

CARLOS RENATO PAZ

**EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE
FLUXO SANGUÍNEO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E
NÍVEIS SÉRICOS DE IRISINA EM MULHERES IDOSAS**

JOÃO PESSOA–PB, 2024

**EFEITO DE 16 SEMANAS DE TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE
FLUXO SANGUÍNEO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E
NÍVEIS SÉRICOS DE IRISINA EM MULHERES IDOSAS**

Tese de doutorado apresentada à banca do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano

Linha de pesquisa: Exercício Físico, Esporte e Desempenho

Orientação: Prof.^a Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa

Coorientadora: Prof.^a Dra. Micheline Freire Donato

JOÃO PESSOA–PB, 2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P348e Paz, Carlos Renato.

Efeito de 16 semanas de treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas / Carlos Renato Paz. - João Pessoa, 2024.
128 f. : il.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo de Sousa.

Coorientação: Micheline Freire Donato.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.

1. Treinamento de força. 2. Treinamento resistido.
3. Envelhecimento. 4. Squemia vascular. 5. Marcadores bioquímicos. 6. Irisina. I. Sousa, Maria do Socorro Cirilo de. II. Donato, Micheline Freire. III. Título.

UFPB/BC

CDU 796.015.52(043)

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

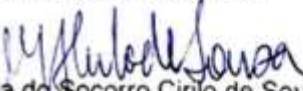
A Tese Efeito de 16 Semanas de Treinamento de Força com Restrição de Fluxo Sanguíneo na Composição Corporal, Perfil Lipídico e Níveis Séricos de Irisina em Mulheres Idosas.

Elaborada por Carlos Renato Paz

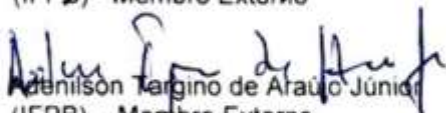
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

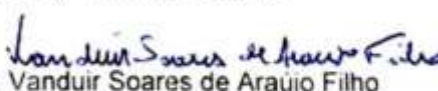
João Pessoa, 29 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa
(UFPB) - Presidente da Sessão


Prof. Dr. Ramon Cunha Montenegro
(IFPB) - Membro Externo


Prof. Dr. Adenilson Targino de Araújo Júnior
(IFPB) - Membro Externo


Prof. Dr. Vanduir Soares de Araújo Filho
(IPC) - Membro Externo

Prof. Dr. André Luiz Demantova Gurjão
(UNIVASF) - Membro Externo

Documento assinado digitalmente



ANDRE LUIZ DEMANTOVA GURJAO
Data: 07/03/2024 12:57:53 -0300
Verifique em <https://validar.jb.gov.br>

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha orientadora, Dra. Socorro Cirilo, que me abriu as portas do doutorado; à minha mãe, Josita Targino dos Anjos Paz; à minha avó, Carmelita Helena Anjos de Oliveira (Mãezita); à minha esposa, Natália Herculano Paz e ao meu querido filho Raul Herculano Paz. Vocês me deram todo o suporte para a realização desse sonho.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida e da paciência;

Aos meus pais, José Carlos e Josita Targino, e ao meu irmão, Diego, por estarem presentes em todo o momento que precisei durante esta jornada. Principalmente à minha mãe, por todo apoio logístico e por cuidar do meu filho com tanto carinho durante o processo de doutoramento;

Enormemente à minha avó, Carmelita Helena Anjos de Oliveira (Mãezita), por acreditar e investir em mim, todo o seu amor, cuidados e educação;

Imensamente à minha esposa, Natália Herculano Paz, “por ter me proporcionado minha primeira produção durante o doutorado (meu amado filho Raul)”, pelo apoio e suporte na confecção desta tese, bem como nas tarefas do dia-a-dia;

Aos meus amigos(as) e companheiros(as) do LABOCINE (UFPB), Natália Paz, Pedro Lucena e Pedro Dantas, pela parceria e por todo apoio emocional e acadêmico; aos queridos(as) Allisson Amâncio, Ana Tereza, Clizaldo França, Edna Pinto, Emily Ribeiro, Filipe Caetano, Gabriel Barreto, Janyelinton Alencar, Marlon Madeiro, Pedro Luz, Ravi Cirilo, Simoni Bittar e aos colegas de outros laboratórios, Hidayanne Gonçalves, Igor Henriques, João Paulo, Júlio César, Patrick Pfeiffer, Rodrigo Wanderley e Valbério de Araújo, pelo companheirismo em momentos distintos nessa caminhada;

De forma especial, aos meus amigos(as), Adenilson Targino de Araújo Júnior, por todo apoio logístico, moral e acadêmico desde antes do início, até o fim desta caminhada; e a Joamira Pereira de Araújo, por disponibilizar as amostras sanguíneas de sua coleta de dados, permitindo assim, a construção desta tese, sem a qual, nada disso seria possível;

De coração, à minha orientadora, Maria do Socorro Cirilo de Sousa, pela oportunidade, autonomia e paciência dispensadas a mim durante toda minha formação doutoral. Sou grato por todo aprendizado nos momentos de orientações, ensinamentos e cobranças. A senhora é digna de admiração (MINHA ETERNA GRATIDÃO!);

Especialmente, à minha coorientadora, Micheline Freire Donato, pela execução das análises bioquímicas desta tese e por toda paciência e orientação acadêmica;

Aos queridos amigos e professores, Francisco Soares, Gilson Paz, Ramon Montenegro e Roberto das Chagas, pelo incentivo e por terem me mostrado, desde cedo, que o caminho certo é o da educação;

Aos membros da banca, Dr. Adenilson Targino, Dr. André Gurjão, Dr. Ramon Montenegro e Dr. Vanduir Soares, por toda contribuição intelectual;



Aos secretários do PAPGEF/IFPB, Ricardo Melo e Herson Meireles, pelo eficiente trabalho e pronto atendimento no decorrer desses cinco anos;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB – Campus Campina Grande, que fomentou parte deste trabalho, através do EDITAL núm. 07/2020 retificado pelos EDITAIS núm. 08 E núm. 09/2020 – PROGRAMA DE INCENTIVO À QUALIFICAÇÃO DO SERVIDOR DO IFPB – PIQIFPB, o qual, está isento “das opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material, pois, tudo descrito nesta tese, são de responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente a visão do IFPB”.

A vocês, MUITO OBRIGADO!

EPÍGRAFE

“A Íris oriunda do exercício, é a chave do portal da vida.”

Próprio autor.

RESUMO

O envelhecimento vem acompanhado por alterações na homeostase corporal, aumento do risco de doenças crônicas não transmissíveis e declínio da capacidade funcional. Para retardar ou reduzir esse declínio, a população idosa pode aderir a programas de treinamento de força, pois promovem adaptações morfofuncionais e metabólicas, além de induzir a produção da irisina, uma miocina relacionada ao emagrecimento e ao controle da composição corporal. Suas concentrações aumentam após a realização de exercícios de força com cargas elevadas, porém não está claro se o treinamento de força com baixas cargas associado à restrição de fluxo sanguíneo (TFBC + RFS), pode alterar a composição corporal, o perfil lipídico e os níveis séricos de irisina em mulheres idosas. Dessa forma, objetivou-se analisar o efeito do treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas. Participaram desse estudo clínico, aleatorizado e controlado, com dezesseis semanas de intervenção, 39 mulheres (65 ± 3 anos), saudáveis. As participantes foram aleatorizadas, conforme a idade e força muscular, em quatro grupos: TFBC + RFS; treinamento de força de carga moderada (TFBM); treinamento de força de baixa carga (TFBC) e Controle (CON), que não realizou exercícios. O treinamento consistiu na realização dos exercícios: rosca bíceps, supino reto, agachamento e leg press 45° , em três sessões semanais, sendo 3 séries de 10 repetições, 60 segundos de intervalo entre séries 120 entre exercícios, carga de 60% de uma repetição máxima (1RM) para o grupo TFBM e 20% de 1RM para os grupos TFBI, e TFBI + RFS, que treinou com aplicação de 50% de compressão de RFS. Mediu-se a composição corporal, fragmentada em massa corporal (MC), índice de massa corporal (IMC), massa muscular (MM) e percentual de gordura (%G) (*InBody 570 Biospace®*). Coletou-se amostras sanguíneas em jejum, antes e após a intervenção para análise do perfil lipídico: colesterol total (CT), triglicerídeos (TG), lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) (analisador automatizado CHEMWELL-T da Labtest), e níveis séricos de irisina (kit comercial ELISA, Enzyme Linked Immuno Sobert Assay), conforme a fabricante dos reagentes. Analisou-se a normalidade dos dados no teste de Shapiro-Wilk; a ANOVA *one-way*, diferença entre os grupos no momento pré e pós-intervenção, com *post hoc* de Tukey; o efeito tempo intragrupos foi analisado com o teste t *de Student*; o tamanho do efeito com *d* de Cohen e as correlações com o teste de Pearson. Adotou-se a significância de $P \leq 0,05$. Os resultados demonstraram que: o grupo TFBC + RFS aumentou significativamente a MM ($p = 0,015$); não houve alterações nas variáveis lipídicas e níveis séricos de irisina nos grupos experimentais. Conclui-se que 16 semanas de TFBC + RFS foi eficiente para alterar positivamente a composição corporal de mulheres idosas, promovendo o aumento da MM, enquanto as variáveis lipídicas e os níveis séricos de irisina se mantiveram inalterados. Sugerem-se outras investigações com populações do sexo masculino e com número amostral maior.

Palavras-chave: Treinamento de força, Treinamento Resistido, Envelhecimento, Isquemia Vascular, Marcadores Bioquímicos, Irisina.

ABSTRACT

Aging is accompanied by changes in body homeostasis, an increased risk of chronic non-communicable diseases and a decline in functional capacity. To delay or reduce this decline, the elderly population can adhere to strength training programs, as they promote morphofunctional and metabolic adaptations, in addition to inducing the production of irisin, a myokine related to weight loss and control of body composition. Its concentrations increase after performing strength exercises with high loads; however, it is not clear whether strength training with low loads associated with blood flow restriction (TFBC + RFS) can change body composition, lipid profile and levels irisin serum levels in elderly women. Therefore, the objective was to analyze the effect of strength training with low and moderate loads, with and without RFS on body composition, lipid profile and serum irisin levels in elderly women. Thirty-nine healthy women (65 ± 3 years old) participated in this randomized and controlled clinical study, with sixteen weeks of intervention. Participants were randomized, according to age and muscular strength, into four groups: TFBC + RFS; moderate load strength training (TFCM); low load strength training (TFBC) and Control (CON), who did not perform exercises. The training consisted of performing the exercises: biceps curl, bench press, squat and 45° leg press, in three weekly sessions, with 3 sets of 10 repetitions, 60 seconds interval between sets 120 between exercises, load of 60% of a maximum repetition (1RM) for the TFCM group and 20% of 1RM for the TFBI, and TFBI + RFS groups, which trained with application of 50% RFS compression. Body composition was measured, broken down into body mass (BM), body mass index (BMI), muscle mass (MM) and fat percentage (%BF) (InBody 570 Biospace®). Fasting blood samples were collected before and after the intervention to analyze the lipid profile: total cholesterol (TC), triglycerides (TG), low-density lipoprotein (LDL), high-density lipoprotein (HDL) (CHEMWELL- automated analyzer T from Labtest), and serum irisin levels (commercial ELISA kit, Enzyme Linked Immuno Sorbert Assay), according to the reagent manufacturer. Data normality was analyzed using the Shapiro-Wilk test; multivariate ANOVA, difference between groups before and after intervention, with Tukey post hoc; the intragroup time effect was analyzed using Student's t test; the effect size with Cohen's d and the correlations with the Pearson test. Significance of $P \leq 0.05$ was adopted. The results demonstrated that: the TFBC + RFS group significantly increased MM ($p = 0.015$); there were no changes in lipid variables and serum irisin levels in the experimental groups. It is concluded that 16 weeks of TFBC + RFS was efficient in positively altering the body composition of elderly women, promoting an increase in MM, while lipid variables and serum irisin levels remained unchanged. Further investigations with male populations and with a larger sample size are suggested.

Keywords: Strength training, Resistance Training, Aging, Vascular Ischemia, Biochemical Markers, Irisin.

RESUMEN

El envejecimiento va acompañado de cambios en la homeostasis corporal, un mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles y una disminución de la capacidad funcional. Para retrasar o reducir este deterioro, la población anciana puede adherirse a programas de entrenamiento de fuerza, ya que promueven adaptaciones morfofuncionales y metabólicas, además de inducir la producción de irisina, miocina relacionada con la pérdida de peso y el control de la composición corporal. Sus concentraciones aumentan después de realizar ejercicios de fuerza con cargas elevadas, sin embargo, no está claro si el entrenamiento de fuerza con cargas bajas asociadas con restricción del flujo sanguíneo (TFBC + RFS) puede cambiar la composición corporal, el perfil lipídico y los niveles séricos de irisina en mujeres de edad avanzada. Por tanto, el objetivo fue analizar el efecto del entrenamiento de fuerza con cargas bajas y moderadas, con y sin RFS sobre la composición corporal, el perfil lipídico y los niveles séricos de irisina en mujeres de edad avanzada. Treinta y nueve mujeres sanas (65 ± 3 años) participaron en este estudio clínico aleatorizado y controlado, con dieciséis semanas de intervención. Los participantes fueron aleatorizados, según edad y fuerza muscular, en cuatro grupos: TFBC + RFS; entrenamiento de fuerza con carga moderada (TFCM); entrenamiento de fuerza con cargas bajas (TFBC) y Control (CON), que no realizaron ejercicios. El entrenamiento consistió en realizar los ejercicios: curl de bíceps, press de banca, sentadilla y press de piernas a 45° , en tres sesiones semanales, con 3 series de 10 repeticiones, intervalo de 60 segundos entre series 120 entre ejercicios, carga del 60% de una repetición máxima (1RM) para el grupo TFCM y 20% de 1RM para los grupos TFBI y TFBI + RFS, que entrenaron con la aplicación de una compresión RFS del 50%. Se midió la composición corporal, desglosada en masa corporal (BM), índice de masa corporal (IMC), masa muscular (MM) y porcentaje de grasa (%GC) (InBody 570 Biospace®). Se recogieron muestras de sangre en ayunas antes y después de la intervención para analizar el perfil lipídico: colesterol total (CT), triglicéridos (TG), lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de alta densidad (HDL) (CHEMWELL-analizador automatizado T de Labtest), y niveles de irisina sérica (kit ELISA comercial, Enzyme Linked Inmuno Sobert Assay), según el fabricante del reactivo. La normalidad de los datos se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk; ANOVA multivariado, diferencia entre grupos antes y después de la intervención, con Tukey post hoc; el efecto del tiempo intragrupo se analizó mediante la prueba t de *Student*; el tamaño del efecto con la d de Cohen y las correlaciones con la prueba de Pearson. Se adoptó una significación de $P \leq 0,05$. Los resultados demostraron que: el grupo TFBC + RFS aumentó significativamente el MM ($p = 0,015$); no hubo cambios en las variables lipídicas ni en los niveles séricos de irisina en los grupos experimentales. Se concluye que 16 semanas de TFBC + RFS fue eficiente para alterar positivamente la composición corporal de mujeres adultas mayores, promoviendo un aumento del MM, mientras que las variables lipídicas y los niveles séricos de irisina se mantuvieron sin cambios. Se sugieren futuras investigaciones con poblaciones masculinas y con un tamaño de muestra mayor.

Palabras clave: Entrenamiento de Fuerza, Entrenamiento de Resistencia, Envejecimiento, Isquemia vascular, Marcadores Bioquímicos, Irisina.

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

%G	Percentual de gordura
1RM	Uma repetição máxima
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
ANOVA	Análise de variância
CC	Circunferência da cintura
CCI	Coeficiente de correlação intraclass
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CON	Grupo controle
CT	Colesterol total
DAOP	Doença arterial obstrutiva periférica
ELISA	<i>Enzyme-linked Immunosorbent Assay</i>
FCpico	Frequência cardíaca de pico
FCR	Frequência cardíaca de reserva
GH	Hormônio do crescimento
HDL	Lipoproteína de alta densidade
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
IC	Intervalo de confiança
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
IMC	Índice de massa corporal
ITB	Índice tornozelo braquial
km/h	Quilômetros por hora
LABETOX	Laboratório de ensaios toxicológicos
LABOCINE	Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MC	Massa corporal
MM	Massa muscular
MMSE	<i>Mini Mental State Examination</i>
O1	Observação 1 (avaliação pré - treinamento)
O2	Observação 2 (avaliação pós - treinamento)
PAR-Q	Questionário de Prontoidão Para Atividade Física
PAS	Pressão arterial sistólica



PC	Progressão de carga
RFS	Restrição de fluxo sanguíneo
RPM	Rotação por minuto
T	Tratamento
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TF	Treinamento de força
TG	Triglicerídeos
TFBC	Treinamento de força de baixa carga
TFBC + RFS	Treinamento de força de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo
TFCM	Treinamento de força de carga moderada
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VO₂máx.	Consumo máximo de oxigênio
VO₂pico	Volume de oxigênio de pico

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II.....	25
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
Figura 01. Mecanismos fisiológicos da expressão e função da irisina no organismo	27
CAPÍTULO III.....	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
Figura 02. Fluxograma do desenho experimental.....	40
Figura 03. Fluxograma do estudo	43
Figura 04. Protocolo experimental	44
CAPÍTULO IV	52
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
4.1 Artigo 1: alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido e na composição corporal de mulheres: uma revisão sistemática.....	53
Figura 01. Fluxograma do processo de seleção dos estudos	59
4.2 Artigo 2: efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas.....	78
Figura 01. Fluxograma do estudo	83
Figura 02. Comparação entre grupos experimentais e controle, da Massa Muscular após 16 semanas de treinamento de força.....	89
Figura 03. Comparação entre grupos experimentais e controle, dos níveis séricos de Irisina após 16 semanas de treinamento de força	89
Figura 04. Comparação intragrupos da Massa Muscular após 16 semanas de treinamento de força	90
Figura 05. Comparação intragrupos da Massa Corporal após 16 semanas de treinamento de força	90
Figura 06. Comparação intragrupos do IMC após 16 semanas de treinamento de força	90
Figura 07. Comparação intragrupos da Gordura Corporal (%) após 16 semanas de treinamento de força	90



Figura 08. Comparação intragrupos dos níveis séricos de Irisina após 16 semanas de treinamento de força91

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III.....	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
Tabela 01. Logística do programa de treinamento de força de cada grupo	50
CAPÍTULO IV	52
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
4.1 Artigo 1: alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido e na composição corporal de mulheres: uma revisão sistemática.....	53
Tabela 01. Duração do programa de treinamento, nível de atividade física, intervenção, progressão do treinamento, armazenamento, análise da amostra sanguínea e principais resultados	66
Tabela 02. Características descritivas (média + desvio padrão) da faixa etária, IMC, composição corporal na linha de base e os principais resultados.....	68
4.2 Artigo 2: efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas.....	78
Tabela 01. Características descritivas (média + desvio padrão) das participantes na linha de base e efeito tempo e grupo pós 16 semanas de intervenção.....	88

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO II.....	25
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
Quadro 01. Principais achados relacionados aos efeitos do exercício nas concentrações de irisina circulante.....	32
CAPÍTULO IV	52
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
4.1 Artigo 1: alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido e na composição corporal de mulheres: uma revisão sistemática.....	53
QUADRO 01. Análise da qualidade de evidência dos estudos selecionados segundo a TESTEX.....	61

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	20
1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Hipóteses	23
1.1.1 Substantiva	23
1.1.2 Estatística.....	23
1.2 Objetivos.....	24
1.2.1 Geral	24
1.2.2 Específicos	24
CAPÍTULO II.....	25
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Envelhecimento e alterações lipídicas	25
2.2 Irisina e seu papel fisiológico.....	26
2.3 Irisina e exercício físico	29
2.4 Método de restrição de fluxo sanguíneo associado ao treinamento de força	34
CAPÍTULO III.....	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1 Delineamento do estudo.....	39
3.2 População e amostra	40
3.3 Variáveis selecionadas para o estudo	41
3.3.1 Variáveis independentes.	41
3.3.2 Variáveis dependentes (desfechos).....	41
3.3.3 Variáveis intervenientes.	42
3.4 Procedimentos éticos	42
3.5 Procedimentos para coleta de dado	42
3.5.1 Avaliação antropométrica	45
3.5.2 Índice tornozelo braquial	45
3.5.3 Avaliação da atividade física	46
3.5.4 Compressão externa de restrição de fluxo sanguíneo	46
3.5.5 Teste de força muscular de uma repetição máxima (1RM).....	47
3.5.6 Coleta sanguínea	48

3.5.7 Análises bioquímicas	48
3.5.8 Protocolos de treinamento de força	49
3.6 Plano analítico	50
CAPÍTULO IV	52
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
4.1 Artigo 1: alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido e na composição corporal de mulheres: uma revisão sistemática.....	53
4.1.1 Resumo.....	54
4.1.2 Introdução	55
4.1.3 Métodos	56
4.1.3.1 Estratégia de busca.....	56
4.1.3.2 Critérios de inclusão e exclusão	57
4.1.3.3 Seleção de estudos e coleta de dados	57
4.1.3.4 Avaliação do risco de viés	58
4.1.4 Resultados	58
4.1.4.1 Análise do risco de viés	60
4.1.4.2 Características dos estudos incluídos.....	62
4.1.5. Discussão.....	69
4.1.5.1 Pontos fortes e limitações.....	72
4.1.5.2 Sugestões para pesquisas futuras.....	72
4.1.6. Conclusão	73
4.1.7 Referências	74
4.2 Artigo 2: efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas.....	78
4.2.1 Resumo.....	79
4.2.2 Introdução	80
4.2.3 Métodos	82
4.2.3.1 Desenho experimental.....	82
4.2.3.2 Participantes e critérios de elegibilidade.....	82
4.2.3.3 Aleatorização.....	83
4.2.3.4 Cálculo do tamanho da amostra	84
4.2.3.5 Avaliações	84



4.2.3.6 Intervenção	86
4.2.3.7 Análise de dados	86
4.2.4 Resultados	87
4.2.5 Discussão	92
4.2.6 Conclusão	96
4.2.7 Referências	97
CAPÍTULO V	103
5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	103
CAPÍTULO VI	104
6 CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICES	114
ANEXOS	123

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é acompanhado por alterações fisiológicas nos diversos sistemas do corpo humano. Essas transformações desequilibram os processos homeostáticos e afetam diretamente a composição corporal, levando à perda da massa muscular (MM), o aumento do percentual de gordura corporal (%G) e alterações no perfil lipídico, acarretando uma condição patológica, com impacto negativo na qualidade de vida e autonomia dos idosos (CHEN *et al.*, 2014; JANSSEN; HEYMSFIELD; ROSS, 2002).

As alterações na composição corporal afetam o metabolismo lipídico e promovem o aumento da circulação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e diminuição significativa da lipoproteína de alta densidade (HDL) no sangue. (FALUDI *et al.*, 2017; SEMADHI *et al.*, 2019; XAVIER *et al.*, 2013). Além disso, os níveis de colesterol total (CT) tendem a ser mais elevados até a sexta década de vida e, a partir desse ponto, apresentam uma ligeira diminuição à medida que a idade avança, no entanto, é relevante notar que mesmo entre os idosos, uma parcela significativa, correspondendo a 25% dos homens e 42% das mulheres, ainda mantém valores de CT considerados indesejáveis (>240 mg/dL), favorecendo o desenvolvimento de doenças crônicas, especialmente as cardiovasculares. (FALUDI *et al.*, 2017; XAVIER *et al.*, 2013).

Já está bem estabelecido na literatura que o exercício físico regular favorece a redução dos níveis de CT, LDL e triglicerídeos (TG), e a regressão de doenças crônicas emergentes, que são cada vez mais prevalentes na população idosa, reduzindo assim, a mortalidade e aumentando a longevidade (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). Ademais, durante o exercício físico, a contração do músculo esquelético produz e libera várias miocinas que promovem a interação entre os músculos e outros órgãos de forma autócrina e parácrina Liegro *et al.*, (2019) e desempenham um papel positivo na manutenção da saúde geral, pois estão envolvidas essencialmente na hipertrofia da musculatura esquelética e no metabolismo lipídico (KWON; MOON; MIN, 2020).

Recentemente, Boström *et al.*, (2012), descobriram a irisina, que é uma miocina secretada pelo músculo esquelético, que entra em circulação durante ou imediatamente após exercício físico (LOURENCO *et al.*, 2019). Essa miocina tem propriedades de induzir o escurecimento do tecido adiposo branco, estimular a termogênese, diminuir a resistência à insulina, melhorar a homeostase da glicose e o acúmulo de lipídios no fígado, favorecendo assim, o emagrecimento e o controle da composição corporal. Aliado a isso, existem evidências de que a irisina estimula a expressão gênica do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) e reduz a expressão da miostatina nos miócitos, contribuindo para o crescimento muscular (HUH *et al.*, 2014; TSUCHIYA *et al.*, 2014).

Diante do exposto, a irisina está emergindo como uma molécula chave capaz de combater doenças metabólicas, neuromusculares e outros distúrbios que caracteristicamente melhoram com a prática de exercício físico (KHOUBI *et al.*, 2020; MA; CHEN, 2021), além de prevenir ou tratar doenças crônicas (CHEN *et al.*, 2016; KIM *et al.*, 2019; MAAK *et al.*, 2021), como a sarcopenia Colaianni *et al.*, (2017), o diabetes tipo 2 Zhang *et al.*, (2016), metabolismo ósseo Ma *et al.*, (2018), obesidade Arhire; Mihalache; Covasa, (2019), doença neurodegenerativa Young; Valaris; Wrann, (2019), câncer (Kim *et al.*, 2021), doenças cardiovasculares Fu *et al.*, (2021) e acidente vascular cerebral (LIU *et al.*, 2020).

Nessa perspectiva, elevar os níveis de irisina no organismo poderia atenuar o efeito deletério do envelhecimento e melhorar a capacidade funcional, nesse sentido, alguns estudos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019) constataram que o treinamento de força (TF) com altas cargas é eficaz para aumentar significativamente os níveis séricos dessa miocina em mulheres jovens e idosas, além de ser eficiente para reverter a sarcopenia nessa população (KONG *et al.*, 2022).

No entanto, para uma parcela dessa população, cargas elevadas não são bem toleradas, devido a fatores como elevados índices de fraqueza, atrofia muscular, fragilidade óssea e existência de alguma doença ou comorbidade (ARAÚJO *et al.*, 2015; HUGHES *et al.*, 2017; VECHIN *et al.*, 2015), comprometendo sua aderência aos programas de treinamento (PT) (PAHLAVANI, 2022).

Portanto, visando diminuir a sobrecarga na musculatura esquelética e nas articulações de idosos, e desta forma, reduzir o risco de lesões, é viável utilizar o TF

de baixa carga associado a técnica de restrição de fluxo sanguíneo (TFBC + RFS), que é uma estratégia alternativa ao TF com cargas elevadas ($\geq 60\%$) de uma repetição máxima (1RM), mas que gera respostas adaptativas semelhantes. Esse método utiliza cargas, entre 20-50% de 1RM e torniquetes pneumáticos fixados à região proximal do esqueleto apendicular, restringindo a passagem do fluxo sanguíneo para a musculatura exercitada (ABE *et al.*, 2010; ABE; KEARNS; SATO, 2006).

O TFBC + RFS pode ser indicado para adultos mais velhos susceptíveis a sarcopenia Kong *et al.*, (2022), pois impulsiona a adaptação celular, aumenta significativamente a força e a hipertrofia muscular, eleva o metabolismo, estimula a sinalização positiva na cascata de ativação da mTOR, promove a inibição da miostatina, ampliando assim, a secreção do hormônio do crescimento (GH) Takarada *et al.*, (2000a), testosterona e fator de crescimento semelhante à insulina-1 (IGF-1) (ABE *et al.*, 2005).

Até o momento, existem quatro estudos que investigam o efeito do TFBC + RFS nas concentrações de irisina. O primeiro deles, realizado por Kraemer *et al.*, (2015), observou em estudantes universitários do sexo masculino, que uma sessão aguda de exercícios de força associado à RFS com carga de 30% de 1RM foi significativamente mais eficiente para estimular a produção da irisina, quando comparado aos exercícios de força com carga de 70% de 1RM, ou apenas a realização da oclusão vascular.

Mais recentemente, Mohammadiyan; Moghaddam; Hakkakdokht, (2021), ao estudarem mulheres jovens com sobrepeso, observaram que seis semanas de TF associado a RFS, com duas cargas distintas: 20-30% e 40-50% de 1RM, foi capaz de aumentar significativamente a força com as duas intensidades e diminuir o %G, quando utilizado de 20-30% de 1RM, não havendo alterações nos níveis séricos de irisina.

No ano seguinte, Pazokian; Amani-Shalamzari; Rajabi, (2022) realizaram, em uma população de homens idosos, um PT funcional de 6 semanas, com e sem RFS, no entanto, os autores constataram que esse tipo de intervenção não promoveu alterações nos níveis séricos desta miocina.

O quarto estudo conduzido por Cordingley; Anderson; Cornish, (2023) estudou dois grupos distintos, um com 8 adultos jovens e outro com 7 idosos, cujo objetivo foi verificar se a idade ou o nível de treinamento interferia no comportamento dos níveis

séricos de irisina, após uma sessão aguda de TFBC + RFS. Os pesquisadores observaram uma redução dos níveis de irisina em ambos os grupos e condições, contudo, os adultos jovens apresentaram níveis de irisina mais elevados, quando comparados aos idosos, imediatamente após, 24 horas e 48 horas após a sessão de treino, adicionalmente, foi possível observar que 6 horas após a sessão de TFBC + RFS, a irisina no grupo dos idosos aumentou significativamente quando comparado ao momento imediatamente após.

Todavia, lacunas no conhecimento ainda se fazem presentes, quanto a escassez de informações na literatura sobre o efeito crônico do método de RFS associado ao exercício de força de baixa carga, na produção de irisina em mulheres idosas e sua relação com a composição corporal e variáveis lipídicas, após esse tipo de intervenção. Neste sentido, a questão problema do presente trabalho é: será que o TFBC + RFS altera a composição corporal, o perfil lipídico e os níveis séricos de irisina no envelhecimento?

