



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



NATÁLIA HERCULANO PAZ

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO
SANGUÍNEO NOS MARCADORES DE FUNÇÃO HEPÁTICA E NA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS COM SOBREPESO

JOÃO PESSOA - PB
2025

NATÁLIA HERCULANO PAZ

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO
SANGUÍNEO NOS MARCADORES DE FUNÇÃO HEPÁTICA E NA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MULHERES IDOSAS COM SOBREPESO**

Tese de Doutorado apresentado à banca examinadora, referente ao exame de defesa final do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, como requisito parcial 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 Dr.^a Maria do Socorro Cirilo de Sousa

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Micheline Freire Donato

**JOÃO PESSOA - PB
2025**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P348e Paz, Natália Herculano.

Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo nos marcadores de função hepática e na composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso / Natália Herculano Paz. - João Pessoa, 2025.

123 f. : il.

Orientação: Maria do Socorro Cirilo de Sousa.

Coorientação: Micheline Freire Donato.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.

1. Treinamento resistido - Envelhecimento. 2. Isquemia vascular. 3. Testes de função hepática. I. Sousa, Maria do Socorro Cirilo de. II. Donato, Micheline Freire. III. Título.

UFPB/BC

CDU 796.015.363:612.39(043)

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

A Tese **Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na função hepática de mulheres idosas com sobrepeso**

Elaborada por Natália Herculano 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, 30 de maio de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

[Redacted]

Profa. Dra. Maria do Socorro Círiolo de Sousa
(URCA) - Presidente da Sessão

[Redacted]

Prof. Dr. Azenilson Vargino de Araújo Junior
(IFPB) - Membro Externo

[Redacted]

Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes
(UFRJ) – Membro Externo

[Redacted]

Profa. Dra. Pollyana Soares de Abreu Moraes
(UNIPÉ) – Membro Externo

[Redacted]

Prof. Dr. Vanduir Soares de Araujo Filho
(IPC) – Membro Interno

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha orientadora, Dra Maria do Socorro Cirilo de Sousa, pela confiança, orientação generosa e por me abrir as portas deste percurso acadêmico; à minha mãe, Francisca Herculano da Silva, pelo amor incondicional e força nos momentos difíceis; à minha tia, Maria José Herculano, por ser exemplo de amor e ternura; ao meu esposo, Renato Paz, pelo apoio constante e paciência durante toda esta caminhada; e ao meu filho, Raul Herculano Paz, que me inspira diariamente a ser melhor. A todos vocês, o meu amor, gratidão a esta conquista.

DEDICO.

EPÍGRAFE

*"A coisa mais importante não é o que fazemos, mas quanto amor colocamos no
que
fazemos."*

— *Madre Teresa de Calcutá*

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese representa não apenas o culminar de uma etapa acadêmica, mas também um percurso pessoal repleto de desafios, superações e aprendizagens. Por isso, gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todos os que, de diferentes formas, contribuíram para este momento.

Acima de tudo, agradeço a Deus, por me ter dado saúde, força e sabedoria ao longo de todo este percurso. Em cada desafio, encontrei n'Ele a serenidade necessária para continuar. Sem a Sua presença constante, este caminho não teria sido possível.

À minha mãe, Francisca, o meu exemplo de força, amor e resiliência. Obrigada por nunca deixares que desistisse, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha tia, Maria José (Bega), que sempre me apoiou com carinho e palavras de encorajamento, oferecendo-me segurança e motivação constante.

Ao meu esposo, Renato, companheiro incansável, que esteve ao meu lado em cada passo deste percurso, com compreensão, paciência e apoio incondicional.

Ao meu filho, Raul, a minha maior inspiração. Que esta conquista seja, um dia, motivo de orgulho e exemplo para ti.

À minha avó do meu marido, Mãezita, pelo seu afeto e presença sempre tranquilizadora. O seu cuidado foi essencial ao longo desta jornada.

À minha sogra, Jó, pelo apoio genuíno desde o início e principalmente pelo cuidado com o nosso filha, e pelas palavras de incentivo e atenção.

À minha orientadora, pela sua orientação rigorosa, disponibilidade e confiança. A sua orientação foi determinante para o desenvolvimento e a qualidade deste trabalho.

À minha coorientadora, pela dedicação e expertise na realização das análises sanguíneas essenciais para esta tese. Sua contribuição foi fundamental para a obtenção dos resultados e para o avanço da minha pesquisa.

Aos membros da banca, o meu agradecimento pela leitura atenta e pelas valiosas sugestões e comentários que enriqueceram esta investigação.

À Joamira, o meu sincero agradecimento pela generosidade e colaboração, ceder as amostras sanguíneas fundamentais para a realização desta investigação sua disponibilidade foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas primas, que sempre estiveram presentes com palavras de incentivo,

amizade e alegria. A vossa presença, mesmo nos momentos mais simples, foi uma fonte constante de motivação e conforto ao longo desta jornada.

Aos colegas, com quem partilhei horas de estudo, dúvidas e conquistas. O vosso companheirismo tornou esta caminhada mais leve e gratificante.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

RESUMO

O treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem se mostrado uma estratégia promissora para populações com limitações funcionais, como idosos com sobrepeso. Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo, na função hepática e na composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso. Quarenta idosas com sobrepeso, idade entre 60 e 77 ($66,07 \pm 4,14$) anos foram distribuídas aleatoriamente, 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). 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: massa corporal (MC), índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura (%G), analisados a partir do InBody 570 Biospace®; coletou-se amostras sanguíneas em jejum, antes e após a intervenção para análise da função hepática: alanina transferase (ALT), aspartato transferase (AST), fosfatase alcalina (FAL), gama glutamil transferase (GGT), bilirrubina total, direta e indireta, albumina e proteínas totais; quantificados pelo analisador bioquímico automatizado CHEMWELL-T. Para a comparação dos grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Nos momentos pré e pós em cada grupo utilizou-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon e considerando o fator tempo e grupo foram utilizados modelos lineares generalizados. Os resultados mostraram que houve uma redução significativa da bilirrubina total e indireta no grupo de TFBC + RFS ($P=0.015$; $P=0.0014$) e da ALT no grupo de TFCM ($P=0.029$). No entanto, houve um aumento do AST no grupo de TFBC comparado com o CON e da FAL no grupo TFCM comparado com o de TFBC e CON e não foram apresentadas alterações significativas na MC ($P=0.110$), IMC ($P=0.312$) e %G ($P=0.312$). Conclui-se que 16 semanas TFBC + RFS não foi suficiente para apresentar alterações significativas nas variáveis de composição corporal, mas foi eficiente para alterar positivamente marcadores de função hepática de mulheres idosas com sobrepeso, promovendo a redução das bilirrubinas total e indireta.

Palavras-chave: Treinamento resistido; Envelhecimento; Isquemia vascular; Testes de função hepática.

ABSTRACT

Strength training with blood flow restriction (BFR) has been shown to be a promising strategy for populations with functional limitations, such as overweight elderly individuals. This study aimed to analyze the effects of strength training with blood flow restriction on liver function and body composition in overweight elderly women. Forty overweight elderly women aged between 60 and 77 (66.07 ± 4.14) years were randomly assigned to three strength training (ST) groups using low load combined with RFS (ST+RFS); moderate load (ST); and low load (ST), in addition to a control group (CON). The experiment lasted 16 weeks, with three weekly sessions, two exercises for the lower limbs and two for the upper limbs, non-consecutive, containing three sets of 10 repetitions. The variables included were: body mass (BM), body mass index (BMI) and body fat percentage (%BF), analyzed using the InBody 570 Biospace®; fasting blood samples were collected before and after the intervention to analyze liver function: alanine transferase (ALT), aspartate transferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), gamma glutamyl transferase (GGT), total, direct and indirect bilirubin, albumin and total proteins; quantified by the CHEMWELL-T automated biochemical analyzer. The Kruskal-Wallis test was used to compare the groups. In the pre and post moments in each group, the Wilcoxon rank sum test was used, and considering the time and group factors, generalized linear models were used. The results showed that there was a significant reduction in total and indirect bilirubin in the TFBC + RFS group ($P = 0.015$; $P = 0.0014$) and in ALT in the TFCM group ($P = 0.029$). However, there was an increase in AST in the TFBC group compared to CON and in FAL in the TFCM group compared to TFBC and CON and there were no significant changes in MC ($P = 0.110$), BMI ($P = 0.312$) and %F ($P = 0.312$). It is concluded that 16 weeks of TFBC + RFS was not sufficient to present significant changes in body composition variables, but was efficient in positively altering liver function markers in overweight elderly women, promoting the reduction of total and indirect bilirubin.

Keywords: Resistance training; Aging; Vascular ischemia; Liver function tests.

RESUMEN

El entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo (RFS) ha demostrado ser una estrategia prometedora para poblaciones con limitaciones funcionales, como las personas mayores con sobrepeso. Este estudio tuvo como objetivo analizar los efectos del entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo sobre la función hepática y la composición corporal en mujeres mayores con sobrepeso. Cuarenta mujeres mayores con sobrepeso, de edades comprendidas entre 60 y 77 ($66,07 \pm 4,14$) años, fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos de entrenamiento de fuerza (FE), utilizando una carga baja asociada a RFS (FEBC + RFS); carga moderada (TFCM); y carga baja (TFBC), además de un grupo control (CON). El experimento tuvo una duración de 16 semanas, con tres sesiones semanales, dos ejercicios para miembros inferiores y dos para miembros superiores, no consecutivos, conteniendo 3 series de 10 repeticiones. Las variables incluidas fueron: masa corporal (MC), índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de grasa corporal (%GC), analizadas mediante el InBody 570 Biospace®; Se recogieron muestras de sangre en ayunas antes y después de la intervención para analizar la función hepática: alanina transferasa (ALT), aspartato transferasa (AST), fosfatasa alcalina (ALP), gamma glutamil transferasa (GGT), bilirrubina total, directa e indirecta, albúmina y proteínas totales; cuantificado mediante el analizador bioquímico automatizado CHEMWELL-T. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los grupos. En los momentos pre y post en cada grupo se utilizó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y considerando el factor tiempo y grupo se utilizaron modelos lineales generalizados. Los resultados mostraron que hubo una reducción significativa de la bilirrubina total e indirecta en el grupo TFBC + RFS ($P= 0,015$; $P=0,0014$) y de la ALT en el grupo TFCM ($P=0,029$). Sin embargo, hubo un aumento en AST en el grupo TFBC en comparación con CON y en FAL en el grupo TFCM en comparación con TFBC y CON y no se mostraron cambios significativos en BM ($P = 0,110$), IMC ($P = 0,312$) y %BF ($P = 0,312$). Se concluye que 16 semanas de TFBC + RFS no fue suficiente para presentar cambios significativos en las variables de composición corporal, pero fue eficiente en alterar positivamente los marcadores de función hepática en mujeres mayores con sobrepeso, promoviendo la reducción de la bilirrubina total e indirecta.

Palabras clave: Entrenamiento de resistencia; Envejecimiento; Isquemia vascular; Pruebas de función hepática.

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

%G	Percentual de gordura corporal
1RM	Uma repetição máxima
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
AGV	Área de gordura visceral
ALT	Alanina transaminase
ANOVA	Análise de variância
AR-1	Matriz de covariância repetida autorregressiva
AST	Aspartato transaminase
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CCS	Centro de Ciências da Saúde
COM	Grupo controle
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
DAOP	Doença arterial obstrutiva periférica
DMO	Densidade mineral óssea
DHGAM	Doença hepática gordurosa associada ao metabolismo
DT2	Diabetes tipo 2
FAL	Fosfatase alcalina
GGT	Gama Glutamil Transferase
GH	Hormônio do crescimento
H0	Hipótese nula
HE	Hipótese experimental
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
HOMAR-IR	Homeostase da resistência à insulina
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 Toxina e Imunotoxicologia
LABOCINE	Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano
MC	Massa corporal

MIIT	Treino intervalado de intensidade moderada
MMSE	<i>Mini Mental State Examination</i>
O1	Observação 1 (avaliação pré - treinamento)
O2	Observação 2 (avaliação pós - treinamento)
PAR-Q	Questionário de Prontidão Para Atividade Física
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Progressão de carga
POA	Ponto de oclusão arterial
R²	Coefficiente de determinação
RFS	Restrição de fluxo sanguíneo
ROS	Espécies reativas de oxigênio
RPM	Rotação por minuto
SM	Síndrome metabólica
SPIRIT	<i>Standart Protocol Items: recommendations for Interventional Trials</i>
T	Tratamento
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TCMI	Treino contínuo de moderada intensidade
TF	Treino de força
TFAC	Treino de força de altas cargas
TFBC	Treino de força de baixa carga
TFBC + RFS	Treino de força de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo
TFCM	Treino de força de carga moderada
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA22

Figura 01 Associação entre a obesidade e as enzimas hepáticas 23

Figura 02 Possível mecanismo do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo 30

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS..... 33

Figura 03 Fluxograma do desenho experimental 34

Figura 04 Fluxograma do estudo..... 37

Figura 05 Protocolo experimental..... 38

Figura 06 Analisador Automático Chem Well T – Labtest 42

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS 46

Gráfico 07 Comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos do AST, após 16 semanas de treinamento de força 47

Gráfico 08 Comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos de fosfatase alcalina, após 16 semanas de treinamento de força 49

Gráfico 09 Comparação intragrupos dos níveis séricos da ALT, após 16 semanas de treinamento de força 49

Gráfico 10 Comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina total, após 16 semanas de treinamento de força 49

Gráfico 11 Comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina indireta, após 16 semanas de treinamento de força 50

Gráfico 12 Comparação entre grupos experimentais e controle da massa corporal, após 16 semanas de treinamento de força..... 51

Gráfico 13 Comparação entre grupos experimentais e controle do Índice de Massa Corporal após 16 semanas de treinamento de força 51

Gráfico 14 Comparação entre grupos experimentais e controle do % de Gordura, após 16 semanas de treinamento de força..... 52

Gráfico 15 Matriz de Correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosas com sobrepeso no grupo TFBC+RFS 53

Gráfico 16 Matriz de Correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosas com sobrepeso no grupo TFCM.....	53
Gráfico 17 Matriz de Correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosas com sobrepeso no grupo TFBC.....	54

LISTA DE QUADROS E TABELAS

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS..... 32

Tabela 01 Logística do programa de treinamento de força de cada grupo..... 42

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS45

Tabela 02. Características descritivas (média + desvio padrão) das participantes na linha de base e efeito tempo e grupo pós 16 semanas de intervenção entre os grupos experimentais 45

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Hipóteses	20
1.1.1 Estatística.....	20
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Geral	21
1.2.2 Específicos.....	21

CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
1.3 Envelhecimento e alterações fisiológicas do fígado	22
1.4 Exercício físico na melhoria dos parâmetros hepáticos	25
1.5 Método de restrição de fluxo sanguíneo associado ao treinamento de força e alterações da composição corporal	28

CAPÍTULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Delineamento do estudo	33
3.2 População e amostra	34
3.3 Variáveis selecionadas para o estudo	35
3.3.1 Variáveis independentes.	35
3.3.2 Variáveis dependentes (desfechos)	35
3.3.3 Variáveis intervenientes.	36
3.4 Procedimentos éticos	36
3.5 Procedimentos para coleta de dados	36
3.5.1 Avaliação antropométrica	39
3.5.2 Índice tornozelo braquial	39
3.5.3 Avaliação da atividade física	40
3.5.4 Compressão externa de restrição de fluxo sanguíneo.....	40
3.5.5 Teste de força muscular de uma repetição máxima (1RM)	41
3.5.6 Coleta sanguínea	42
3.5.7 Análise bioquímica	42
3.5.8 Protocolos de treinamento de força.....	42
3.6. Plano analítico	44

CAPÍTULO IV	
4 RESULTADOS	46
CAPÍTULO V	
5 DISCUSSÃO.....	55
CAPÍTULO VI	
6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	62
CAPÍTULO VII	
7 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICES	76
ANEXOS	86

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é acompanhado por alterações fisiológicas nos diversos sistemas do corpo humano. Essas transformações desequilibram os processos homeostáticos afetando o metabolismo adiposo e hepático, levando a distúrbios metabólicos, a exemplo da resistência à insulina, diabetes tipo 2 (DT2), esteatose hepática e doenças crônicas neurológicas, cardiovasculares e renais, com impacto negativo na qualidade de vida e autonomia (Chen *et al.*, 2014; Cao; Thyfault, 2023). Na população idosa a síndrome metabólica (SM) representa uma doença não transmissível associada a vários fatores de risco cardiovascular, incluindo a resistência à insulina, dislipidemia, obesidade central e hipertensão (Raya-Cano, E. *et al.*, 2023). Estudos demonstram que a presença de enzimas hepáticas elevadas pode anteceder o desenvolvimento da SM, uma vez que, a função hepática é essencial para o metabolismo da glicose e dos ácidos graxos (Wree *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2018).

