **Obesity**, v. 16, n. 5, p.1094–1098, 2008.
doi:10.1038/oby.2008.43

OLIVEIRA, C. E.; SANDOVAL, T. C.; SILVA, J. C. D. S; STULBACH, T. E.; FRADE R. E. T. Avaliação do consumo alimentar antes da prática de atividade física de frequentadores de uma academia no município de São Paulo em diferentes modalidades. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.7, n. 37, p. 8, 2013.

OGAWA, K.; SANADA, K.; MACHIDA, S.; OKUTSU, M.; SUZUKI, K.

Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with

reduction of inflammatory markers in elderly women. **Mediators of inflammation**, v. 2010, 2010.

OUCHI, N.; PARKER, J. L.; LUGUS, J. J.; WALSH, K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 11, n. 2, p. 85–97, 2011.

PARK, H. S.; PARK, J. Y.; YU, R. Relationship of obesity and visceral adiposity with serum concentrations of CRP, TNF- α and IL-6. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 69, p. 29-35, 2005.

PAULINO, H.; AGUIAR, R. E. M.; TEIXEIRA, C. L. S.; SANTOS, G. M. D. F. S.; PAULI, J. R. Efeitos do treinamento concorrente sobre aspectos bioquímicos, antropométricos, funcionais e hemodinâmicos de mulheres diabéticas do tipo 2. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 72 n. 3, 2015.

PATTERSON, C. M.; LESHAN, R. L.; JONES, J. C.; MYERS, M. G. Molecular mapping of mouse brain regions innervated by leptin receptor-expressing cells. **Brain Research**, v. 1378, p. 18–28, 2011.

PELLEGRINELLI, V.; CAROBBIO, S.; VIDAL-PUIG, A. Adipose tissue plasticity: how fat depots respond differently to pathophysiological cues. **Diabetologia**, v. 59, n. 6, p. 1075–1088, 2016.

PEREIRA NETO, E. A. et al. Walking with blood flow restriction improves the dynamic strength of women with osteoporosis. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 2, p. 135–139, 2018.

PETERSEN, A.M., PEDERSEN, B.K. The anti-inflammatory effect of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 4, p.1154–62, 2005.

PEPYS, M.; HIRSCHFIELD, G. M. C-reactive protein: a critical update. **The Journal of clinical investigation**, v. 111, n.12, p. 1805-12, 2003. Review

PICHÉ, M. È.; LEMIEUX, S.; WEISNAGEL, S. J.; CORNEAU, L.; NADEAU, A.; BERGERON, J. Relation of high-sensitivity C-reactive protein, interleukin-6, tumor necrosis factor- α , and fibrinogen to abdominal adipose tissue, blood pressure, and cholesterol and triglyceride levels in healthy postmenopausal women. **The American journal of cardiology**, v. 96, n. 1, p. 92-97, 2005.

POWERS, S.K., HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 5ª ed. Barueri. Manole. 2005.

- RAASTAD, T.; BJORO, T.; HALLEN, J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, p. 121-128, 2000.
- RENZI, C. P.; TANAKA, H.; SUGAWARA, J. Effects of Leg Blood Flow Restriction during Walking on Cardiovascular Function. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 4, p. 726–732, April 2010.
- REYES, J. A. O.; PLANCARTE, A. A. Bases moleculares de las acciones de la insulina. **Revista de Educación Bioquímica**, v. 27, n. 1, p. 9-18, 2008.
- RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, 2000.
- RICHARD, A. J.; STEPHENS, J. M. The role of JAK-STAT signaling in adipose tissue function. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease**, v. 1842, n. 3, p. 431–439, 2014.
- RESNICK, H. E.; LINDSAY, R. S.; MCDERMOTT, M. M.; DEVEREUX, R. B.; JONES, K. L.; FABSITZ, R. R.; HOWARD, B. V.; Relationship of High and Low Ankle Brachial Index to All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality: The Strong Heart Study. **Circulation**, 2004.
- RIDKER, P. M.; DANIELSON, E.; FONSECA, F. A. H.; GENEST, J.; GOTTO, A. M.; KASTELEIN, J. J. P.; GLYNN, R. J. Rosuvastatin to Prevent Vascular Events in Men and Women with Elevated C-Reactive Protein. **New England Journal of Medicine**, v. 359, n. 21, p. 2195–2207, 2008.
doi:10.1056/nejmoa0807646.
- ROBERTSON, S. A.; LEINNINGER, G. M.; MYERS, M. G. Molecular and neural mediators of leptin action. **Physiology and Behavior**, v. 94, n. 5, p. 637–642, 2008.
- ROMERO, C. E. M.; ZANESCO, A. O papel dos hormônios leptina e grelina na gênese da obesidade. **Revista de Nutrição**, v.19, n.1,p.85-91, 2006.
- RODEN, M. Exercise in type 2 diabetes: to resist or to endure? **Diabetologia**, v. 55, p. 1235–1239, 2012.
- ROSSI, F. E. et al. Efeitos do treinamento concorrente na composição corporal e taxa metabólica de repouso em mulheres na menopausa. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.13, n.1, p. 12-22, 2012.

- ROSSI, F. E., DE FREITAS, M. C., ZANCHI, N. E., LIRA, F. S., CHOLEWA, J. M. The Role of Inflammation and Immune Cells in Blood Flow Restriction Training Adaptation: A Review. *Frontiers in Physiology*, v. 9, 2018. doi:10.3389/fphys.2018.01376
- SEAL, J. B; GEWERTZ, B. L. Vascular dysfunction in ischemia-reperfusion injury. **Annals of Vascular Surgery**, v. 19, p. 572–584, 2005.
- SEMPLE, R.K.; SAVAGE, D.B.; COCHRAN, E.K.; GORDEN, P.; O'RAHILLY, S. Genetic syndromes of severe insulin resistance. **Endocrine Reviews**, v. 32, n. 4, p. 498-514, 2011.
- SILVA, J. et al. Chronic effect of strength training with blood flow restriction on muscular strength among women with osteoporosis. **Journal of Exercise Physiology**, v. 18, n. 4, p. 33–41, 2015.
- SILVA, A. A.; LEMOS, N. S.; GAGLIARDO, L. C. A associação da orientação nutricional ao exercício de força na hipertrofia muscular. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva** v. 6, n.35, p.8, 2012.
- SILVA, B. S.; LIRA, F. S.; ROSSI, F. E.; RAMO, D.; UZELOTO, J. S. FREIRE, A. P.; RAMOS, E. Inflammatory and Metabolic Responses to Different Resistance Training on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Control Trial. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 262, 2018.
- SILVEIRA LR, ET AL. Regulation of glucose and fatty acid metabolism in skeletal muscle during contraction. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 55,n.5,p.303-313, 2011.
- SIMSCH, C.; LORMES, W.; PETERSEN, K.; BAUR, S.; LIU, Y.; HACKNEY, A.; LEHMANN, M.; STEINACKER, J. M . Training intensity influences leptin and thyroid hormones in highly trained rowers . **International Journal of Sports Medicine** v. 23, p. 422-427, 2002.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.** vol.77, 2001.
- SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. Revisão dos desenhos de pesquisa relevantes para enfermagem. parte 1: desenhos de pesquisa quantitativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, p. 502-507, 2007.