1.1 Hipóteses

1.1.1 Substantiva

A hipótese substantiva do presente estudo está embasada no fato de que a utilização sistematizada de exercícios de força com baixas cargas, associado à RFS alteram a composição corporal, o perfil lipídico e os níveis séricos de irisina, de forma semelhante aos exercícios de força sem a RFS, realizados com cargas $\geq 60\%$ de 1RM, devido a hipóxia celular, maior produção sistêmica do GH, redução da miostatina e o aumento da síntese proteica através da via mTOR, resultando na melhora do desempenho funcional na pessoa idosa (HUGHES *et al.*, 2017; HUH *et al.*, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2019; PATTERSON *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2015).

1.1.2 Estatística

Considerando como critério de rejeição e aceitação o nível de significância de $p \leq 0,05$, as hipóteses estatísticas foram descritas na forma nula (H_0) e experimental (HE).

H0: o TFBC + RFS NÃO PROMOVE alterações na composição corporal, no perfil lipídico e nos níveis séricos de irisina.

HE: TFBC + RFS PROMOVE alterações na composição corporal, no perfil lipídico e nos níveis séricos de irisina.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Analisar os efeitos do treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS, na composição corporal, no perfil lipídico e nos níveis séricos de irisina em mulheres idosas.

1.2.2 Específicos

Artigo 01

Revisar sistematicamente o efeito do treinamento de força e da composição corporal, nos níveis séricos de irisina em mulheres;

Artigo 02

Verificar a composição corporal (MC, IMC, MM e %G), o perfil lipídico (CT, TG, LDL, HDL) e os níveis séricos de irisina, antes e após 16 semanas de treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS em mulheres idosas;

Comparar e correlacionar inter e intragrupos a composição corporal, o perfil lipídico e os níveis séricos de irisina, após 16 semanas de treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS em mulheres idosas.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, se discutiu as alterações lipídicas decorrentes do envelhecimento, bem como a descoberta do hormônio irisina, sua origem e mecanismos de ação no organismo humano. Abordou-se também o método de RFS e suas variáveis combinadas ao exercício físico com baixas cargas, e sua importância como forma alternativa aos treinamentos de força que utilizam cargas elevadas.

2.1 Envelhecimento e alterações lipídicas

É comum que a população idosa apresente um conjunto de alterações no metabolismo lipídico, os quais desencadeiam mudanças nas concentrações das lipoproteínas plasmáticas e lipídeos circulantes, contribuindo para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, principalmente as cardiovasculares. Isso acontece, porque o envelhecimento promove alterações na composição corporal, ocasionando uma redução percentual de MM e o aumento da quantidade e do volume de tecido adiposo no abdome, contribuindo para as alterações do percentual lipídico no sangue (FALUDI *et al.*, 2017; XAVIER *et al.*, 2013). O idoso é marcado pelo aumento da circulação do LDL e diminuição significativa do HDL no sangue. O LDL é induzido pelo estresse oxidativo que aumenta a concentração da proteína quinase ativada por mitógeno da proteína p38 (MAPK) que eventualmente ativa o fator nuclear kappa B (NF-kB) elevando a regulação de processos pró-inflamatórios que têm impacto na disfunção endotelial (SEMADHI *et al.*, 2019).

Além disso, o CT é mais elevado até a sexta década de vida e, depois, cai ligeiramente, com o avançar da idade, no entanto os idosos ainda apresentam 25% nos homens e 42% nas mulheres o CT superior a 240 mg/dL. Outro fato relevante é que no idoso, raramente ocorrem grandes elevações do CT, do TG e LDL, essas dislipidemias têm caráter genético, sendo, em geral, elevações discretas a moderadas. Porém, quando ocorrem elevações é devido as dislipidemias secundárias, que aparecem em face de outra patologia, como o hipotireoidismo, diabetes melito, intolerância à glicose, obesidade, síndrome nefrótica e uso de

medicamentos, como diuréticos tiazídicos e bloqueadores beta-adrenérgicos não seletivos (FALUDI *et al.*, 2017; XAVIER *et al.*, 2013).

2.2 Irisina e seu papel fisiológico

A irisina é um hormônio descoberto em um estudo realizado no Instituto do Câncer Dana-Farber, na cidade de Boston, em 2012 e é secretado principalmente pelos músculos esqueléticos, bem como pelos tecidos adiposos subcutâneos e viscerais (BOSTRÖM *et al.*, 2012). Estudos imuno-histoquímicos mostraram que quantidades menores de irisina também são produzidas pelos testículos, fígado, pâncreas, cérebro, baço, coração e estômago (BONFANTE, 2015; BONFANTE *et al.*, 2017). A irisina se juntou a um grupo de peptídeos, as miocinas, e parece estar relacionada a muitos dos efeitos benéficos proporcionados pela prática de exercícios físicos, a exemplo da hipertrofia muscular, da oxidação e escurecimento do tecido adiposo, da prevenção e tratamento da sarcopenia, da melhora da memória e da cognição, da ação antitumoral e anti-inflamatória, além da melhora da função pancreática e da sensibilidade insulínica (MUNOZ; ROMERO; GARCIA, 2018).

Os efeitos mais reconhecidos do exercício no músculo são mediados pelo co-ativador-1 α do receptor γ ativado por proliferador de peroxisoma (PGC-1 α), que estimula a expressão do domínio da proteína transmembrana fibronectina tipo III contendo 5 (FNDC5), o precursor da irisina (BOSTRÖM *et al.*, 2012). Sua secreção é regulada por oligossacarídeos N-ligados à molécula de proteína. Essas duas moléculas de N-glicano, que constituem uma parte significativa da glicoproteína da irisina, regulam o escurecimento dos adipócitos, sendo a função mais importante. Em alguns tecidos, ela provavelmente atua por meio de integrinas, que são receptores transmembranares amplamente expressos, no entanto, um receptor específico ainda não foi descoberto (AYDIN *et al.*, 2014; LIU, 2015). Essa substância possui propriedades de secreção e ação, semelhantes às características de certos hormônios, as quais foram observadas em um período de 24 horas, em muitos sujeitos, sendo possível verificar um determinado ritmo circadiano, com um pico na corrente sanguínea ocorrendo por volta das 9 horas da manhã (ANASTASILAKIS *et al.*, 2014).

É demonstrado que a ação do coativador PGC1- α desempenha papel importante ao mediar os efeitos benéficos do exercício, no aumento da expressão da proteína desacopladora mitocondrial (UCP-1) em células adiposas maduras, induzindo a conversão do tecido adiposo branco em marrom, além de atuar na regulação de processos metabólicos e aumentar a expressão do FNDC5/Irisina no organismo (figura 01). Essa proteína está associada a efeitos positivos na saúde, protegendo contra o ganho de peso, a inflamação, o estresse oxidativo, a tolerância à glicose e melhora da resistência à insulina, podendo ser uma opção para prevenir e tratar a obesidade e o diabetes (ARHIRE; MIHALACHE; COVASA, 2019).

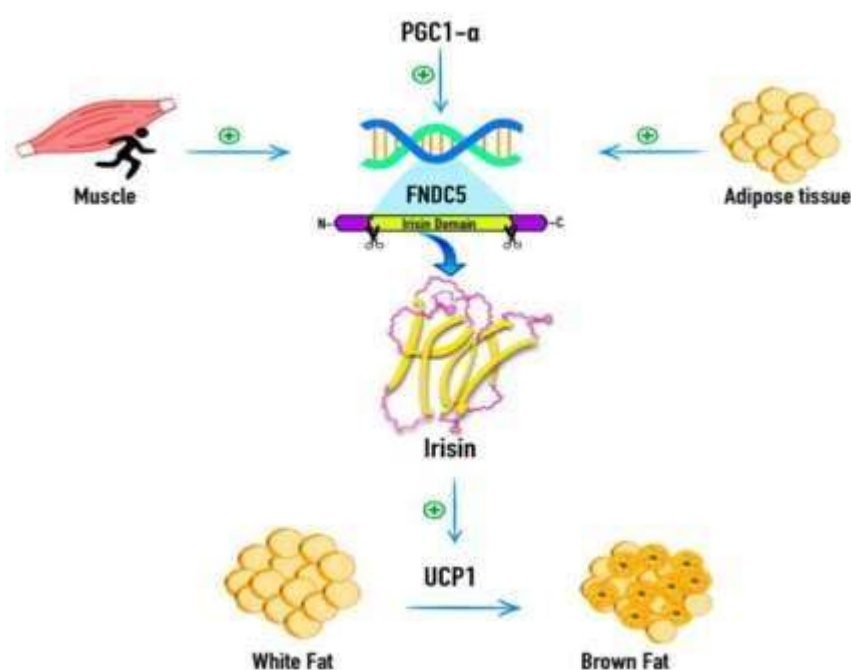


Figura 01. Mecanismos fisiológicos da expressão e função da irisina no organismo.

Fonte: (ELIZONDO-MONTEMAYOR *et al.*, 2018).

O alvo primário da irisina é o tecido adiposo, uma vez que, o tecido adiposo branco é a segunda fonte mais importante depois do músculo esquelético (DOZIO *et al.*, 2020). Vários estudos em humanos se concentraram nas correlações entre os níveis circulantes de irisina e a obesidade, onde a maioria deles relatou que a irisina circulante está positivamente associada ao IMC, à MC, à massa gorda, à circunferência da cintura, à relação cintura-quadril e à MM. Dessa forma, os níveis de irisina aumentam na obesidade e este aumento pode ser explicado apenas parcialmente pela maior massa gorda e, presumivelmente, pela maior concentração

de irisina derivada do tecido adiposo (ANDRADE *et al.*, 2018; LAGZDINA *et al.*, 2020; MUNOZ; ROMERO; GARCIA, 2018).

A irisina circulante pode iniciar uma nova estratégia para o tratamento do diabetes, pois, tem efeitos benéficos na homeostase da glicose e na sensibilidade à insulina, promovendo gasto energético, captação de glicose e glicogenólise, reduzindo a gliconeogênese, adipogênese e acúmulo de lipídios (KORTA; POCHÉĆ; MAZUR-BIAŁY, 2019; PERAKAKIS *et al.*, 2017; POLYZOS *et al.*, 2018). Quando comparados aos indivíduos sem diabetes, os pacientes com diabetes apresentam menor nível de irisina circulante, mostrado em uma metanálise recente que incluiu 15 estudos com 1.289 pacientes com diabetes mellitus tipo 2 e 834 controles (DU; JIANG; LV, 2016; QIU *et al.*, 2016). A expressão da irisina, também é detectada no fígado, embora sendo em pequenas quantidades (HUH *et al.*, 2012). Quanto ao metabolismo lipídico, o tratamento com irisina preveniu o acúmulo de lipídios, mostrou reduzir o teor de CT, de TG e outras enzimas lipogênicas, em camundongos e humanos. No entanto, os estudos em humanos revelam que os dados ainda são conflitantes (CHENG; KU; LIN, 2018; JANG *et al.*, 2017).

A irisina foi positivamente associada aos TG em jejum em indivíduos sedentários e pacientes com síndrome metabólica, com CT, LDL e ácidos graxos em jejum em pacientes chineses e com CT, LDL e triglicerídeos em adolescentes coreanos, enquanto negativamente associado HDL em pacientes com risco cardiometabólico. Por outro lado, a irisina circulante foi associada a um perfil lipídico favorável em uma população da Europa Central, enquanto em outros estudos nenhuma correlação da irisina com parâmetros lipídicos foi observada em indivíduos jovens saudáveis, com peso normal, com aumento da gordura corporal (>30%) e em homens com hipercolesterolemia leve (AMANAT *et al.*, 2020). Portanto, a irisina pode ser ativada, secretada e transportada para um alvo em vários tecidos ou órgãos para executar suas funções fisiológicas correspondentes, como regular o escurecimento do tecido adiposo branco, melhorar o consumo de energia, melhorar a utilização da glicose, reduzir a resistência à insulina e tratar sinergicamente doenças metabólicas ou problemas de saúde associados ao metabolismo, como obesidade, diabetes e doenças cognitivas (MA *et al.*, 2021). Então, todas as estratégias de exercício devem ser pesquisadas, a fim de saber qual é a responsável por aumentar a expressão dessa miocina.

2.3 Irisina e exercício físico

O exercício físico sempre foi utilizado como uma ferramenta eficaz na prevenção e tratamento de várias doenças, no entanto, a resposta ao exercício não é uniforme, sendo influenciada por genes e uma série de fatores não modificáveis (sexo, idade) ou modificáveis (aptidão cardiorrespiratória, tipo de treinamento e tempo) (FATOUROS, 2018). O exercício agudo e crônico induz diversas adaptações metabólicas no músculo esquelético, no tecido adiposo e em outros órgãos, a exemplo do fígado (ANASTASILAKIS *et al.*, 2014). Durante a contração muscular, os miócitos atuam como órgãos secretores e liberam hormônios chamados miocinas, que não atuam apenas sobre o próprio músculo de maneira autócrina/parácrina, mas também mediam a interação do músculo com outros órgãos através de mecanismos endócrinos. Boström *et al.*, (2012) foram os primeiros a documentar a produção desse hormônio em humanos após o exercício. Eles observaram o seu aumento duas vezes na irisina plasmática em oito homens saudáveis após um programa de exercícios de resistência durante 10 semanas, realizado com 65% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}).

Estudos também constataram os efeitos do exercício físico nos níveis de irisina circulante no organismo humano, e que sua concentração é maior em indivíduos ativos do que em sedentários (FATOUROS, 2018). Além disso, sabe-se que o exercício físico aumenta os seus níveis em pessoas com distúrbios metabólicos (ARHIRE; MIHALACHE; COVASA, 2019). Um artigo observou maiores níveis plasmáticos de irisina em adultos jovens do sexo masculino, após 30 minutos em uma única sessão de exercício de corrida, no entanto, esses níveis não se elevaram em um grupo de treinamento após 8 semanas de intervenção (HUH *et al.*, 2014). Já Nygaard *et al.*, (2015), mostraram que sessões únicas de exercícios de resistência e de força levaram a aumentos transitórios nos níveis desse hormônio em indivíduos saudáveis. Então, é bastante perceptível a influência do exercício físico na sua produção e os efeitos benéficos provocados pelo aumento de sua concentração no organismo, no entanto os diferentes tipos e intensidades de exercícios estimulam vias metabólicas diferentes e merecem investigação.

Os resultados encontrados em uma metanálise mostraram que o exercício agudo está associado a um aumento significativo na concentração de irisina em adultos, sendo esse aumento mais elevado em indivíduos aptos e com baixo IMC, embora a aptidão física seja o fator determinante (FOX *et al.*, 2018). Outra metanálise avaliou o efeito do treinamento físico crônico na circulação de irisina em adultos e evidenciou que o exercício físico quando aplicado cronicamente está associado com diminuição dos níveis de irisina circulante, porém são necessários mais ensaios clínicos randomizados com diferentes modos de treinamento físico, que documentem a ingestão alimentar, que descrevem a perda de peso, as mudanças no percentual de gordura corporal ou no índice de sensibilidade e resistência à insulina (QIU *et al.*, 2015). Uma revisão publicada em 2016, cujo objetivo foi verificar a influência do exercício agudo e crônico nas concentrações de irisina em indivíduos adultos saudáveis, concluiu que o exercício agudo aumenta as concentrações de irisina, diferente do crônico, que parece não afetar sua concentração. E viu também que os protocolos de exercícios resistidos e de alta intensidade são mais eficazes em comparação com exercícios aeróbicos e de baixa intensidade, respectivamente. Portanto, são necessários estudos destinados a identificar os mecanismos subjacentes à produção e secreção de irisina induzida pelo exercício (RODRIGUES *et al.*, 2016).

Outra metanálise foi publicada em 2018, e teve como objetivo avaliar se os exercícios agudos e crônicos afetam as concentrações de irisina em indivíduos com sobrepeso. Como conclusão, observaram que os níveis desse hormônio após o exercício são transitórios, permanecendo inalterado ao longo do tempo. Também foi visto que os protocolos de exercícios resistidos e de alta intensidade são mais eficazes para aumentar as concentrações de irisina, corroborando a revisão publicada em 2016, porém estudos com períodos mais longos de treinamento físico e diferentes intervenções ainda são necessários (ANDRADE *et al.*, 2018). Mais recente ainda, foi publicada uma metanálise que observou que o exercício físico crônico pode aumentar os níveis de irisina nas populações de idosos saudáveis, obesos e adultos jovens obesos. Diferente do que ocorre na população de idosos doentes, cujos resultados deste estudo indicam nenhum efeito e até mesmo uma diminuição da irisina circulante. Contudo, os autores sugerem que esses resultados contraditórios e a grande heterogeneidade, juntamente com muitas outras contradições trazidas por pesquisas

anteriores nesta área, incluindo os métodos de detecção de irisina, exigem mais investigações (JANDOVA *et al.*, 2021).

Dessa forma, alguns artigos investigaram o efeito do exercício físico na concentração de irisina circulante em diferentes populações, porém, apresentaram divergências quanto aos resultados. O quadro 01 aponta os principais achados relacionados aos efeitos do treinamento nas concentrações de irisina circulante.

Quadro 01. Principais achados relacionados aos efeitos do exercício nas concentrações de irisina circulante.

Estudos/Ano	Amostra	Idade	Tipo e duração do Exercício	Protocolo de exercício	Metodologia de análise da irisina	Resultado
(RASHID <i>et al.</i> , 2020)	60 homens	Entre 20 e 43 anos	Exercício físico moderado	Aquecimento realizado com baixa carga + fase ativa aumentando o peso da carga gradualmente + fase de recuperação e relaxamento	ELISA	↑ os níveis de Irisina em ambos os grupos; Correlação negativa com glicose em jejum, insulina, resistência à insulina, função das células β e marcadores de adiposidade, IMC e CC.
			6 meses			
(BONFANTE <i>et al.</i> , 2017)	22 homens obesos	49,13 ± 5,75 anos	Exercício combinado	Treinamento de força (3 séries de 6–10 repetições máximas) e treinamento de resistência (caminhada / corrida a 55–85% do VO ₂ pico) na mesma sessão.	ELISA	↔ preservaram os níveis de irisina; Melhorou a aptidão física, a composição corporal e os marcadores metabólicos.
			24 semanas			
(ZHAO <i>et al.</i> , 2017)	17 homens idosos	Média de 62,1 anos	Exercício de força	6 exercícios de membros inferiores (2–4 s×5–12 r) + 5 exercícios CORE 55 minutos com 70–85% de 1RM	ELISA (48 horas)	↑ os níveis de Irisina no grupo treinamento de força; Redução do percentual de gordura.
			12 semanas			
(GHANBARI-NIAKI <i>et al.</i> , 2018)	48 mulheres na pós menopausa	55,7±4,9 anos	Exercício combinado	2 séries dos 12 exercícios com 3 minutos de descanso ativo entre cada série 55% de 1RM	ELISA (48 horas)	Efeitos positivos do treinamento, bem como da suplementação de <i>Z. multiflora</i> na expressão da irisina.
			8 semanas			
(KORKMAZ <i>et al.</i> , 2019)	144 homens	Meia idade	Exercício de força	Exercícios de força (85% de 1RM)	ELISA	Não elevou as concentrações de irisina.
			12 semanas			

(AMANAT <i>et al.</i> , 2020)	60 mulheres com sobrepeso e síndrome metabólica	54,5±6.9	Exercício de força	2 séries de 10 exercícios diferentes com 8-10 repetições para cada exercício e 5-10 min de descanso entre cada série. 75–80% de 1RM	ELISA (24 horas)	↑ os níveis de irisina quando comparado com o controle. Alteração positiva nos índices antropométricos e glicêmicos e perfil lipídico em comparação com o grupo controle
			12 semanas			
(KIM; KIM, 2018)	32 mulheres	65 e 80 anos	Exercício aquático	60 min com intensidade de até 65–70% FCR	ELISA	↑ os níveis séricos de irisina e BDNF
			16 semanas			
(HUANG <i>et al.</i> , 2017)	17 adultos obesos	Entre 18 e 40 anos	Exercícios combinados	Treinamento de força (2-3 séries de 12-15 RM – 40-55% de 1RM) e treinamento de resistência 70-85% da FC _{máx}) na mesma sessão.	ELISA	↑ significativos nos níveis de irisina. ↓ dos níveis de colesterol, triglicerídeos, LDL e insulina. Não houve alterações nos níveis de HDL.
			8 semanas			
(DIANATINASAB <i>et al.</i> , 2020)	60 mulheres com sobrepeso e síndrome metabólica	53,5±6,5	Exercício de força	2 séries de 10 exercícios diferentes com 8-10 repetições para cada exercício e 5-10 min de descanso entre cada série. 75–80% de 1RM	ELISA (24 horas)	Não houve alterações significativas nas concentrações de irisina, mas essas alterações foram positivamente correlacionadas com as alterações no peso corporal, percentual de gordura corporal e HOMA-IR. Redução dos triglicerídeos e do colesterol LDL.
			8 semanas			

Legenda: ELISA: Enzyme-Linked Immunosorbent Assay; FC_{pico}: frequência cardíaca de pico; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; 1RM: uma repetição máxima; km/h: quilômetros por hora; VO₂_{pico}: volume de oxigênio de pico; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; LDL: lipoproteína de baixa densidade; FCR: frequência cardíaca de reserva.

2.4 Método de restrição de fluxo sanguíneo associado ao treinamento de força

O Treinamento de força com baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo é utilizado como alternativa ao treinamento de força com altas cargas (TFAC), acima de 70% de 1RM, ou quando se quer complementá-lo, visando o aumento dos níveis da força e da hipertrofia muscular. Esse método utiliza cargas, entre 20-50% de 1RM e torniquetes pneumáticos fixados à região proximal do esqueleto apendicular, restringindo a passagem do fluxo sanguíneo para a musculatura exercitada (ABE *et al.*, 2010; ABE; KEARNS; SATO, 2006). Tal assertiva já foi comprovada em populações jovens saudáveis (LOENNEKE *et al.*, 2012; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016) e no público idoso (CENTNER *et al.*, 2019; LIXANDRÃO *et al.*, 2018), susceptíveis à sarcopenia (KONG *et al.*, 2022). Levando em consideração os benefícios desse método de treinamento, em relação aos ganhos de MM semelhantes aos treinamentos de forças com altas cargas, sua utilização é fortemente encorajada em populações impossibilitadas de realizar exercício muito vigorosos, a exemplo de idosos frágeis, indivíduos lesionados, em reabilitação, no pós-operatório, com doenças inflamatórias, ou na expectativa de diminuir a exposição ao risco de lesão (ARAÚJO *et al.*, 2015; PATTERSON *et al.*, 2019).

É sabido que o TFBC + RFS é mais eficaz para ganhos de força do que o TFBC, todavia, quando comparado ao TFAC, apresenta em muitos casos ganhos inferiores dependendo da população estudada (HUGHES *et al.*, 2017a; LIXANDRÃO *et al.*, 2018; LOENNEKE *et al.*, 2012; OZAKI; LOENNEKE; ABE, 2017). No entanto, em relação ao aumento da MM, Lixandrão *et al.*, (2018) observaram que o TFBC + RFS é tão eficaz quanto o TFAC, independente do protocolo, largura do manguito e pressão de restrição arterial absoluta. As contrações musculares realizadas sob a pressão dos manguitos promovem alterações no fluxo sanguíneo devido ao aumento da pressão intramuscular, impedindo o retorno venoso sob o manguito, resultando na restrição parcial do fluxo sanguíneo arterial em regiões mais distais (PATTERSON *et al.*, 2019). Esse tipo de treinamento aumenta a síntese de proteína através da via mTOR, ampliando o aumento da força e da hipertrofia, maximiza consequentemente o desempenho funcional, reduz o surgimento de problemas crônicos de saúde como a hipertensão, o diabetes, a obesidade e problemas cardíacos, além de interferir

positivamente na composição corporal (AMANI-SHALAMZARI *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2015; TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000).

Alguns estudos comprovaram que o TFBC + RFS promove por meio da baixa tensão mecânica, do alto estresse metabólico e da hipóxia celular, uma maior produção sistêmica do hormônio do crescimento (GH) (TAKARADA; TAKAZAWA; ISHII, 2000; TAKARADA, *et al.*, 2000a) e redução da síntese da miostatina, (LAURENTINO *et al.*, 2012). Esse método também se mostrou eficaz para aumentar os níveis plasmáticos de irisina em jovens universitários em uma sessão aguda de exercício, quando analisada imediatamente após a sessão e 15 minutos depois (KRAEMER *et al.*, 2015). O primeiro estudo que investigou o efeito do TFBC + RFS, na força muscular em idosos, foi o de Takarada *et al.*, (2000b), no qual 24 idosos realizaram TFBC + RFS, com (30% de 1RM) e (compressão de $138,2 \pm 5,8$ mmHg); e o TFAC com (50 a 80% de 1RM) durante 16 semanas. Os resultados mostraram que os grupos de TFBC + RFS e TFAC apresentaram aumentos significantes e similares de força muscular ($18,4 \pm 1,5\%$ e $22,6 \pm 2,0\%$, respectivamente), porém, o mesmo indivíduo realizou o TFAC em um braço e no braço contralateral o TFBC + RFS, podendo o aumento da força ter sido afetada pelo treinamento unilateral, pois a adaptação no sistema neuromuscular também pode ser associada ao lado da musculatura não treinada ou treinada por outro método (CARROLL *et al.*, 2006).

Apenas em 2011, Karabulut *et al.*, (2011) estudaram as adaptações da força muscular produzidas pelos TFAC e TFBC + RFS comparadas a um grupo controle sem intervenção, em idosos. Esse estudo foi conduzido durante 6 semanas, no qual o grupo TFAC realizou 3 séries de 10 repetições, utilizando intensidade de 80% de 1RM e o grupo TFBC + RFS realizou 3 séries, sendo a primeira de 30 e duas seguintes de 15 repetições, para cada exercício, com intensidade de 20% de 1RM. Os resultados mostraram que houve aumentos similares da força muscular entre os grupos no exercício do *leg press*, enquanto para o exercício de extensão de joelho, ambos os grupos aumentaram os níveis de força, entretanto o TFAC se mostrou mais eficaz.

Em seguida, Vechin *et al.*, (2015), compararam o efeito do TFBC + RFS e TFAC, durante 12 semanas, sobre a força e MM do quadríceps em idosos. Os protocolos de treinamento consistiram em 4 séries de 10 repetições com carga de 70 a 80% de 1RM para o grupo TFAC e 4 séries com cargas entre 20 e 30% de 1RM para o grupo TFBC + RFS. A pressão de RFS foi ajustada em 50% da pressão arterial

tibial máxima e sustentada durante toda a sessão de treinamento. Ambos os protocolos de treinamento aumentaram a força e MM, contudo, embora tenha ocorrido um aumento da força muscular para o grupo TFBC + RFS, não houve diferença significativa após 12 semanas de treinamento.

Mais recentemente, Yasuda *et al.*, (2016) investigaram o efeito de 12 semanas do TFAC e TFBC + RFS, utilizando faixas elásticas, na força e na MM em idosos. A intensidade de treinamento do grupo TFAC variou de 5,6 a 8,4 na escala de percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES), correspondendo a intensidade de 70 a 90% de 1RM, entretanto a intensidade do grupo TFBC + RFS foi metade da realizada no TFAC. Os achados desse estudo demonstraram aumento no teste de 1RM do exercício *leg press* para ambos os grupos. Uma revisão sistemática, publicada em 2019, teve como objetivo de avaliar se o treinamento com RFS em pacientes com mais de 50 anos resultaria em hipertrofia muscular, aumento da força ou maior função física; sendo possível concluir que a RFS promoveu a hipertrofia, aumentando assim, a força muscular e melhorando a função física em idosos. No entanto, esses achados devem ser considerados com cuidado, pois a maioria dos estudos apresentou risco moderado ou alto de viés e apresentou apenas pequenos tamanhos de amostra (BAKER *et al.*, 2020).

Uma metanálise foi publicada recentemente, com objetivo de determinar a eficácia do TFBC + RFS comparado ao TFAC na força e MM em idosos não ativos. Os autores concluíram que TFBC + RFS pode induzir o aumento da força e da MM pelo menos em extensão semelhante à do TFAC, no entanto, deixam claro que são necessários mais estudos, pois há um pequeno tamanho da amostra na maioria dos estudos analisados, muitas diferenças na metodologia e a má qualidade em muitos deles (RODRIGO-MALLORCA *et al.*, 2021).

Outra revisão, publicada em fevereiro de 2022, analisou as alterações que o treinamento com RFS provoca em indivíduos com patologias neuro-músculo esqueléticas e/ou sistêmicas e concluíram que aplicação da técnica pode trazer benefícios a curto e médio prazo para aumentar a força, espessura muscular e resistência cardiovascular, além de melhorar o nível fisiológico do sistema cardiovascular. Além disso, os autores reafirmam que TFBC + RFS alcança benefícios comparáveis ao treinamento de força com alta carga, principalmente para os pacientes que não conseguem levantar cargas elevadas e sugeriram que esses

resultados são devido à substituição do estresse mecânico pelo estresse metabólico e a ativação corticomotora do músculo. No entanto, os mesmos afirmam que os resultados dos estudos incluídos são insuficientes para indicar uma tendência favorável dos efeitos da RFS a longo prazo (REINA-RUIZ *et al.*, 2022). De fato, a TFBC + RFS é uma alternativa viável ou complementar ao TFAC, uma vez que promove o aumento da força muscular, hipertrofia e promove a melhoria da composição corporal e do desempenho, tanto em idosos quanto em indivíduos jovens, contudo, ainda são limitados os estudos desse tipo de treinamento em idosos saudáveis, o que poderia ajudar a combater a reduzida adesão e aderência ao treinamento com altas cargas.

O efeito do treinamento de força associado à restrição de fluxo sanguíneo nas concentrações de irisina já foi observado em uma quantidade ínfima de estudos. O primeiro deles, foi realizado por Kraemer *et al.*, (2015), e observou em um experimento agudo realizado com estudantes universitários, que esse tipo de intervenção foi significativamente mais eficiente para estimular a produção da irisina no organismo quando comparado ao TF com cargas de 70% de 1RM. Aumentos nos níveis dessa miocina foram observados logo após o término e 15 minutos depois da sessão experimental.

Outro estudo, comparou o efeito de seis semanas de TFBC + RFS com duas intensidades diferentes (20-30% e 30-40% de 1RM), no percentual de gordura, força muscular e nível sérico de irisina em mulheres com sobrepeso. Os autores concluíram que, houve aumento significativo da força com as duas intensidades de treinamento e diminuição do percentual de gordura quando utilizado de 20-30% de intensidade, não havendo, portanto, alterações nos níveis séricos de irisina (MOHAMMADIYAN; GHAREMANI MOGHADDAM; HAKKAKDOKHT, 2021).