Dessa forma, a SM associada a disfunções hepáticas, pode acelerar o processo de envelhecimento, criando um ciclo complexo, tornando essas doenças uma das principais causas de morbidade e mortalidade relacionadas ao fígado e um fator de risco para DT2 e doença renal crônica (Fukuda *et al.*, 2016). Conforme apontado em pesquisas recentes, as enzimas hepáticas, que incluem alanina transaminase (ALT), aspartato transaminase (AST), fosfatase alcalina e gama-glutamilttransferase (GGT), podem ser indicadores valiosos diretamente relacionadas a problemas metabólicos, a exemplo da doença hepática gordurosa associada ao metabolismo (DHGAM). Vários autores, exploram e comprovam as associações entre essas enzimas e sugerem que a DHGAM precede temporariamente a SM em idosos (Zhou *et al.*, 2023). Neste cenário, a identificação e tratamento precoce do comprometimento hepático, desempenha um papel crucial na prevenção de doenças metabólicas (Gastaldelli, 2010; Stefan; Häring, 2011; Liu *et al.*, 2018; Raya-Cano *et al.*, 2023).

Atualmente, está estabelecido, que o exercício físico oferece uma série de benefícios fundamentais para o funcionamento saudável do organismo, com repercussões positivas notáveis no fígado, rins e tecido adiposo, se tornando uma ferramenta poderosa para tratamento e prevenção de doenças metabólicas,

revelando-se mais benéfico do que alguns agentes farmacológicos (Stefano *et al.*, 2023). A prática regular do exercício físico contribui para a redução do acúmulo de gordura hepática, para a melhora da sensibilidade à insulina, regulação da função renal e para a modulação do metabolismo lipídico, favorecendo a queima de gordura e a manutenção de um peso ideal, promovendo um envelhecimento saudável (Raya-Cano *et al.*, 2023; Cao; Thyfault, 2023). Dessa forma, alguns estudos mostram que o exercício aeróbico, de força e intervalado de alta intensidade (HIIT) podem melhorar significativamente os níveis de gordura hepática, ALT e AST, além de serem eficientes para reduzir o índice de massa corporal (IMC) (Hashida *et al.*, 2017; Khalafi; Symonds, 2021; Sagad *et al.*, 2022; Kong *et al.*, 2022). Uma meta-análise conduzida por Xiong *et al.* (2021), com 1.250 pacientes com DHGAM mostrou que o exercício aeróbico reduziu um maior número de marcadores de função hepática em comparação ao treinamento de força e alta intensidade. Zhou *et al.* (2021) no seu estudo meta-analítico evidenciaram que o treinamento físico combinado produziu as alterações mais favoráveis no ALT e AST, em comparação a uma única modalidade de exercício.

Associado a esses resultados, Hejazi e Hackett (2023) observaram que o treinamento aeróbico e de força muscular foram eficazes na redução da ALT, ao passo que, apenas o treinamento de força (TF) levou a reduções nos níveis de AST. Esses autores ainda concluíram que intervenções maiores 12 semanas favoreceram a redução das enzimas hepáticas e que pacientes com sobrepeso tiveram reduções nos níveis de AST, enquanto nos obesos reduziu o ALT. No entanto, os protocolos de treinamento descritos na literatura ainda tem intensidade e duração muito variados o que pode impactar na decisão do melhor método a ser escolhido, principalmente para a população idosa. Entretanto, esta população nem sempre toleram ou não aderem aos exercícios com cargas moderadas ou altas, devido a elevados índices de fraqueza, atrofia muscular, fragilidade óssea e a existência de alguma doença ou comorbidade, comprometendo sua aderência aos programas de treinamento (Araújo *et al.*, 2015; Hughes *et al.*, 2017; Vechin *et al.*, 2015; Silva; Pavanello; Costa, 2022; Pahlavani, 2022).

Nesse contexto, para promover uma menor sobrecarga na musculatura esquelética e nas articulações dos idosos, e desta forma, reduzir o risco de lesões, torna-se viável utilizar a estratégia da restrição de fluxo sanguíneo, aliada ao treinamento de força com baixa carga (TFBC + RFS), que é uma alternativa aos treinamentos de moderada e alta intensidade, mas que gera respostas adaptativas

semelhantes (Khoubi, 2020; Nascimento *et al.*, 2022). Esse método utiliza cargas baixas (20-50%) de uma repetição máxima (1 RM) e torniquetes pneumáticos fixados à região proximal do esqueleto apendicular, restringindo a passagem do fluxo sanguíneo na musculatura exercitada (Abe *et al.*, 2010; Abe; Kearns; Sato, 2006). O TFBC + RFS pode ser indicado para adultos mais velhos susceptíveis a sarcopenia), 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 mTORC1 (Kong *et al.*, 2022; Fry *et al.*, 2010; Takarada *et al.*, 2000^a), promove a inibição da miostatina, ampliando assim, a secreção do hormônio do crescimento (GH) testosterona e fator de crescimento semelhante à insulina-1 (IGF-1) (Yinghao *et al.*, 2021; Abe *et al.*, 2006; Larkin, 2012). Esse tipo de treinamento também, resulta em uma variedade de adaptações cardiovasculares positivas, como melhora na função endotelial vascular, circulação sanguínea periférica e complacência arterial e venosa (Jeffries *et al.*, 2018; Amorim *et al.*, 2019; Groennebaek *et al.*, 2018; Shimizu *et al.*, 2016).

Além disso, essa abordagem intervencionista melhora significativamente a massa corporal (MC), o percentual de gordura corporal (%G), o IMC e a circunferência da cintura (Li *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2021; Razi *et al.*, 2022). Como foi visto em uma metanálise proposta por Sun, (2022), onde o TFBC + RFS foi eficaz para diminuir significativamente o IMC, e melhorar o MC, o %G e a circunferência da cintura, mas não de forma significativa em homens, tornando-se uma potencial ferramenta para reduzir a incidência de doenças cardiovasculares e metabólicas. Em mulheres idosas, o estudo de Kargaran *et al.*, (2021) avaliou a eficácia de 8 semanas de treinamento de dupla tarefa com restrição de fluxo sanguíneo, na massa gorda visceral. A intensidade do exercício foi de 45% da intensidade da frequência cardíaca de reserva e a pressão da RFS foi de 50% ponto de oclusão arterial (POA). De acordo com os resultados, o grupo com RFS melhorou de forma mais eficaz a MC, IMC, %GC, massa de gordura visceral e massa de gordura total, além de melhorar o metabolismo da glicose, o que pode ter impacto na função hepática e renal.

Até o presente momento, nenhum estudo clínico foi realizado para avaliar a eficácia do TFBC + RFS na melhora das enzimas hepáticas em mulheres idosas. Portanto, lacunas no conhecimento ainda se fazem presentes, quanto às alterações crônicas induzidas pelo TFBC + RFS na função hepática, uma vez que, os marcadores bioquímicos presentes no fígado, estão envolvidos em vários mecanismos que

desempenham papéis críticos na regulação de processos fisiopatológicos, podendo ser utilizados para o diagnóstico da SM, que é um problema de saúde pública. Neste sentido, a questão problema do presente trabalho é: será que o TFBC + RFS alteram a composição corporal e as enzimas hepáticas no envelhecimento humano de mulheres com sobrepeso?

1.1 HIPÓTESES

1.1.1 Hipótese estatística

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

H_0 : o TFBC + RFS não alteram a função hepática e a composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso.

H_E : o TFBC + RFS alteram a função hepática e a composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

- Analisar os efeitos do treinamento de força com RFS, nos marcadores de função hepática e na composição corporal em mulheres idosas com sobrepeso.

1.2.2 Específicos

- Verificar a composição corporal (MC, IMC e %G) e as enzimas hepáticas (FAL, AST, ALT, GGT, bilirrubinas totais e frações, albumina, proteínas totais), antes e após 16 semanas de treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS em mulheres idosas;
- Comparar os efeitos de diferentes protocolos de treinamento de força, com e sem restrição de fluxo sanguíneo, antes e após 16 semanas, sobre a composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso, considerando as variáveis: massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura.

- Comparar inter e intragrupos, as enzimas hepáticas, após 16 semanas de treinamento de força com cargas baixas e moderada, com e sem RFS em mulheres idosas;
- Verificar a associação das enzimas hepáticas com os componentes da composição corporal em mulheres idosas com sobrepeso.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será tratado o envelhecimento e suas alterações fisiológicas, do exercício e como ele interfere nos parâmetros hepáticos e na composição corporal e também do método de RFS e suas variáveis combinadas ao exercício físico, e sua importância como forma alternativa aos treinamentos de força convencionais.

2.1 Envelhecimento e alterações fisiológicas do fígado

O processo natural do envelhecimento impõe ao organismo uma variedade de alterações anatômicas e funcionais que têm impacto significativo nas condições de saúde e nutrição dos idosos. Grande parte dessas mudanças é progressiva, resultando em reduções notáveis na capacidade funcional, abrangendo desde a sensibilidade aos gostos primários até os processos metabólicos do organismo (Janssen; Heymsfield; Ross, 2002; Korta; Pochech; Mazur-Bialy, 2019; Philp; Coen, 2021).

À medida que envelhecemos, o fígado passa por algumas modificações anatômicas e funcionais. Essas alterações anatômicas envolvem a redução do peso do fígado, do número de hepatócitos e o aumento do tecido fibroso. Além de suas funções metabólicas, o fígado sintetiza diversas substâncias essenciais, incluindo proteínas, que desempenham papéis cruciais no organismo, exemplo, da albumina que é outra proteína fundamental, essencial para a manutenção da pressão dos fluidos na corrente sanguínea. Além disso, aproximadamente 50% do colesterol presente no corpo é sintetizado por esse órgão, que também, armazena açúcares na forma de glicogênio, os quais são posteriormente fragmentados e liberados na corrente sanguínea como glicose, conforme as demandas do organismo (Stefan; Häring, 2011).

Como o fígado exerce uma função vital no metabolismo de carboidratos, regulando os níveis de glicose no plasma por meio da gliconeogênese e glicogenólise. Em condições de doença hepática, a homeostasia metabólica da glicose sofre alterações. Dessa forma, a resistência a insulina pode surgir em

estágios precoces de alterações das enzimas hepáticas e se manifestar com o aparecimento da DT2 e síndrome metabólica e para preservar a integridade e evitar inflamação nas células hepáticas, é necessário manter as enzimas hepáticas em níveis ideais (Giestas; Giestas; Agostinho, 2015).

A obesidade, especialmente a forma visceral, representa o fator de risco mais significativo para a doença hepática gordurosa associada ao metabolismo (DHGAM), sendo sua prevalência 4,6 vezes maior nessa população. Mais de 74% dos indivíduos obesos podem apresentar esteatose hepática e como na maioria dos casos essa alteração é clinicamente assintomática, pode ser detectado clinicamente por alterações das enzimas hepáticas, conforme figura 01. Portanto, a detecção precoce e redução das enzimas elevadas pode auxiliar em intervenções para prevenir doenças metabólicas como a síndrome metabólica (Stefan; Häring, 2011).

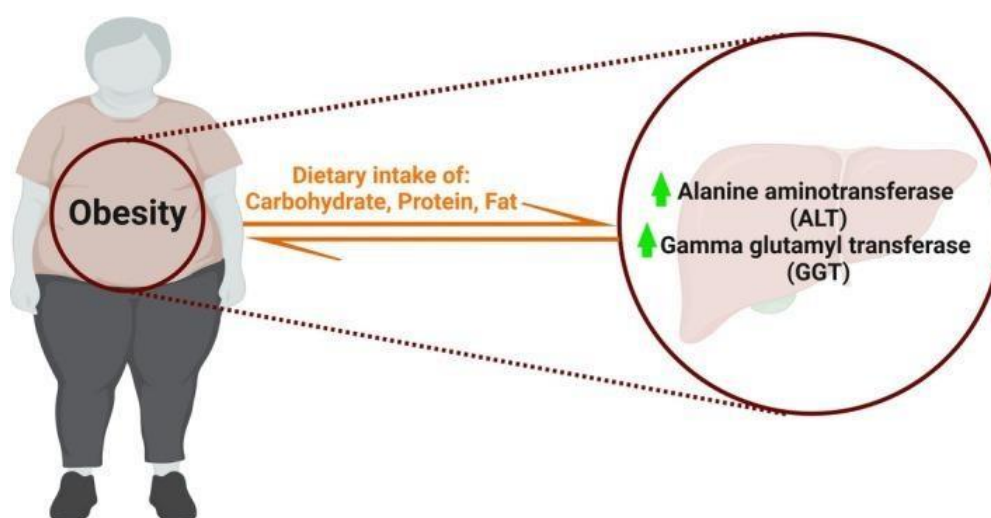


Figura 01: Associação entre a obesidade e as enzimas hepáticas

Fonte: Jalili *et al.*, 2022

A elevação dos níveis de alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina e bilirrubina é comumente associada a lesões hepáticas, sendo considerada um importante indicativo bioquímico (Fu *et al.*, 2022). A bilirrubina, em particular, também reflete a capacidade funcional do fígado em eliminar metabólitos tóxicos e em realizar o transporte de ânions orgânicos para a bile. De modo geral, a análise desses marcadores não só auxilia na confirmação do diagnóstico de disfunções hepáticas, como também contribui para a identificação de possíveis causas subjacentes (Younossi; Corey; Lim, 2021; Kim; Han, 2018).

As aminotransferases séricas, são enzimas cruciais no metabolismo dos aminoácidos e servem como marcadores bioquímicos fundamentais na avaliação da integridade hepática. A ALT é predominantemente encontrada no fígado, tornando-se um indicador mais específico de lesão hepatocelular. Por outro lado, a AST está presente em diversos tecidos, incluindo fígado, coração, músculos e rins, o que pode limitar sua especificidade para danos hepáticos. Elevações nos níveis dessas enzimas no soro geralmente refletem lesões nos hepatócitos, sendo úteis tanto para o diagnóstico quanto para o monitoramento de doenças hepáticas (Silva Júnior *et al.*, 2024). Recentemente, estudos têm explorado a associação entre níveis elevados de aminotransferases e distúrbios metabólicos, uma pesquisa publicada em 2023 demonstrou que a ALT sérica está correlacionada com alterações na glicemia e nos níveis de insulina e glucagon em indivíduos com DT2, sugerindo que essa enzima pode refletir disfunções metabólicas além das lesões hepáticas tradicionais (Huang *et al.*, 2023).

A fosfatase alcalina (FAL) é uma enzima amplamente distribuída no organismo, com concentrações significativas no fígado, ossos, intestinos e placenta. Sua principal função está relacionada à desfosforilação de moléculas, um processo essencial em diversas reações metabólicas. No contexto hepático, a FAL está presente nas células que revestem os ductos biliares, sendo liberada na corrente sanguínea em casos de obstrução biliar ou lesões hepáticas. Elevações nos níveis de FAL podem indicar condições como colestase, hepatites, cirrose, doença de Paget, osteomalácia e raquitismo. Para uma avaliação mais precisa da origem da elevação da FAL, é comum a análise concomitante de outras enzimas, como a gama glutamil transferase (GGT), que ajuda a diferenciar entre causas hepáticas e ósseas (Lowe *et al.*, 2023).

A GGT é uma enzima localizada principalmente nas membranas celulares de órgãos como fígado, rins, pâncreas e baço, estando especialmente concentrada nos ductos biliares do fígado. Ela desempenha um papel fundamental no metabolismo da glutathione, um dos antioxidantes mais importantes do corpo, e na proteção contra o estresse oxidativo (Whitfield, 2001; Lee; Blomhoff; Jacobs, 2004; Lee; Jacobs, 2009).

Clinicamente, a GGT é amplamente utilizada como um marcador sensível de lesão hepática e obstrução biliar. Níveis elevados de GGT no sangue geralmente indicam problemas hepáticos, como colestase, hepatites, cirrose, ou ainda consumo excessivo de álcool (Cho *et al.*, 2023). Além disso, esse marcador parece ser facilmente disponível e bom para diagnosticar pacientes com síndrome metabólica e

é independente de outros parâmetros da síndrome metabólica e também é um forte preditor de doença cardiovascular (Naidu *et al.*, 2023). No entanto, também pode se elevar em resposta ao uso de certos medicamentos ou em casos de doenças pancreáticas e cardíacas. Por ser muito sensível, a GGT é frequentemente usada em conjunto com outras enzimas hepáticas, como ALT, AST e fosfatase alcalina, para uma avaliação mais precisa da função hepática (Ndrepepa; Kastrati, 2016).