- SOUSA, S. R. M. S. SOUSA, M.J.; SARAIVA, A., MELIBEU, B. C. Efeitos do treinamento resistido nas respostas sanguíneas, composição corporal e taxa metabólica basal em diabéticos tipo II. **ConScientiae Saúde**, v.12, n.1, p.45-54, 2013.
- SOUZA, T.M.F.; CESAR, M.C.; BORIN, J.P. et al. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. **Rev Bras Med Esporte**, v.14, n.6, p.513-517, 2008.
- STRASSER, B.; ARVANDI, M.; SIEBERT, U. Resistance training , visceral obesity and inflammatory response : a review of the evidence. **International Association for the Study of Obesity**, v. 13, n. 6, p. 578–591, 2012.
- SUNDBERG, M. R.; KLINGA, M.; UGGLA, R. Unexpected five-coordination in di (1, 3-diaminopropane)-3, 5-dinitrobenzoatocopper (II) 3, 5-dinitrobenzoate. Comparison between the coordinated and non-coordinated anions. **Inorganica chimica acta**, v. 216, n. 1-2, p. 57-63, 1994.
- SUN, K.; KUSMINSKI, C. M.; SCHERER, P. E. Review series Adipose tissue remodeling and obesity. **The Journal of Clinical Investigation of Clinical Investigation**, v. 121, n. 6, 2011.
- SUZUKI, A.; OKAMOTO, S.; LEE, S.; SAITO, K.; SHIUCHI, T.; MINOKOSHI, Y. Leptin stimulates fatty acid oxidation and peroxisome proliferator-activated receptor α gene expression in mouse C2C12 myoblasts by changing the subcellular localization of the $\alpha 2$ form of AMP-activated protein kinase. **Molecular and Cellular Biology**, v. 27, n. 12, p. 4317–4327, 2007.
- SLYSZ, J.; STULTZ, J.; BURR, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 8, p. 669–675, 2016.
- TAKARADA, Y.; YUTAKA, N.; SEIJI, A.; TETUYA, O.; SEIJI, M.; NAOKATA, I. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**. v. 88, p. 61–65, 2000.
- TAYLOR, C. T. Mitochondria and cellular oxygen sensing in the HIF pathway. **Biochemical Journal**, v.409, p.19–26 2008.
- TILG, H.; MOSCHEN, A. R. Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. **Nature Reviews Immunology**, v. 6, n. 10, p. 772–

783, 2006.

TIDBALL, J. G.; VILLALTA, S. A. Regulatory interactions between muscle and the immune system during muscle regeneration. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 298, n. 5, p. R1173-R1187, 2010.

THORNTON, M. K.; POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 4, p. 715-722, 2002.

UCHIDA, Marco Carlos et al. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força sobre parâmetros morfofuncionais, hormonais e imunológicos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 1, p. 21-6, 2006.

UENO, M.; CARVALHEIRA, J. B. C.; TAMBASCIA, R. C.; BEZERRA, R. M. N.; AMARAL, M. E.; CARNEIRO, E. M.; SAAD. Regulation of insulin signalling by hyperinsulinaemia: role of IRS-1/2 serine phosphorylation and the mTOR/p70 S6K pathway. **Diabetologia**, v. 48, n. 3, p. 506- 518, 2005.

VALENTE, E. A.; SHEEHY, M. E.; AVILA, J. J.; GUTIERRES, J. A.; DELMONICO, M. J.; LOFGREN, I. E. The effect of the addition of resistance training to a dietary education intervention on apolipoproteins and diet quality in overweight and obese older adults. **Clinical interventions in aging**, v. 6, p. 235, 2011.

VANNELLA, Kevin M.; WYNN, Thomas A. Mechanisms of organ injury and repair by macrophages. **Annual Review of Physiology**, v. 79, p. 593-617, 2017.

VASCONCELLOS, F.; et al. Health markers in obese adolescents improved by a 12-week recreational soccer program: a randomised controlled trial. *J Sports Sci.* v. 34, n. 6, p.564-575, 2016.

VERDIJK, L. B.; VAN LOON, L.; MEIJER, K.; SAVELBERG, H. H. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 1, p. 59–68, 2009.

VIEIRA, P. D. A. Uso de suplemento alimentar por praticantes de diferentes atividades nas academias de ginástica e musculação da zona central da cidade de Criciúma-SC. 2013.

WARD, S. L.; GRAF, H. Câncer da Tiróide : Aumento na Ocorrência da

Doença. **Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia**, v. 52, n. 9, p. 1515–1516, 2008.

WEINECK, J. Treinamento ideal. 9 ed. São Paulo: Editora Manole, 2003.

WINKVIST, A.; WINKVIST, A.; HULTÉN, B.; KIM, J. L.; JOHANSSON, I.; TORÉN, K.; BRISMAN, J.; FORSLUND, H. B. Dietary intake , leisure time activities and obesity among adolescents in Western Sweden : a cross-sectional study. **Nutrition Journal**, v. 15, n. 1, p. 41, 2016.

WHO. **World Health Organization. Obesity and overweight**. Report of a WHO consultation on obesity, 2018, Disponível em: <
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>

YAMANAKA, TETSUO; FARLEY, RICHARD S.; CAPUTO, JENNIFER L. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2523-2529, 2012.

YASUDA, T. et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 1, p. 55-61, 2013.

YOUNG, R. S.; GRIFFEE, S. R.; LYNES, S. E.; BRACY, D. P.; AYALA, J. E.; MCGUINNESS, O. P.; WASSERMAN, D. H. Skeletal muscle AMP-activated protein kinase is essential for the metabolic response to exercise in vivo. **Journal of Biology Chemistry**, v. 284, n. 36, p. 23925-23934, 2008.

YOU, T.; ARSENIS, N.C.; DISANZO, B.L.; LaMONTE, Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity. **Sports Medicine**, v. 43, p. 243–256, 2013.

YUDKIN, J. S.; STEHOUWER, C. D. A.; EMEIS, J. J.; COPPACK, S. W. C- Reactive Protein in Healthy Subjects: Associations With Obesity, Insulin Resistance, and Endothelial Dysfunction : A Potential Role for Cytokines Originating From Adipose Tissue? **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 19, n. 4, p. 972–978, 1999. doi:10.1161/01.atv.19.4.972.

ZAGO, Anderson Saranz; ZANESCO, Angelina. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, p. 264-270, 2006.

ZELBER-SAGI, S.; BUCH, A.; YESHUA, H. et al. Effect of resistance training on nonalcoholic fatty-liver disease a randomized-clinical trial. World J Gastroenterol, v. 20, n. 15, p. 4382-92, 2014.