Pazokian; Amani-Shalamzari; Rajabi, (2022), realizaram um programa de treinamento funcional de 6 semanas em um grupo de homens idosos, com o objetivo de investigar o efeito do TF com altas cargas e do TFBC + RFS nas concentrações de irisina. Os autores concluíram que não houve alteração nos níveis de irisina e pouca diferença quando comparado os tipos de treinamento.

Um estudo conduzido por Cordingley; Anderson; Cornish, (2023) investigou um grupo de 8 adultos jovens e outro de 7 idosos, cujo objetivo foi verificar se a idade ou o nível de treinamento interferia no comportamento dos níveis séricos de irisina após

uma sessão aguda de TFBC + RFS. Os pesquisadores concluíram que após uma sessão de treinamento, não houve diferença significativa nos níveis de irisina entre os grupos quando destreinados, no entanto, na condição de treinados, observou-se que os adultos jovens apresentaram níveis de irisina mais elevados, imediatamente após, 24 horas e 48 horas após a sessão de treino, apesar disso foi possível observar que 6 horas após a sessão de TFBC + RFS, a irisina no grupo dos idosos aumentou significativamente quando comparado ao momento imediatamente após.

CAPÍTULO III

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa tese foi proveniente de um projeto guarda-chuva denominado “FORTE-MENTE-ATIVA”, desenvolvido no Laboratório de Cineantropometria e Movimento Humano (LABOCINE), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O mesmo foi registrado na Plataforma Brasileira de Ensaios Clínicos (www.ensaiosclinicos.gov.br; Identificador: RBR-7BC8ZP em 01/07/2019) e seguiu as recomendações do “Consolidated Standards of Reporting Trials” (CONSORT) e “Standart Protocol Items: recommendations for Interventional Trials” (SPIRIT) (CHAN *et al.*, 2013). A partir do supracitado projeto, já foram produzidas: duas teses, uma dissertação, duas monografias e uma terceira tese está em fase de construção.

3.1 Delineamento do estudo

O presente estudo experimental foi caracterizado como sendo um ensaio clínico controlado e aleatorizado, com delineamento em paralelo, simples cego (com cegamento dos avaliadores), onde se analisou o efeito de três tipos de treinamento de força, na composição corporal, no perfil lipídico e nos níveis séricos de irisina, em um período de 16 semanas. Para tanto, os grupos experimentais realizaram, 1) treinamento de força com baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo, 2) treinamento de força com carga moderada e, 3) treinamento de força com baixa carga, e as participantes foram submetidas a avaliações no momento pré e pós-intervenção, sendo ao final, comparadas a um grupo controle (CON), que não participou das intervenções, mas que realizou as mesmas avaliações, figura 02.

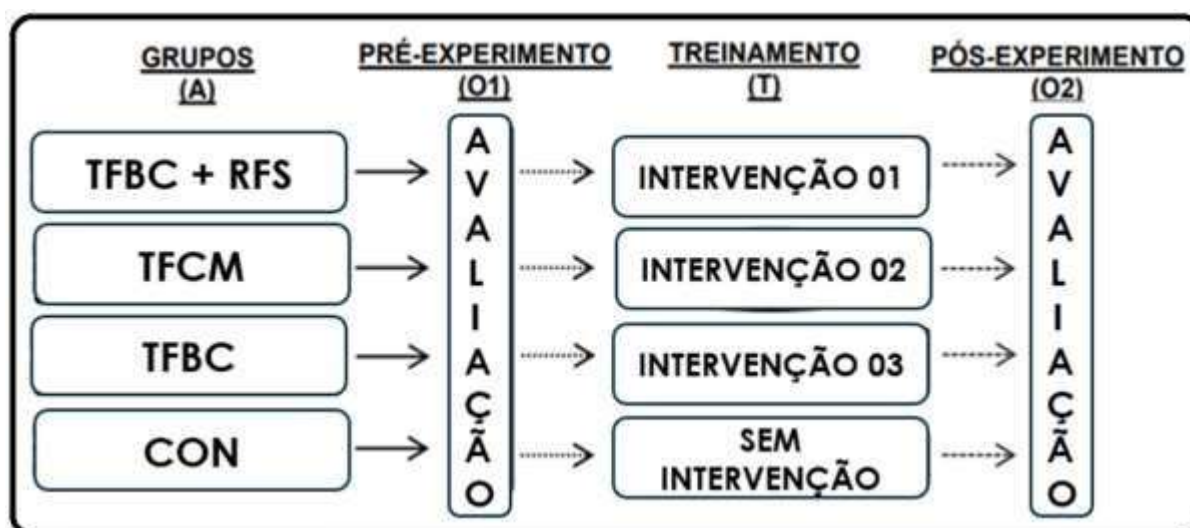


Figura 02. Fluxograma do desenho experimental.

Legenda: A = Aleatorização; O1 = Observação 1 (avaliação pré - treinamento); T = Tratamento; O2 = Observação 2 (avaliação pós - treinamento). TFBC + RFS: treinamento de força com baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo; TFCM: treinamento de força com carga moderada; TFBC: treinamento de força com baixa carga; CON: controle.

3.2 População e amostra

Participaram deste estudo 62 idosas na faixa etária entre 60 – 77 anos, fisicamente ativas. O dimensionamento amostral deste estudo foi realizado a partir de amostras sanguíneas oriundas de um projeto “guarda-chuva”. O cálculo amostral foi realizado utilizando o software G*Power 3.1 Faul *et al.*, (2007), baseado nos resultados de dois trabalhos metodologicamente semelhantes ao presente estudo (PEREIRA *et al.*, 2019; PLUMMER-D’AMATO *et al.*, 2012). Assim, os parâmetros considerados foram: $\alpha = 0,05$; potência $(1 - \beta) = 0,80$; tamanho do efeito = 0,32; número de grupos = 4; número de mensurações = 2; e perda amostral de 15%. A amostra mínima total exigida foi fixada em 36 voluntárias.

Estavam aptos a participar deste estudo, as voluntárias com idade entre 60 e 80 anos; aparentemente saudáveis; que não tivessem problemas osteo-articulares nos membros superiores e inferiores, que contraindicassem a realização de exercícios de força (*Status* de saúde - APÊNDICE A); fisicamente ativa, tendo como ponto de corte considerado para classificação da atividade física de moderada a vigorosa de 1041 *counts/min*, mensurado por um acelerômetro Copeland; Esliger, (2009); sem histórico de doenças cardiovasculares, neurológica ou psiquiátrica prévia e hipertensão controlada; ausência de histórico de traumatismo cranioencefálico com

perda de consciência por mais de 30 minutos; não fumantes e não alcoólicos; 7) sem comprometimentos visual, motor e auditivo (não corrigidos); escolaridade mínima (ensino fundamental completo); não apresentar Índice Tornozelo Braquial ($< 0,90$ e $> 1,30$) que caracterize sinal de doença arterial periférica conforme Resnick *et al.*, (2004); não ter participado de TF há pelo menos 6 meses e menos de 5 anos de experiência no TF durante toda a vida; apresentar valor acima de 24 no questionário Mini-Mental State Examination (MMSE) (ANEXO) C.

Seriam excluídas do estudo, as voluntárias que tivessem mais de 25% de ausência nas sessões totais de treinamento; que se ausentassem de alguma etapa dos testes, ou desistissem do estudo.

3.3 Variáveis selecionadas para o estudo

3.3.1 Variáveis independentes.

- ✓ Programa de treinamento de força, utilizando pesos livres e máquinas, composto por quatro exercícios para membros superiores e inferiores;
- ✓ Configurações distintas de treinamento, com variação da intensidade, consistindo na realização de séries e repetições, executadas com cargas moderadas, baixas, com e sem restrição de fluxo sanguíneo.

3.3.2 Variáveis dependentes (desfechos)

Desfechos secundários (composição corporal):

- ✓ Massa corporal (kg);
- ✓ Índice de massa corporal (kg/m^2);
- ✓ Massa muscular (kg);
- ✓ Gordura corporal (%).

Desfechos secundários (perfil lipídico):

- ✓ Colesterol total (mg/dl);
- ✓ Triglicerídeos (mg/dl);
- ✓ Lipoproteína de alta densidade (mg/dl);
- ✓ Lipoproteína de baixa densidade (mg/dl).

Desfecho principal:

- ✓ Níveis séricos de irisina (ng/ml).

3.3.3 Variáveis intervenientes.

- ✓ Dieta: ingestão de alimentos e quantidades, horários e tipos de refeições ou suplementação nutricional não controlada.
- ✓ Atividade física e rotina diária: horas de sono, estado de humor, esforços de natureza laboral ou atividades recreativas não controladas.

3.4 Procedimentos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) núm. 11399019.7.0000.5188, conforme a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, conforme os ditames da Declaração de Helsinki sobre a experimentação humana (ANEXO A).

Para tanto, houve um rigoroso cuidado na preservação da integridade física e moral das participantes e antes das avaliações do momento pré-intervenção, todas elas receberam instruções explicativas acerca dos objetivos do estudo, procedimentos metodológicos, benefícios, riscos e dificuldades. Após isso, todas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B), que continha todas as informações inerentes ao estudo.

3.5 Procedimentos para coleta de dados

A primeira ação realizada foi o recrutamento das voluntárias, que ocorreu na cidade de João Pessoa – PB e regiões circunvizinhas. Foram realizadas divulgações por meio de visitas às praças públicas, entrega de panfletos e fixação de cartazes, além de anúncios em mídias sociais (TV, rádio), contato com voluntários de pesquisas anteriores e em locais que ofertam programas de exercícios físicos para idosos. Todos os procedimentos avaliativos e experimentais foram realizados nas dependências do LABOCINE, localizado na UFPB.

Ao final da avaliação pré-experimental, outro pesquisador, utilizando o site <http://www.randomizer.org>, distribuiu aleatoriamente as voluntárias nos grupos experimentais e controle, por meio de uma sequência oculta, estratificada pelas medidas de força muscular e idade. Diante disso, o pesquisador principal ficou cego no decorrer do estudo em relação à alocação dos indivíduos nos grupos, avaliação da variável principal (níveis séricos de irisina) e variáveis secundárias (perfil lipídico e composição Corporal), bem como, tabulação dos dados e análise estatística.

É possível observar na figura 03 o fluxograma contendo o processo de elegibilidade, recrutamento, alocação, acompanhamento e análises do estudo.

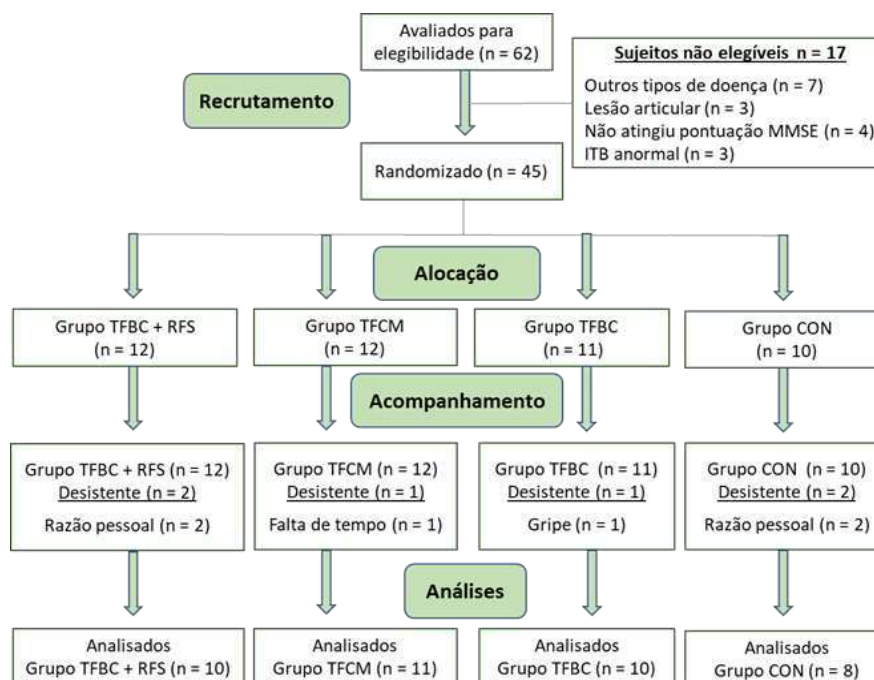


Figura 03. Fluxograma do estudo.

Legenda: ITB: índice tornozelo braquial; TFBC + RFS: treinamento de força de baixa carga associado à restrição parcial de fluxo sanguíneo; TFCM: treinamento de força de carga moderada; TFBC: treinamento de força de baixa carga; CON: controle.

Antes do início das intervenções, todos os procedimentos foram explicados, destacando os riscos e desconfortos que poderiam ocorrer, e após isso, as voluntárias ficaram livres para dirimir quaisquer dúvidas que ainda pudessem existir.

Na primeira semana, antes do início do programa de treinamento, as voluntárias assinaram o TCLE (APÊNDICE B), responderam os questionários de status de saúde (APÊNDICE A) e preencheram o PAR-Q (ANEXO B), assim, foi possível obter informações sobre a prontidão preventiva para realização de exercício físico (LUZ; MARANHÃO NETO; VERAS FARINATTI, 2007). Iniciaram-se também as sessões de familiarização com os exercícios (testes e treinos).

Na segunda semana, 72h após a última sessão de familiarização, foram realizadas as avaliações pré-treinamento, que compreenderam as medidas antropométricas, as coletas sanguíneas e o teste de 1RM, conforme a figura 04. A reprodutibilidade do teste de 1RM foi realizada 72h após a medida pré-teste, em dias alternados.

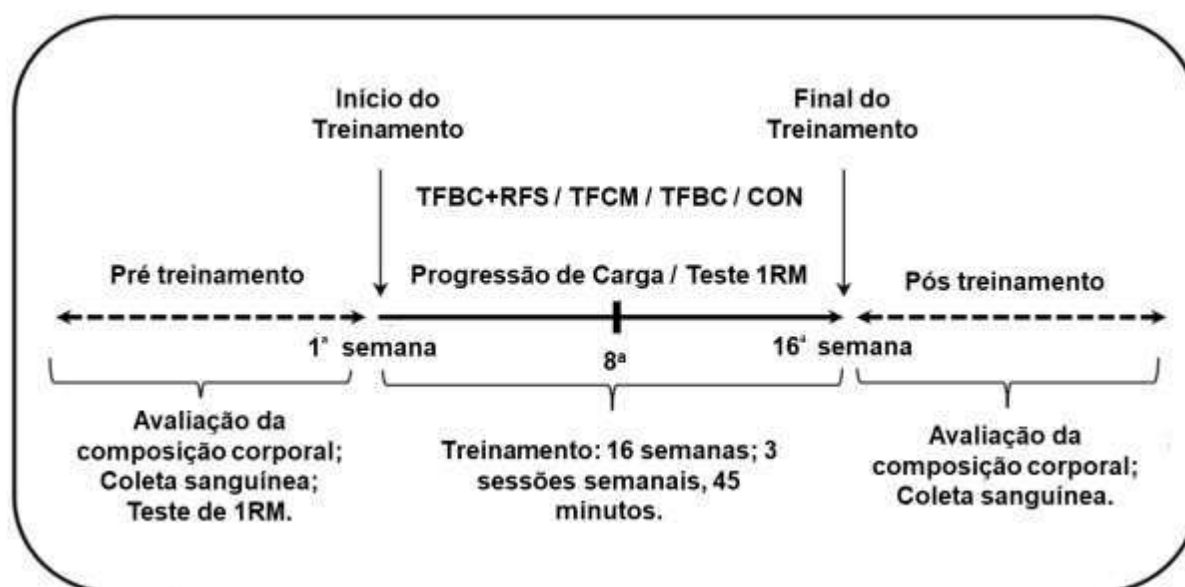


Figura 04. protocolo experimental

Legenda: 1RM: uma repetição máxima; TFCM: treinamento de força de carga moderada; TFBC + RFS: treinamento de força de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo, TFBC: treinamento de força de baixa carga, CON: controle; PC: progressão de carga.

3.5.1 Avaliação antropométrica

A estatura (m) foi medida utilizando um estadiômetro (Wiso®, model E210, Santa Catarina, Brasil), com as voluntárias descalças e de pé em posição anatômica, com a face voltada à frente no plano de *Frankfurt*, em cima de uma superfície plana e com a parte posterior do corpo encostada em uma parede (CIRILO-SOUSA, 2008). A MC, o IMC, a MM e o %G foram quantificados com a bioimpedância (InBody 570 Biospace®, San Francisco – Califórnia, EUA), com medida direta segmentar multi-frequência e sistema de eletrodos tetrapolares com 8 pontos táteis (BEDOGNI *et al.*, 2002).

3.5.2 Índice tornozelo braquial

De acordo com Resnick *et al.*, (2004), o índice tornozelo braquial é um preditor independente de eventos cardiovasculares, com 95% de sensibilidade e 99% de especificidade para a doença arterial obstrutiva periférica, englobando os seguintes valores para esta condição: $< 0,9$ e $> 1,4$. Tendo em vista que o ITB foi utilizado como ponto de corte para inclusão nesta pesquisa, todo indivíduo fora dos parâmetros normais, foi impedido de realizar exercícios com RFS (LOENNEKE *et al.*, 2012).

Para estimar o ITB, utilizou-se um *doopler* vascular portátil (DV2001 - Medpej®, Ribeirão Preto–SP, Brasil) de alta frequência e um Torniquete Pneumático Komprimeter – (Riester® - Jungingen, Alemanha). Primeiro foi aferida a pressão arterial sistólica (PAS) dos membros inferiores (artéria tibial ou pediosa) e dos membros superiores (artéria braquial). Para tanto, as voluntárias obedeceram às seguintes recomendações: não estar com a bexiga cheia, não fumar, não ingerir bebida cafeinada, não realizar exercícios nos últimos 30 minutos que antecedem o exame, não cruzar os braços ou pernas e não falar durante o procedimento. Em seguida, foram posicionadas sobre uma maca em decúbito dorsal, e permaneceram por 10 minutos em repouso. Por fim, foram obtidas as medidas de cada vaso sanguíneo, de maneira rotacional, com intervalos de 2 minutos entre elas (RESNICK *et al.*, 2004). Sendo o valor do ITB, calculado bilateralmente por meio das seguintes razões:

$$1) \quad \text{ITB Direito} = \frac{\text{PAS do tornozelo direito}}{\text{PAS do braço direito}}$$

PAS do braço direito

$$2) \quad \text{ITB Esquerdo} = \frac{\text{PAS do tornozelo esquerdo}}{\text{PAS do braço esquerdo}}$$

3.5.3 Avaliação da atividade física

As participantes foram orientadas a utilizar um acelerômetro triaxial 'Actigraph GT3X +' (Actigraph®, Pensacola, FL, EUA), por sete dias consecutivos fixado ao lado direito do quadril com cinta elástica, podendo retirá-lo apenas para tomar banho, dormir ou realizar atividades na água, devendo sempre que fosse removido, registrar em diário o motivo e o tempo que ficaram sem o equipamento. Elas receberam ligações telefônicas três vezes por semana (a cada dois dias), para estimular o uso do equipamento. Além disso, receberam um panfleto com todas as instruções necessárias para o uso. Os dados eram registrados pelo acelerômetro com intervalos de 60 segundos e foram analisados com auxílio do software ActiLife 6.12 (Actigraph®, Pensacola, FL, EUA). As informações acerca das atividades físicas das voluntárias só foram incluídas, quando a participante acumulava no mínimo 10h diárias de gravação, por no mínimo 4 dias, incluindo 1 dia de final de semana. Adotou-se como ponto de corte para atividade física de moderada a vigorosa, 1.041 counts/min.

3.5.4 Compressão externa de restrição de fluxo sanguíneo

Para determinar o percentual da compressão externa (mmHg), utilizado na técnica de RFS, durante os exercícios físicos, foi preciso, inicialmente, identificar o ponto de oclusão arterial do segmento corporal exercitado. Para isso, utilizou-se um esfigmomanômetro especial (Tourniquet pneumático komprimeter – Riester®, Jungingen, Alemanha), o qual possui as seguintes características: 13 cm de largura x 96 cm de comprimento com extensão de mangueiras do manguito para membros inferiores, e 9 cm de largura e 57cm de comprimento, para os membros superiores; bem como um *doppler* Vascular Portátil (DV2001 - Medpej®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e o gel de acoplamento.

Conforme a técnica utilizada por Laurentino *et al.*, (2012), as voluntárias foram acomodadas em decúbito dorsal, com o manguito posicionado na região mais

proximal das coxas e dos braços, e para captar o som do fluxo sanguíneo arterial, o transdutor do *doppler* foi posicionado sobre a pele, no trajeto das artérias tibial posterior e braquial (uma de cada vez), com uma inclinação de aproximadamente 60° em relação ao eixo longitudinal do vaso. Em seguida, o manguito foi inflado, aplicando uma compressão externa para obstruir totalmente o fluxo de sangue, até que o pulso auscultatório ficasse inaudível. Nesse momento, foi registrado o valor da compressão como sendo o ponto de oclusão arterial total. A partir daí, para o treinamento do grupo TFBC + RFS, utilizou-se uma compressão parcial de 50% do valor obtido na obstrução total.

3.5.5 Teste de força muscular de uma repetição máxima (1RM)

O teste de 1RM foi utilizado para avaliar a força muscular dinâmica máxima, em todos os exercícios realizados no programa de TF deste estudo, devido a sua segurança, tanto do ponto de vista ortopédico como cardiovascular Dias *et al.*, (2013), e serviu como parâmetro para o ajuste do percentual de carga de todos os exercícios.

Os testes foram precedidos de um aquecimento geral em uma bicicleta ergométrica (ErgoFit®model 167, Pirmasens, Alemanha), a 25 watts, durante cinco minutos, seguido de uma série de exercícios de alongamentos para membros superiores e inferiores (5 minutos), além de um aquecimento específico, composto de duas séries: a primeira com oito repetições com aproximadamente 50% da carga estimada para 1RM, seguido de uma segunda série de três repetições a 70% de 1RM estimada. O período de intervalo entre o fim do aquecimento e a realização do teste, assim como, em cada tentativa, foi de três a cinco minutos.

Durante o teste propriamente dito, a cada tentativa, foram progressivamente adicionados aproximadamente 5% do peso utilizado na última série de aquecimento específico, fazendo um intervalo de três a cinco minutos entre cada tentativa. Foram realizadas no máximo cinco tentativas até o momento em que o aumento da carga (kg) impossibilitasse a execução da amplitude correta de movimento, assim, a maior carga conseguida na tentativa anterior à falha do movimento, foi considerada como 1RM (ACSM, 2017).

O reteste de 1RM foi realizado 72 horas após o primeiro, e obteve o seguinte coeficiente de correlação intraclasse (CCI): supino = 0,97; rosca direta = 0,98; Leg press 45° = 0,97 e agachamento = 0,98.

3.5.6 Coleta sanguínea

As coletas sanguíneas foram realizadas um dia antes e um dia após o período experimental, após um jejum noturno, sempre entre as 07h00min e 9h00min da manhã. As amostras de sangue (10 mL) foram coletadas por venopunção padrão da veia cubital mediana esquerda, após um período de repouso de 30 minutos, em uma sala refrigerada a (25 ° C), bem iluminada e higienizada. Em seguida, as amostras de soro foram separadas do sangue total por centrifugação a 2.000 RPM por 15 min. E por fim, as amostras foram refrigeradas e armazenadas em um freezer, em uma sala específica para armazenamento de amostras biológicas do Departamento de Odontologia na UFPB, com sistema de alimentação de energia de segurança (gerador de energia para emergências) em temperatura de – 80 °C até posterior análise.

3.5.7 Análises bioquímicas

Todos os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Análises Toxicológicas (LABETOX), em temperatura controlada entre 20 e 25 °C por uma pesquisadora experiente em análises bioquímicas (avaliadora cega para intervenção).

As concentrações séricas de irisina foram determinadas a partir do método de imunoabsorção ligado à enzima (ELISA) conforme as especificações técnicas do KIT, HUMAN IRISIN/FNDC5, DUOSET ELISA, 5 PLATE, USA R&D SYSTEMS INC. Inicialmente realizou-se o descongelamento das amostras, que foram centrifugadas a 10.000 RPM, durante 10 min, para a remoção completa das plaquetas.

Em seguida, foram realizados oito passos: (1) adição de 100 µl de cada padrão e amostras em poços apropriados. Cobertura dos poços e incubação por 10h (*overnight*) a 4 °C com agitação suave; (2) descarte da solução e lavagem de poços com “*Wash Buffer*” com pipeta multicanal; (3) adição de 100 µl de “anticorpo de detecção” em cada poço e incubação por 1h em temperatura ambiente; (4) descarte da solução e lavagem conforme etapa 2; (5) adição de 100 µl de estreptavidina-HRP

em cada poço e incubação por 45 minutos; (6) descarte da estreptavidina-HRP e lavagem conforme etapa 2; (7) adição de 100 µl de reagente Colorimétrico TMB para cada poço e incubação por 30 minutos em temperatura ambiente no escuro com agitação suave; (8) adição de 50 µl de solução de parada a cada poço.

Após os passos indicados pelo fabricante, a reação foi lida em espectrofotômetro a 450 nm. Todas as amostras referentes ao mesmo indivíduo foram analisadas usando a mesma placa, e os níveis de irisina foram expressos em ng/ml, sendo todas as amostras analisadas em duplicatas.

As análises referentes ao perfil lipídico (CT, TG e HDL) foram realizadas no analisador bioquímico automatizado CHEMWELL-T. Com todos os reagentes obtidos da Labtest. Os níveis séricos das variáveis lipídicas foram medidos por meio de ensaios enzimáticos e tiveram seus protocolos executados de acordo com as orientações do fabricante. Os valores de LDL foram obtidos a partir da equação de Friedewald; Levy; Fredrickson, (1972), sendo ela: $LDL = CT - HDL - (TG/5)$.

3.5.8 Protocolos de treinamento de força

Os protocolos experimentais foram realizados no decorrer de 16 semanas, nas dependências do LABOCINE, em ambiente com temperatura controlada (26 °C a 29 °C) e foram subdivididos em três sessões semanais, totalizando 48 sessões. A prescrição do TF foi realizada, conforme Araújo *et al.*, (2021), e consistiu na realização de quatro exercícios, realizados de forma não consecutiva, entre os quais: supino reto, rosca direta (membros superiores), agachamento e *leg press* 45° (membros inferiores).

Para determinação da carga de treinamento, utilizou-se o teste de 1RM, que serviu como referência para todos os grupos experimentais. O grupo TFCM utilizou uma carga de 60% de 1 RM e os grupos TFBC e TFBC + RFS utilizaram cargas de 20% de 1RM. A progressão da carga foi realizada, após a oitava semana de treinamento, de acordo com as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM, 2017).

A formatação do protocolo experimental permitiu que todos os grupos de intervenção realizassem de forma equalizada, o mesmo volume de treinamento (3

séries x 10 repetições), os intervalos e o tempo sob tensão muscular, diferenciando apenas a intensidade e o incremento da técnica da RFS para o grupo TFBC + RFS.

As participantes foram instruídas a manter a execução do movimento sob tensão muscular constante, numa razão de aproximadamente um segundo na fase concêntrica e dois segundos na fase excêntrica. O grupo TFBC + RFS realizou o treinamento de forma condicionante, induzido por compressão externa, por meio de manguito inflável, acomodado na região mais proximal dos membros superiores e inferiores exercitados, sendo retirada a compressão apenas entre os exercícios. É possível observar os programas de TF de cada grupo experimental na tabela 01.

Tabela 1. Logística do programa de treinamento de força de cada grupo.

	Grupos	Séries	Repetições	Intensidade	Exercícios	Intervalo entre séries	Intervalo entre exercícios
Semana 1 a 8	TFCM			60% de 1RM	Supino reto		
	TFBC + RFS			20% de 1RM	Rosca bíceps		
	TFBC	3	10		Agachamento	60"	120"
Semana 9 a 16	TFCM			60% de 1RM	Leg press 45°		
	TFBC + RFS						
	TFBC			20% de 1RM			

Legenda: “: segundos; TFBC + RFS: treinamento de força de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo; TFCM: treinamento de força de carga moderada; TFBC: treinamento de força de baixa carga; 1RM: uma repetição máxima.

3.6 Plano analítico

O tratamento dos dados (tabulação e análise) foi efetuado no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS versão 22.0). Antes de quaisquer outros procedimentos, uma análise preliminar exploratória das variáveis estudadas foi executada, envolvendo representação gráfica (histogramas e *box plot*) e distribuição de frequências, com intuito de detectar casos atípicos (*outliers*) e possíveis erros de digitação.

Os desvios da distribuição padrão normal em cada variável, foram analisados pelo teste de *Shapiro-Wilk*. A representação das análises dos dados foi expressa a partir da estatística descritiva de tendência central (média), e de dispersão (desvio padrão). Para testar a reprodutibilidade da carga entre os testes de 1RM e retestes, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI).

Para avaliar a diferença entre os grupos (TFBC + RFS, TFCM, TFBC e CON), em relação aos níveis séricos de irisina, marcadores bioquímicos e a composição corporal, nos momentos pré e após 16 semanas de treinamento, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) *multivariada*. Para melhorar a legibilidade, foi calculado o Eta quadrado (η^2), onde os valores do tamanho do efeito foram interpretados como: η^2 0 – 0,01 (sem efeito); 0,01 – 0,04 (pequeno); 0,04 – 0,11 (médio) e $> 0,11$ (alto).

Quando as variáveis testadas apresentaram significância estatística ($P \leq 0,05$), análises *post hoc* foram conduzidas em comparações múltiplas com as correções de *Tukey*, para detectar entre quais níveis da variável essa significância foi anunciada.

Para análise do efeito tempo intragrupo (pré e após 16 semanas de intervenção), utilizou-se o teste t de *Student*. Calculou-se também o tamanho do efeito *d* de Cohen, onde os valores foram interpretados como: $d < 0,20$ (pequeno); $d = 0,20$ – $0,80$ (moderado); $d > 0,80$ (grande), de acordo com (COHEN, 2013).

As relações entre a variável desfecho (níveis séricos de irisina) e as variáveis do perfil lipídico e da composição corporal, foram analisadas a partir da correlação de *Pearson*, sendo seus resultados interpretados da seguinte forma: $r = 0,00$ (ausência de correlação); $r = 0,01$ – $0,19$ (correlação bem fraca); $r = 0,20$ – $0,39$ (correlação fraca); $r = 0,40$ – $0,69$ (correlação moderada); $r = 0,70$ – $0,89$ (correlação forte); $0,90$ – $0,99$ $r =$ (correlação muito forte) e $r = 1,00$ (correlação perfeita).