A bilirrubina é um pigmento amarelo-alaranjado resultante da degradação da hemoglobina, a proteína presente nos glóbulos vermelhos do sangue. Sua dosagem é fundamental para avaliar a função hepática e diagnosticar diversas condições médicas. A bilirrubina total, representa a soma das bilirrubinas direta e indireta no sangue, e a sua elevação elevada pode indicar problemas no fígado, nas vias biliares ou nos glóbulos vermelhos. A bilirrubina direta, é a forma da bilirrubina que foi processada pelo fígado e está pronta para ser excretada na bile. E a bilirrubina indireta é a forma que ainda não foi processada pelo fígado e sua elevação pode ser causada por um aumento na produção de bilirrubina ou por uma diminuição na capacidade do fígado de processar a bilirrubina (Tripathi; Jialal, 2023).

A bilirrubina, especialmente nas suas formas total e indireta (não conjugada), tem sido objeto de estudo devido ao seu potencial papel protetor contra a SM. Acredita-se que as propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias da bilirrubina contribuam para esta relação protetora e além disso, a bilirrubina indireta, por ser lipossolúvel, pode atravessar facilmente as membranas celulares, exercendo efeitos antioxidantes intracelulares que podem proteger contra o estresse oxidativo associado à SM (Liang *et al.*, 2022; El-Eshmawy; Mahsoub; Elsehely, 2024).

2.2 Exercício físico na melhoria dos parâmetros hepáticos

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; Kwon; Moon; Min, 2020). O exercício agudo e crônico induz diversas adaptações metabólicas no músculo esquelético, no tecido adiposo e em outros órgãos, a exemplo do fígado e qualquer atividade física ou exercício melhora a função hepática de diversas maneiras. Uma metanálise conduzida por Hejazi e Hackett em

2021, com 1.316 participantes, de ambos os sexos, com idades de 18 a 66 anos e IMC médio de 30,81 kg/m², mostraram que o exercício reduziu significativamente os níveis de ALT e de AST. A redução também foi influenciada pelo IMC, onde pessoas com IMC maior que 30 tinham maiores reduções e pelo tempo de treinamento, já que programas maiores de 12 semanas produzem reduções mais significativas.

Uma metanálise publicada em 2021 teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes padrões de exercício sobre os níveis de ALT, AST e o índice de massa corporal (IMC). O estudo incluiu 1.250 pacientes, com idades entre 32 e 70 anos. Os resultados mostraram que a prática de exercícios aeróbicos e de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) foi associada a uma maior redução nos níveis de ALT. Já o nível de AST, foi diminuído significativamente com o exercício resistido e o IMC com exercício aeróbico. Dessa forma, o exercício trás diversos benefícios, dentre eles, reduzir as enzimas hepáticas e melhorando a qualidade de vida (Xiong *et al.*, 2021). Resultados semelhantes a esses foram vistos na metanálise de Rahimi e Hosseini (2022), envolvendo 2.255 pacientes com DHGAM. O estudo indicou que a combinação de exercício aeróbico e dieta resultou em melhorias significativas não apenas nas enzimas hepáticas, mas também na sensibilidade à insulina, sugerindo que a avaliação dos níveis de treinamento aeróbico e a prescrição de treinamento mais dieta devem ser rotina para prevenção e tratamento de DHGAM.

Mais uma vez, em outra metanálise, foi constatado que exercícios aeróbicos e de resistência podem melhorar significativamente os parâmetros de enzimas hepáticas, lipídios sanguíneos e glicose, e especialmente tecido adiposo visceral. Esse estudo contou com 1.168 participantes adultos jovens e mostrou que exercícios aeróbicos e resistidos podem reduzir a ALT, o AST, mas a redução GGT, peso e IMC não foi estatisticamente significativo. Mesmo assim, a razão para a leve diminuição nos níveis das enzimas hepáticas pode ser atribuída ao fato de que os valores basais dos pacientes incluídos não eram inicialmente elevados, embora, de maneira geral, ainda apresentem relevância estatística (Fu *et al.*, 2022).

Resultados recentes revelaram que o HIIT tem o potencial de diminuir a gordura hepática. Uma metanálise com 745 participantes, dos quais 67% eram do sexo masculino, com idade média de 53 ± 10 anos, IMC de 30,9 ± 4,4 e teor de gordura hepática de 11,5 ± 6,2%. Os autores confirmaram o efeito terapêutico do exercício aeróbico na redução da gordura hepática e demonstram que melhorias comparáveis são observadas após intervenções HIIT ou treinamento contínuo de moderada

intensidade (TCMI) (Sabag *et al.*, 2022). Portanto, o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória resulta em melhorias no conteúdo e função mitocondrial, bem como na capacidade de manipulação de ácidos graxos pelos hepatócitos e no músculo esquelético, além disso, a alteração do hormônio do crescimento, pode reduzir o tecido adiposo visceral e o subsequente influxo de ácidos graxos (Sabag; Little; Johnson, 2022; Sabag; Chang; Johnson, 2022).

Outro estudo, realizado com 32 indivíduos adultos jovens, foi o primeiro estudo a mostrar a superioridade da combinação da estimulação elétrica neuromuscular com exercícios de caminhada aeróbica em relação ao exercício de caminhada aeróbica isoladamente para melhorar a rigidez hepática. Esse trabalho, dentre outras variáveis analisou o ALT, AST, IMC e a redução do peso corporal dos participantes e pode concluir que apenas o ALT e o peso tiveram uma redução significativa pós intervenção, o que deixa claro a associação dessas duas variáveis (Iwanaga *et al.*, 2020). Uma nova revisão sistemática analisou seis ensaios clínicos com 232 participantes adultos, que aplicaram treinamento de força isolado em pacientes com DHGAM e os resultados indicaram uma redução significativa da gordura hepática e melhorias na sensibilidade à insulina. Embora os efeitos sobre as enzimas ALT e AST não tenham sido uniformes, observou-se uma tendência de estabilização ou leve redução desses marcadores hepáticos (Medeiros, 2023).

Outro estudo clínico randomizado avaliou os efeitos do treino resistido em indivíduos com esteatose hepática não alcoólica e os resultados mostraram uma redução significativa na gordura hepática e melhorias na composição corporal, embora as alterações nas enzimas hepáticas tenham sido menos pronunciadas (Zelber-Sagi *et al.*, 2015). Em adolescentes obesos, comparou-se o efeito de dois modelos de treinamento físico na composição corporal e variáveis hepáticas e ambos os modelos resultaram em melhorias na composição corporal e redução da gordura hepática, com impacto positivo nas enzimas hepáticas.

Não obstante, uma revisão sistemática com metanálise, formada por 2.652 participantes, constatou que o treino de força foi associado à melhora do indicador de DHGAM, incluindo conteúdo de gordura hepática, triglicerídeos plasmáticos, glicemia de jejum, IMC, circunferência abdominal, pressão arterial diastólica e homeostase da resistência à insulina (HOMA-IR). Da mesma forma, que ao comparar os efeitos do exercício aeróbico e do exercício resistido, concluiu que o exercício resistido é mais eficaz do que o exercício aeróbico na melhorara do conteúdo de gordura hepática e

triglicerídeos plasmáticos em pacientes com esteatose hepática e síndrome metabólica (Chai *et al.*, 2023). Em resumo, o treino de força pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a função hepática e reduzir os níveis de enzimas hepáticas em indivíduos com DHGAM e SM. No entanto, é importante considerar que os efeitos podem variar conforme o protocolo de treinamento e as características individuais.

2.3 Método de restrição de fluxo sanguíneo associado ao treinamento de força e alterações da composição corporal

O TFBC+RFS é utilizado como alternativa ao treinamento de força de altas cargas (TFAC) que utiliza cargas superiores a 70% de 1RM, ou quando se quer complementá-lo, visando o aumento dos níveis da força e da hipertrofia muscular. Tal assertiva já foi comprovada com populações jovens saudáveis e nas idosas (Loenneke *et al.*, 2012; Slysz *et al.*, 2016; Centner *et al.*, 2018; Lixandrão *et al.*, 2018). Levando em consideração os benefícios desse método de treinamento, em relação aos ganhos de massa muscular semelhantes ao TFAC, sua utilização é fortemente encorajada em populações impossibilitadas de realizar exercício com altas cargas, 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 (Tegtbur; Haufe; Busse, 2020; Paterson *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2021).

É sabido que a TFBC+RFS é mais eficaz para ganhos de força do que o TFBC, no entanto quando comparado ao TFAC, apresenta em muitos casos ganhos inferiores dependendo da população estudada (Loenneke *et al.*, 2012; Hughes *et al.*, 2017; Lixandrão *et al.*, 2018; Ozaki; Loenneke; Abe, 2017). No entanto, em relação ao aumento da massa muscular, Lixandrão *et al.*, (2018) observaram que a 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 (Kacin *et al.*, 2015). Esse tipo de treinamento aumenta a síntese de proteína através da via mTOR, ampliando o aumento da força e da hipertrofia, conseqüentemente maximiza o desempenho funcional, reduzindo o surgimento de problemas crônicos de saúde como a

hipertensão, o diabetes, a obesidade e problemas cardíacos, além de interferir positivamente na composição corporal (Baker *et al.*, 2020; Amani-shalamzari *et al.*, 2019; Takarada *et al.*, 2000b; Silva *et al.*, 2015; Nascimento *et al.*, 2019).

Durante o TFBC+RFS a oclusão intermitente dos vasos sanguíneos nos membros simula um estado de isquemia/reperfusão tecidual, promovendo um efeito de pré-condicionamento ao exercício. Esse mecanismo desencadeia a ativação e a liberação de diversos hormônios, como o hormônio do crescimento e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), além da elevação de metabólitos como o lactato, citocinas e espécies reativas de oxigênio, como o óxido nítrico. Esses efeitos combinados favorecem a hipertrofia muscular e o aumento da taxa metabólica basal. A maior massa muscular resultante contribui para a melhora da captação e utilização de glicose e lipídios, refletindo em reduções da glicemia de jejum e da hemoglobina glicada em indivíduos com DT2. Adicionalmente, a diminuição do IMC e da razão cintura-estatura contribui para o controle da obesidade, auxiliando na melhora do perfil lipídico e na redução da resistência insulínica. A prática contínua de RFS também pode favorecer a regulação da pressão arterial por meio de vias neuro-humorais, estimular a liberação de fatores de proteção vascular, promover a regeneração endotelial e reduzir o risco de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares (Ma *et al.*, 2024).

O TFBC+RFS tem sido investigado por seus efeitos na redução do percentual de gordura corporal, especialmente devido ao ambiente metabólico único que cria durante os exercícios. A restrição do fluxo sanguíneo promove um acúmulo de metabólitos nos músculos, como lactato, que gera uma resposta hormonal favorável à mobilização de gordura e ao aumento do gasto calórico pós-exercício. Estudos demonstram que, embora a RFS seja realizada com cargas leves (15-30% do 1RM), ele pode induzir um aumento na taxa de oxidação de gordura durante e após o exercício, o que favorece a redução do percentual de gordura corporal (Abe *et al.*, 2006). Além disso, a ativação de fibras musculares do tipo II, que ocorre durante o BFR, pode aumentar a demanda energética do corpo, resultando em uma maior queima de calorias e consequente redução de gordura (Loenneke *et al.*, 2012).

Além dos efeitos metabólicos diretos, a RFS também contribui para a preservação ou aumento da massa muscular magra, o que é crucial para a melhoria da composição corporal. A manutenção de uma maior massa muscular acelera o metabolismo basal, promovendo uma queima de calorias mais eficiente ao longo do

tempo, o que pode contribuir para a redução sustentada do percentual de gordura. Em um estudo realizado por Yasuda *et al.* (2011), observou-se que a RFS, combinado com treinamento de resistência, não só aumentou a força muscular, mas também melhorou a composição corporal, com redução da gordura corporal, sem a necessidade de exercícios de alta intensidade. Esse efeito ocorre porque a hipertrofia muscular resultante da RFS pode melhorar a utilização de energia pelo corpo, facilitando a perda de gordura ao longo do tempo.

Uma revisão narrativa analisou os efeitos do exercício aeróbico associado à restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre a composição corporal, a massa e a força muscular, o metabolismo lipídico e glicêmico, além da função cardiovascular. Os resultados indicam que esse tipo de exercício apresenta potencial para reduzir o tecido adiposo, aumentar a massa e a força muscular, melhorar os parâmetros metabólicos lipídicos e glicêmicos, bem como promover benefícios à função cardiovascular, conforme ilustrado na figura 02 (Cho; Lee, 2024).

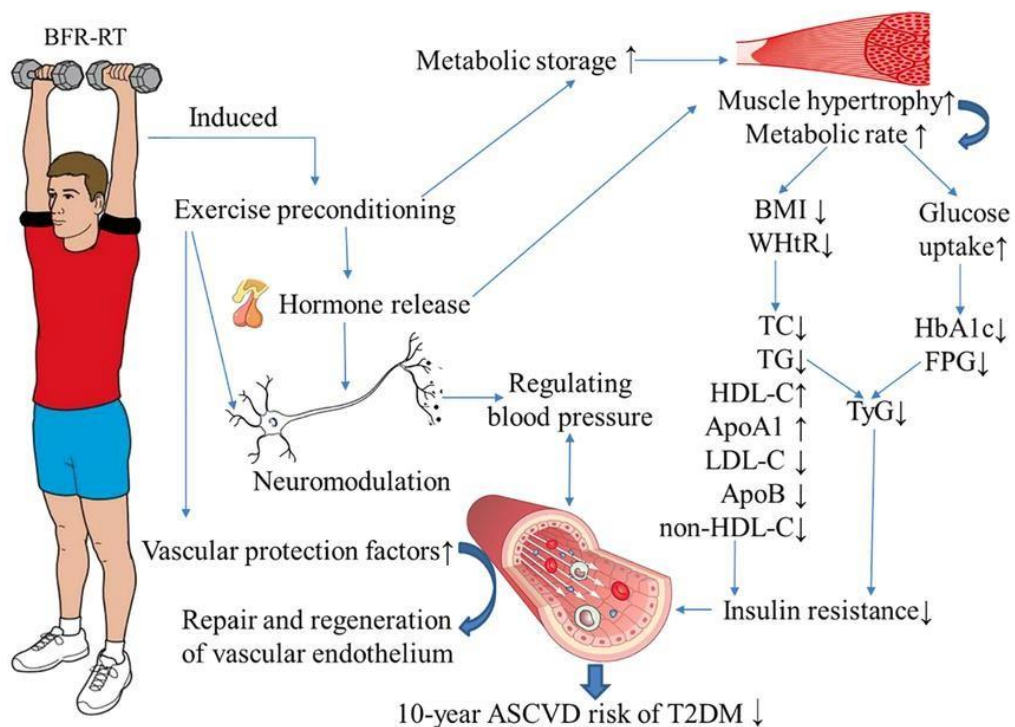


Figura 02: Possível mecanismo do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo.

Fonte: Cho; Lee, 2024.

Um estudo conduzido por Lacerda *et al.* (2024), teve como objetivo analisar os

efeitos de diferentes protocolos de treinamento de força na composição corporal de mulheres idosas não treinadas. A pesquisa envolveu 32 participantes, distribuídas aleatoriamente em três grupos TFCM (70% de 1RM), TFBC+RFS (30% de 1RM + RFS) e TFBC (30% de 1RM sem RFS). O protocolo de treinamento consistiu em sessões realizadas três vezes por semana durante 16 semanas, incluindo exercícios como rosca bíceps, supino reto, agachamento e leg press 45°. E os resultados indicaram que, após a intervenção, houve diferenças significativas na MC e na massa muscular entre os grupos TFBC+RFS e TFBC ($p < 0,05$). No entanto, não foram observadas alterações significativas na MC, % de G, massa muscular e massa de gordura corporal nos grupos TFBC, TFCM e TFBC+RFS quando comparados os momentos pré e pós-intervenção ($p > 0,05$). Esses achados sugerem que o treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo pode proporcionar benefícios adicionais na composição corporal de mulheres idosas não treinadas, especialmente em termos de aumento da massa muscular. No entanto, as diferenças observadas entre os grupos reforçam a necessidade de mais estudos para compreender plenamente os efeitos dessa modalidade de treinamento.

Outro estudo de Centner *et al.* (2019), apontou que o treino com RFS pode estimular a lipólise por aumentar a produção de hormonas anabólicas, como o hormônio de crescimento, que está associado à redução da gordura corporal. Os autores observaram que indivíduos que treinaram com RFS apresentaram melhoras significativas no perfil corporal, incluindo diminuição do percentual de gordura, quando comparados a grupos controle. Além disso, estudos indicam que o RFS aumenta o gasto energético pós-exercício, o que também contribui para a redução do tecido adiposo. Por ser realizado com baixas cargas, é uma alternativa segura para mulheres com limitações articulares ou iniciantes na prática de exercícios, oferecendo benefícios comparáveis aos métodos tradicionais mais intensos.