APÊNDICE (A)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Senhor (a) _____

Esta pesquisa possui o título: **TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: ALTERAÇÕES METABÓLICAS, HEMODINÂMICAS, NEUROMUSCULARES E PSICOMÉTRICAS EM HOMENS COM SOBREPESO** e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Adeilma Lima dos Santos, aluna do Curso de Pós-Graduação em Educação Física Strictu Sensu da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da Prof^a. Maria do Socorro Cirilo de Sousa. O objetivo do estudo é analisar o efeito crônico de diferentes intensidades do treinamento de força com e sem a restrição de fluxo sanguíneo nas alterações metabólicas, hemodinâmicas, neuromusculares e psicométricas em homens com sobrepeso.

Para tal, solicitamos sua participação para participar de um programa de exercícios durante oito semanas, com três sessões semanais, no qual serão realizados exercícios de força para membros superiores, membros inferiores. Antes e após o protocolo serão realizados exames clínicos de composição corporal e análises sanguíneas hormonais e desempenho neuromuscular, sem nenhum custo e os resultados serão entregues ao (a) senhor (a) ao término do protocolo.

Em relação aos riscos, a presente pesquisa oferecerá o mínimo de riscos possíveis aos participantes envolvidas, pois, com relação aos aspectos físicos durante os testes, serão tomadas todas as precauções possíveis, e também serão fornecidas todas as instruções importantes para que seja evitado qualquer tipo de risco. Com relação aos riscos de ordem moral, tendo algum constrangimento, a providência cabível será uma conversa franca e esclarecedora para que seja minimizado ou acabado o problema. Os participantes serão informados que poderão deixar a pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Sobre os benefícios, destacam-se que são de grande valia, pois os resultados desta pesquisa poderão contribuir para o enriquecimento acadêmico e científico, já que fornecerão dados importantes com relação a diferentes

Rubrica do
pesquisador

Rubrica
do participante

métodos de treinamento bastante utilizados para a diminuição da adiposidade corporal. Além disso, os voluntários receberão todos os dados da pesquisa após o término da mesma, por exemplo, exame de bioimpedância, valores hormonais e entre outras.

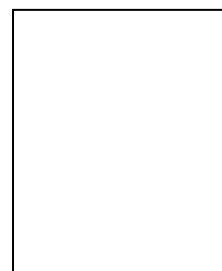
Como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica *nacionais e internacionais*. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o senhor não é obrigado a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição *Universidade Federal da Paraíba*.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

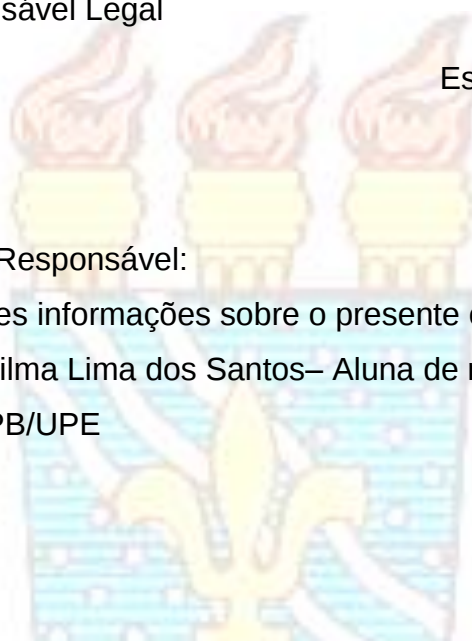
Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal



Espaço para impressão
dactiloscópica

Contato do Pesquisador Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora Adeilma Lima dos Santos– Aluna de mestrado do programa associado UFPB/UPE



Endereço (Setor de Trabalho): Centro de Ciência da Saúde – CCS, no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) da UFPB – CEP: 58051- 900, Bairro Castelo Branco, S/n, João Pessoa, Paraíba. Telefone: (83) 996489930.

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB

☎ (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

ANEXO (A)

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: ALTERAÇÕES METABÓLICAS, HEMODINÂMICAS, NEUROMUSCULARES E PSICOMÉTRICAS EM HOMENS COM SOBREPESO

Pesquisador: ADEILMA LIMA DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83176418.8.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.506.563

Apresentação do Projeto:

SEM PENDÊNCIAS

Objetivo da Pesquisa:

SEM PENDÊNCIAS

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

SEM PENDÊNCIAS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

SEM PENDÊNCIAS

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

SEM PENDÊNCIAS

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

SEM PENDÊNCIAS

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, Informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada a submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOÃO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccsuufpb@hotmail.com

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 2.506.563

egregio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1070357.pdf	08/02/2018 17:03:39		Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTOO_.pdf	08/02/2018 17:02:37	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_FINAL_COMITE.pdf	31/01/2018 15:31:28	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANUENCIA.pdf	31/01/2018 15:30:19	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CERTIDAO_DE_QUALIFICACAO.pdf	31/01/2018 15:28:25	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
Orçamento	ORcAMENTO.pdf	31/01/2018 15:27:16	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO.pdf	31/01/2018 15:26:29	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	31/01/2018 15:19:25	ADEILMA LIMA DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 22 de Fevereiro de 2018

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

ANEXO (B)

ARTIGO

Segundo a norma PAPGEF UPE/UFPB n° 001/2015 que dispõe sobre o exame de qualificação, pré-banca e defesa de dissertação e tese em substituição as normas internas n° 02/2012 e n° 04/2012, especificamente no trecho do Art. 14° II que diz: Quando o discente optar pelo formato tradicional de apresentação da dissertação ou tese, esta deverá ser acompanhada de um artigo de autoria do discente e orientador cuja temática deverá estar relacionada à dissertação ou tese. Desta forma, segue o primeiro produto dessa dissertação (artigo) que será publicado na revista Archives of Endocrinology and Metabolism de qualis na área de Educação Física A2.

**DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO DE FORÇA COM E SEM RESTRIÇÃO DE
FLUXO SANGUÍNEO ALTERAM O PERFIL LIPÍDICO EM HOMENS COM SOBREPESO?**

**DIFFERENT STRENGTH TRAINING INTENSITIES WITH AND WITHOUT BLOOD FLUID
RESTRICTION ALTER THE LIPID PROFILE IN OVERLAPPING MEN?**

Adeilma Lima-dos-Santos¹, Maria do Socorro Cirilo-de-Sousa^{1,2}.

¹ Programa Associado de Pós-graduação em Educação Física UPE/UFPB, Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa, Paraíba Brasil

² Departamento em Educação Física, Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato, Ceará, Brasil

Autor Correspondente: Adeilma Lima dos Santos, Universidade Federal da Paraíba, cidade universitária, s/n,
Castelo Branco, CEP: 58051-000, João Pessoa-PB, Brasil.