Por fim, o nível de significância adotado no presente estudo para todas as análises foi de $P \leq 0,05$.

CAPITULO IV

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em atendimento à norma núm. 002/2015 que dispõe sobre a normatização para a elaboração das teses no Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física da UPE/UFPB, a presente tese de doutorado foi organizada conforme o formato de artigos, devendo ser composta por pelo menos dois, os quais devem ser apresentados na sessão de apresentação e discussão dos resultados. Para mais informações, visite o seguinte endereço eletrônico: <https://bit.ly/normaspapgef>. Diante do exposto, foram desenvolvidos dois artigos apresentados em seguida.

O primeiro artigo consiste em uma revisão sistemática, intitulada: **“ALTERAÇÕES DOS NÍVEIS DE IRISINA CIRCULANTE NO TREINAMENTO RESISTIDO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MULHERES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA”**;

O segundo artigo (estudo original), titulado: **“EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E NÍVEIS SÉRICOS DE IRISINA EM MULHERES IDOSAS”**.

4.1 Artigo 1

Alterações dos níveis de irisin circulante no treinamento resistido e na composição corporal de mulheres: uma revisão sistemática

Treinamento resistido, composição corporal e irisin circulante

*Carlos Renato Paz^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0001-9733-2105>

Micheline Freire Donato²

Coorientadora

<https://orcid.org/0000-0003-0841-442X>

Maria do Socorro Cirilo de Sousa^{2,3}

Orientadora

<http://orcid.org/0000-0001-5566-3248>

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Campina Grande (PB), Brasil;

2 Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, João Pessoa (PB), Brasil;

3 Universidade Regional do Cariri (URCA), Departamento de Educação Física, Crato (CE), Brasil.

Correspondência:

*Autor correspondente: Av. Aderbal Piragibe, 182, Jaguaribe – CEP: 58015-000 – João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: renatopaz@hotmail.com

4.1.1 Resumo

A irisina foi inicialmente identificada como um produto da ativação dos músculos durante o exercício e está associada ao aumento da termogênese. O objetivo da presente revisão sistemática foi sumarizar evidências sobre as alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido crônico e na composição corporal de mulheres. A busca foi realizada no período de janeiro de 2012 a março de 2023 nas bases de dados PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane e Google Scholar, e agrupou a seguinte estratégia: FNDC5 AND irisin AND exercise OR FNDC5 AND irisin AND training OR FNDC5 AND irisin AND resistance training OR FNDC5 AND irisin AND body composition. Foram incluídos ensaios clínicos controlados e randomizados, publicados em inglês, com treinamento resistido de forma crônica em mulheres. A concordância no processo de seleção dos estudos e extração de dados entre os pesquisadores foi obtida pelo índice Kappa (K) e obteve-se um coeficiente estratificado como excelente ($k = 0,91$). Sete estudos atenderam aos critérios de inclusão e foram incorporados à análise para síntese qualitativa. Apenas em três dos estudos foram observados aumentos significativos dos níveis circulantes de irisina, nos quais, o programa de treinamento variou entre 8 e 16 semanas, todas as mulheres tinham sobrepeso e a maioria era idosa. Apesar da semelhança dos protocolos, não foi possível concluir que a sistematização do treinamento resistido foi decisivo no aumento crônico dos níveis de irisina em mulheres, todavia foi importante para melhorar os componentes da massa corporal, mesmo não apresentando uma relação direta com as alterações na irisina.

Palavras-chave: Irisina, Marcadores bioquímicos, Treinamento resistido, Composição corporal, Condicionamento físico humano.

4.1.2 Introdução

O exercício físico desempenha um papel primordial na ação metabólica e na regulação do tecido adiposo humano, portanto, vem sendo vastamente investigado na perspectiva clínica e molecular (THOMPSON *et al.*, 2012). Sua prática deve respeitar a individualidade biológica, evitando subestimar ou superestimar a capacidade física individual, além de atender às proporções recomendadas por diretrizes já estabelecidas (ACSM, 2012). Sua ausência, pode ser um fator desencadeador para o desenvolvimento da síndrome metabólica Ostman *et al.*, (2017), doenças cardiovasculares, alguns tipos de cânceres e inflamações crônicas (NOCON *et al.*, 2008; TUOMILEHTO *et al.*, 2001).

A musculatura esquelética, protagonista do movimento humano, passou a ser considerada um órgão endócrino, uma vez que, consegue produzir e excretar uma gama de miocinas reguladoras fisiológicas e metabólicas (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2012). Uma das principais miocinas que vem sendo estudada na atualidade é a irisina, que foi inicialmente identificada como um produto da ativação dos músculos durante o exercício (BOSTRÖM, *et al.*, 2012).

A irisina tem o potencial de influenciar a composição do tecido adiposo branco e promover seu escurecimento, transformando-o em marrom, além de favorecer o aumento da sensibilidade à insulina e regular o metabolismo lipídico, auxiliando no combate a obesidade (KHOUBI *et al.*, 2020; MA; CHEN, 2021). Consta na literatura, que maiores níveis de irisina foram produzidos pelo tecido adiposo branco em ratos obesos induzidos por dieta, em comparação a ratos controle, magros. Esse achado mostrou que tanto o tecido adiposo, quanto o músculo esquelético são matrizes consideráveis de irisina, sendo a massa de gordura corporal total o principal determinante dos níveis circulantes dessa substância, pelo menos em indivíduos obesos (HUH *et al.*, 2012).

Uma revisão sistemática concluiu que os protocolos de exercícios de força de alta intensidade são mais eficazes para aumentar a produção de irisina quando comparados aos exercícios aeróbicos e de baixa intensidade (RODRIGUES *et al.*, 2016). Os resultados de outra metanálise, sugeriram que os programas de treinamento de força parecem aumentar a irisina circulante, especialmente em idosos,

assim como os programas de treinamento de alta intensidade e progressivos (COSIO *et al.*, 2021).

Vários estudos experimentais focados no efeito agudo e crônico dos exercícios físicos, nos níveis circulantes de irisina, foram revisados recentemente, porém ainda são inconclusivos, deixando lacunas quando se busca entender o efeito do treinamento resistido e da composição corporal, nas alterações dos níveis séricos de irisina, e quais os efeitos subjacentes do sistema músculo esquelético e adiposo na sua produção.

Portanto, visando ampliar o conhecimento científico e a compreensão mais sólida, sobre o tema, a presente revisão sistemática (RS) teve como objetivo sumarizar evidências sobre as alterações dos níveis de irisina circulante no treinamento resistido crônico e na composição corporal de mulheres, tendo em vista que, isso pode ter um impacto social, político e na saúde pública.

4.1.3 Métodos

Esta RS foi desenvolvida de acordo com as recomendações e critérios descritos no PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) de 2020 (PARUMS, 2021). Isso garante que a organização do trabalho siga as etapas pré-estabelecidas e contenha as seções específicas para garantir sua reprodutibilidade.

4.1.3.1 Estratégia de busca

A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane, Google Scholar, na literatura cinzenta, além da busca manual executada por meio das referências bibliográficas de outras revisões sistemáticas já existentes sobre o tema. As palavras-chave foram inseridas conforme os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e seus sinônimos.

A estratégia de busca incluiu os termos irisin, FNDC5, exercise, training, resistance training e body composition, combinados com os operadores booleanos AND, OR e NOT, na seguinte sequência FNDC5 AND irisin AND exercise OR FNDC5

AND irisin AND training OR FNDC5 AND irisin AND resistance training OR FNDC5 AND irisin AND body composition.

4.1.3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os estudos elegíveis para inclusão na presente RS atenderam aos seguintes critérios de inclusão: publicação entre janeiro de 2012 e março de 2023, em virtude da identificação da Irisina, que foi descoberta em 2012; população alvo de mulheres sem histórico de doenças graves; intervenções por meio de treinamento resistido de forma crônica; ser comparado com um grupo controle; mensuração dos desfechos de interesse em relação ao diagnóstico de circulação da irisina por meio de imunoenaios (ELISA) e somente ensaios clínicos controlados randomizados (ECCRs).

A pesquisa foi excluída se não atendesse aos critérios de inclusão, estivesse escrita em outro idioma que não o inglês, fosse do tipo revisão sistemática, infográfico, estudo de caso, ou outras formas semelhantes de divulgação científica devido à limitação de informações.

4.1.3.3 Seleção de estudos e coleta de dados

A seleção inicial dos estudos para inclusão foi realizada por dois revisores independentes de forma cega, (CRP e NHP), obedecendo rigorosamente aos critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo de pesquisa. A discordância entre os 2 pesquisadores foi resolvida por consenso de um terceiro revisor (MSCS). Uma vez encontrados os estudos que atenderam a todos os critérios de inclusão, os seguintes dados foram extraídos e anotados em planilha do Microsoft Office Excel 2019: 1) autores e ano de publicação; 2) características dos participantes (idade, índice de massa corporal (IMC), massa corporal (MC), massa muscular (MM), massa livre de gordura (MLG), percentual de gordura (%G); 3) tempo de intervenção; 4) nível de atividade física; 5) características do programa de treinamento (número e tipo de exercício, séries, repetições, frequência, intensidade); 6) progressão (volume/intensidade); 7) tipo de amostra sanguínea (soro/plasma), método de análise, acomodação da amostra e tempo de coleta sanguínea); 8) principais resultados.

Os autores que não disponibilizaram em seus estudos os dados necessários para a síntese qualitativa, foram contatados por e-mail ou *ResearchGate* e questionados sobre a possibilidade de compartilhar as informações faltantes. Após a realização de buscas nas referências de RS já existentes, que estudaram temáticas semelhantes ao do presente estudo, foram selecionados nove estudos através da leitura dos títulos, no entanto, apenas um deles Fernandez-Del-Valle et al., (2018), permaneceu para leitura do resumo e posteriormente para leitura completa, pois os demais estavam duplicados com os encontrados nas bases de dados.

4.1.3.4 Avaliação do risco de viés

A escala *Tool for the assessment of Study quality and reporting in EXercise* (TESTEX) Smart et al., (2015), foi utilizada para avaliar o risco de viés dos estudos selecionados. Essa escala analisa a confiabilidade de estudos relacionados ao treinamento físico, apresentando dois domínios: 1) qualidade do estudo, com escore entre 0 e 5 pontos, e 2) qualidade do relato, com escore entre 0 e 10 pontos, podendo ser atribuído um total de 15 pontos.

Em relação à qualidade do estudo, são observados cinco critérios, 1) especificação de critérios de elegibilidade; 2) especificação de aleatorização; 3) ocultação de alocação de grupo; 4) apresentação das características iniciais sem diferenças entre os grupos e, 5) cegamento de um avaliador para pelo menos uma medida de resultado. Para a qualidade do relatório de estudo, os pontos são concedidos para, 1) adesão do paciente de pelo menos 85%; 2) relato de eventos adversos; 3) relato de frequência das sessões de treino; 4) análise de intenção de tratamento; comparações estatísticas entre grupos; 5) desfecho primário; 6) desfecho secundário; 7) uso de medidas de precisão e variabilidade para ao menos um resultado-chave; 8) a atividade do grupo controle foi relatada e apresentada; 9) ajuste de carga de exercício e 10) se o volume de exercício e o gasto de energia puderem ser calculados. Durante a análise, a TESTEX atribui 1 (um) ponto à presença da evidência ou 0 (zero) ponto na sua ausência.

4.1.4 Resultados

Um total de 1.943 estudos foram encontrados após a aplicação dos critérios de busca nas bases de dados. Destes, 1.847 foram descartados após a leitura do título. Dos 96 restantes, 35 foram excluídos por serem duplicados, e 44 após a leitura dos resumos, seja por não serem relevantes, por serem estudos de revisão ou escritos em outro idioma que não o inglês e 3 por terem apenas o resumo disponível na internet. Os textos completos dos 14 estudos restantes foram avaliados com mais detalhes para ver se atendiam totalmente aos critérios de inclusão.

Sete estudos não preencheram completamente os critérios de inclusão estabelecidos, seja devido a seu desenho, população ou intervenção proposta. Nenhum estudo foi adicionado após verificação das referências dos artigos já incluídos ou por meio de outras fontes adicionais. Portanto, 7 estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) publicados entre os anos de 2013 e 2020 atenderam aos critérios de inclusão e foram incorporados à análise para síntese qualitativa. O processo de seleção dos estudos é apresentado na figura 01.

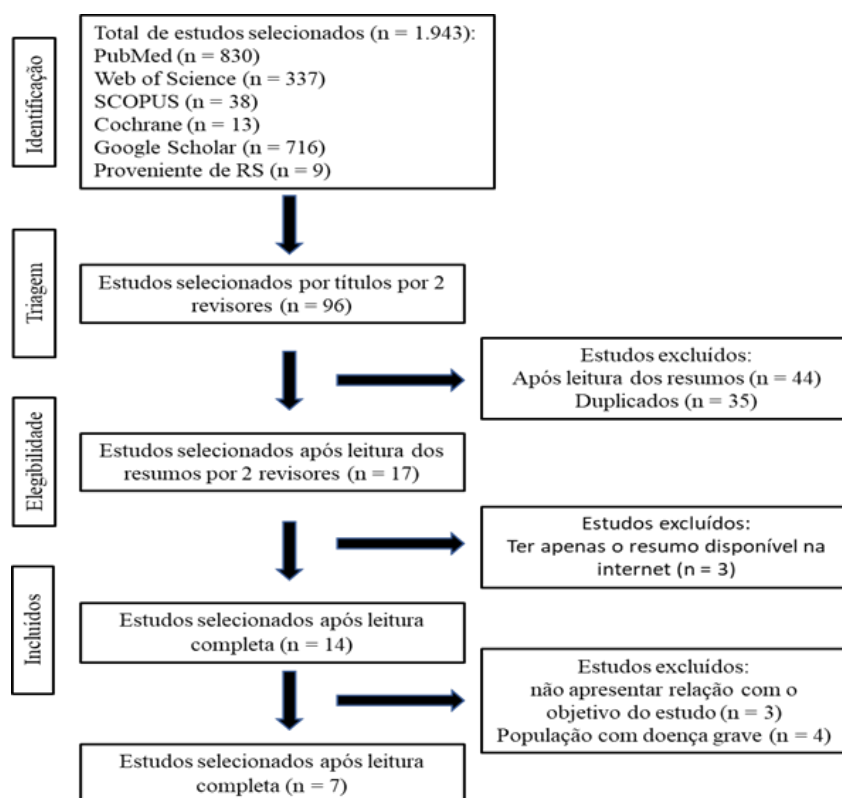


Figura 01. Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

A concordância no processo de seleção dos estudos e extração de dados entre os pesquisadores foi obtida pelo índice Kappa (K) e obteve-se um coeficiente estratificado como excelente ($k=0,91$).

4.1.4.1 Análise do risco de viés

Após análise do risco de viés, 1 dos 7 artigos incluídos nesta RS recebeu 12 pontos (Ghanbari-Niaki *et al.*, 2018) outros dois (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019) receberam 11 pontos; três deles (HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; SHABANI; IZADDOUST, 2018) receberam 10 pontos e o último (POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020) recebeu 9 pontos.

Os domínios menos pontuados nos estudos foram: relato de eventos adversos 100% (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) relato de frequência das sessões de treino 85,7% (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018); análise de intenção de tratamento 71,4% (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) e se o volume de exercício e o gasto de energia puderem ser calculados 57,1% (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020). As informações referentes ao risco de viés podem ser observadas no quadro 01.

Quadro 01. Análise da qualidade de evidência dos estudos selecionados segundo a TESTEX.

Estudo	Relato do estudo						Qualidade do estudo											Total geral
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	
HECKSTEDEN <i>et al.</i> , 2013	1	1	1	1	1	5	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	5	10
KIM <i>et al.</i> , 2016	1	0	1	1	1	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	6	10
FERNANDEZ-DEL-VALLE <i>et al.</i> , 2018	1	1	1	1	1	5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	11
SHABANI; IZADDOUST, 2018	1	0	1	1	1	4	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	6	10
GHANBARI-NIAKI <i>et al.</i> , 2018	1	1	1	1	1	5	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7	12
PLANELLA-FARRUGIA <i>et al.</i> , 2019	1	1	1	1	1	5	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	6	11
POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN., 2020	1	0	1	1	1	4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	5	9

4.1.4.2 Características dos estudos incluídos

Nos sete estudos selecionados para análise qualitativa, setenta e oito participantes compuseram os grupos experimentais e noventa e um os grupos controle. Todos os estudos tiveram como principal objetivo, verificar o efeito de um programa de treinamento nos níveis circulantes de irisina. Para isso, um estudo Fernandez-Del-Valle *et al.*, (2018) verificou os efeitos de um treinamento (resistido intenso); três estudos (HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020) verificaram os efeitos de dois treinamentos, (resistido e aeróbico); um estudo Shabani; Izaddoust, (2018) verificou os efeitos de três treinamentos (resistido, aeróbico e concorrente) e dois estudos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019) verificaram os efeitos do treinamento (resistido associado à suplementação de zataria multiflora, e suplementação proteica), respectivamente.

Apesar desses estudos também terem realizado em suas investigações, protocolos de treinamento aeróbico e concorrente (aeróbico + resistido), a presente RS descreveu e analisou, apenas os dados dos grupos de treinamento resistido e controle. Na tabela 01 constam as informações relacionadas a duração do programa de treinamento, nível de atividade física, intervenção, progressão do treinamento, armazenamento, análise do soro e principais resultados. A tabela 2 consta as características descritivas (média + desvio padrão) da faixa etária, IMC, composição corporal na linha de base e os principais resultados.

A média das idades variou entre $21,35 \pm 2,52$ a $66,4 \pm 4,6$ anos, dentre estes estudos, 5 analisaram populações com faixa etária inferior a 60 anos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018), e apenas 2 apresentavam populações com idade superior (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019).

Três estudos apresentaram em sua população valores médios de IMC considerados normais (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; SHABANI; IZADDOUST, 2018); outros três continham indivíduos com sobrepeso (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA

et al., 2019) e em um dos estudos a população estava com obesidade, grau I (POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020).

Em relação às variáveis antropométricas, observou-se nos estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018), uma variação da MC (kg) entre $60,51 \pm 8,12$ e $80,3 \pm 12,8$ no grupo experimental e de $61,03 \pm 7,67$ a $79 \pm 9,7$ nos grupos controle; no que diz respeito a MM (kg), a variação nos estudos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016), oscilou entre $26,8 \pm 2,8$ e $32,5 \pm 4,8$ no grupo experimental e $27,6 \pm 2,5$ e $32,8 \pm 4,9$ nos grupos controle; já o %G variou em meio aos estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020), entre $20,1 \pm 2,1$ e $36,3 \pm 6,6$ nos grupos experimentais e $20,6 \pm 1,7$ e $38,2 \pm 33,88$ nos grupos controle.

Em dois estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019), a MLG variou entre $43,8 \pm 9,5$ e $47,56 \pm 10,53$ no grupo experimental e $46,0 \pm 7,5$ e $49,70 \pm 11,12$ no grupo controle. Em um dos estudos (KIM *et al.*, 2016), a MLG não foi informada, porém, seu valor médio foi calculado ao subtrair a gordura corporal (kg) da MC (kg), sendo 58,2 (kg) para o grupo experimental e 51,0 (kg) para o grupo controle. Um dos estudos não disponibilizou a informação relacionada a MC (Hecksteden *et al.*, 2013); quatro não disponibilizaram as informações relacionadas a MM (HECKSTEDEN *et al.*, 2013; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018); e apenas um não informou o %G (SHABANI; IZADDOUST, 2018).

A maioria dos estudos executou suas intervenções no período de oito semanas (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018b) e os demais executaram em três Fernandez-Del-Valle *et al.*, (2018), dezesseis Planella-Farrugia *et al.*, (2019) e vinte e seis semanas (HECKSTEDEN *et al.*, 2013).

Em relação ao nível de atividade física, a população foi considerada destreinada, sem a presença de doenças graves. Os grupos experimentais realizaram em seus programas de treinamento (PT), de seis a doze exercícios resistidos

baseados em máquinas, já os grupos controles não participaram do PT e foram orientados a não mudarem seus estilos de vida habitual. O percentual da carga utilizada nos exercícios variou entre 50% a 80% de 1RM (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) e 100% de 20 RM (HECKSTEDEN *et al.*, 2013).

Um estudo não realizou a progressão da intensidade ou volume de treinamento Hecksteden *et al.*, (2013), quatro estudos progrediram a intensidade (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020), um estudo progrediu o volume e a intensidade Shabani; Izaddoust, 2018) e um não informou (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018).

As coletas sanguíneas ocorreram após um jejum noturno, antes do início do PT, e a coleta final se deu logo após (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; SHABANI; IZADDOUST, 2018), 48 horas (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020), de 48 horas a 168 horas Hecksteden *et al.*, (2013) e 168 horas Planella-Farrugia *et al.*, (2019) após a última sessão de treinamento.

As concentrações de irisina circulante foram determinadas a partir de kits ELISA para amostras humanas. Um estudo (19) realizou a análise a partir do plasma sanguíneo e os demais (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) utilizaram o soro. A temperatura de armazenamento das amostras variou entre – 20 °C e – 80 °C, porém, nenhum deles informou a forma de congelamento das amostras, nem o tempo para análise após seu congelamento.

Em relação aos kits ELISA utilizados para análise das amostras de soro ou plasma, dois estudos utilizaram o kit adquirido da Phoenix Pharmaceuticals Inc., Burlingame, CA, EUA (HECKSTEDEN *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2016); dois utilizaram o kit da (ZellBio GmbH, Ulm, Alemanha) (POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018); um utilizou o kit oriundo da Adipogen Life Sciences, Liestal, Suíça) Fernandez-Del-Valle *et al.*, (2018); um utilizou o kit proveniente da CUSABIO Technology LLC., Houston, TX, EUA

Ghanbari-Niaki *et al.*, (2018) e um foi obtido da BIOVENDOR, Brno, Czechia (PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019).

Quanto aos efeitos dos programas de treinamento, três dos estudos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019) obtiveram desfechos estatisticamente significativos relacionados ao aumento dos níveis circulantes de irisina, no entanto, quatro dos sete estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013), não alteraram os níveis de irisina após o treinamento.

Dos sete artigos selecionados, apenas um estudo, Kim *et al.*, (2016) observou que a irisina circulante foi correlacionada com o aumento da musculatura esquelética e diminuição da gordura corporal. Dois estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013) não identificaram relação entre as alterações na irisina circulante e o IMC. Ainda no decorrer das análises, um estudo, Fernandez-Del-Valle *et al.*, (2018), não encontrou correlações estatisticamente significativas entre os níveis de irisina e a MC, %G e a MLG. Outro estudo conduzido por Planella-Farrugia *et al.*, (2019) também não observou correlações significativas entre a irisina e o IMC, MC, MM, %G e a MLG, tanto na linha de base quanto no momento pós-PT. Três estudos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) não realizaram correlações entre os níveis de irisina e os componentes da massa corporal (tabela 02).

Tabela 01. Duração do programa de treinamento, nível de atividade física, intervenção, progressão do treinamento, armazenamento, análise da amostra sanguínea e principais resultados.

Autores e Ano	N	Grupo	D (semana)	Nível de atividade física	Intervenção exercício; S; R; F; I	P	Amostra; método de análise; armazenamento °C; ^b	Principais resultados
HECKSTEDEN <i>et al.</i> , 2013	23	Exp	26	Destreinados <1h semanal de atividade regular há pelo menos 1 ano	8 exercícios baseados em máquina; 2 S; 15 R; 3 F; I 100% 20 RM	Não	Soro; Elisa; -20 °C; antes do PT / De 48 h a 168 h após PT	Improvável indução geral de irisina devido ao PT regular com ER.
	26	Con			Manteve seu estilo de vida anterior			
KIM <i>et al.</i> , 2016	3	Exp	8	Sedentários há pelo menos 3 meses	11 exercícios baseados em máquina; 3 S; 10-12 R; 5 F; I 65-80% RM	Sim (I)	Plasma/Elisa/-80 °C; antes do PT – 48 h após PT	Houve um aumento dos níveis circulantes de irisina, da MM e redução da massa
	4	Con			NR			
FERNANDEZ-DEL- VALLE <i>et al.</i> , 2018	6	Exp	3	Adultos jovens saudáveis	7 exercícios de força envolvendo grandes grupos musculares; 3 S; 10 R; 3 F; I 70-80% de 1RM	Sim (I)	Soro/Elisa/-80 °C; antes do PT – logo após o PT	Não houve mudança significativa da concentração de irisina, nem relações entre os níveis de irisina e
	12	Con			Não participaram do PT			
SHABANI; IZADDOUST, 2018	10	Exp	8	Mulheres saudáveis, não treinadas	9 exercícios baseados em máquina; 3-4 S; 8-12 R; 3 F; I 55-75% de 1RM	Sim (V, I)	Soro/Elisa/-28 °C; antes e após o PT	Não houve mudança significativa da concentração de irisina.
	8	Con			NR			
GHANBARI-NIAKI <i>et al.</i> , 2018	12	Exp	8	Inativos há pelo menos 6 meses	circuito com 12 exercícios resistidos; 3 F; I 55% de 1RM	NR	Soro/Elisa 48 h antes do PT – 48 h após o PT	Houve aumentos significativos nos níveis de irisina e da MM e redução
	12	Con			recebeu cuidados habituais			

PLANELLA-FARRUGIA <i>et al.</i> , 2019	12	Exp	16	NR	7 exercícios de força (4 membros superiores e 3 membros inferiores); 2 F.	Yes (I)	Soro/Elisa antes do PT – 168 h após o PT	Houve um aumento significativo da força e irisina circulante, bem como um aumento
	18	Con						percentual da massa livre de gordura.
POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNES	12	Exp	8	Mulheres obesas sedentárias	6 exercícios baseados em máquina; 3 S; 10-15 R; 3 F; I 50–65% 1RM	Yes (I)	Soro/Elisa/-80 °C; antes e 48 h após o PT	Não houve efeito significativo sobre os níveis séricos de irisina, havendo apenas
	11	Con			Não participaram do PT			redução significativa na MC, IMC, %G.

Legenda: Exp: grupo experimental; Con: grupo controle; RM: repetição máxima; ^b: representa o período de coleta da amostra sanguínea; D: duração da intervenção; ELISA: Enzyme-linked immunosorbent assay; F: frequência semanal de exercício; I: intensidade do exercício; NR: não relatado; P: progressão do treinamento; V: volume de exercício; S: séries; R: repetições; PT: programa de treinamento; ER: exercício de resistido.

Tabela 02. Características descritivas (média $\pm$ desvio padrão) da faixa etária, IMC, composição corporal na linha de base e os principais resultados.

Autores e ano	N	Grupos	Idade (Anos)	IMC (kg/m ²)	MC (kg)	MM (kg)	MLG (kg)	%G	Principais resultados
HECKSTEDEN <i>et al.</i> , 2013	23	Exp	48 $\pm$ 7.0	24.9 $\pm$ 3.4	NR	NR	NR	23.0 $\pm$ 5.0	Não foram encontradas relações entre as alterações na irisina circulante, IMC e %G
	26	Con	50 $\pm$ 7.0	24.4 $\pm$ 3.1	NR	NR	NR	24.0 $\pm$ 5.0	
KIM <i>et al.</i> , 2016	3	Exp	26.4 $\pm$ 2.9	27.0 $\pm$ 3.4	80.3 $\pm$ 12.8	32.5 $\pm$ 4.8	58.2*	28.0 $\pm$ 4.4	Foram encontradas correlação moderada positiva entre a irisina e MM e uma correlação moderada negativa com a gordura corporal
	4	Con	25.8 $\pm$ 5.5	26.5 $\pm$ 2.0	74.1 $\pm$ 7.6	32.8 $\pm$ 4.9	51.0*	31.1 $\pm$ 5.7	
FERNANDEZ-DEL-VALLE <i>et al.</i> , 2018	6	Exp	21.35 $\pm$ 2.52	22.11 $\pm$ 1.68	65.03 $\pm$ 8.20	NR	47.56 $\pm$ 10.53	24.46 $\pm$ 10.67	Não foram encontradas correlações entre a irisina e a composição corporal
	12	Con	21.35 $\pm$ 2.52	23.04 $\pm$ 1.94	69.57 $\pm$ 9.27	NR	49.70 $\pm$ 11.12	25.67 $\pm$ 10.66	
SHABANI; IZADDOUST, 2018	10	Exp	24.60 $\pm$ 2.45	23.45 $\pm$ 2.83	60.51 $\pm$ 8.12	NR	NR	NR	Não foram encontradas alterações MC ou IMC.
	6	Con	25.50 $\pm$ 4.80	23.28 $\pm$ 2.62	61.03 $\pm$ 7.67	NR	NR	NR	
GHANBARI-NIAKI <i>et al.</i> , 2018	12	Exp	58.03 $\pm$ 4.7	26.6 $\pm$ 3.1	67.1 $\pm$ 7.2	26.8 $\pm$ 2.8	NR	20.1 $\pm$ 2.1	A MC, o IMC e %G diminuíram significativamente no pós-intervenção; MM aumentou
	12	Con	56.5 $\pm$ 4.2	27.9 $\pm$ 2.2	68.7 $\pm$ 13.3	27.6 $\pm$ 2.5	NR	20.6 $\pm$ 1.7	
PLANELLA-FARRUGIA <i>et al.</i> , 2019	12	Exp	64.9 $\pm$ 5.5	29.1 $\pm$ 4.8	68.9 $\pm$ 14.2	NR	43.8 $\pm$ 9.5	36.3 $\pm$ 6.6	Não houve associações significativas entre
ESHIN., 2020								18	
								Con	66.4 $\pm$ 4.6
								71.0 $\pm$ 14.3	28.9 $\pm$ 4.6
								46.0 $\pm$ 7.5	NR
								34.9 $\pm$ 5.2	
								12	
								Exp	49.01 $\pm$ 5.4
									32.3 $\pm$ 13.6

4.1.5. Discussão

O presente estudo analisou, de forma sistemática, os efeitos provenientes de programas de treinamento resistido e dos componentes da massa corporal nos níveis de irisina em mulheres. Notou-se que as pesquisas incluídas nesta revisão iniciaram um ano após a descoberta da irisina em 2013, porém, só três anos depois, houve uma retomada das pesquisas, entre os anos de 2016 a 2020, tendo uma maior amplitude de publicações no ano de 2018. Deste interim até a presente data, já está bem descrito na literatura que a irisina é secretada pelo músculo esquelético durante o exercício, no entanto, o tecido adiposo branco é considerado a segunda fonte produtora mais importante dessa miocina (COSIO *et al.*, 2021).