Linero e Choi (2012), avaliaram os efeitos de 12 semanas de TFBC+RFS na densidade mineral óssea (DMO), marcadores de remodelação óssea, funções físicas e concentração de lactato sanguíneo em mulheres na pós-menopausa com osteoporose ou osteopenia. Participaram desse estudo 26 mulheres entre 50 e 60 anos e, o programa de treinamento foi realizado 3 vezes por semana durante 12 semanas com intervalo de 48 horas entre cada sessão. Todos os participantes foram divididos em TFAC, TFBC+RFS, TFBC e controle, as intensidades de treinamento foram 60– 80% de 1 RM e 30% de 1RM, respectivamente. Os autores concluíram que

TFBC+RFS foi mais eficaz para aumentar a força muscular, a concentração de lactato, os marcadores de formação óssea e o equilíbrio nas mulheres do que o TFBC e que o grupo de TFAC apresentou maior melhora na força muscular, e nos marcadores de remodelação óssea, porém com maior risco de lesão.

De fato, a TFBC+RFS é uma alternativa viável ou complementar ao TFAC, uma vez que, promove o aumento da força muscular, hipertrofia e consequente melhoria da composição corporal e desempenho, tanto em idosos quanto em indivíduos jovens, no entanto, ainda não existem estudos com esse tipo de treinamento com o objetivo de promover alterações na função hepática.

CAPÍTULO III

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente tese foi proveniente de um projeto guarda-chuva denominado *Resistance training with blood flow restriction and cognition in elderly women (project -forte-mente-ativa-): study protocol*, publicado na MOTRIZ em 2021. Esse projeto foi 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 e duas monografias.

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 analisou-se o efeito de três tipos de treinamento de força, sobre as enzimas hepáticas e a composição corporal, em um período de 16 semanas. Este ensaio foi formatado com três grupos experimentais (TFBC + RFS, TFCM e TFBC), com características protocolares distintas, cujos participantes foram submetidos a avaliações pré e pós intervenção, e comparados a um grupo controle (CON), que não participou das intervenções, mas que realizou as mesmas avaliações, conforme figura 03.

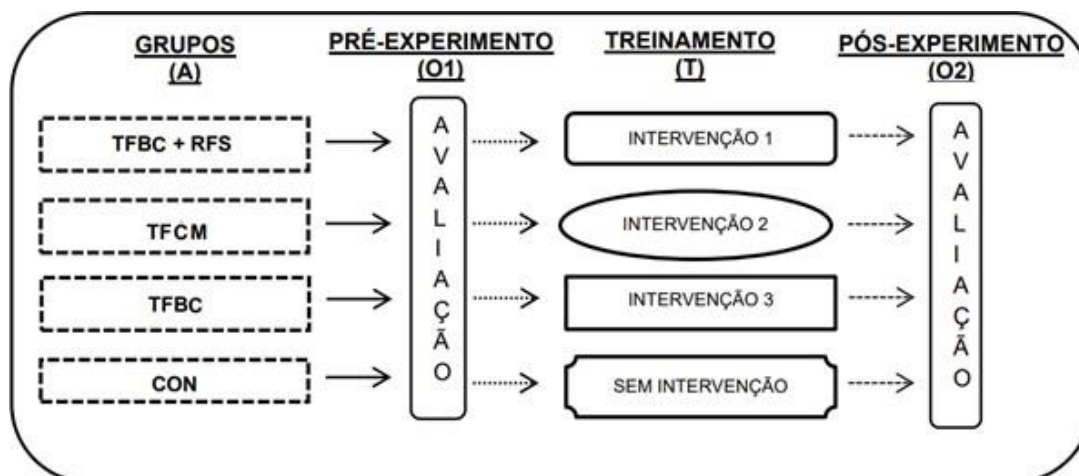


Figura 03: Fluxograma do desenho experimental.

Fonte: próprio autor.

Legenda: A = Aleatorização; O1 = Observação 1 (avaliação pré - treinamento); T = Treinamento; 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 de idade ($66,07 \pm 4,14$), 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 (Beck, 2013; 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). Foram 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

- ✓ Treinamento de força com carga moderada
- ✓ Treinamento de força com baixa carga
- ✓ Treinamento de força com baixa carga com a restrição de fluxo sanguíneo

3.3.2 Variáveis dependentes (desfechos)

- Desfecho Principal (função hepática):
 - ✓ Fosfatase alcalina;
 - ✓ Aspartato transaminase (AST);
 - ✓ Alanina transaminase (ALT);
 - ✓ Albumina;
 - ✓ Proteínas totais;
 - ✓ Gama Glutamil Transferase (GGT);
 - ✓ Bilirrubina total;
 - ✓ Bilirrubina direta;
 - ✓ Bilirrubina indireta;

- Desfechos principal(composição corporal):
 - ✓ MC (kg);
 - ✓ IMC (kg/m²);
 - ✓ Percentual de Gordura corporal (%G).

3.3.3 Variáveis intervenientes

- ✓ Dieta: Ingestão de alimentos em quantidades, horários e tipos de refeições ou suplementação nutricional não controlada.
- ✓ Atividade física e rotina diária: Horas de sono, estado de humor, exercícios físicos sistemáticos ou não, realizados dentro da rotina diária, esforços de natureza laboral ou atividades recreativas não controladas.

3.4 Procedimentos éticos

Esse estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) [nº. 11399019.7.0000.5188], em cumprimento a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (ANEXO A).

Todas as etapas foram precedidas de instruções explicativas sobre os objetivos do estudo, procedimentos metodológicos, benefícios, riscos e dificuldades para os participantes. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B), contendo todas as informações foi entregue as que concordaram em participar da pesquisa. Qualquer ação desse experimento visou manter a integridade física e moral quanto pessoa.

3.5 Procedimentos para coleta 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 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, estratificadas 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 (enzimas hepáticas) e variável secundária (composição corporal), bem como, tabulação dos dados e análise estatística.

É possível observar na figura 04 o fluxograma contendo o processo de elegibilidade, recrutamento, alocação, acompanhamento e análises do estudo.

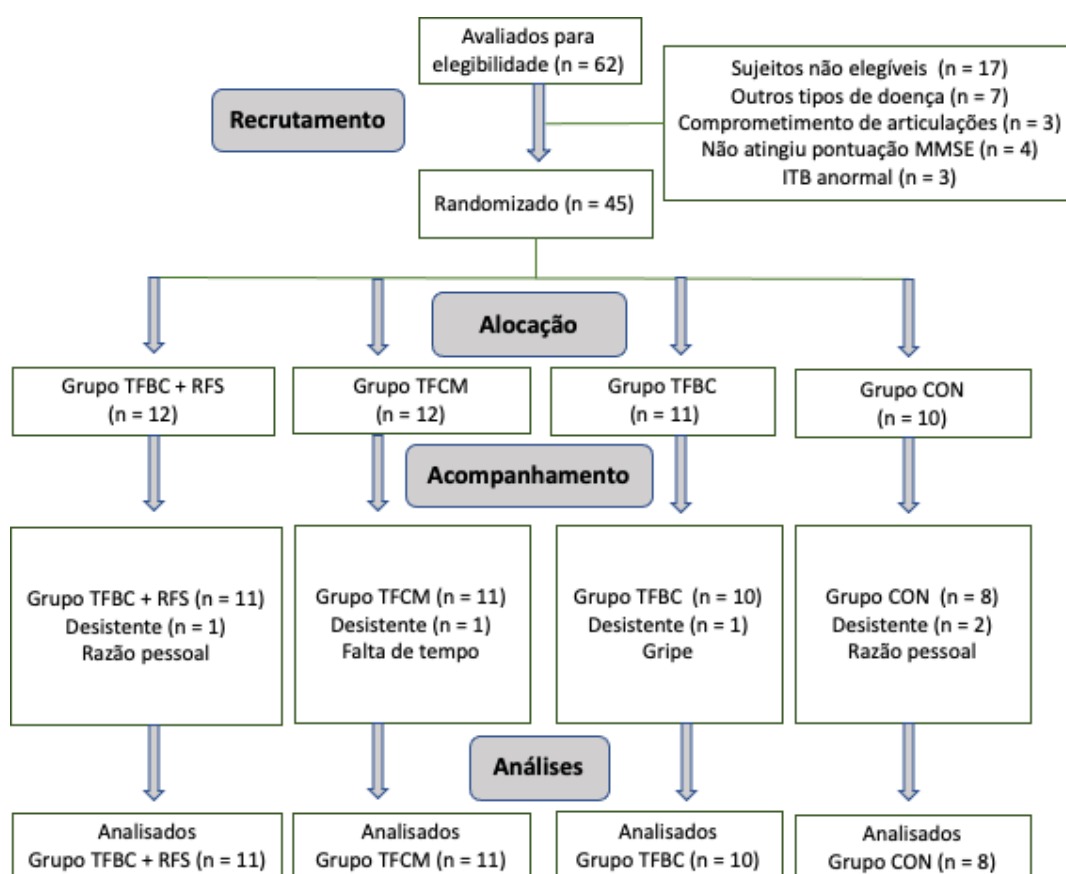


Figura 04: Fluxograma do estudo.

Fonte: próprio autor.

Legenda: ITB: Índice Tornozelo Braquial; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga com Restrição Parcial de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força com Carga Moderada; 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; Farinatti, 2007). Iniciou-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 05. A reprodutibilidade do teste de 1RM foi realizada 72h após a medida pré-teste, em dias alternados.

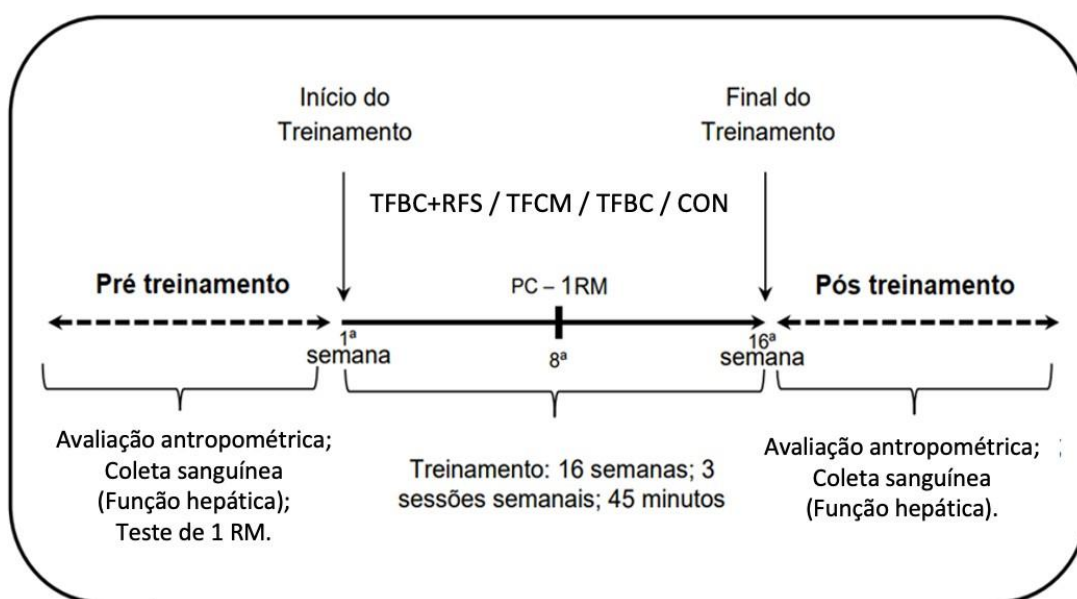


Figura 05: Protocolo experimental.

Fonte: próprio autor.

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

As variáveis antropométricas foram realizadas com intuito de caracterizar os participantes. A estatura foi medida com os sujeitos de pés descalços formando um ângulo reto com o estadiômetro (Wiso®, model E210, Santa Catarina, Brasil), os

calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e a região occipital em contato com o instrumento (Cirilo-Sousa, 2008). A MC, o IMC e o %G foram quantificados por meio de bioimpedância (InBody 570 Biospace®, San Francisco – Califórnia, EUA) com medida direta segmentar multi-frequência e sistema de eletrodos tetrapolar com 8 pontos táteis (Bedogni *et al.*, 2002).

3.5.2 Índice tornozelo braquial

A avaliação do Índice Tornozelo Braquial (ITB) foi utilizada como critério de inclusão, por ser um preditor independente de eventos cardiovasculares com 95% de sensibilidade e 99% de especificidade para a Doença Arterial Obstrutiva Periférica (DAOP) com valores $< 0,9$ e $> 1,4$ (Resnick *et al.*, 2004), considerada como contraindicação à realização de exercícios de restrição de fluxo sanguíneo (Loenneke *et al.*, 2011; Júnior; Martin, 2010).

Essa medida foi realizada com aferição da Pressão Arterial Sistólica (PAS) dos membros inferiores (artéria tibial pediosa) e membros superiores (artéria braquial). O instrumento utilizado para mensuração foi um *doopler* vascular portátil (DV2001 - Medpej®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) de alta frequência. Para realização dessa medida os voluntários foram orientados a seguir as recomendações: não ingerir bebida cafeinada, não fumar, não estar com a bexiga cheia, não realizar exercícios nos últimos 30 minutos que antecedessem o exame, não cruzar os braços ou pernas e não falar durante o procedimento. Posteriormente os sujeitos se posicionaram sobre uma maca, em decúbito dorsal, e permaneceram em repouso durante 10 minutos. Em seguida foram obtidas as medidas de cada vaso sanguíneo, de maneira rotacional, com intervalos de 2 minutos entre elas (Resnick *et al.*, 2004) e o valor do ITB foi calculado bilateralmente por meio das seguintes razões:

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

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

3.5.3 Avaliação da atividade física

As participantes receberam um acelerômetro triaxial 'Actigraph GT3X +' (Actigraph®, Pensacola, FL, EUA) e foram orientadas a utilizar o equipamento por sete dias consecutivos, no lado direito do quadril, fixado com cinta elástica e retirá-lo apenas para dormir, tomar banho ou realizar atividades na água, além de registrar em diário o tempo e razões pelas quais elas removeram o equipamento. Além disso, receberam um panfleto com as instruções e receberam ligações telefônicas três vezes durante a semana (a cada dois dias) para estimular o uso do equipamento. O software ActiLife 6.12 (Actigraph®, Pensacola, FL, EUA) foi usado para carregar e analisar os dados com intervalos de 60 segundos. Os dados de Atividade Física somente foram incluídos se a participante acumulou no mínimo 10h / dia de gravação por no mínimo 4 dias, incluindo 1 dia de final de semana. O ponto de corte utilizado foi para atividade física de moderado a vigoroso de 1.041 counts/min.

3.5.4 Compressão externa de restrição de fluxo sanguíneo

A determinação da compressão externa (mmHg) para RFS durante o TF foi realizada de acordo com a técnica de Laurentino *et al.* (2012), utilizando um esfigmomanômetro especial (Tourniquet pneumático komprimeter – Riester®, Jungingen, Alemanha) 13 cm de largura x 96 cm de comprimento com extensão de mangueiras do manguito para membros inferiores com 9 cm de largura e 57cm de comprimento, para os membros superiores), colocados na região superior da coxa e do braço e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório na artéria tibial posterior e braquial fossem interrompidos. Com a ausência de pulso identificada, foi registrado o valor da pressão como sendo de referência para obstrução total do fluxo de sangue para o membro inferior. Essa medida foi realizada com os indivíduos deitados em decúbito dorsal, usando um equipamento de *doppler* Vascular Portátil (DV2001 - Medpej®, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e gel de acoplamento. Em seguida, o transdutor do *doppler* foi colocado 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, sendo aplicada a compressão externa, pela insuflação dos manguitos, para restringir totalmente o som do fluxo arterial para os membros superiores e inferiores. A pressão de restrição do fluxo sanguíneo, utilizada durante o

treinamento, foi 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, e serviu como parâmetro para o ajuste do percentual de carga de todos os exercícios (Dias *et al.*, 2013). 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, seguida 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 (ACMS, 2017).

O reteste de 1RM foi realizado 72 horas após o primeiro, e obteve o seguinte coeficiente de correlação intraclassa (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 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 (rotações por minuto) 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 Análise bioquímica

Os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Ensaio Toxicológicos (LABETOX), em temperatura controlada entre 20 e 25° C por uma pesquisadora experiente em análises bioquímicas. E as análises referentes a função hepática foram realizadas no analisador bioquímico automatizado CHEMWELL-T, com todos os reagentes obtidos da Labtest Diagnóstica, conforme figura 06.