Telefone: (83)9 9648 9930

E-mail: adeilma_lima15@hotmail.com

Treinamento de força no perfil lipídico

Palavras chaves: Metabolismo de Lipídios; Força Muscular; Tecido adiposo

Número de Palavras: 3.045

Artigo original

RESUMO

Objetivo: Analisar o perfil lipídico em diferentes intensidades de treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo no sobrepeso. **Métodos:** A amostra foi composta 18 sujeitos com idade $27,66 \pm 3,61$ anos, índice de massa corporal $27,42 \pm 1,14$, percentual de gordura $28,38 \pm 3,84$ e tempo de treinamento $2,77 \pm 0,73$ meses. Os grupos foram aleatorizados: treinamento de força de baixa carga a 30% de 1RM (TFBC), treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo a 30% de 1RM (TFBC+RFS), e treinamento de força de alta carga a 80% de 1RM (TFAC). Os sujeitos realizarão a primeira visita referente à avaliação das análises sanguíneas e do teste de 1RM, após 48 horas foram expostos a três visitas experimentais semanal ao laboratório durante 8 semanas, logo após esse período de intervenção foram realizadas as análises similares a primeira visita. **Resultados:** Observou-se alteração no colesterol total para o grupo TFAC ($p \leq 0,05$) nos momentos (pré e pós), os triglicerídeos demonstraram uma diminuição nos grupos TFBC+RFS e TFAC nos momentos (pré e pós) ($p \leq 0,05$). As lipoproteínas de alta densidade (HDL) e baixa densidade (LDL) apresentaram alterações ($p \leq 0,05$) nos grupos de TFBC+RFS e TFAC nos momentos (pré e pós) e entre os grupos quando comparados ao EBC. **Conclusão:** Indivíduos sobrepesados ao se submeterem a 8 semanas de treinamento de TFBC+RFS e TFAC melhoraram o perfil lipídico, minimizando assim a presença de um dos fatores de risco para o desencadeamento de futuras doenças crônicas degenerativas.

ABSTRAT

Objective: To analyze the lipid profile in different strength training intensities with and without restriction of blood flow in overweight. **Methods:** The sample consisted of 18 subjects aged 27.66 ± 3.61 years, body mass index 27.42 ± 1.14 , fat percentage 28.38 ± 3.84 and training time 2.77 ± 0.73 months. The groups were randomized: low load strength training at 30% of 1RM (LLST), low load strength training with restriction of blood flow at 30% of 1RM (LLST + RBF), and high-load strength training at 80% of 1MR (HLST). The subjects will perform the first visit regarding the evaluation of the blood tests and the 1MR test, after 48 hours were exposed to three experimental visits weekly to the laboratory for 8 weeks, shortly after this intervention period the analyzes were performed similar to the first visit. **Results:** There was a change in the total cholesterol for the HLST group ($p \leq 0.05$) at the moments (pre and post), the triglycerides showed a decrease in the LLST + RBF and HLST groups at the moments (pre and post) ($p \leq 0.05$). High-density lipoprotein (HDL) and low-density lipoprotein (LDL) presented changes ($p \leq 0.05$) in the groups of LLST + RBF and HLST at moments (pre and post) and between groups when compared to LLST. **Conclusion:** Individuals who were overweight when undergoing 8 weeks of LLST + RBF and HLST training improved the lipid profile, thus minimizing the presence of one of the risk factors for the onset of future chronic degenerative diseases.

81 INTRODUÇÃO

82 Já é notório que o excesso de gordura corporal tem grande contribuição para o surgimento de
83 fatores de risco a saúde como: doenças cardiovasculares, hipertensão arterial sistêmica, hipercolesterolemia e
84 diabetes tipos 2 (1), além de também estar associada com o aumento do comportamento sedentário, uso
85 abusivo de produtos tecnológicos, consumo excessivo de alimentos e inatividade física (2), que por muitas
86 vezes chegam a desencadear o sobrepeso e a obesidade. Alterações nos níveis lipídicos ocasionados pelo
87 excesso de gordura corporal é cada vez mais preocupante, uma vez que estatísticas revelam que as principais
88 causas do aumento de mortalidade no Brasil, são de doenças cardiovasculares (3, 4).

89 Diante disso, o excesso de lipídeos definido pelo alto nível das concentrações de colesterol total
90 (CT), triglicérides (TG), lipoproteína de alta densidade (HDL) e baixo nível de lipoproteína de baixa
91 densidade (LDL) no sangue além de ser um fator de risco para o desencadeamento de doenças crônicas
92 degenerativas também tem sido visto como um fator influente para o desenvolvimento da aterosclerose que é
93 uma doença inflamatória crônica ocorrida em resposta a agressão das células endoteliais, o que reforça a
94 necessidade de um olhar diferenciado para essa população acima do peso (5). Segundo Cornier e
95 colaboradores (6) a perda da gordura corporal comete melhorias ao perfil lipídico, diminuição da pressão
96 arterial, de outro lado, melhorando a sensibilidade à insulina, que consequentemente reduz o risco do
97 surgimento de doença cardiometabólicas.

98 O combate contra essa dislipidemia através da prática do exercício físico vem sendo descrito na
99 literatura cada vez mais como uma ferramenta essencial para a prevenção e tratamento. Corroborando,
100 Parikh; Stratton (7) relata que uma alternativa para diminuir os efeitos danosos dos fatores de risco, é
101 introduzir indivíduos com sobrepeso em um programa de treinamento físico independente da intensidade do
102 exercício, para a diminuição do perfil lipídico e consequentemente a adiposidade corporal. No entanto,
103 indivíduos sobrepesados, ao se submeterem a exercícios intensos, como corrida ou até mesmo caminhada,
104 podem sobrecarregar as articulações, acarretando um risco maior de desenvolver doenças osteomioarticulares.

105 No entanto, é crescente a prescrição do treinamento de força (TF) como um programa de
106 treinamento eficiente para diminuir o perfil lipídico, que por sua vez aumenta o gasto calórico, através do
107 acréscimo da massa muscular, juntamente com o aumento no consumo de energia pós-exercício,
108 contribuindo assim, para o fortalecimento do musculo esquelético que consequentemente diminuirá o risco
109 de lesões osteomioarticulares nessa população com sobrepeso (8). Logo, uma alternativa de método de

110 treinamento para altas cargas (9) que consiste numa associação com o exercício de força realizado em
111 intensidades reduzidas (20-50% 1RM) chamada restrição de fluxo sanguíneo (RFS), vem sendo bastante
112 estudada induzindo alterações fisiológicas e neuromusculares efetivas (10) para fins de ganho de força,
113 hipertrofia (11, 12), resistência muscular (13) semelhantemente a exercícios de altas intensidades (80%
114 1RM) (14) na qual os principais mecanismos fisiológicos até hoje encontrados na RFS são: hipóxia celular,
115 aumento da secreção do hormônio do crescimento (GH), aumento de fibras rápidas (tipo II) através do
116 aumento dos níveis de mTOR, diminuição da expressão da miostatina e aumento da acidose celular (15,16).
117 Todavia, ainda não se sabe o comportamento do perfil lipídico induzidos pela RFS e seus possíveis
118 mecanismos ocorrentes.

119 Sabendo da existência de respostas fisiológicas desencadeadas pelo sistema neuromuscular,
120 neuroendócrino e cardiovascular induzidas pelo treinamento com RFS, esse estudo torna-se o primeiro na
121 literatura na qual propõe-se analisar as alterações do perfil lipídico em indivíduos com sobrepeso induzidos
122 em decorrência da RFS. Diante dessa lacuna sobre os efeitos do treinamento de força associado com a RFS
123 nos parâmetros lipídicos, o presente estudo teve como objetivo analisar o perfil lipídico em diferentes
124 intensidades de treinamento de força com e sem RFS no sobrepeso. Nossa hipótese é que a o treinamento
125 com a RFS apresente alterações similares ao TF de alta intensidade e superiores ao TF de baixa intensidade
126 sobre o perfil lipídico.