Estudos em humanos se concentraram nas correlações entre os níveis circulantes de irisina e a obesidade, e a maioria deles informa que a irisina está associada à MC, ao IMC, à gordura corporal, à circunferência da cintura, à relação cintura-quadril e à MM. Nessas investigações, os níveis de irisina aumentaram na obesidade, o que pode ser parcialmente explicado pela maior massa gorda e, presumivelmente, pela maior concentração de irisina proveniente do tecido adiposo (ANDRADE *et al.*, 2018; LAGZDINA *et al.*, 2020; MUNOZ; ROMERO; GARCIA, 2018).

Associadamente, outro estudo Huh *et al.*, (2012) verificou que, ao diminuir a gordura corporal branca em indivíduos obesos, os níveis séricos de irisina também diminuíram. Assim sendo, é provável que a redução da irisina circulante após o treinamento crônico esteja relacionada à redução do peso corporal e da gordura corporal. Em apoio a isso, uma RS Fox *et al.*, (2018), demonstrou uma correlação positiva entre o IMC e a irisina devido ao aumento da MM esquelética. No entanto, é importante ter cautela ao interpretar esses resultados, uma vez que o IMC não faz a distinção entre o tecido adiposo e a MLG.

A presente RS constatou, que quando realizadas comparações entre os grupos experimentais e controle no momento pré e pós intervenção, a maioria dos estudos (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) não encontraram diferenças significativas em relação à irisina circulante. Estes estudos apresentaram algumas características em comum, entre as quais, se destaca, a não associação entre as alterações dessa miocina com o sexo, a MC, o IMC, o %G, a MLG

e a força muscular, divergindo da literatura, que por vezes, vem observando essa associação (ULAŞ *et al.*, 2023; HUANG *et al.* 2020; STENGEL *et al.*, 2013). No entanto, apenas um estudo Fernandez-Del-Valle *et al.*, (2018) observou uma correlação negativa entre a irisina e a MC e MM em homens, que pode ser justificado pelo dimorfismo sexual (GRYGIEL-GÓRNIK; PUSZCZEWICZ, 2017; WIECEK *et al.*, 2018).

Como principais achados, verificou-se que o treinamento crônico não parece ter influência significativa nas concentrações de irisina em mulheres eutróficas (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; HECKSTEDEN *et al.*, 2013; SHABANI; IZADDOUST, 2018) e obesas Poutafkand; Marefati; Taherichadorneshin, (2020), mas aumenta em mulheres com sobrepeso (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019). Foi visto também, que, após o treinamento, houve uma redução da MC, IMC e %G, além do aumento da MLG. Sendo assim, o aumento da irisina pode ser causado pelo aumento do tecidomuscular, uma vez que a MLG é um dos principais preditores da irisina circulante (HUH *et al.*, 2014, HUH, *et al.*, 2015; KIM *et al.*, 2016).

Adicionalmente ao aumento das concentrações de irisina nessas mulheres com sobrepeso, o treinamento crônico também foi eficaz para aumentar a MM (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019). Corroborando outros estudos (BOSTRÖM, *et al.*, 2012; HUH *et al.*, 2012), onde os autores, deixam claro que a principal fonte de irisina é a MM, que corresponde a aproximadamente 72% de sua secreção.

Na presente RS, apenas 2 estudos foram com idosos (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019) e eles também constataram aumentos significativos da irisina. No entanto, houve aumento da MM, MLG e redução do %G, reforçando a ideia de que o músculo esquelético é o principal tecido responsável pela produção de irisina e que, em idosos, também pode aumentar após o treinamento físico, devido à redução da gordura corporal (KAZEMINASAB; SADEGHI; AFSHARI-SAFARI, 2022; QIU *et al.*, 2015).

Todos os participantes foram identificados como sedentários ou fisicamente inativos, e estudos indicaram que a irisina é uma miocina que está ligada ao PGC1- α , o que sugere que a concentração seja maior em indivíduos ativos do que em sedentários (FATOUROS, 2018). Contudo, a maioria dos estudos não apresentou

diferenças significativas nas concentrações de irisina após o treinamento, sugerindo que o PT, a longo prazo, não foi determinante para promover esses aumentos. Esses achados corroboram os resultados demonstrados em uma metanálise Cosio *et al.*, (2021) e em uma RS confeccionada por Rodrigues *et al.*, (2016), onde foi observado que, programas de treinamento maiores que 4 meses provocaram uma diminuição moderada e significativa da irisina.

Outro ponto importante a ser observado, é que o horário de coleta da irisina pode afetar os resultados, principalmente após o treinamento crônico. Nesse tipo de treinamento é comum as coletas serem realizadas entre 12 a 24 horas após a última sessão de treino, porém, a literatura estabelece que o pico de irisina pode ocorrer entre 1 e 3 horas após o término da sessão de treino, sendo esse aumento temporário, pois a irisina tem uma meia-vida curta (TSIANI *et al.*, 2021). Em todos os estudos aqui analisados, a coleta da amostra sanguínea para análise da irisina variou entre 48 e 168 horas após o término da última sessão do PT e essa pode ser uma das principais razões para a variabilidade dos resultados. Associado a isso, o tempo de armazenamento das amostras de soro ou plasma pode ser um fator determinante para a qualidade dos resultados e gerar dados errôneos, pois o longo tempo de congelamento pode degradar a irisina (HUH *et al.*, 2012; SCHARHAG-ROSENBERGER *et al.*, 2014)

Nos estudos selecionados para esta revisão, não foi mencionado o tempo de armazenamento das amostras de soro, o que pode ter influenciado na heterogeneidade dos resultados. Adicionalmente, é preciso ficar atento aos aspectos metodológicos da medição da irisina no sangue, onde estudos apontam a existência de irisina circulante em humanos, porém nem todos os kits ELISA foram validados até o momento, aumentando o risco potencial de viés sistemático (ALBRECHT *et al.*, 2015; BOSTRÖM, *et al.*, 2012; LEUSTEAN *et al.*, 2021). Constatou-se uma grande variedade de kits ELISA utilizados entre os estudos analisados, devido a isso, é preciso ter cautela ao interpretar estes resultados.

De acordo com uma metanálise de rede publicada em 2022, Rahimi; Hejazi; Hofmeister, (2022), a divergência de resultados pode ser devido ao desenho do estudo, ao tipo de exercício e a intensidade do treinamento. Na literatura, existem evidências, de que exercícios resistidos com cargas elevadas (60% a 80% 1RM) e progressivas, produziram aumentos da irisina circulante. As intensidades de

treinamento dos estudos analisados aqui, variaram de 50% a 80% de 1RM (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020; SHABANI; IZADDOUST, 2018) e 100% de 20 RM Hecksteden *et al.*, (2013), portanto, essas características podem ser as fontes primárias de resultados contraditórios relatados na literatura.

Todas essas descobertas são consistentes com revisões anteriores (ANDRADE *et al.*, 2018; COSIO *et al.*, 2021; FOX *et al.*, 2018; QIU *et al.*, 2015; RAHIMI; HEJAZI; HOFMEISTER, 2022; RODRIGUES *et al.*, 2016), as quais retrataram os efeitos do exercício físico e as variações dos níveis de irisina no sangue, ao longo desses 8 anos. Diante das variações dos resultados nos artigos selecionados para esta RS, não seria prudente definir com precisão, o protocolo de treinamento mais adequado para elevar de forma crônica, os níveis circulantes de irisina, todavia, a melhoria dos componentes da massa corporal visto nos resultados, deixa claro o potencial terapêutico do exercício no tratamento da obesidade, distúrbios metabólicos e outras doenças crônicas.

4.1.5.1 Pontos fortes e limitações

A robustez deste estudo é marcada pela utilização de ECCRs em seu escopo; a seletividade de estudos que utilizaram apenas o treinamento resistido; e a análise minuciosa das variáveis da composição corporal que influenciam a produção de irisina. Contudo, há algumas limitações a serem consideradas em nossa pesquisa, por exemplo: o número limitado de estudos incluídos; as disparidades nos protocolos de treinamento no que diz respeito às variações na frequência, intensidade, progressão e duração em semanas; a inclusão apenas de mulheres previamente sedentárias, o que restringe a extrapolação dos resultados para a população masculina e treinada; a inexistência de informações sobre a forma de congelamento das amostras e o tempo para análise após seu congelamento. É crucial ter em mente essas considerações ao interpretar os resultados deste estudo.

4.1.5.2 Sugestões para pesquisas futuras

Ao considerar as brechas encontradas na literatura, algumas recomendações para futuras ECCRs podem ser delineadas. A) Seria importante avaliar a irisin de forma aguda no decorrer de um PT, e comparar com os valores iniciais e final do programa, com intuito de observar se os possíveis aumentos seriam apenas transitórios ou cumulativos; B) Investigar a influência do gênero e do tipo de treinamento, sendo necessário para isso, incluir na mesma investigação, grupos com indivíduos do gênero masculino e feminino, que realizem dois PT, (resistido e aeróbico); C) Com base nos resultados de nossa análise, sugere-se um período experimental entre 8 e 16 semanas, bem como a padronização do horário de coleta do sangue, a temperatura de armazenamento do soro/plasma e do tempo para início das análises após o congelamento da amostra, visando reduzir a sua degradação.

4.1.6. Conclusão

Os achados da presente RS sugerem que a semelhança na sistematização dos programas de treinamento resistido não foi decisiva para o aumento crônico dos níveis de irisin, tendo em vista que, pelo menos, 4 dos 7 estudos não conseguiram elevar significativamente os níveis circulantes dessa substância. Dada a divergência dos resultados, ao que parece, nem o nível de condicionamento físico, nem a realização de progressão do treinamento volume/intensidade, ou mesmo o tempo de intervenção, foram determinantes na produção de irisin.

Mesmo os programas de treinamento resistido se mostrando eficientes para alterar positivamente a composição corporal, aumentando a massa muscular e reduzindo o percentual de gordura, não foi possível determinar uma relação direta dessas variáveis com as alterações nos níveis circulantes de irisin.

Agradecimentos:

Financiamento:

Parte deste estudo foi financiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, através do EDITAL Nº 07/2020 retificado pelos EDITAIS Nº 08 E Nº 09/2020 – PROGRAMA DE INCENTIVO À QUALIFICAÇÃO DO SERVIDOR DO IFPB – PIQIFPB.

Declaração de responsabilidade:

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente a visão do IFPB”.

Conflito de interesses:

Nada a declarar.

Contribuição dos autores:

CRP, NHP e MSCS desenharam o estudo; CRP, NHP realizaram a busca nas bases de dados e selecionaram os estudos; MSCS decidiu a escolha de um estudo quando havia divergência; CRP e NHP realizaram a análise da qualidade de evidência dos estudos; CRP analisou os dados e redigiu o manuscrito; todos os autores revisaram e aprovaram o manuscrito final.

4.1.7 Referências

ALBRECHT, E. *et al.* Irisin - A myth rather than an exercise-inducible myokine.

Scientific Reports, v. 5, n. 1, p. 8889, 2015.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.* **ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription**. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

ANDRADE, P. A. *et al.* Effect of exercise on concentrations of irisin in overweight individuals: A systematic review. **Science and Sports**, v. 33, n. 2, p. 80–89, 2018.

BOSTRÖM, P. *et al.* A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. **Nature**, v. 481, n. 7382, p. 463–468, 2012.

COSIO, P. L. *et al.* Effect of chronic resistance training on circulating irisin: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 5, p. 2476, 2021.

FATOUROS, I. G. Is irisin the new player in exercise-induced adaptations or not? A 2017 update. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 56, n. 4, p. 525-548, 2018.

FERNANDEZ-DEL-VALLE, M. *et al.* Effects of high-intensity resistance training on circulating levels of irisin in healthy adults: A randomized controlled trial. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 2. p. e13025, 2018.

FOX, J. *et al.* Effect of an acute exercise bout on immediate post-exercise irisin concentration in adults: a meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 28, n. 1, p. 16-28, 2018.

GHANBARI-NIAKI, A. *et al.* The combination of exercise training and Zataria multiflora supplementation increase serum irisin levels in postmenopausal women. **Integrative Medicine Research**, v. 7, n. 1, p. 44–52, 2018.

GRYGIEL-GÓRNIAK, B.; PUSZCZEWICZ, M. A review on irisin, a new protagonist that mediates muscle-adipose-bone-neuron connectivity. **European Review for Medical & Pharmacological Sciences**, v. 21, n. 20, p. 4687-4693, 2017.

HECKSTEDEN, A. *et al.* Irisin and exercise training in humans - Results from a randomized controlled training trial. **BMC Medicine**, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2013.

HUANG, W. *et al.* Association of the serum irisin level with obstructive sleep apnea: a body mass index-and physical activity-matched study. **Endocrine journal**, v. 67, n. 6, p. 607-612, 2020.

HUH, J. Y. *et al.* Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 99, n. 11, p. E2154-E2161, 2014.

HUH, J. Y. *et al.* FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 61, n. 12, p. 1725–1738, 2012.

HUH, J. Y. *et al.* Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 100, n. 3, p. E453-E457, 2015.

KAZEMINASAB, F.; SADEGHI, E.; AFSHARI-SAFABI, A. Comparative impact of various exercises on circulating irisin in healthy subjects: a systematic review and network meta-analysis. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2022, p. 1-12, 2022.

KHOUBI, M. *et al.* Acute interval waking with blood flow restriction could not increase ERK, p38 and decrease myostatin. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 1, p. 32-36. 2020.

KIM, H. J. *et al.* Effect of Aerobic Training and Resistance Training on Circulating Irisin Level and Their Association With Change of Body Composition in Overweight/Obese Adults: a Pilot Study. **Physiological Research**, v. 65, n. 2, p. 271–279, 2016.

LAGZDINA, R. *et al.* Circulating irisin in healthy adults: Changes after acute exercise, correlation with body composition, and energy expenditure parameters in cross-sectional study. **Medicina**, v. 56, n. 6, p. 274, 2020.

LEUSTEAN, L. *et al.* Role of Irisin in Endocrine and Metabolic Disorders—Possible New Therapeutic Agent? **Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 5579, 2021.

MA, J.; CHEN, K. The role of Irisin in multiorgan protection. **Molecular Biology Reports**, v. 48, n. 1, p. 763-772, 2021.

MUNOZ, I. Y. M.; ROMERO, E. DEL S. C.; GARCIA, J. DE J. G. Irisin a novel metabolic biomarker: Present knowledge and future directions. **International journal of endocrinology**, 2018.

- NOCON, M. *et al.* Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 15, n. 3, p. 239–246, 2008.
- OSTMAN, C. *et al.* The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. **Cardiovascular diabetology**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2017.
- PARUMS, D. V. Review articles, systematic reviews, meta-analysis, and the updated preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) 2020 Guidelines. **Medical Science Monitor**, v. 27, p. e934475-1–e934475-3, 2021.
- PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 8, n. 8, p. 457–465, 2012.
- PLANELLA-FARRUGIA, C. *et al.* Circulating irisin and myostatin as markers of muscle strength and physical condition in elderly subjects. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 871, 2019.
- POUTAFKAND, F.; MAREFATI, H.; TAHERICHADORNESHIN, H. A comparison of the effects of resistance and endurance training protocols on serum irisin level and alkaline phosphatase activity in sedentary obese women. **Polish Journal of Sport and Tourism**, v. 27, n. 4, p. 23–28, 2020.
- QIU, S. *et al.* Chronic exercise training and circulating irisin in adults: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, p. 1577-1588, 2015.
- RAHIMI, G. R. M.; HEJAZI, K.; HOFMEISTER, M. The effect of exercise interventions on Irisin level: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **EXCLI journal**, v. 21, p. 524-539, 2022.
- RODRIGUES, A. C. *et al.* Effects of exercise on the circulating concentrations of irisin in healthy adult individuals: A review. **Science & Sports**, v. 31, n. 5, p. 251-260, 2016
- SCHARHAG-ROSENBERGER, F. *et al.* Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in resting metabolic rate. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 9, p. 1736–1743, 2014.
- SHABANI, R.; IZADDOUST, F. Effects of aerobic training, resistance training, or both on circulating irisin and myostatin in untrained women. **Acta Gymnica**, v. 48, n. 2, p. 47–55, 2018.
- SMART, N. A. *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 1, p. 9–18, 2015.
- STENGEL, A. *et al.* Circulating levels of irisin in patients with anorexia nervosa and different stages of obesity-Correlation with body mass index. **Peptides**, v. 39, n. 1, p. 125–130, 2013.

THOMPSON, D. *et al.* Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. **Physiological reviews**, v. 92, p. 157-191, 2012.

TSIANI, E. *et al.* Current evidence of the role of the myokine irisin in cancer. **Cancers**, v. 13, n. 11, p. 2628, 2021.

TUOMILEHTO, J. *et al.* Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. **New england journal of medicine**, v. 344, n. 18, p. 1343–1350, 2001.

ULAŞ, S. B. *et al.* Investigation of the relationship between serum irisin level in the idiopathic restless legs syndrome: Could be a marker independent of physical activity? **Brain and Behavior**, v. 13, n. 7, p. e3100, 2023.

WIECEK, M. *et al.* Acute anaerobic exercise affects the secretion of asprosin, irisin, and other cytokines—a comparison between sexes. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1782, 2018.

4.2 Artigo 2: efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisin em mulheres idosas

Treinamento de força na composição corporal, perfil lipídico e irisin

*Carlos Renato Paz^{1,2}

<https://orcid.org/0000-0001-9733-2105>

Micheline Freire Donato²

Coorientadora

<https://orcid.org/0000-0003-0841-442X>

Maria do Socorro Cirilo de Sousa^{2,3}

Orientadora

<http://orcid.org/0000-0001-5566-3248>

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Campina Grande (PB), Brasil;

2 Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, João Pessoa (PB), Brasil;

3 Universidade Regional do Cariri (URCA), Departamento de Educação Física, Crato (CE), Brasil.

Correspondência:

*Autor correspondente: Av. Aderbal Piragibe, 182, Jaguaribe – CEP: 58015-000 – João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: renatopaz@hotmail.com

4.2.1 Resumo

A irisina é uma miocina relacionada ao emagrecimento, capaz de induzir o escurecimento do tecido adiposo branco, estimular a termogênese e diminuir a resistência à insulina. Essa miocina é secretada pelo músculo esquelético durante o exercício de força, no entanto, existem poucas evidências se esse tipo de exercício associado à restrição de fluxo sanguíneo (RFS) seja eficaz para alterar sua produção. Objetivou-se avaliar o efeito de um treinamento de força associado à RFS na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas. Trinta e nove idosas saudáveis com idade entre 60 e 77 anos foram distribuídas aleatoriamente, conforme a idade e o nível de força muscular, em três grupos de treinamento de força (TF), utilizando baixa carga associado à RFS (TFBC + RFS); carga moderada (TFCM); e baixa carga (TFBC), além de um grupo controle (CON) que não participou do treinamento. O experimento durou 16 semanas, com três sessões semanais, dois exercícios para membros inferiores e dois para membros superiores, não consecutivos, contendo 3 séries de 10 repetições. As variáveis incluídas foram a massa corporal (MC), o índice de massa corporal (IMC), massa muscular (MM) e o percentual de gordura (%G), analisados a partir do InBody 570 Biospace®; coletou-se amostras sanguíneas em jejum, antes e após a intervenção para análise do perfil lipídico: colesterol total (CT), triglicerídeos (TG), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL), quantificados pelo analisador bioquímico automatizado CHEMWELL-T; e níveis séricos de irisina com o (kit comercial ELISA, Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), conforme a fabricante dos reagentes. Analisou-se a normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilk; a ANOVA multivariada avaliou a diferença entre os grupos no momento pré e pós intervenção, com post hoc de Tukey. O efeito tempo intragrupos foi analisado com o teste t de *Student*. Os resultados demonstraram que o grupo TFBC + RFS aumentou significativamente a MM ($p = 0,015$), não havendo alterações nas variáveis lipídicas e níveis séricos de irisina. Conclui-se que 16 semanas TFBC + RFS foi eficiente para alterar positivamente a composição corporal de mulheres idosas, propiciando um aumento da MM, no entanto, as variáveis lipídicas e os níveis séricos de irisina se mantiveram inalterados ao final do experimento.

Palavras-Chave: Irisina, Treinamento Resistido, Envelhecimento, Isquemia vascular, Marcadores Bioquímicos.

4.2.2 Introdução

O envelhecimento é um processo natural e progressivo pelo qual todos os organismos vivos passam ao longo do tempo. No contexto humano, é caracterizado por mudanças fisiológicas, como a sarcopenia, responsável pela perda de até 75% das fibras musculares do tipo II, que impacta diretamente no desempenho funcional e produção de potência muscular, reduzindo significativamente a capacidade de resolução das atividades diárias e a qualidade de vida em populações idosas (CHEN *et al.*, 2014; JANSSEN; HEYMSFIELD; ROSS, 2002).

Esse declínio funcional é influenciado por fatores genéticos, ambientais e estilo de vida, podendo ser observado através da mudança dos níveis séricos de alguns biomarcadores inflamatórios, a exemplo da proteína C reativa (PCR), interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral- α (TNF- α) Atkinson *et al.*, (2001), e pela irisina Park *et al.*, (2019), que é uma miocina sintetizada pelos miócitos no músculo em resposta ao exercício físico, e que está envolvida em múltiplos processos fisiológicos de maneira autócrina e parácrina (LEE; JUN, 2019; PEDERSEN *et al.*, 2007), além da regulação para/endócrina de outros tecidos e órgãos, incluindo o tecido adiposo, o fígado e o cérebro (CARSON, 2017).

A Irisina ganhou destaque pela capacidade de regular o metabolismo, converter células de gordura branca em marrom, ampliar o gasto calórico, com o aumento da termogênese, e reduzir o acúmulo de lipídios, favorecendo o emagrecimento e o controle da composição corporal (BOSTRÖM *et al.*, 2012). Diante do exposto, a irisina está emergindo como uma molécula chave capaz de combater doenças metabólicas, neuromusculares e outros distúrbios que caracteristicamente melhoram com a prática de exercício físico (MA; CHEN, 2021).

Nesse sentido, estudos sobre os mecanismos moleculares do exercício físico apresentaram evidências de que a irisina traz benefícios claros relacionados à prevenção ou tratamento de doenças crônicas (CHEN *et al.*, 2016; KIM *et al.*, 2019; MAAK *et al.*, 2021), como a sarcopenia Colaianni *et al.*, (2017), o diabetes tipo 2 Zhang *et al.*, (2016), metabolismo ósseo (Ma *et al.*, 2018), obesidade Arhire; Mihalache; Covasa, (2019), doença neurodegenerativa Young; Valaris; Wrann, (2019), câncer Kim *et al.*, (2021), doenças cardiovasculares Fu *et al.*, (2021) e acidente vascular cerebral (LIU *et al.*, 2020).

Nessa perspectiva, elevar os níveis de irisina no organismo poderia atenuar o efeito deletério do envelhecimento e melhorar a capacidade funcional, para tanto, já está bem estabelecido na literatura, que o treinamento de força (TF) com altas cargas é eficaz para aumentar significativamente os níveis séricos dessa miocina em populações de mulheres de idade avançada e idosas (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016; PLANELLA-FARRUGIA *et al.*, 2019). Esse tipo de treinamento, também é eficiente para reverter a diminuição da massa muscular no idoso Kong *et al.*, (2022), no entanto, as cargas elevadas podem não ser bem toleradas por esse público, comprometendo sua aderência (PAHLAVANI, 2022).

Como alternativa, é viável utilizar o TF de baixa carga (TFBC) (20-50%) de uma repetição máxima (1RM), associado à restrição de fluxo sanguíneo (RFS). Essa estratégia é realizada utilizando torniquetes pneumáticos fixados ao esqueleto apendicular, restringindo a passagem do fluxo sanguíneo para a musculatura exercitada (ABE; KEARNS; SATO, 2006; ABE *et al.*, 2010).

A RFS vem sendo amplamente usada na população idosa, pois aumenta significativamente a hipertrofia e a força muscular (CENTNER *et al.*, 2019; KONG *et al.*, 2022), eleva o metabolismo, estimula a sinalização positiva na cascata de ativação da mTORC1, o recrutamento das fibras musculares do tipo II, promove a inibição da miostatina, ampliando assim, a secreção do hormônio do crescimento (GH) Takarada, *et al.*, (2000a), testosterona e fator de crescimento semelhante à insulina-1 (IGF-1) (ABE *et al.*, 2005).

Até o momento, apenas quatro estudos (CORDINGLEY; ANDERSON; CORNISH, 2023; KRAEMER *et al.*, 2015; MOHAMMADIYAN, MOGHADDAM, HAKKAKDOKHT, 2021; PAZOKIAN; AMANI-SHALAMZARI; RAJABI, 2022) testaram a eficiência do TFBC, associado à RFS (TFBC + RFS) visando observar o comportamento dos níveis séricos de irisina, contudo, lacunas no conhecimento ainda se fazem presentes, quanto a escassez de informações na literatura sobre o efeito crônico do método do TFBC + RFS na produção de irisina em mulheres idosas e a sua relação com a composição corporal e variáveis lipídicas, após esse tipo de intervenção.

Nossa hipótese é que o TFBC associado à RFS promoverá alterações na composição corporal, no perfil lipídico e nos níveis séricos de irisina.

4.2.3 Métodos

4.2.3.1 Desenho experimental

Trata-se de um estudo clínico randomizado, simples cego, (com cegamento dos avaliadores), que avaliou o efeito de dezesseis semanas de TF, utilizando cargas moderadas e baixas, associada à RFS, na variável desfecho (níveis séricos de irisina), perfil lipídico (CT, TG, HDL, LDL) e na composição corporal (MC, IMC, MM e %G) de mulheres idosas saudáveis.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal da Paraíba (número do CAAE: 11399019.7.0000.5188), estando conforme os padrões éticos da declaração de Helsinque (GRECO, 2013). Seguiram-se os ditames do “*Standart Protocol Items: recommendations for Interventional Trials*” (SPIRIT) (CHAN *et al.*, 2013). Todas as participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes das avaliações do momento pré-intervenção. O estudo foi realizado entre fevereiro e dezembro de 2019 na cidade de João Pessoa–PB, Brasil.

4.2.3.2 Participantes e critérios de elegibilidade

Participaram do presente estudo 62 idosas (60 – 77 anos), recrutadas através de propagandas em redes sociais, televisivas e radiofônicas locais. Os critérios de elegibilidade foram os seguintes: 1) ausência de comprometimento motor, visual e auditivo (não corrigidos); 2) sem experiência prévia de TF; 3) grau de escolaridade (ensino fundamental completo ou superior); 4) não apresentar índice tornozelo braquial (ITB), $< 0,90$ e $> 1,40$) que caracterizasse sinal de doença arterial periférica Resnick *et al.*, (2004); 5) apresentar valor acima de 24 no questionário *Mini-Mental State Examination* (MMSE); 6) fisicamente ativas (ponto de corte considerado para atividade física de moderado a vigoroso de 1.041 *counts/min*), medida por acelerômetro (COPELAND; ESLIGER, 2009).

As participantes foram excluídas quando desistiram do estudo em qualquer etapa; quando não conseguiram acompanhar regularmente as sessões de treinamento, com ausência superior a 25% das sessões totais, ou faltaram a alguma etapa dos testes.

4.2.3.3 Aleatorização

As voluntárias foram distribuídas de forma randômica em cada um dos três grupos experimentais (TFBC + RFS, TFBC, TFCM) e no Controle (CON). Essa alocação foi realizada logo após a avaliação pré-experimental por outro pesquisador, utilizando uma sequência oculta, estratificada pelas medidas de força muscular e idade, utilizando o site <http://www.randomizer.org>. Considerando que a natureza da intervenção se tratou de uma estratégia não farmacológica, o mascaramento de pesquisadores e participantes não foi possível. Ao final, trinta e nove participantes completaram o estudo. A figura 01 mostra o diagrama do fluxo da amostra conforme o CONSORT e o número de participantes nos grupos de tratamento em cada etapa do estudo.

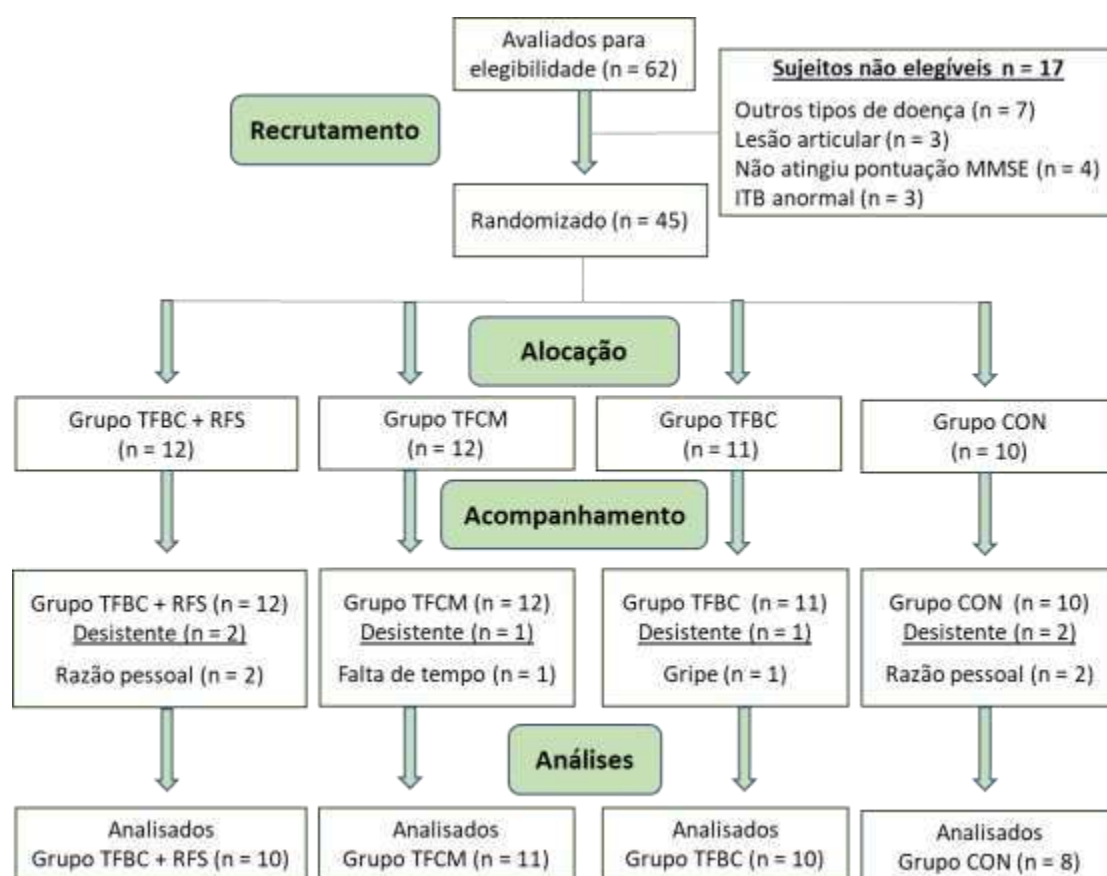


Figura 01. Fluxograma do estudo

Legenda: ITB: índice tornozelo braquial; TFBC + RFS: treinamento de força de baixa carga associado à restrição parcial de fluxo sanguíneo; TFCM: treinamento de força de carga moderada; TFBC: treinamento de força de baixa carga; CON: controle.