Figura 06: Analisador Automático Chem Well T – Labtest
Fonte: próprio autor.

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 foi subdividido 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, entre os quais: supino reto, rosca bíceps (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 1 segundo na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica. O grupo TFBC + RFS realizou o treinamento induzido por compressão externa, por meio de manguito inflável, que foi acomodado na região mais proximal dos membros superiores e inferiores exercitados. 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			20% de 1RM			
	TFBC						

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

Para alcançar os objetivos do estudo, a análise quantitativa foi feita no software R versão 4.4.2 (R CORE TEAM, 2024), disponível livre e gratuitamente em <https://www.r-project.org/>. O nível de significância adotado em todo estudo foi de 5%. Inicialmente foi feita uma análise descritiva dos dados, para o total da amostra e por grupos, nos momentos pré e pós. Para tanto foram utilizadas medidas como a frequência simples (percentual), para descrever as variáveis qualitativas e para descrever as variáveis quantitativas foram utilizadas a média (desvio padrão), a mediana, primeiro e terceiro quartis, mínimo e máximo (Bussab; Morettin, 2023). Após a descrição da amostra, deu-se início a análise inferencial. Inicialmente é importante verificar se as variáveis quantitativas do estudo têm um comportamento aproximadamente normal e para tanto foi utilizado do teste de Shapiro-Wilk, de forma que nenhuma das variáveis do estudo apresentou um comportamento normal (Siegel; Castellan Jr, 2006). Dessa forma, foram escolhidos testes não-paramétricos para as comparações iniciais. Para comparar os grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, enquanto que para comparar os momentos pré e pós em cada grupo utilizou-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon, sendo esse teste adequado para dados pareados.

Essas análises levaram em consideração os fatores tempo e grupo de forma isolada, e apesar de serem importantes análises, é preciso levar em consideração esses dois fatores ao mesmo tempo, para isso foram propostos modelos lineares generalizados mistos para cada uma das variáveis quantitativas do estudo, considerando estimação pelo método de máxima verossimilhança e matriz de covariância repetida autorregressiva (AR-1) heterogênea para explicar as relações dependentes existentes entre os períodos de tempo. Os grupos e os momentos foram inseridos como fatores fixos e os indivíduos como fatores aleatórios (Paula, 2004). O grupo considerado como referência foi o grupo controle, então deve-se interpretar os resultados do que há no modelo em comparação com o grupo controle. Para verificar a qualidade do ajuste foram utilizados gráficos qq-plot entre os valores observados e estimados por cada modelo, sendo considerados plausíveis em cada instância. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles. Para melhorar a legibilidade, calculou-se o tamanho do efeito d de Cohen, com valores interpretados de: $d < 0,20$ (pequeno); $d = 0,20-0,80$ (moderado); $d > 0,80$ (grande) (Choen, 2013).

Após a elaboração dos modelos, foram calculados os Coeficientes de Correlação Linear de Spearman para verificar se existia correlação linear entre algumas variáveis quantitativas do estudo. Os coeficientes foram calculados e testados, de forma que esse método foi escolhido devido à não normalidade das variáveis do estudo. A correlação de Spearman, que varia entre -1 e 1, mede a força e a direção da relação linear entre duas variáveis. Quando o valor da correlação está entre 0,00 e 0,19, isso indica uma correlação muito fraca ou até a ausência de correlação. Valores entre 0,20 e 0,39 representam uma correlação fraca, sugerindo que as variáveis têm uma relação, mas essa relação é modesta. Quando a correlação fica entre 0,40 e 0,59, ela é considerada moderada, o que indica uma relação razoavelmente forte, mas não tão intensa. Já valores entre 0,60 e 0,79 refletem uma correlação forte, mostrando que as variáveis estão bem associadas. Por fim, quando a correlação está entre 0,80 e 1,00, ela é considerada muito forte ou até perfeita, indicando que as variáveis têm uma associação extremamente forte, quase linear (Bolfarine; Sandoval, 2001; Paula, 2004).

CAPITULO IV

4 RESULTADOS

Após o período de recrutamento, dos 62 participantes que realizaram a triagem, 22 foram excluídos por diversas razões, tais como diagnóstico clínico de diabetes, cirurgia recente de câncer de mama, infarto do miocárdio recente, pontuação inferior à mínima exigida no MMSE, ITB acima dos valores normais e comprometimentos articulares em joelho e tornozelo. Assim, 40 participantes concederam consentimento informado por escrito e foram alocados aleatoriamente nos grupos. A adesão média foi de $87,3 \pm 1,3\%$ para o grupo TFCM, $88,2 \pm 1,2\%$ (TFBC + RFS) e $89,1 \pm 1,4\%$ (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. As características descritivas sociodemográficas e da composição corporal dos participantes do estudo no momento pré e pós são apresentadas na tabela 02, as quais não apresentaram diferença entre os grupos experimentais.

Tabela 02: características descritivas (média \pm desvio padrão) das participantes na linha de base e efeito tempo e grupo pós 16 semanas de intervenção entre os grupos experimentais.

VARIÁVEIS	MOMENTO	TFBC+RFS (n=11)	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	59.20 \pm 6.65	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	25.25 \pm 2.55	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
Percentual de Gordura (%)	Pré	38.86 \pm 5.15	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
Parâmetros bioquímicos					
ALT (mg/dL)	Pré	13.27 \pm 4.41	12.82 \pm 1.99	11.50 \pm 2.55	11.50 \pm 1.41
	Pós	14.00 \pm 6.28	11.09 \pm 0.94*	12.90 \pm 4.43	11.38 \pm 1.30
AST (mg/dL)	Pré	30.55 \pm 14.92	54.55 \pm 22.88	22.50 \pm 7.14	57.88 \pm 30.33
	Pós	30.45 \pm 13.19	45.00 \pm 17.54	26.80 \pm 5.41	54.63 \pm 23.69
Fosfatase alcalina (mg/dL)	Pré	36.55 \pm 21.26	95.18 \pm 26.09	70.00 \pm 15.99	68.38 \pm 18.43
	Pós	37.91 \pm 15.67	96.73 \pm 28.31	66.40 \pm 18.49	61.38 \pm 15.90
GGT (mg/dL)	Pré	27.55 \pm 9.63	31.18 \pm 11.32	43.20 \pm 45.66	19.25 \pm 3.73

	Pós	28.18 ± 10.35	26.00 ± 9.44	46.30 ± 47.61	20.25 ± 5.06
Bilirrubina total (mg/dL)	Pré	1.11 ± 0.92	0.63 ± 0.27	0.59 ± 0.11	0.67 ± 0.21
	Pós	0.64 ± 0.16*	0.98 ± 0.74	0.82 ± 0.48	0.72 ± 0.17
Bilirrubina direta (mg/dL)	Pré	0.15 ± 0.11	0.14 ± 0.06	0.18 ± 0.08	0.16 ± 0.06
	Pós	0.15 ± 0.06	0.15 ± 0.08	0.18 ± 0.09	0.12 ± 0.05
Bilirrubina indireta (mg/dL)	Pré	0.96 ± 0.84	0.49 ± 0.28	0.42 ± 0.14	0.51 ± 0.19
	Pós	0.49 ± 0.15*	0.83 ± 0.71	0.64 ± 0.524	0.60 ± 0.17
Albumina (mg/dL)	Pré	4.26 ± 0.13	4.06 ± 0.26	4.15 ± 0.24	3.94 ± 0.22
	Pós	4.20 ± 0.13	4.02 ± 0.29	4.03 ± 0.26	4.04 ± 0.17
Proteínas totais (mg/dL)	Pré	7.41 ± 0.65	7.42 ± 0.81	5.88 ± 2.11	6.90 ± 0.47
	Pós	7.06 ± 0.39	7.06 ± 0.52	5.68 ± 2.04	6.76 ± 0.31

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; mg/dL: Miligramas por Decilitros; kg/m²: Quilogramas Dividido por Metro Quadrado.

Ao final de 16 semanas de treinamento, foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais comparados ao controle, nas variáveis AST ($P = 0.012$) e fosfatase alcalina ($P < 0.001$). Para a variável AST, o post hoc identificou uma diferença significativa entre os grupos TFBC vs CON ($t = 3.26$ $P = 0.049$ $d = 1.72$), apresentando um grande tamanho de efeito, de modo que o grupo TFBC apresentou seu valor médio mais elevado ($\Delta = 16,04\%$), de acordo com o gráfico 07.

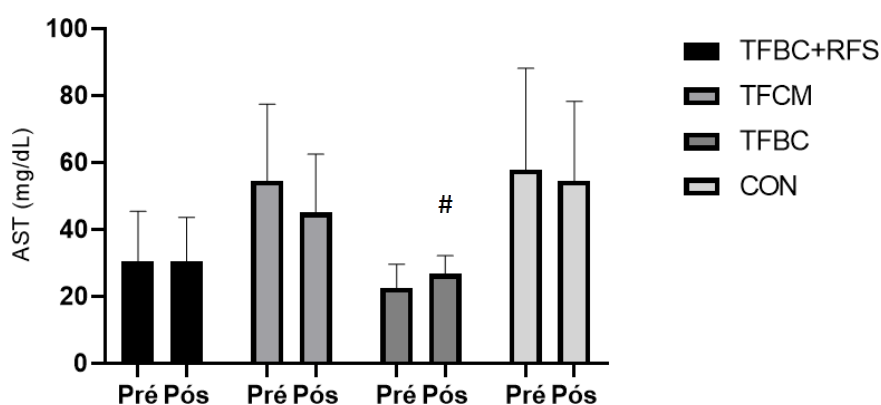


Gráfico 07: comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos do AST, após 16 semanas de treinamento de força.

Legenda: AST: Aspartato Aminotransferase; mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 experimentais vs controle.

Em relação a variável fosfatase alcalina, o post hoc identificou diferenças significativas entre os grupos TFBC vs TFCM ($t = -3.33$ $P = 0.045$ $d = -1.26$) e TFCM

vs CON ($t = -3.65$ $P = 0.017$ $d = -1.47$), apresentando um grande tamanho de efeito entre todas as interações. Não foi possível observar diferenças significativas relacionadas ao efeito tempo em todos os grupos experimentais e controle ($P > 0.05$), para essas variáveis, de acordo com o gráfico 08.

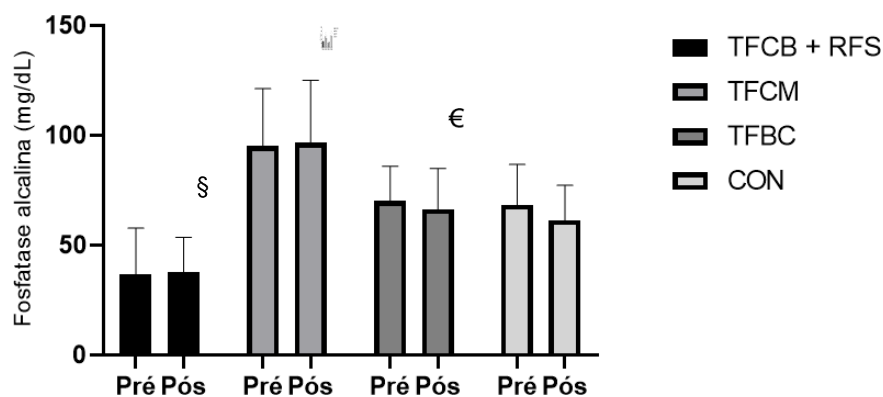


Gráfico 08: comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos de fosfatase alcalina, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 experimentais vs controle, § indica $P \leq 0,05$ entre os grupos experimentais TFBC + RFS vs TFCM e € indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBC vs TFCM.

Não foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle na variável ALT ($P = 0.202$), no entanto, observou-se uma redução significativa nos níveis séricos desta variável ao longo do tempo, no grupo TFCM ($t = 1.87$; $p = 0.029$; $d = 1.11$), com tamanho de efeito de alta magnitude, de acordo com o gráfico 09.

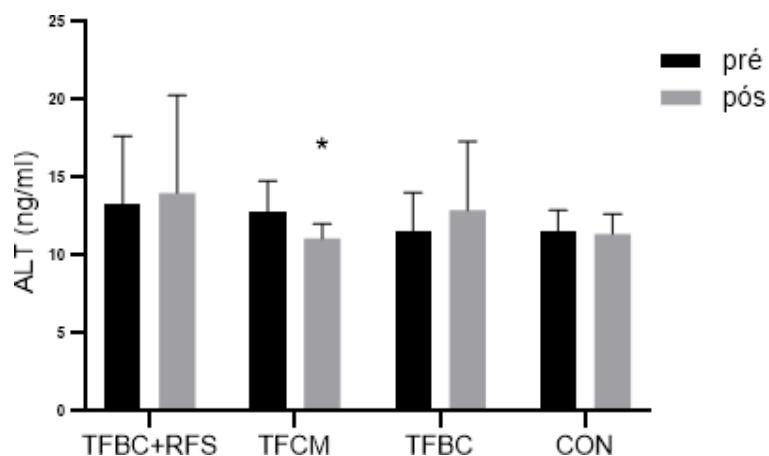


Gráfico 09: comparação intragrupos dos níveis séricos da ALT, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

Legenda: ALT: Alanina Aminotransferase; mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

Da mesma forma, não foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle nas variáveis bilirrubina total ($P = 0.620$) e bilirrubina indireta ($P = 0.579$), porém, observou-se reduções significativas dessas variáveis ao longo do tempo, no grupo TFBC + RFS, bilirrubina total ($t = 2.67$; $p = 0.015$; $d = 0.71$) e bilirrubina indireta ($t = 2.88$; $p = 0.014$; $d = 0.78$), ambas apresentando tamanho de efeito moderado, de acordo com os gráficos 10 e 11.

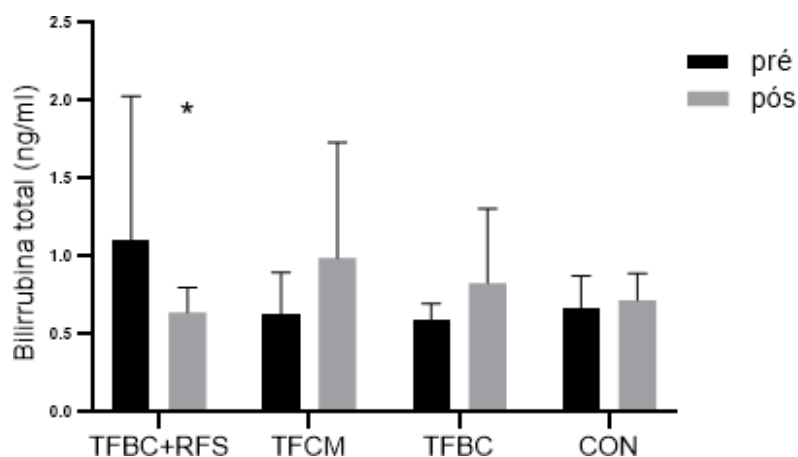


Gráfico 10: comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina total, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

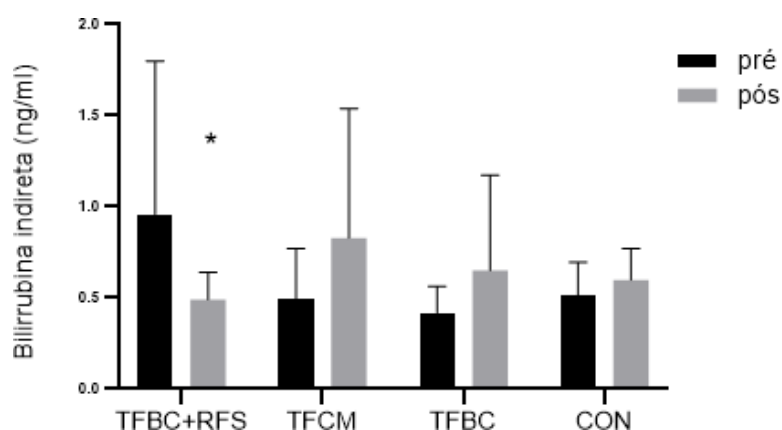


Gráfico 11: comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina indireta, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

Não houve diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle, nas demais variáveis da função hepática, GGT ($P = 0.335$), bilirrubina direta ($P = 0.484$), albumina ($P = 0.190$) e proteínas totais ($P = 0.115$). Da mesma maneira, não se observou diferenças significantes nessas variáveis, em relação ao efeito tempo nos grupos experimentais e controle $P > 0.05$.