127

128 **MÉTODOS**

129 **Seleção da amostra**

130 O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob protocolo 2.506.563,
131 atendendo todos os requisitos do Conselho Nacional de Saúde – Resolução 466/12. Esse estudo de
132 característica quase experimental foi composto 21 sujeitos ativos e com sobrepeso, na qual, 3 foram
133 excluídos de acordo com os critérios de exclusão, totalizando no final do estudo 18 sujeitos. O cálculo
134 amostral a priori foi realizado pelo software G*Power 3.1 sugerido por Beck (17). Adotou-se uma potência
135 de 0,80, $\alpha = 0,05$, coeficiente de correlação de 0,5, a correção *Nonsphericity* de 1 e um tamanho de efeito de
136 0,50, apontando um n amostral de 15 sujeitos com sobrepeso para responder o problema da pesquisa. A vista
137 disso foi feita uma análise post hoc e verificou-se que a amostra ao final forneceu um poder estatístico de
138 93%.

Para serem considerados aptos para as avaliações deveriam atender os seguintes critérios de inclusão: ser do sexo masculino, idade de 20 a 35 anos; responder negativamente as perguntas do PAR-Q, podendo responder positivamente a questão 5 um vez que está relacionado a problemas osteomioarticulares e o sobrepeso é fator que influencia nesse aspecto; prática regular de TF por no mínimo de 2 meses e máximo de quatro meses com frequência mínima de três vezes por semana; apresentar índice de massa corporal entre 25,0 kg/m² a 29,9 kg/m², percentual de gordura $\geq 18\%$; índice tornozelo braquial $\geq 0,91 \leq 1,30$ (18), não consumir suplementos alimentares e assinatura voluntariamente pelo termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Procedimento metodológico

Esse estudo foi realizado num período de 8 (oito) semanas com treinamento de força. Os sujeitos chegaram ao laboratório instruídos anteriormente a hidratar-se normalmente, abster de cafeína 4hs antes das sessões experimentais e eliminar qualquer programa de exercício de força durante o período da pesquisa. Com intuito de recrutar grandes grupos musculares foi selecionado os seguintes exercícios: para membros inferiores foi utilizado o leg press e agachamento smith, e para os membros superiores (supino reto e remada curvada com barra). Os sujeitos realizaram durante a primeira e a última visita referente às análises bioquímicas e o teste de 1rm (uma repetição máxima), após 48 horas foram expostos a três visitas experimentais semanais ao laboratório com intervalo de 48hs entre as mesmas. Em seguida, através de um sorteio aleatório os sujeitos foram destinados para os seguintes grupos: treinamento de força de baixa carga a 30% de 1rm (TFBC), treinamento de força de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo a 30% de 1RM (TFBC+RFS), e treinamento de força de alta carga a 80% de 1RM (TFAC).

Os protocolos dos exercícios, foram realizados por segmentos alternados com velocidade de execução com aproximadamente 1 s na fase excêntrica e 1 s na fase concêntrica (controlada pelo metrônomo, *Korg MA-30*) com 2 (dois) minutos de intervalo entre os exercícios. Vale ressaltar que a RFS no método dos exercícios foi realizada de forma contínua, apenas com descanso entre um exercício e outro. Além disso, foi padronizado o posicionamento, técnica de execução dos exercícios e a amplitude articular, no qual quando os indivíduos não conseguirem manter a cadência ou não atingir o ângulo necessário, instruções verbais serão fornecidas.

168 Instrumentos e Protocolos Utilizados

169 Teste de uma repetição máxima (1RM)

170 Para determinação do percentual da carga utilizada nas sessões experimentais, foi realizado um
171 teste de 1RM conforme recomendações de Silva e colaboradores (19). Sendo realizado um leve aquecimento
172 de cinco a dez repetições utilizando-se 40 a 60% da carga estimada de 1RM, auto relatadas pelo sujeito.
173 Após um 1 min de recuperação os sujeitos executaram de três a cinco repetições com 60 a 80% da carga
174 estimada de 1RM. Subsequentemente, após 2 min foram realizadas de três a cinco tentativas com cargas
175 progressivas buscando identificar 1RM, com intervalo de 3 min entre as tentativas. Esse processo de
176 aumento da carga continuou até ocorrer uma tentativa falha. Instruções padronizadas foram fornecidas antes
177 do teste, a todos os sujeitos.

178

179 Determinação da restrição de fluxo sanguíneo

180 Para os indivíduos que foram aleatoriamente alocados no grupo de RFS, foi utilizado o
181 protocolo proposto por Laurentino e colaboradores (20) para determinar a pressão de restrição durante o
182 treino. Os sujeitos permaneceram na posição supina durante 10 minutos e o manguito foi colocado na porção
183 proximal das pernas e dos braços e usando um doppler vascular portátil (DV2001, Medpej®, Ribeirão Preto,
184 Brasil), o fluxo sanguíneo da artéria tibial posterior e braquial foram captados. Depois disso, o manguito
185 começou a ser inflado, realizando uma compressão externa, até o pulso auscultatório se tornar inaudível, que
186 é considerado o ponto de restrição do fluxo sanguíneo como mostra a figura 08 abaixo. Isso foi realizado em
187 ambas as pernas e braços. Do valor encontrado, foi utilizado 50% da RFS durante o treinamento. A média de
188 restrição utilizada no estudo foi de $77,0 \pm 4,5$ mmHg para os membros superiores e $78,4 \pm 3,1$ mmHg para os
189 membros inferiores. A largura dos manguitos utilizados era de 10 cm de largura e 54 cm de comprimento,
190 para os membros inferiores, e 6 cm de largura e 47 cm de comprimento, para os membros superiores.

191 Análises bioquímicas

192 As amostras sanguíneas foram coletadas após 8 horas de jejum por um profissional qualificado
193 na área de saúde (enfermeira) utilizando luvas cirúrgicas, agulhas e seringas descartáveis, 10 ml (para cada
194 momento medido) de sangue foram coletados da veia superficial antecubital, para determinação das
195 concentrações de CT, TG, LDL e HDL nos seguintes momentos basais: antes e após a oitava semana de
196 treino. As amostras sanguíneas foram depositadas em tubos de ensaio (10ml), sendo imediatamente

centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos, o soro foi retirado e transportados em gelo seco até o laboratório onde foram congelados a -80° C. Os respectivos níveis séricos foram determinados pelo método Colorimétrico Enzimático, realizados em um laboratório especializado.