4.2.3.4 Cálculo do tamanho da amostra

O cálculo amostral foi realizado a partir dos resultados de dois trabalhos metodologicamente semelhantes ao presente estudo (PEREIRA *et al.*, 2019; PLUMMER-D'AMATO *et al.*, 2012). Assim, os parâmetros considerados foram: $\alpha = 0,05$; potência $(1 - \beta) = 0,80$; tamanho do efeito = 0,32; número de grupos = 4; número de mensurações = 2; e perda amostral de 15%. A amostra mínima total exigida foi fixada em 36 voluntárias.

4.2.3.5 Avaliações

A coleta de dados foi realizada nas dependências do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil. De forma aleatória, três participantes foram designados para diferentes avaliadores experientes, que os testaram simultaneamente. A avaliação descritiva da caracterização geral das participantes incluiu os dados da idade (anos) realizada durante a entrevista face à face.

Avaliação do Índice Tornozelo Braquial: o ITB foi utilizado como ponto de corte para inclusão no presente estudo, e foi realizado a partir da aferição da pressão arterial sistólica (PAS) dos membros inferiores (artéria tibial anterior) e membros superiores (artéria braquial). O valor do ITB foi obtido bilateralmente, por meio da razão PAS do tornozelo direito/PAS do braço direito e PAS do tornozelo esquerdo/PAS do braço esquerdo (RESNICK *et al.*, 2004).

Avaliação da estatura: A estatura (m) foi medida utilizando um estadiômetro (Wiso®, model E210, Santa Catarina, Brasil), com as voluntárias descalças e de pé em posição anatômica, com a face voltada à frente no plano de *Frankfurt*, acima de uma superfície plana e com a parte posterior do corpo encostada em uma parede.

Avaliação da composição corporal: a MC, a MM e o %G foram mensurados por meio de bioimpedância (*InBody 570 Biospace*®, San Francisco – Califórnia, EUA), conforme orientação do fabricante. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado a partir da equação (kg/m^2).

Avaliação do nível de atividade física: o nível de atividade física foi mensurado em minutos (min) por meio acelerômetro (*Actigraph*, modelo GT3X, Pensacola, FL), que foi fixado à roupa das idosas na altura da cintura com o auxílio de uma faixa elástica, durante 24 horas, pelo período de sete dias consecutivos, conforme as recomendações de (GARATACHEA; LUQUE; GALLEG0, 2010).

Coleta e manuseio do sangue: Todas as voluntárias compareceram ao laboratório entre 07:00h e 09:00h da manhã após jejum noturno, um dia antes e um dia depois da última sessão do programa de treinamento. O sangue venoso foi coletado da veia antecubital e as amostras colhidas em tubos contendo EDTA, sendo centrifugadas imediatamente a 2.000 RPM, durante 15 min. O soro foi isolado e guardado a – 80 °C para posterior análise.

Avaliação da irisina: após o descongelamento, as amostras foram centrifugadas a 10.000 RPM, durante 10 min, para a remoção completa das plaquetas. As concentrações séricas de irisina foram determinadas a partir do método de imunoabsorbância ligado à enzima (ELISA) de acordo com as especificações técnicas do KIT, HUMAN IRISIN/FNDC5 DUOSET ELISA, 5 PLATE, USA R&D SYSTEMS INC. Após os passos indicados pelo fabricante, a reação foi lida em espectrofotômetro a 450 nm. Todas as amostras referentes ao mesmo indivíduo foram analisadas usando a mesma placa, e os níveis de irisina foram expressos em ng/ml, sendo todas as amostras analisadas em duplicatas.

Avaliação do perfil lipídico: as variáveis CT, TG e HDL foram medidas por meio de ensaios enzimáticos, utilizando o analisador bioquímico automatizado ChemWell®-T. Todos os reagentes foram obtidos da Labtest e tiveram seus protocolos executados segundo o fabricante. Os valores da LDL foram obtidos a partir da seguinte equação: $LDL = CT - HDL - (TG/5)$, (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972).

Determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo: utilizou-se um doppler vascular portátil (MedPeg® DV -2001, Ribeirão Preto, SP, Brasil), conforme descrito por Laurentino *et al.*, (2012), e um esfigmomanômetro especial (torniquete pneumático komprimeter para hemostasia em extremidades - Riester®), cujos manguitos mediam (10 cm de largura x 54 cm de comprimento para os membros inferiores e 6 cm de largura x 47cm de comprimento para membros superiores). As voluntárias foram posicionadas em decúbito dorsal e os manguitos foram acomodados na porção mais proximal das coxas e dos braços, sendo posteriormente inflados até

que o pulso auscultatório arterial ficasse inaudível, sendo determinado, neste momento, o ponto de restrição arterial total.

4.2.3.6 Intervenção

Os grupos experimentais realizaram um programa de TF que consistiu em quatro exercícios, sendo dois para membros superiores (supino reto e rosca direta) e dois para membros inferiores (*leg press* 45° e agachamento), realizados de forma não consecutiva. O programa de treinamento durou 16 semanas e teve seu volume, intervalo de descanso e tempo sobre tensão equalizados para todos os grupos. De modo geral, o treinamento consistiu em 3 séries de 10 repetições para cada exercício, com intervalo de recuperação de 60 segundos entre as séries e 120 segundos entre os exercícios, bem como uma cadência de execução do movimento de 1 segundo na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica.

A carga utilizada pelo grupo TFCM foi de 60% de 1 RM e pelos grupos TFBC e TFBC + RFS, foi de 20% de 1RM. O grupo TFBC + RFS utilizou de forma condicionante, durante a execução dos exercícios um esfigmomanômetro (torniquete pneumático komprimeter - Riester®), acomodado na parte mais proximal dos membros exercitados, sendo constantemente monitorado para garantir uma compressão parcial que se mantivesse em ~50% do ponto de restrição arterial total, referente a cada indivíduo. Os manguitos foram desinflados somente entre os exercícios.

O ajuste e a progressão da carga foram realizados após 8 semanas de treinamento, conforme as recomendações do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2017). O grupo CON manteve sua rotina diária sem treinamento, até a reavaliação, após o final do período experimental.

Os três grupos experimentais iniciaram o treinamento na semana seguinte, após a conclusão das avaliações iniciais, e foram supervisionados por 4 instrutores especializados na proporção de 2 participantes por instrutor. A frequência e o percentual de intervenções realizadas foram registrados e calculados conforme a assiduidade das participantes.

4.2.3.7 Análise de dados

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro Wilk* para cada variável dependente. O teste de *Levene* foi realizado para verificar a homogeneidade de variância e o de *Mauchly* para a esfericidade. As diferenças entre os grupos foram testadas com ANOVA multivariada nos momentos pré e pós experimento. O teste *post hoc* de *Tukey*, foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados, ou para interação entre esses.

As análises intragrupos pré e após 16 semanas de treinamento para as variáveis, composição corporal (MC, IMC, MM e %G), perfil lipídico (CT, TG, HDL e LDL) e níveis séricos de irisina foram realizadas a partir do teste t de *Student*. Os grupos e momentos foram inseridos como fator fixo e os indivíduos como fator aleatório. A normalidade dos resíduos foi verificada usando gráficos Q-Q e considerados plausíveis em cada instância. Os resultados são exibidos em média e desvio padrão e a significância adotada foi de $P \leq 0,05$. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por um pesquisador cego usando o *software* SPSS *version* 22.0 (SPSS Inc., Chicago, New York, USA).

4.2.4. Resultados

O diagrama de fluxo das participantes é mostrado na figura 01, em que, das 62 voluntárias selecionadas para elegibilidade, 23 foram excluídas por diversas razões e 39 deram consentimento informado por escrito, completaram as avaliações iniciais e foram designadas randomicamente a um dos quatro grupos de intervenção (TFBC + RFS = 10; TFCM = 11; TFBC = 10 e CON = 8). A adesão das voluntárias nos grupos experimentais foi de 83,3% para o grupo TFBC + RFS, 91,7% para o grupo TFCM e 90,9% para o grupo TFBC. A frequência média foi de $88,2 \pm 1,2\%$ no grupo TFBC + RFS; $87,3 \pm 1,3\%$ no grupo TFCM e $89,1 \pm 1,4\%$ no grupo TFBC. Não houve ocorrências acidentais ou outros eventos adversos durante o período experimental.

A análise de variância mostrou que houve uma homogeneidade entre os grupos experimentais em relação às variáveis estudadas, sendo possível observar na tabela 01, as características descritivas (média $\pm$ desvio padrão) da idade, nível de atividade física, composição corporal, variáveis lipídicas e níveis séricos de irisina na linha de base.

Tabela 01: Características descritivas (média $\pm$ desvio padrão) das participantes na linha de base e efeito tempo e grupo pós-16 semanas de intervenção.

VARIÁVEIS	MOMENTO	TFBC + RFS (n=10)	TFCM (n=11)	TFBC (n=10)	CON (n=8)
Idade (anos)	Pré	65.70 $\pm$ 3.30	66.09 $\pm$ 3.59	67.40 $\pm$ 5.89	65.38 $\pm$ 3.58
	Pós	-	-	-	-
Nível de atividade física (min/dia)	Pré	42.79 $\pm$ 14.53	39.26 $\pm$ 19.65	35.04 $\pm$ 21.06	32.58 $\pm$ 14.28
	Pós	-	-	-	-
Composição Corporal					
Massa corporal(kg)	Pré	59.16 $\pm$ 7.01	64.15 $\pm$ 11.74	69.59 $\pm$ 10.25	64.95 $\pm$ 10.97
	Pós	59.15 $\pm$ 7.22	63.63 $\pm$ 11.58	70.66 $\pm$ 10.33	65.14 $\pm$ 10.70
IMC (kg/m ²)	Pré	25.03 $\pm$ 2.58	27.97 $\pm$ 4.88	28.46 $\pm$ 5.04	27.43 $\pm$ 4.66
	Pós	25.14 $\pm$ 2.61	27.76 $\pm$ 4.88	28.90 $\pm$ 5.21	27.55 $\pm$ 4.39
Massa muscular(kg)	Pré	19.20 $\pm$ 3.10	19.91 $\pm$ 2.38	22.16 $\pm$ 1.40	19.16 $\pm$ 2.24
	Pós	19.71 $\pm$ 2.86*	20.37 $\pm$ 2.35	22.46 $\pm$ 1.44^{§#}	19.26 $\pm$ 2.22
Percentual de Gordura (%)	Pré	38.80 $\pm$ 5.43	40.84 $\pm$ 6.89	39.62 $\pm$ 7.91	43.23 $\pm$ 6.72
	Pós	37.47 $\pm$ 5.19	39.35 $\pm$ 6.94	39.76 $\pm$ 7.85	43.34 $\pm$ 6.11
Perfil Lipídico					
Colesterol (mg/dL)	Pré	223 $\pm$ 43.29	214 $\pm$ 39.07	205 $\pm$ 51.02	255 $\pm$ 67.40
	Pós	225 $\pm$ 44.26	218 $\pm$ 38.20	208 $\pm$ 62.36	239 $\pm$ 72.39
Triglicerídeos (mg/dL)	Pré	194 $\pm$ 82.26	139 $\pm$ 66.11	121 $\pm$ 50.81	110 $\pm$ 30.13
	Pós	176 $\pm$ 41.18	147 $\pm$ 80.48	116 $\pm$ 36.72	134 $\pm$ 44.17
HDL (mg/dL)	Pré	40 $\pm$ 18.85	37 $\pm$ 16.59	50 $\pm$ 19.99	46 $\pm$ 21.32
	Pós	44 $\pm$ 14.32	41 $\pm$ 16.02	53 $\pm$ 16.73	42 $\pm$ 20.84
LDL (mg/dL)	Pré	145 $\pm$ 31.83	149 $\pm$ 40.67	131 $\pm$ 54.15	187 $\pm$ 66.43
	Pós	138 $\pm$ 50.34	139 $\pm$ 34.68	135 $\pm$ 56.96	186 $\pm$ 59.08
Irisina (ng/ml)	Pré	0.113 $\pm$ 0.06	0.169 $\pm$ 0.10	0.118 $\pm$ 0.04	0.168 $\pm$ 0.15
	Pós	0.088 $\pm$ 0.04	0.141 $\pm$ 0.10	0.096 $\pm$ 0.03	0.156 $\pm$ 0.15

Legenda: IMC - Índice de Massa Corporal; TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle; min/dia: Minutos por Dia; ng/ml: Nanograma por Mililitro; mg/dL: Miligramas por Decilitro; HDL: Lipoproteínas de Alta Densidade; LDL: Lipoproteínas de Baixa Densidade; kg/m²: Quilogramas Dividido por Metro Quadrado.

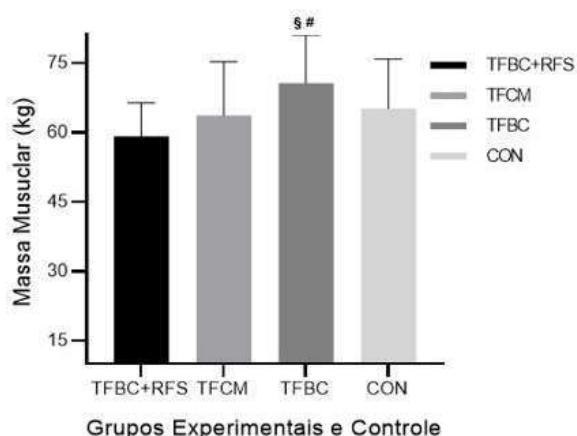
Nota: * indica $P \leq 0,05$ entre momento pré vs 16 semanas de treinamento; [§] indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBC + RFS, TFCM e TFBC vs CON; [#] indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBI + RFS vs TFBI.

Após 16 semanas de treinamento, observaram-se diferenças significantes entre os grupos na variável massa muscular ($F_{(3,35)} = 3,660$; $p = 0,021$; $\eta^2 = 0,239$), figura 02. O post hoc identificou uma diferença significativa entre os grupos TFBC vs CON, apresentando um grande tamanho de efeito ($p = 0,027$; $d = 1,71$), de modo que o grupo TFBC apresentou seu valor médio mais elevado ($\Delta = 14,24\%$). Também foi possível observar outra diferença significativa entre os grupos TFBC + RFS e TFBC ($p = 0,050$; $d = 1,21$), apontando um grande tamanho de efeito e superioridade do grupo TFBC em seu valor médio ($\Delta = 12,24\%$).

Não foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle nas demais variáveis da composição corporal: massa corporal ($f_{(3,35)} = 2,211$; $p = 0,104$; $\eta^2 = 0,159$); IMC ($f_{(3,35)} = 1,291$; $p = 0,293$; $\eta^2 =$

0,100); percentual de gordura ($f_{(3,35)} = 1,186$; $p = 0,329$; $\eta^2 = 0,092$) e do perfil lipídico: colesterol total ($f_{(3,34)} = 0,511$; $p = 0,677$; $\eta^2 = 0,043$); triglicerídeos ($f_{(3,34)} = 2,133$; $p = 0,114$; $\eta^2 = 0,158$); HDL ($f_{(3,34)} = 1,024$; $p = 0,394$; $\eta^2 = 0,083$) e LDL ($f_{(3,34)} = 1,920$; $p = 0,145$; $\eta^2 = 0,145$), assim como nos níveis séricos de irisina ($f_{(3,34)} = 1,292$; $p = 0,293$; $\eta^2 = 0,102$), figura 03.

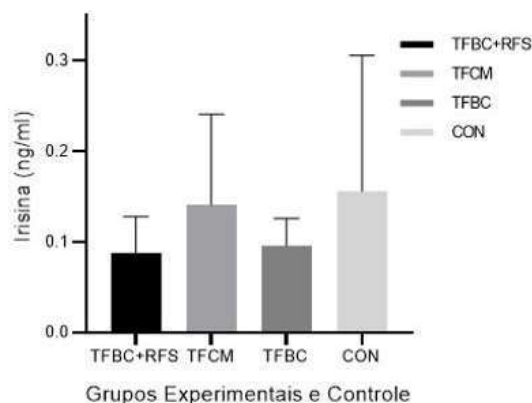
Figura 02: comparação entre grupos experimentais e controle, da Massa Muscular após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

Nota: § indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBC + RFS, TFCM e TFBC vs CON; # indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBC + RFS vs TFBC.

Figura 03: comparação entre grupos experimentais e controle, dos níveis séricos de Irisina após 16 semanas de treinamento de força.

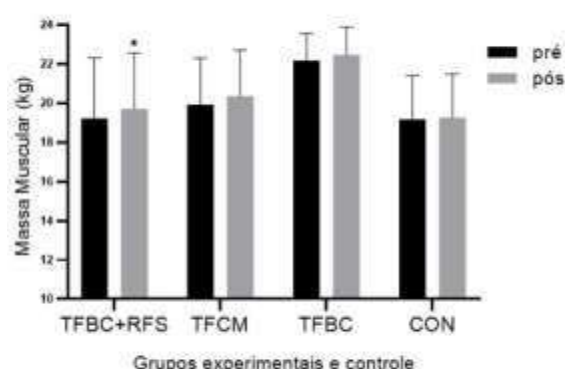


Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

Durante os testes inferenciais intragrupos nas variáveis da composição corporal, identificou-se, no grupo TFBC + RFS, um efeito significativo do tempo na massa muscular após 16 semanas de treinamento ($t = -2,995$; $p = 0,015$; $d = 0,171$). No entanto, não houve diferenças significativas nos demais grupos experimentais e CON, TFCM ($t = -1,981$; $p = 0,076$; $d = -0,194$), TFBC ($t = -1,983$; $p = 0,079$; $d = -0,211$) e no grupo CON ($t = -0,505$; $p = 0,629$; $d = -0,044$), figura 04.

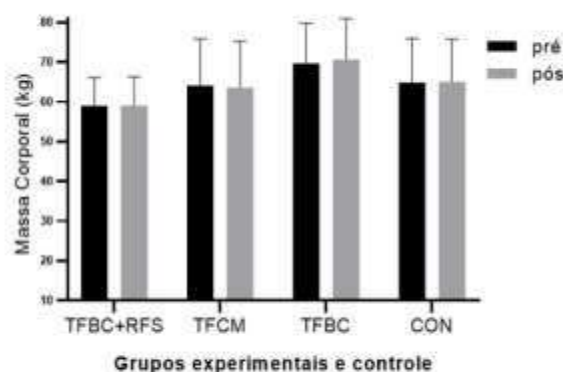
Em relação à massa corporal, não foi possível observar efeitos significativos do treinamento, após o período de intervenção, em todos os grupos estudados, como pode ser visto a seguir: TFCB + RFS ($t = 0,018$; $p = 0,986$; $d = 0,001$), TFCM ($t = 1,355$ - $p = 0,205$; $d = 0,044$), TFCB ($t = -1,269$; $p = 0,236$; $d = -0,103$), CON ($t = -0,376$; $p = 0,718$; $d = -0,105$) figura 05.

Figura 04: comparação intragrupos da Massa Muscular após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

Figura 05: comparação intragrupos da Massa Corporal após 16 semanas de treinamento de força.

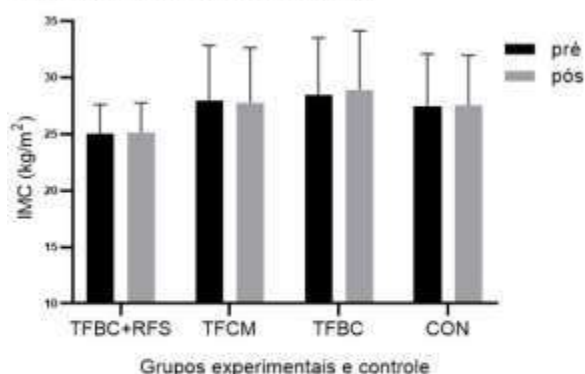


Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

No que se refere ao IMC, também não se observou nos grupos estudados, efeitos significativos em decorrência do treinamento, TFBC + RFS ($t = -0,406$; $p = 0,694$; $d = -0,042$), TFCM ($t = 1,213$; $p = 0,253$; $d = 0,043$), TFBC ($t = -1,294$; $p = 0,228$; $d = -0,085$), CON ($t = -0,570$; $p = 0,587$; $d = -0,026$), figura 6.

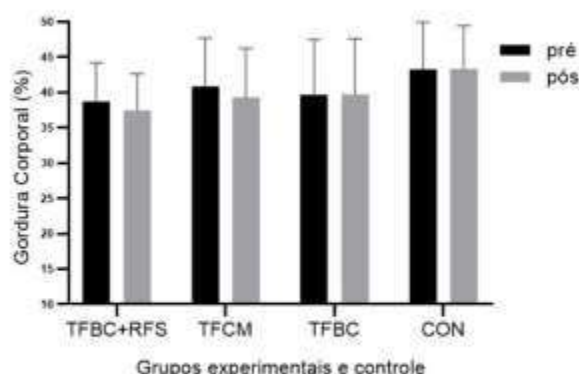
Da mesma forma, a gordura corporal (%) não sofreu alterações significativas decorrentes do programa de treinamento, em nenhum dos grupos avaliados, TFBC + RFS ($t = 1,883$; $p = 0,092$; $d = 0,250$), TFCM ($t = 1,861$; $p = 0,092$; $d = 0,215$), TFBC ($t = -0,149$; $p = 0,885$; $d = 0,078$) e CON ($t = -0,291$; $p = 0,780$; $d = -0,017$), figura 7.

Figura 6: comparação intragrupos do IMC após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: IMC: Índice de Massa Corporal; TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

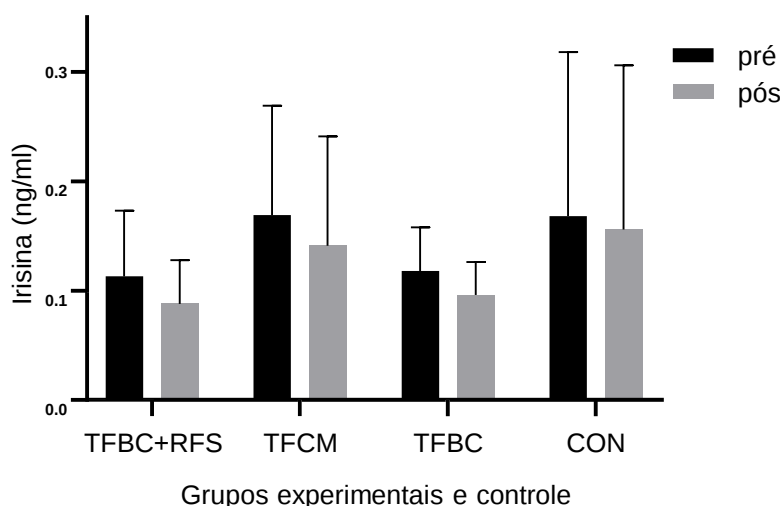
Figura 7: comparação intragrupos da Gordura Corporal (%) após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

Na figura 08, é possível observar que os níveis séricos de irisina não sofreram alteração do tempo nos grupos experimentais e controle, TFBC + RFS ($t = 1,176$; $p = 0,270$; $d = 0,49$); TFCM ($t = 1,179$; $p = 0,266$; $d = 0,28$); TFBC ($t = 2,127$; $p = 0,062$; $d = 0,62$) e CON ($t = 0,470$; $p = 0,653$; $d = 0,08$).

Figura 8: comparação intragrupos dos níveis séricos de Irisina após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

As alterações ocorridas nas variáveis lipídicas provenientes das 16 semanas de treinamento, não foram estatisticamente significativas em nenhum dos grupos testados, colesterol total: TFBC + RFS ($t = -0,432$; $p = 0,676$; $d = -0,05$), TFCM ($t = -0,214$; $p = 0,835$; $d = -0,10$), TFBC ($t = -0,327$; $p = 0,751$; $d = -0,05$) e CON ($t = 1,958$; $p = 0,091$; $d = 0,23$); o mesmo resultado ocorreu nos triglicerídeos: TFBC + RFS ($t = 0,804$; $p = 0,442$; $d = 0,276$), TFCM ($t = -0,573$; $p = 0,580$; $d = -0,108$), TFBC ($t = 0,520$; $p = 0,616$; $d = 0,112$) e CON ($t = -1,966$; $p = 0,090$; $d = -0,634$);

Da mesma forma, nenhuma diferença significativa foi observada no HDL: TFBC + RFS ($t = -1,294$; $p = 0,228$; $d = -0,238$), TFCM ($t = -1,085$; $p = 0,303$; $d = -0,245$), TFBC ($t = -0,916$; $p = 0,384$; $d = -0,162$) e CON ($t = 0,916$; $p = 0,390$; $d = 0,189$), e no LDL: TFBC + RFS ($t = 0,429$; $p = 0,678$; $d = 0,166$), TFCM ($t = 0,765$; $p = 0,464$; $d = 0,291$), TFBC ($t = -0,196$; $p = 0,849$; $d = -0,071$) e no grupo CON ($t = 0,057$; $p = 0,956$; $d = 0,015$).

Em relação às análises correlacionais entre a irisina e demais variáveis estudadas, foi possível observar que no grupo TFBC + RFS, houve uma fraca interação após 16 semanas de treinamento, entre a irisina e as variáveis, colesterol total ($r = -0,316$; $p = 0,374$), HDL ($r = -0,309$; $p = 0,385$), massa muscular ($r = -0,323$; $p = 0,363$) e gordura corporal ($r = 0,339$; $p = 0,338$). Observou-se, também, uma correlação muito fraca com as variáveis, massa corporal ($r = -0,127$; $p = 0,727$), IMC ($r = -0,052$; $p = 0,886$), triglicerídeos ($r = 0,074$; $p = 0,839$) e LDL ($r = 0,068$; $p = 0,853$).

No grupo TFCM, existiu uma interação moderada entre a irisina e a massa muscular, ($r = -0,480$; $p = 0,135$) e os triglicerídeos ($r = -0,447$; $p = 0,168$). No entanto, uma fraca interação foi observada entre a irisina e o IMC ($r = 0,244$; $p = 0,470$), a gordura corporal ($r = 0,240$; $p = 0,478$) e o colesterol total ($r = 0,279$; $p = 0,407$). Já em relação à massa corporal ($r = -0,104$; $p = 0,760$), HDL ($r = 0,129$; $p = 0,705$) e LDL ($r = 0,178$; $p = 0,622$), houve uma correlação muito fraca.

Observou-se no grupo TFBC, uma forte interação entre a irisina e a massa corporal ($r = 0,714$; $p = 0,020$), e uma moderada interação com a massa muscular ($r = 0,622$; $p = 0,055$), o IMC ($r = 0,527$; $p = 0,118$), a gordura corporal ($r = 0,539$; $p = 0,108$) e o LDL ($r = 0,498$; $p = 0,143$). Observou-se ainda, uma fraca interação entre a irisina e o HDL ($r = -0,359$; $p = 0,309$), e muito fraca correlação com o colesterol total ($r = -0,064$; $p = 0,860$) e os triglicerídeos ($r = 0,055$; $p = 0,881$).

4.2.5 Discussão

O presente estudo teve como objetivo analisar o efeito de dezesseis semanas de TF, utilizando cargas moderadas e baixas, associada à técnica de RFS na composição corporal, perfil lipídico e níveis séricos de irisina em mulheres idosas.

Os resultados confirmaram parcialmente a hipótese deste estudo, tendo em vista que o grupo experimental TFBC + RFS, apresentou uma melhora da composição corporal, relacionada ao aumento significativo da MM, e uma notória redução do %G. Esse achado corrobora um crescente corpo de evidências de que este tipo de treinamento realizado em pessoas idosas é capaz de promover a hipertrofia, favorecendo a composição corporal e reduzindo a sarcopenia (COOK *et al.*, 2017; LIBARDI *et al.*, 2015; SCARPELLI *et al.*, 2021; TAKARADA *et al.*, 2000; THIEBAUD *et al.*, 2013; VECHIN *et al.*, 2015; YASUDA *et al.*, 2016).

Adicionalmente, alguns estudos de revisão e meta-analíticos vêm ratificando o efeito positivo da técnica de RFS associada ao treinamento com baixas cargas, tanto em populações jovens quanto em idosas. Esses estudos concluíram que esse tipo de abordagem intervencionista é comprovadamente uma alternativa eficaz para estimular a hipertrofia muscular e os ganhos de força nessas populações, especialmente na impossibilidade de realizar exercícios de alta carga (CENTNER *et al.*, 2019; KONG *et al.*, 2022; LABATA-LEZAUN *et al.*, 2022; RODRIGO-MALLORCA *et al.*, 2021; SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016).

No atual estudo o TFBC + RFS se mostrou mais efetivo do que o TFCM e o TFBC na promoção da hipertrofia, mesmo estes dois últimos grupos apresentando melhorias nessa variável, porém, não significativas. Observou-se ainda, um efeito significativo do tempo entre os grupos TFBC + RFS vs TFBC ($\Delta = 12,24\%$) e TFBC vs CON ($\Delta = 14,24\%$), com superioridade percentual para o grupo TFBC em ambos os casos, no entanto, quando se observou os valores médios nos momentos pré e pós intragrupo, foi possível perceber que o grupo TFBC + RFS (pré = 19,20; pós = 19,71) teve um aumento superior da MM, quando comparado ao grupo TFBC (pré = 22,16; pós = 22,46), ratificando ainda mais a efetividade da RFS. Resultados análogos já haviam sido relatados em uma metanálise que avaliou 47 estudos, cujo objetivo foi comparar grupos que realizaram TFBC e TFBC + RFS, entre os quais, 26 eram apenas com homens, 7 com mulheres e 14 incluíram homens e mulheres, com idade média de (34 ± 18) anos (SLYSZ; STULTZ; BURR, 2016).