Após o período de intervenção de 16 semanas, não foram apresentadas alterações significativas nas variáveis, massa corporal ($P = 0.110$), IMC ($P = 0.312$) e gordura corporal ($P = 0.312$), entre os grupos experimentais e controle, do mesmo modo, não observou efeito do tempo nessas variáveis ($P > 0.05$), de acordo com os gráficos 12-14. A análise do tamanho do efeito revelou uma magnitude de moderada

a grande no grupo de TFBC+ RFS para as variáveis de MC (TFBC+FRS – CON: DM = +5,99, IC 95%: [-3,10; 15,08], $d = 0,69$), IMC (TFBC+FRS – CON: DM = +2,22, IC 95%: [-1,74; 6,18], $d = 0,65$) e %G (TFBC+FRS – CON: DM = +5,66, IC 95%: [-0,38; 11,70], $d = 1,03$) quando comparado com o CON. Dessa forma o TFBC+RFS promoveu uma redução dos parâmetros da composição corporal em comparação ao grupo CON.

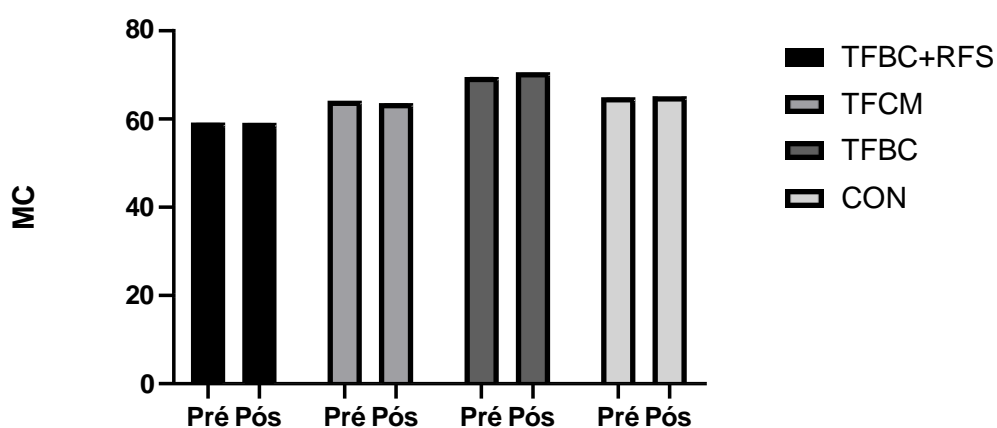


Gráfico 12: comparação entre grupos experimentais e controle da massa corporal, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

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.

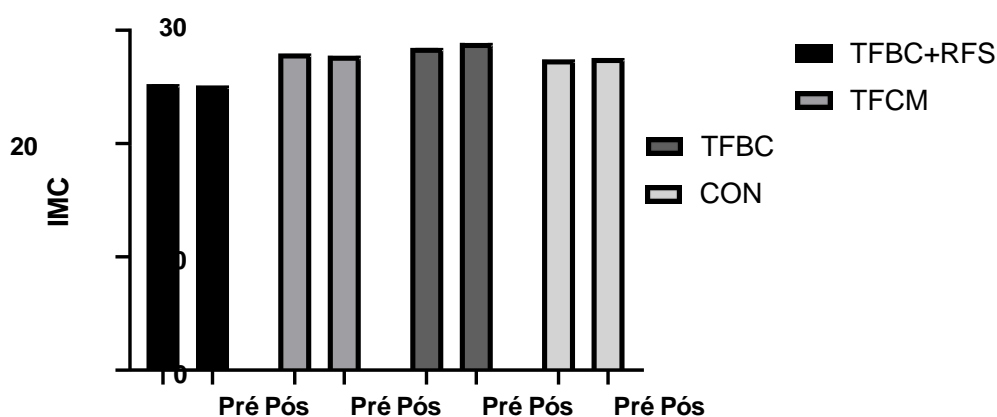


Gráfico 13: comparação entre grupos experimentais e controle do Índice de Massa Corporal após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: próprio autor.

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.

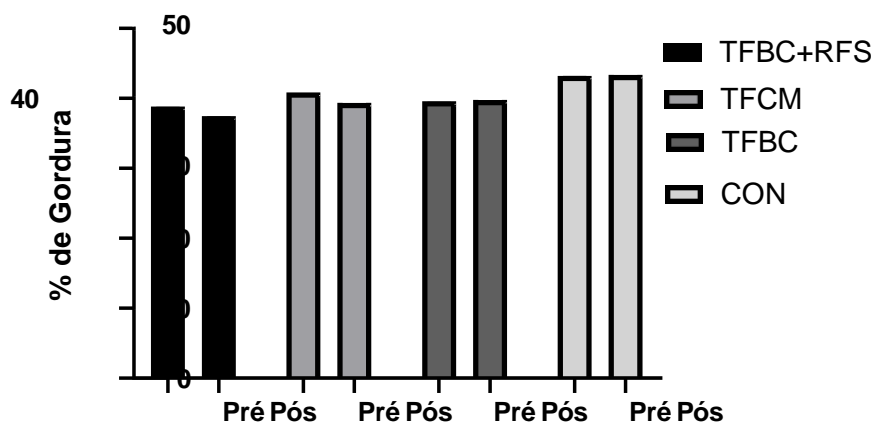


Gráfico 14: comparação entre grupos experimentais e controle do % de Gordura, após 16 semanas de treinamento de força. **Fonte:** próprio autor.

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.

Em relação às análises correlacionais entre as variáveis da função hepática e da composição corporal, não se observou interações significativas p -valor > 0.05 , entre os grupos experimentais, no momento pré intervenção. Ao final das 16 semanas de treinamento, foi possível observar no grupo TFBC + RFS, conforme gráfico 15, uma moderada interação entre a FAL e IMC ($r = 0.54$; p -valor = 0.0849), Bilirrubina total e IMC ($r = 0.46$; p -valor = 0.1544), Bilirrubina direta e IMC ($r = 0.51$; p -valor = 0.1140) e ALT e %G ($r = 0.42$; p -valor = 0.2023). O grupo TFCM, conforme gráfico 16, também apresentou uma correlação moderada entre as seguintes variáveis, ALT e IMC ($r = 0.42$; p -valor = 0.1996), ALT e MC ($r = 0.44$; p -valor = 0.1806), Bilirrubina total e %G ($r = -0.48$; p -valor = 0.1324), Bilirrubina direta e IMC ($r = -0.51$; p -valor = 0.1115), Bilirrubina direta e MC ($r = -0.58$; p -valor = 0.0595) e Bilirrubina indireta e %G ($r = -0.46$; p -valor = 0.1557).

Já o grupo TFBC, de acordo com o gráfico 17, apresentou correlações significativas entre Bilirrubina Direta e IMC ($r = -0,71$; p -valor = 0,0211), entre Bilirrubina Direta e a Massa Corporal ($r = -0,66$; p -valor = 0,0392) e entre Bilirrubina Direta e o Percentual de Gordura Corporal ($r = -0,73$; p -valor = 0,0166), sendo essas

correlações inversamente proporcionais e fortes. Adicionalmente, foi possível observar uma interação moderada entre Bilirrubina indireta e IMC ($r = 0.43$; p -valor = 0.2202), Bilirrubina indireta e MC ($r = 0.51$ p -valor = 0.1315) e Bilirrubina indireta e %G ($r = 0.48$; p -valor = 0.1601).

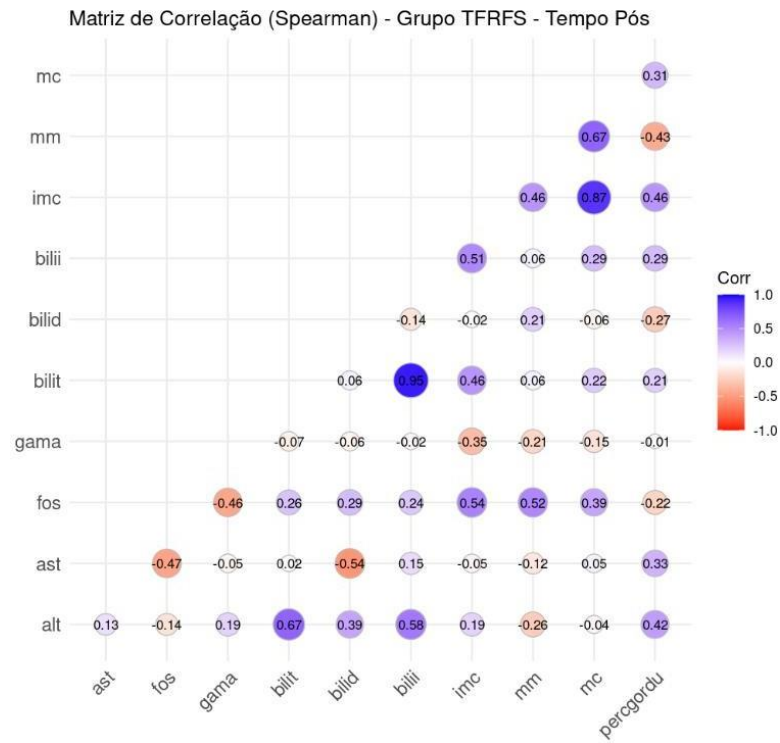


Gráfico 15: Matriz de correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosos com sobrepeso no grupo TFBC+RFS.

Fonte: próprio autor.

Legenda: TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo.

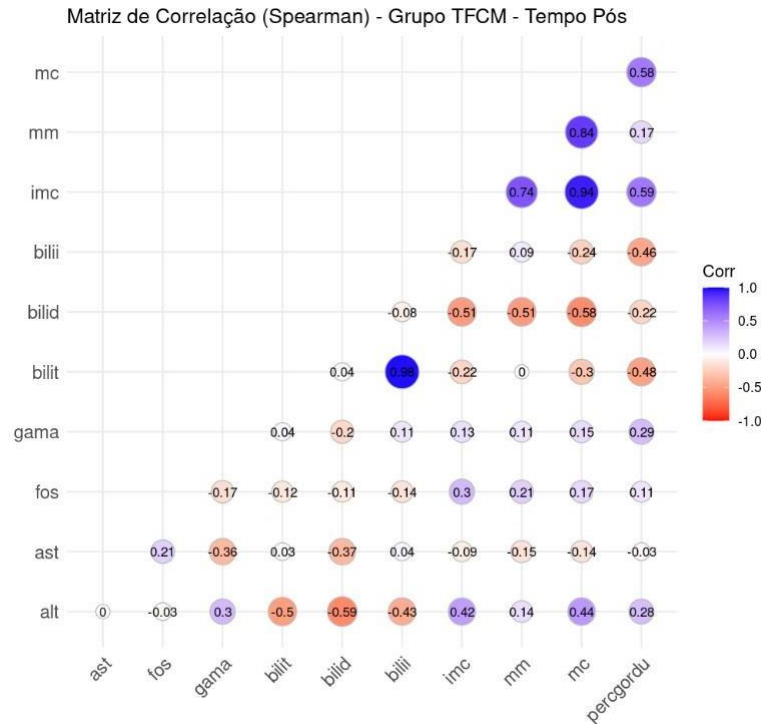


Gráfico 16: Matriz de correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosas com sobrepeso no grupo TFCM.

Fonte: próprio autor.

Legenda: TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada.

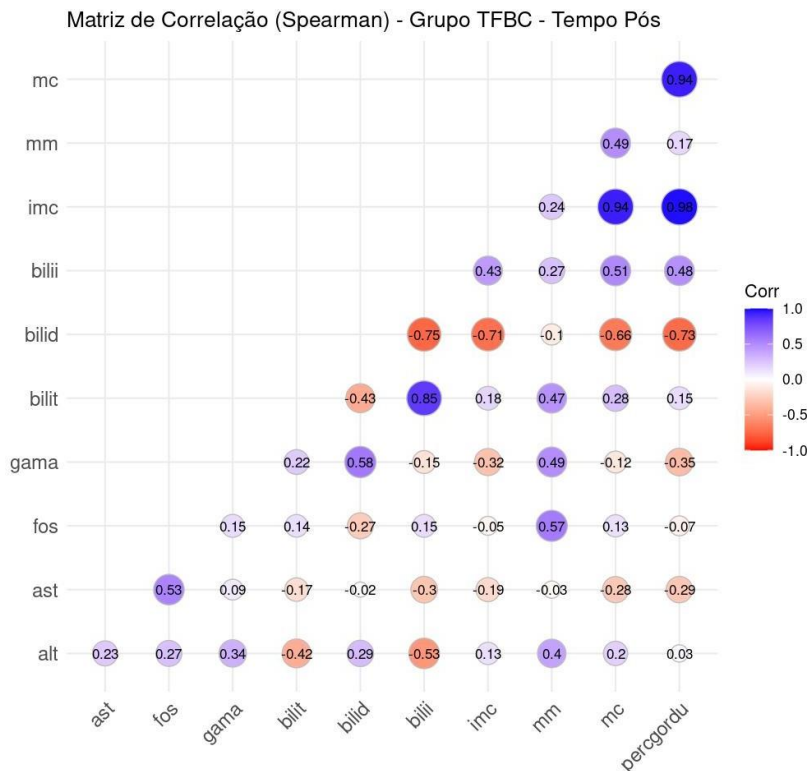


Gráfico 17: Matriz de correlação entre as enzimas hepáticas e a composição corporal em idosas com sobrepeso no grupo TFBC.

Fonte: próprio autor.

Legenda: TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga.

CAPÍTULO V

5 DISCUSSÃO

Até onde se sabe, o corrente estudo foi o primeiro que avaliou a função hepática e a composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso, após um programa de TFBC com RFS. O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do treinamento de força de carga moderada *versus* baixa carga com e sem restrição de fluxo sanguíneo sobre a função hepática e composição corporal em idosas com sobrepeso.

Foi acatada a hipótese experimental (HE), que o treinamento de força de carga baixa combinada a técnica de restrição de fluxo sanguíneo promove alterações na função hepática, mas não na composição corporal dessas idosas. Os resultados mostraram que houve uma redução significativa da bilirrubina total e indireta no grupo de TFBC + RFS e da ALT no grupo de TFCM. No entanto, houve um aumento do AST no grupo de TFBC comparado com o CON e da FAL no grupo TFCM comparado com o de TFBC e CON. E o grupo experimental TFBC + RFS, apresentou uma notória redução do %G, com um tamanho de efeito moderado. Também foi encontrado uma associação inversa significativa entre os níveis de bilirrubina e os indicadores de adiposidade corporal. Especificamente, os níveis de bilirrubina direta apresentaram correlação negativa com o IMC, %G e MC no grupo de TFBC.

Levando em consideração que a ALT é um dos melhores indicadores de lesão hepática crônica, a redução dos seus níveis encontrados no grupo de TFCM, pode refletir uma melhora no risco cardiovascular, reduzindo a mortalidade. Foi realizado um estudo com mulheres obesas e com sobrepeso, e foi visto que o treinamento combinado (aeróbio+ força) também serviu para reduzir os níveis de ALT, independentemente da redução do peso corporal e IMC, dessa forma esses estudos tiveram um efeito positivo na função hepática e, como resultado, pode proteger contra a DHGAM (Skrypnik *et al.*, 2016). Em contrassenso a estes estudos, foi visto que o treinamento de força sozinho ou em adição ao treinamento aeróbico não é uma modalidade eficaz para melhorar a gordura do fígado ou a ALT (Slentz *et al.*, 2011). As divergências desses estudos reforçam a ideia que ainda não existe um consenso sobre o melhor tipo de exercício para melhorar essa enzima em mulheres idosas e com sobrepeso.

Recentemente foi publicado um estudo que avaliou os efeitos de um programa

de treino em circuito realizado em casa durante 12 semanas, na função hepática, em adultos mais velhos com excesso de peso ou obesidade. Foram avaliados 70 adultos ($62,2 \pm 6,1$ anos; 56% mulheres) e a intervenção foi exercícios combinados de aeróbicos e de força, três vezes por semana durante 12 semanas. Um dos principais focos foi analisar as alterações nos marcadores bioquímicos da função hepática e foi visto que houve redução significativa nos níveis de AST (-15,4%) e ALT (-16,1%) após a intervenção no grupo de treino domiciliar (Al-Mhanna *et al.*, 2024). Dado que reforça o que está descrito na literatura, informando que não há consenso sobre o melhor tipo de treinamento para melhorar a função hepática.

A AST está presente no fígado e em outros órgãos, incluindo músculo cardíaco, músculo esquelético, rim e cérebro. Uma metanálise sobre o efeito do treinamento na função hepática, reforçou que o treinamento de força é o melhor modo para melhorar essa enzima (Xue *et al.*, 2024). Resultados contraditórios foram obtidos em um outro estudo, onde os exercícios aeróbicos, mas não treinamento de força nem a combinação de exercícios, reduziram as concentrações de AST (Babu *et al.*, 2021). Esse estudo apresentou um aumento dessa enzima, no grupo de TFBC comparado com o CON, que pode ser interpretado como uma resposta fisiológica à sobrecarga mecânica e adaptações metabólicas, uma vez que, pode está ligado à liberação da enzima das células musculares, estando relacionado à intensidade e duração do esforço físico (Chamera *et al.*, 2014).