Análise Estatística

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória para verificar a normalidade (Teste de *Shapiro-Wilk*) e homogeneidade (Teste de *Levene*) dos dados. Na estatística inferencial os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade, portanto posteriormente, adotamos o modelo de equações de estimativa generalizada (GEE) com função de ligação log e distribuição de gamma para observar os principais efeitos e interações sobre as concentrações séricas (CT, TG, LDL e HDL) por protocolo de exercício (TFBC, TFBC+RFS, e TFAC) ao longo do tempo (pré e após 8 semanas de treinamento). O teste de Bonferroni foi utilizado para comparações múltiplas. A seleção do modelo para as variáveis dependentes acima, foi baseada na Quasi-Probabilidade sob o critério do Modelo de Independência (QIC). Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 21.0. A variação percentual ($\Delta\%$) foi utilizada para expressar as possíveis diferenças nas medidas (pré e pós). Para verificar a magnitude do efeito entre as medidas (pré e pós), foi utilizado o tamanho de efeito d_{conhen} classificado de acordo com Hopkins (21), onde ($\leq 0,2$) representa um efeito pequeno, ($\geq 0,5$) moderado e ($\geq 0,8$) grande efeito. O valor de significância adotado para todos os testes foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características sociodemográficas e morfológicas dos sujeitos, sendo elas estratificadas pelos grupos experimentais. Dado aos critérios de inclusão. Foi observado que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em ambos os grupos nas variáveis dependentes mostradas a baixo, o que demonstra a homogeneidade basal.

Tabela 1- Descrição (média $\pm$ desvio padrão) da caracterização dos sujeitos (N= 18).

GRUPOS (n=18)

VARIÁVEIS	TFBC (n=6)	TFBC+RFS (n=6)	TFAC (n=6)	P
Idade (anos)	26,00 ± 3,68	30,00 ± 3,03	27,00 ± 3,34	0,22
Tempo de treinamento (meses)	2,66 ± 0,81	2,66 ± 0,81	3,00 ± 0,63	0,98
Estatura (Cm)	1,76 ± 0,06	1,72 ± 0,04	1,72 ± 0,06	0,57
Massa Corporal (Kg)	84,95 ± 5,21	82,51 ± 4,53	83,33 ± 6,93	0,16
Índice de massa corporal (kg/m ²)	27,41 ± 1,02	27,21 ± 1,18	27,63 ± 1,38	1,00
Percentual de gordura (%G)	30,33 ± 3,68	27,21 ± 5,09	28,33 ± 1,60	0,57

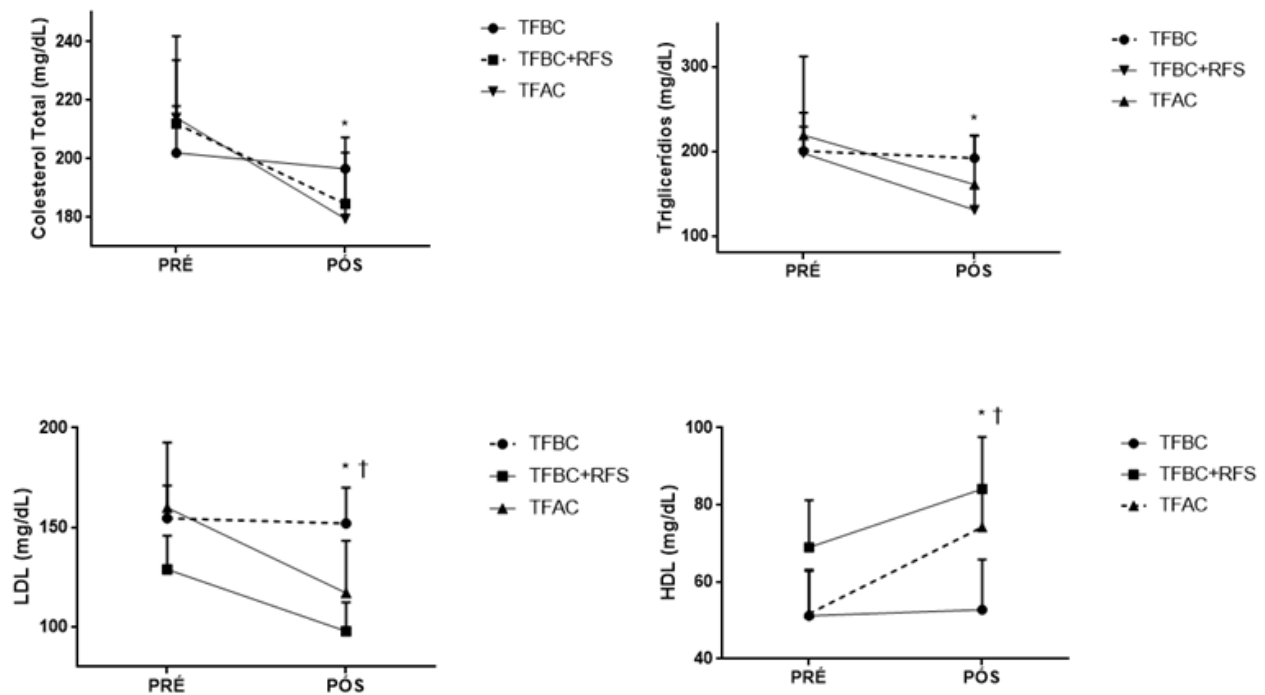
222

223 TFBC- Treinamento de força de baixa carga; TFBC+RFS- Treinamento de força de baixa carga + restrição
 224 de fluxo sanguíneo; TFAC- Treinamento de força de alta carga.

225

226 A figura 1 apresenta os dados comparativos (pré e pós) das concentrações séricas dos
 227 componentes do perfil lipídico. Observou-se que o colesterol total apresentou diminuição significativa
 228 apenas para o grupo de TFAC comparado nos momentos (pré e pós) ($p \leq 0,01$; $d = 0,51$ [moderado]; $\Delta\% =$
 229 16,12), para mais, o grupo de TFBC+RFS ($p \leq 0,06$; $d = 0,38$ [pequeno]; $\Delta\% = 13,20$) demonstrou uma baixa
 230 diminuição semelhante ao TFAC, porém não significativa, quando comparado ao momento (pré e pós) e ao
 231 grupo de TFBC ($p \leq 0,37$; $d = 0,13$ [pequeno]; $\Delta\% = 2,97$). Foi observada uma diminuição significativa na
 232 concentração dos triglicerídeos em comparação entre os momentos (pré e pós) para TFBC+RFS ($p \leq 0,00$;
 233 $d = 1,97$ [grande]; $\Delta\% = 34,17$) e TFAC ($p \leq 0,00$; $d = 0,87$ [grande]; $\Delta\% = 19,00$), entretanto, o TFBC ($p \leq$
 234 0,20; $d = 0,28$ [pequeno]; $\Delta\% = 4,50$) não apresentou alterações significativas, demonstrando também que
 235 essa concentração não apresentou diferenças significativas entre os grupos. Já os níveis de HDL e LDL
 236 apresentaram alterações significativas para os grupos de TFBC+RFS ($p \leq 0,00$; $d = 0,91$ [moderado]; $\Delta\% =$
 237 21,96; $p \leq 0,01$; $d = 1,35$ [grande]; $\Delta\% = 24,05$) e TFAC ($p \leq 0,00$; $d = 2,04$ [grande]; $\Delta\% = 43,41$; $p \leq 0,00$; $d =$
 238 1,42 [grande]; $\Delta\% = 26,73$) na comparação entre os momentos (pré e pós), como também apresentou
 239 diferenças significativas entre os grupos em relação ao TFBC ($p \leq 0,03$), além de que, o grupo TFBC ($p \leq$
 240 0,17; $d = 0,12$ [pequeno]; $\Delta\% = 2,98$; $p \leq 0,18$; $d = 0,07$; [pequeno]; $\Delta\% = 1,64$) não demonstrou alterações
 241 significativas para os respectivos biomarcadores.