Alterações na composição corporal como o aumento da MM, influencia positivamente no aumento da força em idosos, que é extremamente importante para a execução das atividades diárias e na execução da dupla tarefa durante a caminhada, que é amplamente reconhecida como uma preocupação de mobilidade funcional entre eles, sendo, portanto, um considerável problema de saúde pública, devido ao risco de queda (BEAUCHET *et al.*, 2009; DA SILVA; CAVALCANTE NETO, 2019).

Em relação a MC, os grupos de TFBC + RFS e o TFCM apresentaram uma discreta redução dessa variável, mesmo com a elevação da MM, o que pode ser explicada pela efetividade do treinamento na redução do %G, entretanto, o grupo TFBC apresentou resultados contrastantes, aumentando sutilmente a MC e o %G. Essas alterações, provocaram uma ligeira elevação do IMC nos grupos TFBC + RFS e TFBC, que pode ser explicada pelo aumento da MC, já o grupo TFCM, apresentou

uma pequena diminuição, explicada pela redução da MC e apenas um discreto aumento da MM.

O programa de treinamento de 16 semanas não promoveu, nas variáveis lipídicas (CT, TG, HDL e LDL), alterações significativas nos grupos estudados, havendo apenas uma discreta oscilação dessas variáveis. Entretanto, é importante ressaltar que, mesmo não sendo significativo, houve um aumento nos níveis de HDL, na proporção de 9,1%, 9,8% e 5,7% nos grupos TFBC + RFS, TFCM e TFBC respectivamente.

Esses aumentos devem ser considerados como um resultado promissor para essa população, ao observarmos que o grupo TFCM no momento pré-experimental, apresentava um valor médio de $37 \pm 16,59$ mg/dL dessa substância, classificado pela literatura como alto risco para desenvolver doenças cardiovasculares Précoma *et al.*, (2019), entretanto, no momento pós-treinamento, aumentou os valores médios para $41 \pm 16,02$ mg/dL, passando a ser classificado como baixo risco. Essas observações podem ser estendidas para os demais grupos experimentais, tendo em vista que eles já estavam fora da classificação de risco e, ficaram ainda mais distantes.

Os achados da presente pesquisa corroboraram os resultados de uma recente revisão sistemática que estudou o efeito do treinamento com RFS nas variáveis antropométricas e lipídicas em adultos com sobrepeso/obesidade. Onde foi visto que esse tipo de treinamento é uma intervenção eficaz para diminuir o CT, o TG e aumentar o nível de HDL, mas não para um nível significativamente diferente do inicial (SUN, 2022).

Do mesmo modo que as variáveis lipídicas, nenhum dos grupos estudados sofreu alterações significativas nos níveis séricos de irisina após o protocolo de treinamento. Esse resultado pode ter sido motivado pela discreta redução da gordura corporal, já que o tecido adiposo branco é considerado o segundo maior precursor dessa miocina (COSIO *et al.*, 2021). Sendo assim, a redução do %G nos grupos experimentais, exceto no grupo TFBC, pode ter influenciado a não alteração dos níveis de séricos irisina, uma vez que Huh *et al.*, (2012), verificaram que a diminuição significativa da gordura corporal branca, acarreta redução dos níveis circulantes dessa substância, após um programa de treinamento crônico.

Outro fator importante que possivelmente influenciou os resultados foi o intervalo de tempo da coleta sanguínea, que ocorreu em um período de

aproximadamente 24h após a última sessão de treino do período experimental, ou seja, depois do período circadiano de pico de produção da irisina, que pode ocorrer de forma temporária, entre uma e três horas após o término da sessão de treino. Nesse sentido, se a coleta sanguínea para análise for realizada muito além desse período, provavelmente pode afetar os resultados, especialmente após um PT crônico (TSIANI *et al.*, 2021).

Também é preciso considerar que o tempo de armazenamento das amostras de soro, até o momento da análise, pode ter interferido na qualidade dos resultados, pois quanto mais longo for o tempo de congelamento, maior será a possibilidade de degradação da amostra (HUH *et al.*, 2012; SCHARHAG-ROSENBERGER *et al.*, 2014). Talvez por isso, o estudo de Kraemer *et al.*, (2015), com jovens universitários, tenha observado, após uma sessão aguda de exercício de baixa carga e RFS, um aumento significativo dos níveis séricos de irisina, após 15 minutos do fim da sessão de treino. Em contraste (CORDINGLEY; ANDERSON; CORNISH, 2023; PAZOKIAN; AMANI-SHALAMZARI; RAJABI, 2022), não observaram alterações significativas nos níveis séricos de irisina, após uma sessão aguda de exercício de força com RFS.

Os resultados do presente estudo evidenciaram que o TF crônico, com ou sem o implemento da RFS, parece não ter influenciado de forma significativa os níveis circulantes de irisina em mulheres idosas. Resultados análogos a esses, foram encontrados por Mohammadiyan; Moghaddam; Hakkakdokht, (2021), após um PT de força de seis semanas com RFS, em mulheres jovens; onde os pesquisadores testaram dois grupos com intensidades distintas (20%-30% e 40%-50% de 1RM), sendo suficiente apenas para reduzir significativamente o %G nos grupos, mas não para alterar os níveis de séricos de irisina.

Outras investigações metodologicamente similares a nossa, mas sem o uso da RFS, que estudaram populações de mulheres com idade avançada (HECKSTEDEN *et al.*, 2013; POUTAFKAND; MAREFATI; TAHERICHADORNESHIN, 2020), e mulheres jovens (FERNANDEZ-DEL-VALLE *et al.*, 2018; SHABANI; IZADDOUST, 2018), obtiveram resultados semelhantes ao presente estudo. Por outro lado, os resultados obtidos por (GHANBARI-NIAKI *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2016), que estudaram populações de mulheres com idade avançada, e Planella-Farrugia *et al.*, (2019), ao estudarem mulheres idosas, observaram aumentos significativos dos níveis séricos de irisina após o programa de TF.

Até onde se sabe, o corrente estudo foi o primeiro que correlacionou os níveis séricos de irisina com variáveis lipídicas e composição corporal de mulheres idosas, após um programa de TF com RFS. Todavia, não foram encontradas correlações entre a irisina, as variáveis lipídicas e da composição corporal nos grupos experimentais, exceto uma forte e significativa interação entre essa miocina e a MC no grupo TFBC.

Em 2016, um estudo populacional realizado na Pomerânia Ocidental, uma região rural no nordeste da Alemanha, encontrou uma associação positiva entre os níveis circulantes de irisina e o perfil lipídico na população em geral, intuindo, portanto, uma possível proteção induzida pelos níveis elevados de irisina contra doenças não transmissíveis associadas aos lipídios (OELMANN *et al.*, 2016). No entanto estudos anteriores, mostraram inconsistências quando correlacionado à irisina e ao perfil lipídico, mostrando a necessidade de mais estudos correlacionais (GOUNI-BERTHOLD *et al.*, 2013; HUH *et al.*, 2012; LIU *et al.*, 2013; PANAGIOTOU *et al.*, 2014; PARK *et al.*, 2013; WEN *et al.*, 2013).

Existem algumas limitações no presente estudo, a exemplo da natureza da intervenção entre os grupos, que impediu o cegamento dos participantes, o que pode resultar em um viés para essa investigação. Outra limitação, refere-se as características da amostra, uma vez que se avaliou idosos saudáveis, do sexo feminino e, portanto, os resultados não podem ser extrapolados para idosos não saudáveis e que sejam do sexo masculino.

4.2.6 Conclusão

Conclui-se que dezesseis semanas de treinamento de força com baixa carga, associado à restrição de fluxo sanguíneo, foram eficientes para alterar a composição corporal de mulheres idosas saudáveis, promovendo o aumento da massa muscular.

Embora, as variáveis lipídicas e os níveis séricos de irisina não tenham sofrido alterações após o período experimental, ficou claro que o treinamento de força com baixa carga, associado à restrição de fluxo sanguíneo se mostrou eficaz para promover a hipertrofia muscular na população estudada, deixando evidente o potencial terapêutico desse tipo de intervenção na prevenção ou tratamento de distúrbios metabólicos, doenças cardiovasculares e, crônicas não transmissíveis.

Sugerem-se, mais investigações em populações do sexo masculino e com maior número amostral, bem como a verificação dos níveis de irisina de forma aguda, em alguns momentos no decorrer de um programa de treinamento.

Agradecimentos:

Às participantes do estudo.

Financiamento:

Parte deste estudo foi financiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, através do EDITAL Nº 07/2020 retificado pelos EDITAIS Nº 08 E Nº 09/2020 – PROGRAMA DE INCENTIVO À QUALIFICAÇÃO DO SERVIDOR DO IFPB – PIQIFPB.

Declaração de responsabilidade:

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente a visão do IFPB”.

Conflito de interesses:

Nada a declarar

Contribuição dos autores:

CRP e MSCS desenharam o estudo; JPA coordenou a coleta de dados; MFD e NHP realizaram as análises bioquímicas; ATAJ realizou a análise estatística; CRP interpretou os dados e redigiu o manuscrito; MSCS, NHP e JPA revisou o manuscrito.

4.2.7 Referências

ABE, T. *et al.* Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO_2max in young men. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 9, n. 3, p. 452, 2010.

ABE, T. *et al.* Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 6–12, 2005.

ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription. 10 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins. 2017.

ARHIRE, L. I.; MIHALACHE, L.; COVASA, M. Irisin: a hope in understanding and managing obesity and metabolic syndrome. **Frontiers in endocrinology**, v. 10, p. 524, 2019.

- ATKINSON, A. J. *et al.* Biomarkers and surrogate endpoints: Preferred definitions and conceptual framework. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v. 69, n. 3, p. 89–95, 2001.
- BEAUCHET, O. *et al.* Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults? **European journal of neurology**, v. 16, n. 7, p. 786–795, 2009.
- BOSTRÖM, P. *et al.* A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. **Nature**, v. 481, n. 7382, p. 463–468, 2012.
- CARSON, B. P. The potential role of contraction-induced myokines in the regulation of metabolic function for the prevention and treatment of type 2 diabetes. **Frontiers in endocrinology**, v. 8, p. 97, 2017.
- CENTNER, C. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 95–108, 2019.
- CHAN, A. W. *et al.* SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 346, p. 1–42, 2013.
- CHEN, L.-K. *et al.* Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 15, n. 2, p. 95–101, 2014.
- CHEN, N. *et al.* Irisin, an exercise-induced myokine as a metabolic regulator: an updated narrative review. **Diabetes/metabolism research and reviews**, v. 32, n. 1, p. 51–59, 2016.
- COLAIANNI, G. *et al.* Irisin and musculoskeletal health. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1402, n. 1, p. 5–9, 2017.
- COOK, S. B. *et al.* Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. **Experimental Gerontology**, v. 99, p. 138–145, 2017.
- COPELAND, J. L.; ESLIGER, D. W. Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 17–30, 2009.
- CORDINGLEY, D. M.; ANDERSON, J. E.; CORNISH, S. M. Myokine response to blood-flow restricted resistance exercise in younger and older males in an untrained and resistance-trained state: A pilot study. **Journal of Science in Sport and Exercise**, v. 5, n. 3, p. 203–217, 2023.
- COSIO, P. L. *et al.* Effect of chronic resistance training on circulating irisin: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 5, p. 2476, 2021.
- FERNANDEZ-DEL-VALLE, M. *et al.* Effects of high-intensity resistance training on circulating levels of irisin in healthy adults: A randomized controlled trial. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 2, p. e13025, 2018.

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

FU, J. *et al.* The emerging role of irisin in cardiovascular diseases. **Journal of the American Heart Association**, v. 10, n. 20, p. e022453, 2021.

GARATACHEA, N.; LUQUE, G. T.; GALLEG0, J. G. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. **Nutrición hospitalaria**, v. 25, n. 2, p. 224–230, 2010.

GHANBARI-NIAKI, A. *et al.* The combination of exercise training and Zataria multiflora supplementation increase serum irisin levels in postmenopausal women. **Integrative Medicine Research**, v. 7, n. 1, p. 44–52, 2018.

GOUNI-BERTHOLD, L. *et al.* Effects of lipid-lowering drugs on irisin in human subjects in vivo and in human skeletal muscle cells ex vivo. **PloS one**, v. 8, n. 9, p. e72858, 2013.

GRECO, D. B. Emancipação na luta pela equidade em pesquisas com seres humanos. **Revista Bioética**, v. 21, p. 20–31, 2013.

HECKSTEDEN, A. *et al.* Irisin and exercise training in humans - Results from a randomized controlled training trial. **BMC Medicine**, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2013.

HUH, J. Y. *et al.* FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 61, n. 12, p. 1725–1738, 2012.

JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 50, n. 5, p. 889–896, 2002.

KIM, H. J. *et al.* Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. **Physiological Research**, v. 65, n. 2, p. 271–279, 2016.

KIM, J.-S. *et al.* Exercise-induced myokines and their effect on prostate cancer. **Nature Reviews Urology**, v. 18, n. 9, p. 519–542, 2021.

KIM, S. *et al.* Roles of myokines in exercise-induced improvement of neuropsychiatric function. **Pflügers Archiv-European Journal of Physiology**, v. 471, p. 491–505, 2019.

KONG, J. *et al.* Comparison of blood flow restriction training and conventional resistance training for the improvement of sarcopenia in the older adults: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine and Health Science**, v. 5, n. 4, p. 269-276, 2022.

KRAEMER, R. R. *et al.* Effects of partial vascular occlusion on irisin responses to loaded muscle contractions. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 3, p. 332–334, 12, 2015.

LABATA-LEZAUN, N. *et al.* Effectiveness of blood flow restriction training on muscle strength and physical performance in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 103, n. 9, p. 1848–1857, 2022.

LEE, J. H.; JUN, H.-S. Role of myokines in regulating skeletal muscle mass and function. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 42, 2019.

LIBARDI, C A *et al.* Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. **International journal of sports medicine**, v. 36, n. 05, p. 395–399, 2015.

LIU, J. J. *et al.* Lower circulating irisin is associated with type 2 diabetes mellitus. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 27, n. 4, p. 365–369, 2013.

LIU, Y. *et al.* The neuroprotective effect of irisin in ischemic stroke. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 12, p. 588958, 2020.

MA, J.; CHEN, K. The role of Irisin in multiorgan protection. **Molecular Biology Reports**, v. 48, n. 1, p. 763–772, 2021.

MA, Y. *et al.* Irisin promotes proliferation but inhibits differentiation in osteoclast precursor cells. **The FASEB Journal**, v. 32, n. 11, p. 5813–5823, 2018.

MAAK, S. *et al.* Progress and challenges in the biology of fndc5 and irisin. **Endocrine reviews**, v. 42, n. 4, p. 436–456, 2021.

MOHAMMADIYAN, M.; MOGHADDAM, M. G.; HAKKAKDOKHT, E. The effect of two different intensities of resistance training with blood flow restriction on muscle strength, body fat percentage and serum level of Irisin in overweight women. **The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility**, v. 24, n. 3, p. 42–50, 2021.

OELMANN, S. *et al.* Circulating irisin concentrations are associated with a favourable lipid profile in the general population. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, p. 1–12, 2016.

PAHLAVANI, H. A. Exercise therapy for people with sarcopenic obesity: myokines and adipokines as effective actors. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 1–20, 2022.

PANAGIOTOU, G. *et al.* Circulating irisin, omentin-1, and lipoprotein subparticles in adults at higher cardiovascular risk. **Metabolism**, v. 63, n. 10, p. 1265–1271, 2014.

PARK, H. S. *et al.* The novel myokine irisin: clinical implications and potential role as a biomarker for sarcopenia in postmenopausal women. **Endocrine**, v. 64, n. 2, p. 341–348, 2019.

PARK, K. H. *et al.* Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. **The journal of clinical endocrinology & metabolism**, v. 98, n. 12, p. 4899–4907, 2013.

PAZOKIAN, F.; AMANI-SHALAMZARI, S.; RAJABI, H. Effects of functional training with blood occlusion on the irisin, follistatin, and myostatin myokines in elderly men. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2022.

PEDERSEN, B. K. *et al.* Role of myokines in exercise and metabolism. **Journal of applied physiology**, v. 103, p. 1093–1098, 2007.

PEREIRA, P. M. G. *et al.* Low-load resistance training and blood flow restriction improves strength, muscle mass and functional performance in postmenopausal women: a controlled randomized trial. **Int Phys Med Rehabil J**, v. 4, n. 2, p. 63–68, 2019.

PLANELLA-FARRUGIA, C. *et al.* Circulating irisin and myostatin as markers of muscle strength and physical condition in elderly subjects. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 871, 2019.

PLUMMER-D'AMATO, P. *et al.* Effects of once weekly dual-task training in older adults: A pilot randomized controlled trial. **Geriatrics & gerontology international**, v. 12, n. 4, p. 622–629, 2012

POUTAFKAND, F.; MAREFATI, H.; TAHERICHADORNESHIN, H. A comparison of the effects of resistance and endurance training protocols on serum irisin level and alkaline phosphatase activity in sedentary obese women. **Polish Journal of Sport and Tourism**, v. 27, n. 4, p. 23–28, 2020.

PRÉCOMA, D. B. *et al.* Atualização da diretriz de prevenção cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia-2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, p. 787–891, 2019.

RESNICK, H. E. *et al.* Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the strong heart study. **Circulation**, v. 109, n. 6, p. 733–739, 2004.

RODRIGO-MALLORCA, D. *et al.* Resistance training with blood flow restriction compared to traditional resistance training on strength and muscle mass in non-active older adults: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 21, p. 11441, 2021.

SCARPELLI, M. C. *et al.* Resistance training with partial blood flow restriction in a 99-year-old individual: a case report. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 3, p. 1–8, 2021.

SCHARHAG-ROSENBERGER, F. *et al.* Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in resting metabolic rate. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 9, p. 1736–1743, 2014.

SHABANI, R.; IZADDOUST, F. Effects of aerobic training, resistance training, or both on circulating irisin and myostatin in untrained women. **Acta Gymnica**, v. 48, n. 2, p. 47–55, 2018.

DA SILVA, G. C.; CAVALCANTE NETO, J. L. Quality of life and functional capability of elderly Brazilian women. **Work**, v. 62, n. 1, p. 97–106, 2019.

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.

SUN, L. Effects of blood flow restriction training on anthropometric and blood lipids in overweight/obese adults: meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 1–10, 2022.

TAKARADA, Y. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097–2106, 2000.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61–65, 2000a.

THIEBAUD, R. S. *et al.* The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 5, p. 344–352, 2013.

TSIANI, E. *et al.* Current evidence of the role of the myokine irisin in cancer. **Cancers**, v. 13, n. 11, p. 2628, 2021.

VECHIN, F. C. *et al.* Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, 2015.

WEN, M. S. *et al.* Decrease in Irisin in Patients with Chronic Kidney Disease. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, P. e64025, 2013.

YASUDA, T. *et al.* Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. **Oncotarget**, v. 7, n. 23, p. 33595, 2016.

YOUNG, M. F.; VALARIS, S.; WRANN, C. D. A role for FNDC5/Irisin in the beneficial effects of exercise on the brain and in neurodegenerative diseases. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 62, n. 2, p. 172–178, 2019.

ZHANG, C. *et al.* Lower irisin level in patients with type 2 diabetes mellitus: A case-control study and meta-analysis. **Journal of diabetes**, v. 8, n. 1, p. 56–62, 2016.

CAPÍTULO V

5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

1) quantidade de exercícios (2 para membros superiores e 2 para membros inferiores) utilizados no experimento, pode ser insuficiente para proporcionar um maior efeito em resposta ao PT.

2) a característica do método de treinamento com RFS, que consiste na utilização de baixas cargas, facilitando assim a realização de mais repetições. Diante disso, sugere-se nos protocolos de treinamento, a aplicação de 4 séries com 30-15-15-15 repetições (PATTERSON *et al.*, 2019). Como o protocolo de treinamento do presente estudo propôs a equalização das do número de séries, repetições e intervalo, o grupo TFBC + RFS realizou um número total de repetições aquém do comumente recomendado, provocando dessa forma, um menor estímulo.

3) o número amostral distribuídos nos grupos, mesmo tendo sido suficientes para detectar um poder estatístico aceitável. De toda forma se a utilização de um n amostral maior tivesse sido possível, poderia aumentar ainda mais o poder estatístico das análises do presente estudo.

4) o período de intervenção tivesse sido maior do que a do presente estudo, talvez fosse possível observar alterações significativas nos níveis séricos de irisina promovida pelo treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo em idosas saudáveis, limitação essa a ser sobrepujada em pesquisas futuras.

É possível que outras limitações sejam identificadas no decorrer da publicação do trabalho.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSÃO

Foi possível concluir, a partir dos achados da revisão literária, que protocolos específicos de treinamento de força muscular, podem não ser decisivos no aumento crônico dos níveis circulantes de irisina em populações de mulheres, independentemente da idade ou nível de condicionamento físico, haja vista que esse tipo de intervenção, produz respostas distintas nessas populações; no entanto, esse tipo de treinamento se mostra eficiente para alterar positivamente a composição corporal, aumentando a massa muscular e reduzindo o percentual de gordura, porém, não é possível determinar uma relação direta dessas variáveis com as alterações nos níveis circulantes de irisina.

Em relação aos dados coletados e analisados, observou-se que as dezesseis semanas de treinamento de força com baixa carga, associado à restrição de fluxo sanguíneo, foi capaz de alterar a composição corporal de mulheres idosas saudáveis, promovendo o aumento da massa muscular, mesmo não sendo efetivo para alterar as variáveis lipídicas e os níveis séricos de irisina.

Embora, os níveis séricos de irisina não tenham sido alterados após o período experimental, ficou claro que o treinamento de força com baixa carga, associado à restrição de fluxo sanguíneo, se mostrou eficaz para promover a hipertrofia muscular na população estudada, deixando evidente o potencial terapêutico desse tipo de intervenção na prevenção ou tratamento de distúrbios metabólicos, doenças cardiovasculares e crônicas não transmissíveis.

Sugerem-se, portanto, mais investigações em populações do sexo masculino e com mais amostras, bem como a verificação dos níveis de irisina de forma aguda em alguns momentos no decorrer de um programa de treinamento.

REFERÊNCIAS

- ABE, T. *et al.* Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO_2max in young men. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 9, n. 3, p. 452, 2010.
- ABE, T. *et al.* Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 6–12, 2005.
- ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 5, p. 1460–1466, 2006.
- AMANAT, S. *et al.* A randomized controlled trial on the effects of 12 weeks of aerobic, resistance, and combined exercises training on the serum levels of nesfatin-1, irisin-1 and HOMA-IR. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 1–14, 2020.
- AMANI-SHALAMZARI, S. *et al.* Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1–8, 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription. 10 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins. 2017.
- ANASTASILAKIS, A. D. *et al.* Circulating irisin is associated with osteoporotic fractures in postmenopausal women with low bone mass but is not affected by either teriparatide or denosumab treatment for 3 months. **Osteoporosis International**, v. 25, n. 5, p. 1633–1642, 2014.
- ANDRADE, P. A. *et al.* Effect of exercise on concentrations of irisin in overweight individuals: A systematic review. **Science and Sports**, v. 33, n. 2, p. 80–89, 2018.
- ARAÚJO, J. P. *et al.* Resistance training with blood flow restriction and cognition in elderly women (project “forte-mente-ativa”): study protocol. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 27, p. e10210016220, 2021.
- ARAÚJO, J. P. *et al.* The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. **Age**, v. 37, n. 6, p. 1–9, 2015.
- ARHIRE, L. I.; MIHALACHE, L.; COVASA, M. Irisin: a hope in understanding and managing obesity and metabolic syndrome. **Frontiers in endocrinology**, v. 10, p. 524, 2019.
- AYDIN, S. *et al.* Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: Cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. **Peptides**, v. 52, p. 68–73, 2014.
- BAKER, B. S. *et al.* Does blood flow restriction therapy in patients older than age 50 result in muscle hypertrophy, increased strength, or greater physical function? A

systematic review. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 478, n. 3, p. 593–606, 2020.

BEDOGNI, G. *et al.* Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. 11, p. 1143–1148, 2002.

BONFANTE I. L. P. *et al.* Novos achados relacionados ao tecido adiposo: uma revisão de literatura sobre o browning e irisina. **Revista Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 9-15, 2015.

BONFANTE, I. L. P. *et al.* Combined training, FNDC5/irisin levels and metabolic markers in obese men: A randomised controlled trial. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 5, p. 629–637, 2017.

BOSTRÖM, P. *et al.* A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. **Nature**, v. 481, n. 7382, p. 463–468, 2012.

CARROLL, T. J. *et al.* Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 5, p. 1514–1522, 2006.

CENTNER, C. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 95–108, 2019.

CHAN, A. W. *et al.* SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 346, p. 1–42, 2013.

CHEN, L.-K. *et al.* Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 15, n. 2, p. 95–101, 2014.

CHEN, N. *et al.* Irisin, an exercise-induced myokine as a metabolic regulator: an updated narrative review. **Diabetes/metabolism research and reviews**, v. 32, n. 1, p. 51–59, 2016.

CHENG, C. F.; KU, H. C.; LIN, H. PGC-1 α as a pivotal factor in lipid and metabolic regulation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 11, p. 1–21, 2018.

CIRILO-SOUSA, M.S. **Treinamento Físico Individualizado (Personal Training): abordagem nas diferentes idades, situações especiais e avaliação física**. 1^a ed. João Pessoa – PB: ed. UFPB, 2008.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Academic press, 2013.

COLAIANNI, G. *et al.* Irisin and musculoskeletal health. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1402, n. 1, p. 5–9, 2017.

COPELAND, J. L.; ESLIGER, D. W. Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 17–30, 2009.

CORDINGLEY, D. M.; ANDERSON, J. E.; CORNISH, S. M. Myokine response to blood-flow restricted resistance exercise in younger and older males in an untrained and resistance-trained state: A pilot study. **Journal of Science in Sport and Exercise**, v. 5, n. 3, p. 203–217, 2023.

DIANATINASAB, A. *et al.* The effects of aerobic, resistance, and combined exercises on the plasma irisin levels, HOMA-IR, and lipid profiles in women with metabolic syndrome: A randomized controlled trial. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v. 18, n. 3, p. 168–176, 2020.

DIAS, R. M. R. *et al.* Safety, reliability, intervenient factors and applicability of 1-RM tests. **Motriz. Revista de Educação Física**, v. 19, n. 1, p. 231–242, 2013.

DOZIO, E. *et al.* Circulating irisin and esRAGE as early biomarkers of decline of metabolic health. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 2, p. 1–12, 2020.

DU, X. -L.; JIANG, W. -X.; LV, Z. -T. Lower circulating irisin level in patients with diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. **Hormone and Metabolic Research**, v. 48, n. 10, p. 644–652, 2016.

ELIZONDO-MONTEMAYOR, L. *et al.* Relationship of circulating irisin with body composition, physical activity, and cardiovascular and metabolic disorders in the pediatric population. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 12, p. 1–17, 2018.

FALUDI, A. A. *et al.* Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 109, p. 1–76, 2017.

FATOUROS, Ioannis G. Is irisin the new player in exercise-induced adaptations or not? A 2017 update. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 56, n. 4, p. 525–548, 2018a.

FAUL, F. *et al.* 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.

FOX, J. *et al.* Effect of an acute exercise bout on immediate post-exercise irisin concentration in adults: a meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 28, n. 1, p. 16–28, 2018.

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

FU, J. *et al.* The emerging role of irisin in cardiovascular diseases. **Journal of the American Heart Association**, v. 10, n. 20, p. e022453, 2021.

- GHANBARI-NIAKI, A. *et al.* The combination of exercise training and Zataria multiflora supplementation increase serum irisin levels in postmenopausal women. **Integrative Medicine Research**, v. 7, n. 1, p. 44–52, 2018.
- HUANG, J. *et al.* Exercise training with dietary restriction enhances circulating irisin level associated with increasing endothelial progenitor cell number in obese adults: An intervention study. **PeerJ**, v. 5, n. 8, p. e3669, 2017.
- HUGHES, K. *et al.* The effect of multiple adverse childhood experiences on health: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Public Health**, v. 2, n. 8, p. e356–e366, 2017.
- HUGHES, L. *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 13, p. 1003–1011, 2017a.
- HUH, J. Y. *et al.* FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 61, n. 12, p. 1725–1738, 2012.
- HUH, J. Y. *et al.* Irisin in response to acute and chronic whole-body vibration exercise in humans. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 63, n. 7, p. 918–921, 2014.
- JANDOVA, T. *et al.* Long-term effect of exercise on Irisin blood levels—systematic review and meta-analysis. **Healthcare**, v. 9, n. 11, p. 1438, 2021.
- JANG, H. B. *et al.* Association of circulating irisin levels with metabolic and metabolite profiles of Korean adolescents. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 73, p. 100–108, 2017.
- JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 50, n. 5, p. 889–896, 2002.
- KARABULUT, M. *et al.* Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 8, p. 1659–1667, 2011.
- KHOUBI, M. *et al.* Acute interval waking with blood flow restriction could not increase ERK, p38 and decrease myostatin. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 1, p. 32–36. 2020.
- KIM, H. J. *et al.* Effect of Aerobic Training and Resistance Training on Circulating Irisin Level and Their Association With Change of Body Composition in Overweight/Obese Adults: a Pilot Study. **Physiological Research**, v. 65, n. 2, p. 271–279, 2016.
- KIM, J. H.; KIM, D. Y. Aquarobic exercises improve the serum blood irisin and brain-derived neurotrophic factor levels in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 104, p. 60–65, 2018.