Outro estudo investigou os efeitos a curto prazo de dois protocolos de treino intervalado, de intensidade moderada (MIIT) e de alta intensidade (HIIT), em adultos sedentários com obesidade. Tanto o HIIT quanto o MIIT provocaram aumentos significativos nos níveis séricos de AST imediatamente após o exercício, justificando que esses aumentos sugerem uma resposta fisiológica aguda ao exercício, possivelmente relacionada ao esforço muscular e ao metabolismo hepático (Maaloul *et al.*, 2023). Portanto, é necessário observar a hora da coleta, uma vez que, se a coleta for realizada até 24 horas após a atividade física, podem aumentar temporariamente os resultados dessas medições devido à expressão significativa dessas enzimas observadas no tecido muscular, fato que também pode justificar o aumento no presente estudo.

Os níveis de GGT, também são expressos em locais extra-hepáticos, incluindo os rins e o endotélio cerebrovascular. No presente estudo, esses níveis se mantiveram inalterados após os programas de treinamento de força de 16 semanas, dado que

corroborar com algumas metanálises, que também não conseguiram mostrar mudanças da GGT com o treinamento físico, podendo ser justificado por grandes variações dos programas de treinamento físico, com relação à intensidade, duração, frequência e modalidade do exercício (Smart *et al.*, 2018; Xiong *et al.*, 2021). Entretanto, o estudo Skrypnik, *et al.*, (2016) observou uma diminuição na GGT sérica que foi semelhante para exercícios aeróbico e combinado (aeróbico+força) em uma população de mulheres com obesidade, sugerindo que os resultados podem depender do tipo de treinamento.

A bilirrubina fornece uma indicação da capacidade do fígado de desintoxicar metabólitos e transportar ânions orgânicos para a bile (Pizzorno; Pizzorno, 2023). No presente estudo, encontrou-se uma diminuição significativa nos níveis séricos totais e indiretos de bilirrubina após o TFBC + RFS. Outro estudo com mulheres obesas, foi visto que o treinamento combinado (aeróbico+força) levou a uma diminuição significativa no nível sérico da bilirrubina indireta, porém não alterou os níveis da bilirrubina total e essa redução significativa correlacionou positivamente com a MC e IMC, dado que também corroborou o nosso estudo (Skrypnik, *et al.*, 2016). Em estudos anteriores, a bilirrubina foi significativamente associada à SM e as chances de SM foram de 0,74 [IC 95% 0,64–0,86] no grupo de bilirrubina alta, isso sugere que a redução de bilirrubina já seria suficiente para proteger contra o desenvolvimento de SM em adultos sem doenças metabólicas ou cardiovasculares evidentes (Choi; Yun; Choi, 2013).

A fosfatase alcalina sérica é derivada predominantemente do fígado e dos ossos e os valores de referência costumam elevar-se gradualmente entre os 40 e os 65 anos de idade, com maior predominância em mulheres (Pizzorno; Pizzorno, 2023). No presente estudo, houve um aumento dessa variável de forma significativa no grupo TFCM em comparação ao grupo de TFBC e CON e de forma não significativa no TRBC+RFS. O exercício de força, especialmente quando é de intensidade moderada a alta, pode causar um aumento temporário no metabolismo hepático, incluindo a FAL (Khatri *et al.*, 2021). Esse aumento não necessariamente indica dano hepático, mas uma adaptação fisiológica ao estímulo, permanecendo elevadas por pelo menos 7 dias após o exercício.

Além disso, o treinamento de força pode estimular a remodelação óssea, especialmente em mulheres idosas, nas quais há maior risco de osteopenia e osteoporose, esse estímulo pode resultar em um aumento nos níveis totais de FAL,

refletindo tanto a fração óssea quanto a hepática (Oliveira; Navarro, 2011). Alguns estudos investigaram os efeitos do TFBC com RFS em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose ou osteopenia, os resultados sugerem que, após 12 semanas de intervenção, houve aumento significativo nos marcadores de formação óssea, indicando uma potencial melhoria na saúde óssea (Bittar *et al.*, 2018; Linero; Choi, 2021; Wang *et al.*, 2023). Diante desses resultados, como o aumento da FAL, foi isolado e dentro de um intervalo clínico aceitável, geralmente não é considerado preocupante, mas sim uma resposta fisiológica adaptativa.

Em relação a MC, os grupos de TFBC + RFS e o TFCM apresentaram uma discreta redução dessa variável, 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. Considerando o tamanho do efeito de moderado a grande observado no grupo TFBC+RFS, infere-se que a intervenção implementada provavelmente induziu alterações relevantes do ponto de vista prático para redução da composição corporal. A perda de peso por meio da modificação do estilo de vida continua sendo o tratamento de primeira linha para DHGAM, sendo eficaz na melhora das enzimas hepáticas, com a maioria dos benefícios observados em pacientes que perdem >7–10% da massa corporal. Embora existam muitas maneiras de atingir a perda de peso, o exercício claramente desempenha um papel fundamental (Nash; Liu, 2024; Stefano *et al.*, 2023).

Nesse sentido, uma metanálise analisou estudos sobre o impacto do TFBC+RFS na composição corporal. Os resultados indicaram que esse tipo de treinamento melhora efetivamente o %G em adultos com sobrepeso e obesidade, no entanto, não mostrou efeitos significativos na MC e IMC. Isso pode ser explicado pelo aumento da massa muscular induzido pelo exercício, que pode ter compensado a redução do peso corporal resultante da perda de gordura, promovendo uma melhoria na composição corporal total (Kong *et al.*, 2025), justificando os achados encontrados no presente estudo.

Os mecanismos que explicam a possível relação entre obesidade e os níveis séricos de enzimas hepáticas ainda não são totalmente compreendidos. A elevação dessas enzimas em mulheres com sobrepeso e obesidade, em comparação com aquelas com peso normal, pode estar relacionada a alterações hormonais associadas ao excesso de peso (Li *et al.*, 2020). A prática regular de atividade física em níveis suficientes está associada a níveis mais baixos de ALT, independentemente de

fatores como obesidade e dieta (Jang; Lee; Lee; Kim, 2019). Esses achados são semelhantes ao deste estudo, uma vez que, o ALT e as bilirrubinas total e indireta, foram reduzidas nos grupos de TFCM e TFBC+RFS, respectivamente e não teve correlação com a composição corporal. Esses achados sugerem que a promoção de níveis adequados de atividade física pode ser uma estratégia eficaz na prevenção e manejo da síndrome metabólica.

Um estudo realizado por Jalili *et al.* (2020) teve como objetivo avaliar a associação entre o IMC e os níveis séricos das enzimas hepáticas (ALT, AST, FAL e GGT) em mulheres adultas. Foi um estudo transversal onde, as participantes foram divididas em dois grupos com base no IMC (não obesas $26,32 \pm 2,61$ kg/m² e obesas $33,40 \pm 2,80$ kg/m²). Como resultados, após ajuste para idade, tabagismo, consumo de álcool, atividade física e escolaridade, observou-se uma associação significativa entre o IMC e os níveis de ALT ($\beta = 0,16$; $p = 0,002$) e GGT ($\beta = 0,19$; $p = 0,01$). No nosso estudo, houve uma associação moderada, porém, não significativa no grupo de TFBC+RFS com ALT e % G e no grupo TFCM entre ALT e IMC e ALT e MC.

No presente estudo não foi encontrada associação da composição corporal com a GGT, em nenhum dos grupos de treinamento. Dado muito semelhante ao estudo de Loprinzi (2016), que investigou a associação entre a atividade física e os níveis dessa enzima, em 5.030 adultos com 20 anos ou mais. Os resultados indicaram que, dentro da amostra estudada, nem a atividade física moderada a vigorosa e nem o fortalecimento muscular, tiveram uma influência estatisticamente significativa nos níveis de GGT.

Outro estudo avaliou 144 adultos com excesso de peso ou obesidade e foi visto que adiposidade corporal, medida através do IMC e da circunferência da cintura, apresentou correlações positivas e significativas com as enzimas hepáticas ALT, AST e GGT. Os níveis dessas enzimas aumentaram proporcionalmente com o aumento da adiposidade, o que indica uma possível ligação entre excesso de gordura corporal e alterações hepáticas. Por outro lado, não foram observadas associações significativas entre os níveis de atividade física ou comportamento sedentário, medidos objetivamente por acelerometria. Os resultados indicam que a adiposidade corporal é um fator mais determinante nas alterações dos níveis das enzimas hepáticas do que os níveis de sedentarismo ou atividade física em adultos com excesso de peso ou obesidade (Laine *et al.*, 2021). Dado que está parcialmente de acordo com esse estudo, onde foi visto que apenas os níveis de bilirrubina direta tiveram correlação

significativa com o IMC, MC e % G no grupo de TFBC.

Os níveis plasmáticos de bilirrubina estão negativamente associados à adiposidade em humanos, dado que corrobora com os achados desse estudo, onde as mulheres que treinaram com baixa carga tiveram um aumento do %G, IMC e MC que foi inversamente relacionado com a bilirrubina direta. Um estudo envolveu 30 participantes, 13 indivíduos obesos (8 mulheres e 5 homens) com IMC > 30, e 17 indivíduos magros (8 mulheres e 9 homens) com IMC < 25. Como principais achados os níveis de bilirrubina foram mais baixos em indivíduos obesos em comparação com os magros, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa, além disso a bilirrubina apresentou correlação negativa com o IMC e %G em ambos os sexos, sendo essa associação mais forte em homens ($R^2 = 0,242$ para IMC e $R^2 = 0,1336$ para gordura corporal) do que em mulheres ($R^2 = 0,065$ para IMC e $R^2 = 0,047$ para gordura corporal) (Kipp *et al.*, 2023).

Essa correlação inversa entre os níveis de bilirrubina direta e o % G pode ser explicada por diversos mecanismos fisiopatológicos relacionados à obesidade e à função hepática. O primeiro deles é que acúmulo de gordura pode influenciar na capacidade do fígado em excretar a bilirrubina direta, levando a alterações nos seus níveis séricos. E como a bilirrubina possui propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, níveis reduzidos em indivíduos com aumento do %G podem refletir uma diminuição na capacidade antioxidante, exacerbando o estresse oxidativo e contribuindo para a disfunção hepática.

Em 2021, um estudo investigou a relação entre as medidas antropométricas e os níveis séricos de enzimas hepáticas, incluindo a FAL, em uma coorte de 7.216 adultos aparentemente saudáveis. Como principais achados, os níveis séricos da FAL apresentaram uma correlação significativa com o IMC, a FAL foi a única enzima hepática que demonstrou uma associação significativa com a área de gordura visceral (AGV) e uma correlação positiva com o ângulo de fase corporal de 50 kHz., uma medida obtida por bioimpedância (Sobhani *et al.*, 2021). Esses resultados sugerem que a FAL pode ser um marcador sensível para alterações metabólicas associadas obesidade, especialmente relacionadas à gordura visceral, dado que não está de acordo com o nosso estudo, pois não foi demonstrado associação da FAL com nenhum parâmetro da composição corporal para nenhum dos grupos de treinamento.

Apesar da realização do programa de treinamento de 16 semanas, não foram observadas alterações significativas na composição corporal nem nos níveis das

enzimas hepáticas. Uma possível explicação para esses resultados é o fato de os participantes já apresentarem um nível de atividade física habitual relativamente elevado antes do início da intervenção. Indivíduos fisicamente ativos tendem a manter um perfil metabólico mais estável, com menor variação em marcadores como a gordura corporal e as transaminases hepáticas (ALT e AST), mesmo diante de novos estímulos de treino. Assim, a ausência de mudanças expressivas pode refletir um efeito de limite fisiológico, no qual o organismo já se encontra adaptado a níveis adequados de atividade, limitando as respostas adicionais ao exercício.

Esse tipo de treinamento surge como uma alternativa atraente para essas mulheres, pois melhora o perfil hepático, reduzindo alguns marcadores de danos hepáticos como a bilirrubina. E além disso, tem a característica de aumentar o gasto energético diário, favorecendo um balanço energético negativo, conseqüentemente, é, uma das principais ferramentas para redução de peso, mais especificamente, redução do percentual de gordura corporal.

CAPÍTULO VI

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

É fundamental reconhecer as limitações inerentes a este estudo, as quais podem ter influenciado os resultados e a generalização das conclusões. Primeiramente, a ausência de cegamento dos participantes e/ou pesquisadores pode ter introduzido um viés de observação ou desempenho.

Em segundo lugar, a amostra restrita de participantes limita a aplicabilidade externa dos achados. Embora os resultados sejam válidos para o grupo estudado, a sua extrapolação para populações mais amplas deve ser feita com cautela.

Adicionalmente, a atividade física prévia dos participantes pode ter impactado variáveis fisiológicas e bioquímicas, introduzindo uma fonte de variabilidade não mensurada. Da mesma forma, o tempo entre a coleta e a análise das amostras sanguíneas pode ter afetado a estabilidade e a integridade de certos biomarcadores, apesar dos esforços para minimizá-los.

Por fim, a ausência de controle alimentar rigoroso nos dias que antecederam a coleta das amostras é outra limitação importante. A dieta pode influenciar significativamente diversos parâmetros sanguíneos, e a falta de padronização pode ter adicionado ruído aos dados obtidos.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo revelam que as diferentes modalidades de treinamento físico impactam de maneira distinta alguns marcadores hepáticos. Observamos um aumento da aspartato aminotransferase (AST) no grupo de Treinamento Físico de Baixa Carga (TFBC) e um aumento da fosfatase alcalina (FAL) no grupo de Treinamento Físico de Carga Moderada (TFCM) nas análises inter e intragrupos.

Após 16 semanas de intervenção, o treinamento físico demonstrou efeitos benéficos notáveis na função hepática. Houve uma redução significativa nos níveis de bilirrubina total e indireta no grupo submetido ao TFBC com Treinamento de Força Resistencia (RFS), enquanto o grupo TFCM apresentou uma diminuição da alanina aminotransferase (ALT). Em contraste, os níveis de gama-glutamil transferase (GGT) e bilirrubina direta mantiveram-se estáveis, sem alterações significativas ao longo do tempo ou entre os grupos.

É importante ressaltar que, apesar das alterações em marcadores hepáticos, a composição corporal, avaliada por IMC e %G, não apresentou diferenças significativas tanto entre os grupos quanto dentro de cada grupo ao final do período de intervenção. Isso sugere que as adaptações nos marcadores hepáticos podem ocorrer independentemente de mudanças expressivas na composição corporal em um período de 16 semanas nas modalidades de treinamento avaliadas.

Os achados deste estudo sublinham o potencial terapêutico e preventivo do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo, na prevenção ou tratamento de distúrbios metabólicos, doenças cardiovasculares e crônicas não transmissíveis. As adaptações observadas nos marcadores hepáticos, como a redução da bilirrubina total e indireta, indicam um efeito benéfico do exercício na saúde hepática, um componente crucial na modulação de diversas condições crônicas.

Para consolidar e expandir esses conhecimentos, sugerimos mais investigações, focando especificamente em populações do sexo masculino e com um tamanho amostral significativamente maior. Além disso, é fundamental verificar a função hepática de forma aguda, logo após sessões de treinamento, e em diferentes momentos ao longo de um programa de exercícios. Essa abordagem longitudinal e com avaliações mais frequentes permitiria uma compreensão mais aprofundada da

cinética das adaptações hepáticas ao exercício, otimizando as estratégias de intervenção para a saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABE, T. *et al.* Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. **J. Sports Sci. Med.** v. 9, p. 452– 458, 2010.

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 Applied Physiologic**, v.100, p.1460-1466, 2006.

AL-MHANNA, S. B. *et al.* Home-based circuit training improves blood lipid profile, liver function, musculoskeletal fitness, and health-related quality of life in overweight/obese older adult patients with knee osteoarthritis and type 2 diabetes: a randomized controlled trial during the COVID-19 pandemic. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 125, 2024.

AMANI-SHALAMZARI, S. *et al.* Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 614, 2019.

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

AMORIM, S. *et al.* The effects of resistance exercise with blood flow restriction on flow-mediated dilation and arterial stiffness in elderly people with low gait speed: protocol for a randomized controlled trial. **JMIR Research Protocols**, v. 8, n. 11, e14691, 1 nov. 2019.

ARAÚJO, J. P. A. *et al.* The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in postmenopausal women. **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 37, n. 6, p. 110, 2015.

BABU, A. F. *et al.* Positive effects of exercise intervention without weight loss and dietary changes in NAFLD-related clinical parameters: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 9, p. 3135, 2021.

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, 2020.

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

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.