242 **Figura1-** Parâmetros Metabólicos antes e após as sessões de treinamento de força (N= 18).



243

244 EBC- Exercício de baixa carga; EBC+RFS- Exercício de baixa carga + restrição de fluxo sanguíneo; EAC-
 245 Exercício de alta carga; *Diferença significativa em relação ao repouso ($p \leq 0,05$); †Diferença significativa
 246 ($p \leq 0,05$) em relação EBC.

247

248 DISCUSSÃO

249 A proposta do presente estudo foi analisar as alterações do perfil lipídico no período de 8
 250 semanas de treinamento de força em diferentes intensidades com e sem RFS no sobrepeso. De acordo com
 251 nossos achados as concentrações de TG, HDL e LDL apresentaram alterações significativas para os grupos
 252 TFBC+RFS e TFAC semelhantemente, quando comparados nos momentos (pré e pós), enquanto isso,
 253 apenas o CT apresentou alteração significativa para TFAC. Nesse contexto, a prevalência das maiores
 254 alterações dos parâmetros lipídicos ocorridos no TFAC é consistente com estudos anteriores mais recentes
 255 realizados em adultos jovens (22) e atletas (23). Ainda corroborando com os achados, Bo e colaboradores
 256 (24) ressalva que indivíduos quando submetidos a intensidades de treinamento mais altas, períodos curtos de
 257 repouso entre as séries, tipos de exercícios, e maiores consumos de energia, favorecem maiores benefícios
 258 para o perfil lipídico. Supomos que em intensidades mais altas, a via do substrato lipídico é ativada,

259 intensificando a oxidação de ácidos graxos, aumentando o fluxo sanguíneo no tecido adiposo e
260 consequentemente fornecendo maior quantidade de energia para o músculo esquelético.

261 Em contrapartida com os achados do presente estudo, Lira e colaboradores (25) retrata que
262 agudamente a prática do exercício de força em intensidades baixas ou moderadas ($\leq 75\%$ 1 RM) apresente
263 uma maior influencia sobre as concentrações lipídicas plasmáticas comparado ao exercício de força de alta
264 intensidade. Em concordância com o estudo anterior, a prática aguda e também crônica do exercício de força
265 realizada em alta intensidade não modifica os níveis de TG, CT e LDL, apenas aumentando os níveis de
266 HDL (26,27), o que mostra que os níveis de HDL são dependentemente da intensidade exposta.

267 Justifica-se esse aumento HDL pelo mecanismo do Colesterol Reverso (CR), que, remove o
268 colesterol dos tecidos periféricos e distribuindo para o fígado e para outros tecidos, através da enzima
269 lecitina-colesterol aciltransferase (LCAT) responsável pela transferência do colesterol (28), no entanto,
270 apesar de não ter sido encontrada uma diminuição dos níveis de LDL e de TG, certamente porque ambos
271 tiveram valores basais considerados normais, ou seja, quanto pior os níveis do perfil lipídico, maior a chance
272 de melhora induzidas pelo TF em maiores intensidades.

273 Com relação ao TFBC+RFS, em nosso estudo encontramos respostas semelhantes ao TFAC nas
274 concentrações lipídicas, isso pode se dá pelo aumento da atividade simpática, ativando um estado de hipóxia
275 intramuscular, desenvolvendo um forte estresse metabólico muscular mais especificamente, um melhor
276 funcionamento das atividades enzimáticas (aumento da lipase lipoproteica e LCAT, e diminuição da lipase
277 hepática) que está associada a uma menor sobrecarga mecânica (16,29), porém necessita-se de maior
278 esclarecimento dessa relação. Até o presente momento, este é o primeiro estudo a investigar o efeito da RFS
279 sobre as alterações no perfil lipídico. Apesar disso, existem estudos que avaliaram essas alterações lipídicas
280 em TF convencional.

281 A existência de poucos e controversos estudos envolvendo o TF, ainda não permite afirmar
282 alterações benéficas no perfil lipídico, porém os achados do presente estudo mostram ser controversos em
283 relação a alguns estudos recentes que retratam que o TF não é eficaz para diminuição das concentrações
284 lipídicas (30,31) favorecendo assim o uso do exercício aeróbico como meio de tratamento não
285 farmacológico. Tendo em vista que, a Sociedade Brasileira de Cardiologia relata que os efeitos dos

286 exercícios aeróbico e resistido em indivíduos normolipídicos e hiperlipídicos, com o propósito de melhorar o
287 perfil lipídico e reduzir o risco cardiovascular ainda são conflitantes, tendo a importância da presença de
288 ambos (32). Apesar de existir uma demanda satisfatória maior sobre o exercício aeróbico no perfil lipídico,
289 vale destacar a importância do TF, uma vez que a força muscular é considerada um dos componentes da
290 aptidão física relacionada à saúde, então uma incógnita ainda a ser investigada seria ver essa relação da força
291 muscular com o perfil lipídico, uma vez que baixos níveis de força muscular estão associados ao surgimento
292 de doenças crônico-degenerativo não transmissível como a obesidade, diabetes mellitus, hipercolesterolemia
293 e entre outras (33, 34).

294 Estudos que utilizaram o exercício resistido combinado com o exercício aeróbio apresentaram
295 maior eficácia quando comparados a estudos que aplicaram, de forma isolada (35,36). No entanto,
296 confirmando com os nossos achados, Alberga, Sigal e Kenny, (37) relata que o TF promove diversos
297 benefícios metabólicos, entre eles, a melhoria do perfil lipídico e fatores associados ao comprometimento da
298 obesidade infantil, desencadeando para a fase adulta.

299 A prática regular do TF associada a uma alimentação equilibrada está cada vez mais agregada a
300 uma melhor qualidade de vida, promovendo alterações fisiológicas e psicológicas benéficas (38,38,40).
301 Destacamos que em nosso estudo não foi possível controlar a ingestão alimentar dos sujeitos, no entanto, os
302 mesmos apresentaram alterações significativas em seu perfil lipídico. Pode-se explicar o ocorrido pelo fato
303 de os sujeitos já terem conscientização sobre uma alimentação saudável e posteriormente praticarem durante
304 o período de treinamento, uma vez que os mesmo já vinham exercendo a prática inicial do TF.