- KIM, J.-S. *et al.* Exercise-induced myokines and their effect on prostate cancer. **Nature Reviews Urology**, v. 18, n. 9, p. 519–542, 2021.
- KIM, S. *et al.* Roles of myokines in exercise-induced improvement of neuropsychiatric function. **Pflügers Archiv-European Journal of Physiology**, v. 471, p. 491–505, 2019.
- KONG, J. *et al.* Comparison of blood flow restriction training and conventional resistance training for the improvement of sarcopenia in the older adults: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine and Health Science**, v. 5, n. 4, p. 269–276, 2022.
- KORKMAZ, A. *et al.* Plasma irisin is increased following 12 weeks of Nordic walking and associates with glucose homeostasis in overweight/obese men with impaired glucose regulation. **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 2, p. 258–266, 2019.
- KORTA, P.; POCHĘĆ, E.; MAZUR-BIAŁY, A. Irisin as a multifunctional protein: Implications for health and certain diseases. **Medicina (Lithuania)**, v. 55, n. 8, p. 1–14, 2019.
- KRAEMER, R. R. *et al.* Effects of partial vascular occlusion on irisin responses to loaded muscle contractions. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 3, p. 332–334, 2015.
- KWON, J. H.; MOON, K. M.; MIN, K. W. Exercise-induced myokines can explain the importance of physical activity in the elderly: An overview. **Healthcare**, v. 8, n. 4, p. 378, 2020.
- LAGZDINA, R. *et al.* Circulating irisin in healthy adults: Changes after acute exercise, correlation with body composition, and energy expenditure parameters in cross-sectional study. **Medicina**, v. 56, n. 6, p. 274, 2020.
- LAURENTINO, G. C. *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406–412, 2012.
- LIEGRO, C. M. *et al.* Physical activity and brain health. **Genes**, v. 10, n. 9, p. 720, 2019.
- LIU, J. Irisin as an exercise-stimulated hormone binding crosstalk between organs. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 19, n. 2, p. 316–321, 2015.
- LIU, Y. *et al.* The neuroprotective effect of irisin in ischemic stroke. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 12, p. 588958, 2020.
- LIXANDRÃO, M. E. *et al.* Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 2, p. 361–378, 2018.

LOENNEKE, J. P. *et al.* Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow restricted exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 8, p. 2903–2912, 2012.

LOURENCO, M. V. *et al.* Exercise-linked FNDC5/irisin rescues synaptic plasticity and memory defects in Alzheimer's models. **Nature Medicine**, v. 25, n. 1, p. 165–175, 2019.

LUZ, L. G. DE O.; MARANHÃO NETO, G. DE A.; VERAS FARINATTI, P. DE T. Validade do questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) em idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 4, p. 366–371, 2007.

MA, C. *et al.* Irisin: a new code uncover the relationship of skeletal muscle and cardiovascular health during exercise. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 620608, 2021.

MA, J.; CHEN, K. The role of Irisin in multiorgan protection. **Molecular Biology Reports**, v. 48, n. 1, p. 763-772, 2021.

MA, Y. *et al.* Irisin promotes proliferation but inhibits differentiation in osteoclast precursor cells. **The FASEB Journal**, v. 32, n. 11, p. 5813–5823, 2018.

MAAK, S. *et al.* Progress and Challenges in the Biology of FNDC5 and Irisin. **Endocrine reviews**, v. 42, n. 4, p. 436–456, 2021.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7ª ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MOHAMMADIYAN, M.; MOGHADDAM, M. G.; HAKKAKDOKHT, E. The effect of two different intensities of resistance training with blood flow restriction on muscle strength, body fat percentage and serum level of Irisin in overweight women. **The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility**, v. 24, n. 3, p. 42–50, 2021.

MUNOZ, I. Y. M; ROMERO, E. DEL S. C.; GARCIA, J. DE J. G. Irisin a novel metabolic biomarker: Present knowledge and future directions. **International journal of endocrinology**, 2018.

NASCIMENTO, C. *et al.* Effects of blood flow restriction exercise on hemostasis : A systematic review of randomized and non-randomized trials. **International Journal of General Medicine**, v. 12, p. 91–100, 2019.

NYGAARD, H. *et al.* Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–12, 2015.

OZAKI, H.; LOENNEKE, J. P.; ABE, T. Blood flow-restricted walking in older women: does the acute hormonal response associate with muscle hypertrophy? **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 4, p. 379–383, 2017.

- PAHLAVANI, H. A. Exercise therapy for people with sarcopenic obesity: myokines and adipokines as effective actors. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 1–20, 2022.
- PATTERSON, S. D. *et al.* Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. MAY, p. 1–15, 2019.
- PAZOKIAN, F.; AMANI-SHALAMZARI, S.; RAJABI, H. Effects of functional training with blood occlusion on the irisin, follistatin, and myostatin myokines in elderly men. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2022.
- PERAKAKIS, N. *et al.* Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 13, n. 6, p. 324–337, 2017.
- PEREIRA, P. M. G. *et al.* Low-load resistance training and blood flow restriction improves strength, muscle mass and functional performance in postmenopausal women: a controlled randomized trial. **Int Phys Med Rehabil J**, v. 4, n. 2, p. 63–68, 2019.
- PLANELLA-FARRUGIA, C. *et al.* Circulating irisin and myostatin as markers of muscle strength and physical condition in elderly subjects. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 871, 2019.
- PLUMMER-D'AMATO, P. *et al.* Effects of once weekly dual-task training in older adults: A pilot randomized controlled trial. **Geriatrics & gerontology international**, v. 12, n. 4, p. 622–629, 2012.
- POLYZOS, S. A. *et al.* Irisin in metabolic diseases. **Endocrine**, v. 59, p. 260–274, 2018.
- QIU, S. *et al.* Association between circulating irisin and insulin resistance in non-diabetic adults: A meta-analysis. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 65, n. 6, p. 825–834, 2016.
- QIU, S. *et al.* Chronic exercise training and circulating irisin in adults: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 45, p. 1577–1588, 2015.
- RASHID, F. A. *et al.* Effect of long-term moderate physical exercise on irisin between normal weight and obese men. **Scientific World Journal**, v. 2020, 2020.
- REINA-RUIZ, Á. J. *et al.* Effect of blood flow restriction on functional, physiological and structural variables of muscle in patients with chronic pathologies: a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 1–27, 2022.
- RESNICK, H. E. *et al.* Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the strong heart study. **Circulation**, v. 109, n. 6, p. 733–739, 2004.
- RODRIGO-MALLORCA, D. *et al.* Resistance training with blood flow restriction compared to traditional resistance training on strength and muscle mass in non-

active older adults: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 21, p. 11441, 2021.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Effects of exercise on the circulating concentrations of irisin in healthy adult individuals: A review. **Science & Sports**, v. 31, n. 5, p. 251-260, 2016.

SEMADHI, M. P. *et al.* Correlation of moderate-intensity physical exercise on irisin, oxidized-low-density lipoproteins and high-density lipoproteins cholesterol level in over 50 years old obese men. **Indonesian Biomedical Journal**, v. 11, n. 3, p. 257–261, 2019.

SILVA, J. *et al.* Chronic effect of strength training with blood flow restriction on muscular strength among women with osteoporosis. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 18, n. 4, p. 33–41, 2015.

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. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097–2106, 2000b.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61–65, 2000a.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; ISHII, N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 12, p. 2035–2039, 2000.

TSUCHIYA, Y. *et al.* High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. **Tohoku Journal of Experimental Medicine**, v. 233, n. 2, p. 135–140, 2014.

VECHIN, F. C. *et al.* Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, 2015.

XAVIER, H. T. *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 1–22, 2013.

YASUDA, T. *et al.* Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. **Oncotarget**, v. 7, n. 23, p. 33595, 2016.

YOUNG, M. F.; VALARIS, S.; WRANN, C. D. A role for FNDC5/Irisin in the beneficial effects of exercise on the brain and in neurodegenerative diseases. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 62, n. 2, p. 172–178, 2019.

ZHANG, C. *et al.* Lower irisin level in patients with type 2 diabetes mellitus: A case-control study and meta-analysis. **Journal of diabetes**, v. 8, n. 1, p. 56–62, 2016.

ZHAO, J. *et al.* Effects of 12 weeks resistance training on serum irisin in older male adults. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 171, 2017.

APÊNDICE A**Questionário de Status de Saúde**

Instruções: complete cada questão precisamente. Todas as informações fornecidas são confidenciais.

Parte 1: Informações sobre o indivíduo

1. Data: ____ / ____ / ____

5. Gênero: Feminino () Masculino ()

6. Data de nascimento: ____ / ____ / ____ 7. Idade: ____

8. Escolaridade:

Ensino Fundamental Incompleto ()

Ensino Fundamental Completo ()

Ensino Médio Incompleto ()

Ensino Médio Completo ()

Ensino Superior Incompleto ()

Ensino Superior Completo ()

9. Horas de trabalho por semana:

Menos de 20 ()

20-40 ()

41-60 ()

Mais de 60 ()

10. Mais de 25% do trabalho é:

Sentado ()

Levantando ou carregando cargas ()

Em pé ()

Caminhando ()

Dirigindo ()

Parte 2: Histórico médico

11. Quem desses parentes morreu de ataque cardíaco antes dos 50 anos?

Pai ()

Mãe ()

Irmão ()

Irmã ()

Avós ()

12. Data do último exame: ____ / ____ / ____

13. Data do último teste físico: ____ / ____ / ____

14. Operações que você já fez:

Coluna ()

Pulmão ()

Ouvido ()

Olhos ()

Coração ()

Articulação ()

Hérnia ()

PESCOÇO ()

Rins ()

Outros ()

15. Circule quais os diagnósticos ou tratamentos que você teve:

Alcoolismo

Mononucleose

Anemia

Problema renal

Asma

Problema mental

Tensão nas costas

Tensão no pescoço

Sangramento

Osteoporose

Bronquites

Flebite

Câncer

Hiperlipidemia

Cirrose

Artrite reumatoide

Concussão

Derrame

Trombose venosa

Problema na tireoide

Defeito congênito

Úlcera

Diabetes

Problema no coração

Enfisema

Embolia pulmonar

Epilepsia

Obesidade

Problema visual

Hipoglicemia

Gota

Hipertensão

Perda de audição

Outros _____

16. Circule todos os remédios tomados nos últimos 6 meses:

Anticoagulante

Nitroglicerina

Pílula para diabetes

Estrógeno

Asma

Tireoide

Medicação para epilepsia

Corticosteroides

Medicação para o coração

Outros _____

Remédio para hipertensão

17. Alguns sintomas ocorrem frequentemente? Circule o número indicando qual a frequência de cada um:

Tossir sangue 1 2 3 4 5

Dor abdominal 1 2 3 4 5

Dor nas costas 1 2 3 4 5
 Falta de ar 1 2 3 4 5
 Dor na perna 1 2 3 4 5
 Dor no pescoço ou no ombro 1 2 3 4 5
 Dor no peito 1 2 3 4 5
 Inchaço nas articulações 1 2 3 4 5
 Tontura 1 2 3 4 5
 Sensação de desmaio 1 2 3 4 5

Parte 3: Comportamento relacionado à saúde

18. Fuma: Sim () Não ()

19. Se você fuma, indique o número por dia:

Cigarros: 40 ou mais ()

20-39 ()

10-19 ()

1-9 ()

Charutos ou cachimbos: 5 ou mais ()

Menos de 5 ()

20. Peso atual: _____ Um ano atrás _____ 40anos _____

21. Pense nas coisas que você faz no trabalho, como você se classificaria de acordo com a quantidade de atividade física comparado a outras pessoas da sua idade e sexo?

Muito mais ativo ()

De certa forma mais ativo ()

No mesmo nível ()

De certa forma menos ativo ()

Muito menos ativo ()

Não aplicável ()

22. Agora, pense sobre as coisas que você faz fora do trabalho, como você se classificaria de acordo com a quantidade de atividade física comparado a outras pessoas da sua idade e sexo?

Muito mais ativo ()

De certa forma mais ativo ()

No mesmo nível ()

De certa forma menos ativo ()

Muito menos ativo ()

Não aplicável ()

23. Você, normalmente se engaja em exercício ou trabalho pesado?

Sim ()

Não ()

23. Você se exercita ou trabalha pelo menos três vezes na semana?

Sim ()

Não ()

24. Você tem algum implante metálico?

Sim ()

Não ()

CrITÉRIOS de Exclusão	Sim	Não
Menos de 60 anos		
Ensino Fundamental Incompleto		
Mais de 80 anos		
Uso de cigarro		
Se é hipertenso		
Se é diabético		
Problema articular no joelho		
Problema cardíaco		

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
Centro de Ciências da Saúde Universidade Federal da Paraíba
Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB

**Projeto: Adaptações do sistema neuromuscular e neurocognitivo
induzidos pelo treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo
em idosos**

Pesquisadores principais:

Maria do Socorro Cirilo / Joamira Pereira Araújo

Universidade Federal da Paraíba

(83) 9 9950-0577 / (88) 9 8804-2439

Data: ____/____/____

Prezada Senhora:

Favor ler estas 5 (cinco) folhas cuidadosamente. Elas explicarão a você o presente estudo e a ajudará a decidir se quer tomar parte dele. Se precisar de qualquer informação adicional após, estaremos à sua disposição para responder as dúvidas que você possa ter. Por favor, leve o tempo necessário para tomar a sua decisão. Caso sinta necessidade, discuta o assunto com sua família e amigos.

Por que eu fui convidada para participar deste estudo?

Você foi convidada para participar do estudo porque a sua idade é entre 60 e 80 anos, não possui doença cardiovascular, hipertensão, diabetes, problemas articulares no joelho, não fuma e doença arterial periférica.

Por que esse estudo está sendo feito?

O objetivo do estudo é investigar os efeitos que o treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo tem em relação a função neuromuscular e neurocognitiva em mulheres idosas, por meio de exame de sangue, testes físicos de membros inferiores, testes cognitivos, ultrassonografia de imagem da artéria basilar e eletroencefalograma. Esse tipo de estudo é importante para que se possa, além de melhorar a força muscular, tornar a prática deste tipo de exercício físico uma estratégia para atenuar e/ou melhorar a função cognitiva no envelhecimento.

Sabe-se que o envelhecimento traz consigo algumas alterações de algumas proteínas e hormônios (BDNF e IGF1), que estão relacionados a memória e função executiva desta população. Neste estudo, pretendemos fazer a dosagem destes fatores e relacioná-las com a velocidade do fluxo sanguíneo da artéria basilar e ativação neuronal de áreas cerebrais associadas a memória e função executiva.

Esses exames são importantes para entendermos melhor os possíveis mecanismos do efeito do Treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo no desempenho cognitivo em mulheres idosas. Eles serão comparados com exames de indivíduos que realizarão o treinamento de força de moderada intensidade e baixa intensidade sem a estratégia da restrição de fluxo sanguíneo.

Quais os procedimentos com drogas envolvidas nesse estudo?

Não existem procedimentos com drogas nesse estudo.

Quantas pessoas irão participar deste estudo?

Cerca de 45 pessoas irão participar deste estudo.

O que está envolvido neste estudo?

Se você participar deste estudo, você vai seguir os seguintes testes e procedimentos:

Primeira visita (cerca de 40-50 minutos)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Questionário e Status de Saúde

O consentimento para participar da pesquisa será obtido antes de completar os questionários e qualquer teste. Em seguida, você preencherá o Questionário de status de saúde e o questionário de prontidão física (PAR-Q). Isso levará de 10-15 minutos. Se você for qualificado para o estudo, você completará os procedimentos listados abaixo.

Composição Corporal e estatura

A sua composição corporal será medida por meio do inbody (10 minutos)

Índice Tornozelo-Braquial

Esta medida será realizada com aferição da pressão arterial sistólica (PAS) dos membros inferiores (artéria tibial anterior) e membros superiores (artéria braquial). O valor do ITB obtido será obtido bilateralmente, por meio da razão PAS do tornozelo direito/PAS do braço direito e PAS do tornozelo esquerdo e PAS do braço esquerdo.

Medida do ponto de oclusão arterial

Enquanto você está deitado, nós iremos inserir dois manguitos de pressão arterial largos (17,5 cm) na porção superior de cada perna e dois manguitos de pressão estreitos (5 cm) na porção superior de cada braço, os quais serão medidos (um por vez), até que o som do fluxo sanguíneo da parede dos vasos não seja audível. Os medidores serão desinflados e o fluxo sanguíneo irá retornar, normalmente. (30 minutos)

Segunda visita (cerca de 120-130 minutos)

Testes Cognitivos

Serão realizados os testes de Mini-exame do estado Mental (MEEM), Escala Wechsler de Inteligência para adultos (WAIS III), Stroop world color e Trial Making Tests (TMT – AB) (60 minutos)

força de uma repetição máxima

Será realizado o teste de 1RM (rosca direta e agachamento) para avaliar a força muscular. (80 minutos)

Teste de repetições máximas para prescrição do treinamento

Será verificado o número de repetições máximas por meio do teste de 15 RM e 30 RM (de acordo com o grupo em que o participante está alocado) para prescrição do treinamento. (60 minutos)

Terceira visita (cerca de 80 minutos)

força de uma repetição máxima

Será realizado o teste de 1RM (supino reto e Leg Press 45º) para avaliar a força muscular. (80 minutos)

Quarta visita (cerca de 30 minutos)

Será realizado o exame de ultrassonografia de imagem (Doppler) da artéria basilar para avaliar a velocidade do fluxo sanguíneo.

Quinta visita (cerca de 60 minutos)

Será realizado o exame de eletroencefalograma para avaliar a ativação cerebral.

Sexta visita (cerca de 20 minutos)

Será realizada a punção de sangue para avaliação bioquímica do BDNF e IGF1.

Quanto tempo estarei nesse estudo?

Sua participação nesse estudo será de 8 meses, sendo 1 mês antes e 1 mês após a intervenção para avaliação das variáveis do estudo.

Você pode parar de participar do estudo a qualquer momento. No entanto, se você decidir parar de participar do estudo, nós aconselhamos falar com o pesquisador.

Existem benefícios em participar do estudo?

Existem benefícios diretos em participar do estudo, você ficará ciente da sua composição corporal, dos seus níveis de força, das suas funções cognitivas e participação em exercícios de força, 3 vezes na semana por 6 meses.

Existem riscos ou desconfortos em participar do estudo?

A coleta do sangue será realizada na veia antecubital do braço, podendo causar um mínimo desconforto de uma furada de agulha, no entanto será efetivada por um profissional treinado e devidamente habilitado minimizando a possível dor da coleta de sangue. Além disso, o grupo que realizar o TFBC + RFS será inserido um manguito com pressões de moderadas a baixas, podendo ter um pequeno desconforto de compressão nos membros superiores e inferiores.

Quais outras opções existem?

Não existem procedimentos alternativos para essa investigação; sua alternativa é não participar.

E sobre confidencialidade?

As informações recebidas durante e depois do estudo e a privacidade dos indivíduos serão mantidas em sigilo. Os resultados serão sempre analisados em grupo, estatisticamente, não sendo possível identificar de forma individual qualquer paciente. Você não será identificado pelo nome ou descrição em nenhuma publicação sobre esse estudo.

Quais os custos?

Não existe custo para você participar deste estudo.

Eu serei pago para participar deste estudo?

Não, você não será pago.

Quais os meus direitos como participante?

Tomando parte nesse estudo como voluntário você pode escolher não participar. A recusa na participação não envolverá nenhuma penalidade ou perda de benefícios os quais de certa forma estão no seu direito. Se você aceitar participar e depois desistir, você pode retirar-se do estudo sem motivos em qualquer momento. No entanto, por favor converse com o pesquisador responsável pela pesquisa sobre sua saída do estudo.

Você tem o direito de acessar as informações sobre você coletadas pelo estudo. Entretanto, você não terá acesso a essas informações até que toda a pesquisa esteja completamente terminada.

Quem eu ligo se tiver problemas?

Se você tiver alguma dúvida, preocupação, ou reclamações sobre o estudo, contate: Joamira de Araújo Pereira (88) 9 8804-2439; Maria do Socorro Cirilo de Sousa (83) 9950-0577.

Assinatura:

Assinando este TCLE, você estará concordando em participar deste estudo sob as condições descritas. Você não será desassistido de qualquer um dos seus direitos legais. Você receberá uma oportunidade de fazer perguntas. Você receberá também uma cópia do formulário de consentimento.

Eu confirmo que a pesquisadora Joamira Pereira de Araújo me explicou o objetivo do estudo, os procedimentos aos quais serei submetido e os riscos, desconforto e possíveis vantagens advindas desse projeto de pesquisa. Eu li, e/ou me foi explicado, assim como compreendi e recebi uma cópia deste formulário de consentimento e estou de pleno acordo em participar do estudo.

Eu aceito participar do estudo:

		/ / .
Assinatura do participante	Rubrica	Data

Responsabilidade do pesquisador

Eu expliquei a _____ o objetivo do estudo, os procedimentos requeridos e os possíveis riscos e vantagens que poderão advir do estudo, usando o melhor do meu conhecimento. Eu me comprometo a fornecer uma cópia desse formulário de consentimento ao participante ou responsável.

_____. / _____.
Assinatura do pesquisador Rubrica Data

ANEXO A

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

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



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ADAPTAÇÕES DA FUNÇÃO COGNITIVA, MUSCULAR, FUNCIONAL E DO COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO INDUZIDAS PELO TREINAMENTO DE FORÇA COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGÜÍNEO EM IDOSAS

Pesquisador: Joamira Pereira de Araújo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 11399019.7.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.351.416

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo caracterizado como experimental, com ensaio clínico, simples cego, com delineamento em paralelo e randomizado. O

experimento analisará as adaptações musculares, funcionais, cognitivas e fisiológicas a três distintas configurações de TF (Treinamento de Força)

após uma sessão de treinamento e após vinte e quatro semanas.

Três grupos (TF, TFRFS e TFMI) serão submetidos a três programas sistemáticos de TF, com avaliações pré e pós intervenção.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar as adaptações da função cognitiva, muscular, funcional (simples e dupla tarefa) e comportamento sedentário induzidas pelo TFRFS, TF e

TFMI em Idosas.

Objetivo Secundário:

Verificar a curva de desempenho função cognitiva e força muscular antes, durante (após 12 semanas) e após 24 semanas nos grupos TF, TFRFS e

TFMI; Analisar os mecanismos neurofisiológicos oriundos do TFRFS, envolvidos na

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOÃO PESSOA

Telefone: (83)3215-7791

Fax: (83)3215-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

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



Continuação do Protocolo: 0.351.418

melhora/manutenção/atenuação das funções cognitivas em idosos; Comparar a função cognitiva e lactato sanguíneo após uma sessão de TF, TFRFS e TFMI; Correlacionar função cognitiva, força muscular, desempenho funcional, fatores tróficos (BDNF e VEGF) após vinte e quatro semanas de TFRFS, TFMI e TF.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com a pesquisadora, em relação aos riscos, "a coleta do sangue será realizada na veia antecubital do braço, podendo causar um mínimo desconforto de uma furada de agulha, no entanto será efetivada por um profissional treinado e devidamente habilitado minimizando a possível dor da coleta de sangue. Além disso, o grupo que realizar o TFRFS será inserido um manguito com pressões de moderadas a baixas, podendo ter um pequeno desconforto de compressão nos membros superiores e inferiores". E, em relação aos benefícios, discorre que

"o participante ficará ciente da sua composição corporal, dos seus níveis de força, das suas funções cognitivas, funcionais, comportamento sedentário, comportamento psicológico e participação em exercícios de força, três vezes na semana por seis meses".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A amostra será composta por 45 mulheres com idades entre 60 e 80 anos, randomizadas em três grupos: treinamento de Força de Moderada Intensidade (TFMI), treinamento de Força de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (TFRFS) e Treinamento de Força de baixa intensidade (TF). Os grupos experimentais serão submetidos a intervenção de vinte e quatro semanas com avaliações da força muscular, funcional, função cognitiva (funções cognitivas: global, memória, função executiva e atenção, mecanismos fisiológicos: biomarcadores de neuroplasticidade [BDNF e VEGF], fluxo sanguíneo cerebral e lactato sanguíneo) e comportamento sedentário. As avaliações serão realizadas antes (baseline) e após 24 semanas de treinamento, com cegamento dos avaliadores de pelo menos um dos desfechos principais e um secundário na alocação dos indivíduos nos grupos de intervenção.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Constatou-se que o projeto de pesquisa encontra-se devidamente instruído, conforme estabelece

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: comitadedetica@ccs.ufpb.br

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



Continuação do Parecer: 3.351.418

as normas, com Folha de rosto devidamente assinada e carimbada, com TCLE apresentando a proposta da pesquisa em detalhes, Carta de anuência do Laboratório cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE). Com apresentação da certidão de qualificação do projeto do Colegiado da Pós Graduação.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que o projeto de pesquisa encontra-se devidamente instruído, conforme as normas estabelecidas, somos de parecer favorável a sua execução.

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 egrégio 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_1296309.pdf	03/05/2019 12:38:27		Aceito
Cronograma	Cronograma_retificado.pdf	03/05/2019 12:37:22	Joamira Pereira de Araújo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_consentimento_comite.pdf	03/05/2019 12:26:24	Joamira Pereira de Araújo	Aceito
Outros	Certidao_qualificacao.pdf	03/05/2019 08:58:39	Joamira Pereira de Araújo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Comite_etica.pdf	01/04/2019 13:27:14	Joamira Pereira de Araújo	Aceito

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: comitedeetica@cca.ufpb.br

ANEXO B

**QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PREVENTIVO PARA REALIZAR EXERCÍCIO
FÍSICO (QPREV) PAR-Q TESTE**

1. Algum médico já disse que você tem problemas de coração e que só deveria fazer atividades físicas com orientação médica?	☐ sim	☐ não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?	☐ sim	☐ não
3. No último mês, você teve dores no peito sem que estivesse fazendo atividade física?	☐ sim	☐ não
4. Você perde o equilíbrio quando sente tonturas ou alguma vez perdeu os sentidos (desmaiou)?	☐ sim	☐ não
5. Você tem algum problema nas articulações ou nos ossos que poderia piorar se praticar mais atividades físicas?	☐ sim	☐ não
6. Você toma algum remédio para pressão alta ou problemas cardíacos?	☐ sim	☐ não
7. Existe qualquer razão pela qual você deveria evitar atividades físicas?	☐ sim	☐ não
8. Você tem mais de 65 anos e nunca se exercitou?	☐ sim	☐ não

QUESTÕES:1; 3; 6 E 8 –**SIM** PRONTIDÃO COMPROMETIDA;

QUESTÕES:2; 4; 5 E 7 –**SIM** PRONTIDÃO LIMITADA;

QUESTÕES: DE 1 A 8 –**NÃO** PRONTIDÃO PARA O EXERCÍCIO IMEDIATA.

João Pessoa, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

ANEXO C
MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

Nome: _____ Data do exame: _____

Idade: _____ Avaliador: _____

1) Como o Sr(a) avalia sua memória atualmente? Total de pontos: _____

(1) muito boa (2) boa (3) regular (4) ruim (5) péssima (6) não sabe

2) Comparando com um ano atrás, o Sr (a) diria que sua memória está: Total de pontos: _____

(1) melhor (2) igual (3) pior (4) não sabe

ORIENTAÇÃO TEMPORAL:

Anote um ponto para cada resposta certa: **Total de pontos: _____**

3) Por favor, diga-me: Dia da semana () Dia do mês () Mês () Ano () Hora aproximada. ()

ORIENTAÇÃO ESPACIAL:

Anote um ponto para cada resposta certa. **Total de pontos: _____**

4) Responda: Onde estamos: consultório, hospital, residência () Em que lugar estamos: andar, sala, cozinha () Em que bairro estamos: () Em que cidade estamos () Em que estado estamos ()

REGISTRO DA MEMÓRIA IMEDIATA:

5) Vou lhe dizer o nome de três objetos e quando terminar, pedirei para repeti-los, em qualquer ordem. Guarde-os que mais tarde voltarei a perguntar: Total de pontos:

Arvore, Mesa, Cachorro. A () M () C ()

Obs: Leia os nomes dos objetos devagar e de forma clara, somente um a cada vez e anote. Se o total for diferente de três: - repita todos os objetos até no máximo três

repetições; - anote o número de repetições que fez ____; - nunca corrija a primeira parte; anote um ponto para cada objeto lembrado e zero para os que não foram lembrados.

ATENÇÃO E CALCULO:

6) Vou lhe dizer alguns números e gostaria que realizasse os seguintes cálculos: **Total de pontos:** _____

100-7; 93-7; 86-7; 79-7; 72-7; _____; _____; _____; _____; _____.

Caso o paciente não consiga se sair bem nesta prova, peça a ele que solete a palavra “mundo” de trás para frente.

MEMÓRIA RECENTE:

7) Há alguns minutos, o Sr (a) repetiu uma série de três palavras. Por favor, diga-me agora quais ainda se lembra: **Total de pontos:** _____

A () M () C ()

Obs: anote um ponto para cada resposta correta: Arvore, Mesa, Cachorro.

LINGUAGEM: Anote um ponto para cada resposta correta:

8) Aponte a caneta e o relógio e peça pra nomeá-los: C () R () (permita dez segundos para cada objeto) **Total de pontos:** _____

9) Repita a frase que eu vou lhe dizer (pronunciar em voz alta, bem articulada e lentamente) “NEM AQUI, NEM ALÍ, NEM LÁ” **Total de pontos:** _____

10) Dê ao entrevistado uma folha de papel, na qual esteja escrito em letras grandes: “**FECHE OS OLHOS**”. Diga-lhe: leia este papel e faça o que está escrito (permita dez segundos). **Total de pontos:** _____

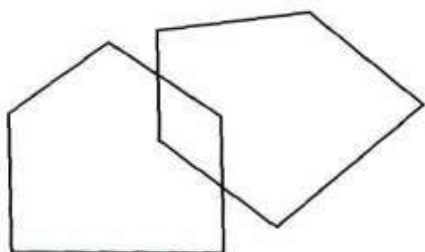
11) Vou lhe dar um papel e quando eu o entregar, pegue com sua mão direita, dobre o na metade com as duas mãos e coloque no chão. P () D () C () **Total de pontos:** _____

12) Pedir ao entrevistado que escreva uma frase em um papel em branco. O Sr (a) poderia escrever uma frase completa de sua escolha? **Total de pontos:** _____

(contar um ponto se a frase tem sujeito, verbo, predicado, sem levar em conta erros de ortografia ou de sintaxe). Se o entrevistado não fizer corretamente, perguntar-lhe: "Isto é uma frase/ E permitir-lhe corrigir se tiver consciência de seu erro. (máximo de trinta segundos).

13) Por favor, copie este desenho. (entregue ao entrevistado o desenho e peça-o para copiar).

A ação está correta se o desenho tiver dois pentágonos com intersecção de um ângulo. Anote um ponto se o desenho estiver correto. **Total de pontos:**_____



Obs: Somente as respostas corretas anotadas nas perguntas de 03 a 13 e anote o total. A pontuação máxima é de trinta pontos. **TOTAL:**_____