305 Confirmando a hipótese inicial do presente estudo, nossos achados retratam que TFBC+RFS e o
306 TFAC diminuem as concentrações lipídicas ocasionadas pelo excesso de gordura corporal,
307 independentemente de uma dieta. Como limitação, é possível mencionar o não controle da alimentação.
308 Mesmo com essa limitação, nosso estudo consegue retratar fatos contraditórios à literatura de que apenas a
309 prática de exercícios de altas intensidades não consigam promover alterações lipídicas satisfatórias. Contudo,
310 esse estudo acrescenta importantes informações principalmente sobre o efeito do uso da RFS em indivíduos
311 com excesso de gordura corporal, assim, prevenindo a adesão de lesões osteomioarticulares e minimizando
312 o surgimento de futuras doenças crônicas degenerativas. Dessa forma, concluímos que a partir de 8 semanas

- 313 de treinamento de TFBC+RFS e TFAC, melhoram as concentrações do perfil lipídico quando comparado ao
- 314 TFBC em condições de sobrepeso.

REFERÊNCIAS

1. Guimarães DED, Carvalho Sardinha FL, Moraes Mizurini D, Carmo MDGT. Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo Adipokines: a new view of adipose tissue. *Revista de Nutrição*, 2007; 20(5), 549-59.
2. Caetano de Souza MC, Domingues Tibúrcio J, Flores Bicalho JM, Siqueira Rennó HM, Souza Dutra J, Campos LG. Fatores associados à obesidade e sobrepeso em escolares. *Texto e Contexto Enfermagem*, 2014; 23(3), 712–19.
3. World Health Organization. Diretrizes brasileiras de obesidade 2016/ABESO, p. 1–188, 2016.
4. Lopes M, Nomura RBG, Yamacita FY. Atenção farmacêutica ao paciente com dislipidemia. In: Santos FP, Vivian RHF. *Enigmas da dor: ação multiprofissional em saúde*. Londrina: EdUnifil, p.248, 2012.
5. Gonçalves VSS, Chaves OC, Ribeiro SMR, Santana LF, Franceschini SCC, Priore SE. Disponibilidade domiciliar de lipídeos para consumo e sua relação com os lipídeos séricos de adolescentes. *Rev Paul Pediatr*, 2012; 30(2), 229-36.
6. Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig A J, Stob NR, Eckel RH. The Metabolic Syndrome. *Endocrine Reviews*, 2008; 29(7), 777–822. doi:10.1210/er.2008-0024
7. Parikh T, STRATTON G. Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness in 5–18 year olds. **Sports Medicine**, 2011; 41(6), 477-88.
8. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 2009; 41(3), 687.
9. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bemben MG. Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2011; 21(4), 510–18.

10. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013; 27(10), 2914-26.
11. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Iida H, Imuta H, Sato Y, Nakajima T. Effects of low- intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2014; 24(1), 55-61.
12. Madarame H, Neya M, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2008; 40(2), 258-63.
13. Kacin A, Strazar K. Frequent low- load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2011; 21(6), 231-41.
14. Yamanaka T, Farley RS, Caputo JL. Occlusion training increases muscular strength in division ia football players. *Journal of strength and conditioning research*, 2012; 26(9) 2523–29.
15. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2017; 51(13), 1003-11.
16. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine*, 2010; 31(1), 1-4.
17. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013; 27(8), 2323-2337.
18. Resnick H. et al. Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality. *Circulation*, 2004; 109(6), 733–739.
19. Silva J, Rodrigues Neto G, Freitas E, Neto E, Batista G, Torres M, Sousa, MSC. Chronic Effect of Strength Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength among Women with Osteoporosis. *Journal of Exercise Physiology Online*,

- 2015; 18(4).
20. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, Tricoli V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*, 2012; 44(3), 406-12.
 21. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sport Exerc*, 2009; 41(1), 3.
 22. Kelley GA, Kelley KS. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Preventive Medicine*, 2009; 48, 9-19. doi:10.1016/j.ypmed.2008.10.010.
 23. Bangsbo J, Hansen PR, Dvorak J, Krstrup P. Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: A narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity. *Br J Sports Med*, 2015; 49(9), 568-76. doi:10.1136/bjsports2015-094781
 24. Bo HU, Liu XY, Zheng Y, Fan HM, Yin SF, Guo CY, Yuan JX. High Physical Activity is Associated with an Improved Lipid Profile and Resting Heart Rate among Healthy Middle-aged Chinese People. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2015; 28(4), 263-71.
 25. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E, Seelaender M. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 2010; 2(1), 31.. doi:10.1186/1758-5996-2-31
 26. Hill S, Bermingham MA, Knight PK. Lipid metabolism in young men after acute resistance exercise at two different intensities. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2005; 8(4), 441-45.
 27. Layne AS, Nasrallah S, South MA, Howell ME, McCurry MP, Ramsey MW, Stuart CA. Impaired muscle AMPK activation in the metabolic syndrome may attenuate improved insulin action after exercise training. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2011; 96(6), 1815-26.

28. Marques LR, Diniz TA, Antunes BM, Rossi FE, Caperuto EC, Lira FS, Gonçalves DC. Reverse Cholesterol Transport: Molecular Mechanisms and the Non-medical Approach to Enhance HDL Cholesterol. *Frontiers in physiology*, 2018; 9.
29. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2017; 51(13), 1003-11.
30. Albarello RA, Farinha JB, Azambuja CR, Santos DL. Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 2017;10(3), 142-46.
31. Silva BS, Lira FS, Rossi FE, Ramo D, Uzeloto JS, Freire AP, Ramos E. Inflammatory and Metabolic Responses to Different Resistance Training on Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Control Trial. *Frontiers in physiology*, 2018; 9, 262.
32. Faludi AA, Izar MCDO, Saraiva JFK, Chacra APM, Bianco HT, Afiune Neto A, Chagas ACP. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2017; 109(2), 1-76.
33. Jurca R et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sport Exerc*, 2004, 36(8), 1301-1307.
34. Jurca R, Lamonte M, Church TS, Blair SN. Association between muscular strength and mortality (all-cause and CVD) in men with and without the metabolic syndrome. [Abstract]. *Med Sci Sports Exerc*, 2005, 37(5), 208, 2005.
35. Paulino H, Aguiar REM, Teixeira CLS, Santos GMd FS, Pauli JR. Efeitos do treinamento concorrente sobre aspectos bioquímicos, antropométricos, funcionais e hemodinâmicos de mulheres diabéticas do tipo 2. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2015; 72(3).
36. Guirado GN, Damatto RL, Matsubara BB, Roscani MG, Fusco DR, Cicchetto LA, Okoshi MP. Combined exercise training in asymptomatic elderly with controlled hypertension: effects on functional capacity and cardiac diastolic function. *Medical*

- science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 2012; 18(7), CR461.
37. Alberga AS, Sigal RJ, Kenny GP. A review of resistance exercise training in obese adolescents. *The Physician and sportsmedicine*, 2011; 39(2), 50-63.
 38. Silva AA, Lemos NS, Gagliardo LC. A associação da orientação nutricional ao exercício de força na hipertrofia muscular. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 2012; 6(35), 8.
 39. Vieira PDA. Uso de suplemento alimentar por praticantes de diferentes atividades nas academias de ginástica e musculação da zona central da cidade de Criciúma-SC. 2013.
 40. Oliveira CE, Sandoval TC, Silva JCDS, Stulbach TE, Frade RET. Avaliação do consumo alimentar antes da prática de atividade física de frequentadores de uma academia no município de São Paulo em diferentes modalidades. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 2013; 7(37), 8.