BELO, Luís *et al.* Body fat percentage is a major determinant of total bilirubin independently of UGT1A1* 28 polymorphism in young obese. **PLoS One**, v. 9, n. 6,p. e98467, 2014.

BITTAR, S. T. *et al.* Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 38, n. 6, p. 930- 935, 2018.

BOLFARINE, H.; SANDOVAL, M. C. **Introdução à inferência estatística**. Vol. 2. São Paulo: SBM, 2001.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 10. ed. São Paulo: SaraivaUni, 2023.

CAO, X.; THYFAULT, J. P. Exercise drives metabolic integration between muscle, adipose and liver metabolism and protects against aging-related diseases.**Experimental Gerontology**, v. 176, p. 112178, 2023.

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, p. 95–108, 2018.

CENTNER, C. *et al.* Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.18, p. 471-478, 2019.

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, p. 95-108, 2019.

CHAI, Xiao-Ni *et al.* Effects of lifestyle intervention on adults with metabolic associated fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Endocrinology**, v. 14, p. 1081096, 2023.

CHAMERA, T. *et al.* Could biochemical liver profile help to assess metabolic response to aerobic effort in athletes?. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 8, p. 2180-2186, 2014.

CHAN, A. W. *et al.* SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. **BMJ**, 2013.

CHEN, Y. *et al.* Effects of 40% of maximum oxygen uptake intensity cycling combined with blood flow restriction training on body composition and serum biomarkers of Chinese College students with obesity. **International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 1, p. 168, 2021.

CHENG, C.; KU, H.; LIN, H.. PGC-1 α as a pivotal factor in lipid and metabolic

regulation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 11, p. 3447, 2018.

CHO, E. J. *et al.* Gamma-glutamyl transferase and risk of all-cause and disease-specific mortality: a nationwide cohort study. **Scientific reports**, v. 13, n. 1, p. 1751, 2023.

CHO, C.; LEE, S. The Effects of Blood Flow Restriction Aerobic Exercise on Body Composition, Muscle Strength, Blood Biomarkers, and Cardiovascular Function: A Narrative Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 17, p. 9274, 2024.

CHOI, S. H.; YUN, K. E.; CHOI, H. J. Relationships between serum total bilirubin levels and metabolic syndrome in Korean adults. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 23, n. 1, p. 31-37, 2013.

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

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Abingdon: Routledge, 2013.

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.

DA CUNHA NASCIMENTO, D. *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, 2019.

DIAS, R. M. R. *et al.*, Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. **Motriz Revista de Educaçao Fisica**, v. 19, n. 1, p. 231–242, 2013.

EL-ESHMAWY, M. M.; MAHSOUB, N.; ELSEHELY, I. Serum total bilirubin is a risk factor of metabolic syndrome and its components in obese Egyptians. **Porto Biomedical Journal**, v. 9, n. 6, p. 274, 2024.

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.

FRY, C. S. *et al.* Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. **Journal of applied physiology**, v. 108, n. 5, p. 1199-1209, 2010.

FU, L. *et al.* Efficacy of aerobic and resistance exercises in improving visceral adipose in patients with non-alcoholic fatty liver: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Zeitschrift für Gastroenterologie**, v. 60, n. 11, p. 1644-1658, 2022.

FUKUDA, Y. *et al.* Triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio is an independent predictor of incident fatty liver; a population-based cohort study. **Liver International**, v. 36, n. 5, p. 713-720, 2016.

GASTALDELLI, A.. Fatty liver disease: the hepatic manifestation of metabolic syndrome. **Hypertension Research**, v. 33, n. 6, p. 546-547, 2010.

GIESTAS, S.; GIESTAS, A.; AGOSTINHO, C. Doença hepática e diabetes mellitus– uma relação bi-direcional. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 10, n. 4, p. 158-166, 2015.

GROENNEBAEK, T. *et al.* Skeletal muscle mitochondrial protein synthesis and respiration increase with low-load blood flow restricted as well as high-load resistance training. **Frontiers in physiology**, p. 1796, 2018.

HASHIDA, R. *et al.* Aerobic vs. resistance exercise in non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review. **Journal of hepatology**, v. 66, n. 1, p. 142-152, 2017.

HEJAZI, K.; HACKETT, D. Effect of Exercise on Liver Function and Insulin Resistance Markers in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 8, p. 3011, 2023.

HUANG, W. *et al.* Serum alanine transaminase is predictive of fasting and postprandial insulin and glucagon concentrations in type 2 diabetes. **Peptides**, v. 169, p. 171092, 2023.

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, 2017.

IWANAGA, S. *et al.* The Effect of Walking Combined with Neuromuscular Electrical Stimulation on Liver Stiffness and Insulin Resistance in Patients with Non- alcoholic Fatty Liver Disease: An Exploratory Randomized Controlled Trial. **The Kurume Medical Journal**, v. 67, n. 4, p. 137-146, 2020.

JALILI, V. *et al.* The association between obesity with serum levels of liver enzymes, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase and gamma-glutamyl transferase in adult women. **Endocrinology, diabetes & metabolism**, v. 5, n. 6, p. e367, 2022.

JANG, D. K. *et al.* Independent association of physical activity with nonalcoholic fatty liver disease and alanine aminotransferase levels. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 7, p. 1013, 2019.

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.

JEFFRIES, O. *et al.* Enhanced Local Skeletal Muscle Oxidative Capacity and Microvascular Blood Flow Following 7-Day Ischemic Preconditioning in Healthy Humans. **Frontiers in Physiology**, n.9, p. 1-12. 2018.

JÚNIOR, L. T. G.; MARTIN, J. F. V. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. **Rev Bras Hipertens vol**, v. 17, n. 2, p. 117-118, 2010.

KACIN, A.; STRAZAR, K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 21, n. 6, p. e231–e241, 2011.

KARABULUT, M. *et al.* The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. **European journal of applied physiology**, v. 108, p. 147-155, 2010.

KARGARAN, A. *et al.* Effects of dual-task training with blood flow restriction on cognitive functions, muscle quality, and circulatory biomarkers in elderly women. **Physiology & behavior**, v. 239, p. 113500, 2021.

KHALAFI, M.; SYMONDS, M. E. The impact of high intensity interval training on liver fat content in overweight or obese adults: A meta-analysis. **Physiology & Behavior**, v. 236, p. 113416, 2021.

KHATRI, P. *et al.* Strenuous Exercise-Induced Tremendously Elevated Transaminases Levels in a Healthy Adult: A Diagnostic Dilemma. **Case reports in hepatology**, v. 2021, n. 1, p. 6653266, 2021.

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. R.; HAN, M. A. Association between serum liver enzymes and metabolic syndrome in Korean adults. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 8, p. 1658, 2018.

KIPP, Z.A. *et al.* Bilirubin levels are negatively correlated with adiposity in obese

men and women, and its catabolized product, urobilin, is positively associated with insulin resistance. **Antioxidants**, v. 12, n. 1, p. 170, 2023.

KONG, H. *et al.* Effects of blood flow restriction training on cardiometabolic health and body composition in adults with overweight and obesity: a meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 15, p. 1521995, 2025.

KORTA, P.; POCHEĆ, E.; MAZUR-BIAŁY, Agnieszka. as a multifunctional protein: implications for health and certain diseases. **Medicina**, v. 55, n. 8, p. 485, 2019.

KWON, J. H.; MOON, K. M.; MIN, K.-W.. Exercise-induced myokines can explain the importance of physical activity in the elderly: An overview. In: **Healthcare**. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020. p. 378.

LACERDA, W. G. *et al.* Efeito do treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal de mulheres idosas.

CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 8, p. e9262, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-124.

LAINE, S. *et al.* Body adiposity, but not elements of objectively measured sedentary behavior or physical activity, is associated with circulating liver enzymes in adults with overweight and obesity. **Frontiers in endocrinology**, v. 12, p. 655756, 2021.

LARKIN, K. A. *et al.* Blood flow restriction enhances post-resistance Exercise angiogenic gene expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, n.11, p. 2077–2083, 2012.

LAURENTINO, G. C. *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.44 p. 406- 412, 2012.

LEE, D. H.; JACOBS, D. R. Serum γ -glutamyltransferase: new insights about an old enzyme. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 63, n. 11, p. 884- 886, 2009.

LEE, D.-H.; BLOMHOFF, R.; JACOBS, D. R. Review is serum gamma glutamyltransferase a marker of oxidative stress?. **Free radical research**, v. 38, n. 6, p. 535-539, 2004.

LI, S. *et al.* Effect of High-Intensity Interval Training Combined with Blood Flow Restriction at Different Phases on Abdominal Visceral Fat among Obese Adults: A Randomized Controlled Trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 11936, 2022.

LI, T. *et al.* Involvement of endogenous testosterone in hepatic steatosis in women with polycystic ovarian syndrome. **The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v. 204, p. 105752, 2020.

LIANG, C. *et al.* Association of serum bilirubin with metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in endocrinology**, v. 13, p. 869579, 2022.

LINERO, C.; CHOI, S.-J.. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 19, n. 1, p. 57-65, 2021.

LINERO, C.; CHOI, S.-J.. Effect of blood flow restriction during low- intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 19, n. 1, p. 57- 65, 2021.

LIU, C-F *et al.* The associations between liver enzymes and the risk of metabolic syndrome in the elderly. **Experimental gerontology**, v. 106, p. 132-136, 2018.

LIXANDRAO, 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. 2903–291, 2012.

LOENNEKE, J.P. *et al.* Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. **European journal of applied physiology**, v. 112, p. 1849-1859, 2012.

LOPRINZI, P.D. Physical activity with alanine aminotransferase and gamma-glutamyltransferase: implications of liver pathology on the relationship between physical activity and mortality. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 13, n. 9, p. 988-992, 2016.

LOWE, D. *et al.* Alkaline phosphatase. **StatPearls**, 2023.

MA, X.*et al.* The effect of blood flow-restrictive resistance training on the risk of atherosclerotic cardiovascular disease in middle-aged patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **Frontiers in Endocrinology**, v. 15, p. 1482985, 2024.

MAALOUL, R. *et al.* Is moderate-intensity interval training more tolerable than high-intensity interval training in adults with obesity?. **Biology of Sport**, v. 40, n. 4, p. 1159-1167, 2023.

MADARAME, Haruhiko *et al.* Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction on coagulation system in healthy subjects. **Clinical**

physiology and functional imaging, v. 30, n. 3, p. 210-213, 2010.

MEDEIROS, D. G. O efeito do treino de força em pacientes diagnosticados com Doença Hepática Gordurosa Não-Alcoólica: uma revisão sistemática. 2023. 82 f. Dissertação (Mestrado em Medicina: Hepatologia) – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, 2023.

MILLER, B. C. *et al.* The systemic effects of blood flow restriction training: A systematic review. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 16, n. 4, p. 978, 2021.

MOHAMMAD RAHIMI, G.R.; ATTARZADEH HOSSEINI, S. R. Effect of aerobic exercise alone or in conjunction with diet on liver function, insulin resistance and lipids in non-alcoholic fatty liver disease. **Biological Research For Nursing**, v. 24, n. 2, p. 259-276, 2022.

NAIDU, Bobbili Tarun Kesava *et al.* Gamma-glutamyl transferase as a diagnostic marker of metabolic syndrome. **Cureus**, v. 15, n. 6, 2023.

NASCIMENTO, D.C. *et al.* A useful blood flow restriction training risk stratification for exercise and rehabilitation. **Frontiers in physiology**, p. 318, 2022.

NASH, Emily; LIU, Ken. Exercise in the management of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease—is more the answer, or is it just one piece of the puzzle?. **Hepatobiliary Surgery and Nutrition**, v. 13, n. 2, p. 329, 2024.

NDREPEPA, Gjin; KASTRATI, Adnan. Gamma-glutamyl transferase and cardiovascular disease. **Annals of translational medicine**, v. 4, n. 24, p. 481, 2016.

OLIVEIRA, R. A. P. F. DE; NAVARRO, A. C. Os benefícios do treinamento de força no aumento da densidade mineral óssea em mulheres menopausadas associadas à dieta rica em cálcio. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 5, n. 25, 18 mar. 2012.

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.

PATTERSON, S. D. *et al.* Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in physiology**, p. 533, 2019.

PATTERSON, S. D. *et al.* Circulating hormone and cytokine response to low-

load resistance training with blood flow restriction in older men. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 3, p. 713-719, 2013.

PATTERSON, S. D. *et al.* The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1652-1658, 2015.

PAULA, G. A. **Modelos de regressão: com apoio computacional**. São Paulo: IME- USP, 2004.

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.

PHILP, Andrew; COEN, Paul M. The multi-tissue benefits of exercise on aging human physiology. *Experimental gerontology*, v. 182, p. 112304, 2023.

PIZZORNO, Joseph; PIZZORNO, Lara. Thoughts on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Chronic Disease. **Integrative Medicine: A Clinician's Journal**, v. 22, n. 2, p. 6, 2023.

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

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RAYA-CANO, E. *et al.* Metabolic syndrome and transaminases: systematic review and meta-analysis. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 15, n. 1, p. 220, 2023.

RAZI, Omid *et al.* Walking exercise and lower-body blood flow restriction: Effects on systemic inflammation, lipid profiles and hematological indices in overweight middle- aged males. **Research in Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 41-49, 2022.

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. 1160, 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.

SABAG, A. *et al.* The effect of high-intensity interval training vs moderate-intensity continuous training on liver fat: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 107, n. 3, p. 862-881, 2022.

SABAG, A.; CHANG, D.; JOHNSON, N. A. Growth hormone as a potential mediator of aerobic exercise-induced reductions in visceral adipose tissue. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 623570, 2021.

SABAG, A.; LITTLE, J.P.; JOHNSON, N.A. Low-volume high-intensity interval training for cardiometabolic health. **The Journal of physiology**, v. 600, n. 5, p. 1013- 1026, 2022.

SHIMIZU, R. *et al.* Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 4, p. 749-757, 2016.

SIEGEL, S.; CASTELLAN J.R., N. John. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA JÚNIOR, W. S.; VALÉRIO, C. M.; ARAUJO-NETO, J. M.; GODOY-MATOS, A. F.; BERTOLUCI, M. Doença hepática esteatótica metabólica (DHEM). **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2024.
DOI:10.29327/5412848.2024-8. ISBN 978-65-272-0704-7.

SILVA, C. da; PAVANELLO, A. L.; COSTA, F. Aspects that influence the adherence and loyalty of personal trainer. **Lecturas: Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 27, n. 292, p. 36-47, mayo 2022. DOI: 10.46642/efd.v27i292.2766.

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

SKRYPNIK, Damian *et al.* Effects of endurance and endurance–strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 80, p. 1-7, 2016.

SLENTZ, Cris A. *et al.* Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 301, n. 5, p. E1033-E1039, 2011.

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.

SMART, N. A. *et al.* Effect of exercise training on liver function in adults who are overweight or exhibit fatty liver disease: a systematic review and meta- analysis. **British journal of sports medicine**, v. 52, n. 13, p. 834-843, 2018.

SOBHANI, S. *et al.* The association between anthropometry indices and serum concentrations of gamma-glutamyl transferase, alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, and aspartate aminotransferase. **BioMed Research International**, v. 2021, n. 1, p. 2365399, 2021.

STEFAN, N.; HÄRING, H-U. The metabolically benign and malignant fatty liver. **Diabetes**, v. 60, n. 8, p. 2011-2017, 2011.

STEFANO, J.T. *et al.* Non-pharmacological management options for MAFLD: a practical guide. **Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism**, v. 14, p. 20420188231160394, 2023.

STEFANO, José Tadeu *et al.* Non-pharmacological management options for MAFLD: a practical guide. **Therapeutic advances in endocrinology and metabolism**, v. 14, p. 20420188231160394, 2023.

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. 1039591, 2022.

TAKARADA, Y. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 1, n. 88, p. 2097–2106, 2000b.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after lowintensity 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 of knee extensor muscles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 12, p. 2035–2039, 2000c.

TEGTBUR, U.; HAUFE, S.; BUSSE, M. W. Anwendung und Effekte des blood flow restriction training “. **Der Unfallchirurg**, v. 123, n. 3, p. 170-175, 2020.

TRIPATHI, Nishant; JIALAL, Ishwarlal. Conjugated Hyperbilirubinemia. **StatPearls**, 2023.

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. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, 2015.

WHITFIELD, John B. Gamma glutamyl transferase. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, v. 38, n. 4, p. 263-355, 2001.

WREE, A. *et al.* Adipocyte cell size, free fatty acids and apolipoproteins are associated with non-alcoholic liver injury progression in severely obese patients. **Metabolism**, v. 63, n. 12, p. 1542-1552, 2014.

XIONG, Y. *et al.* Effect of different exercise methods on non-alcoholic fatty liver disease: A meta-analysis and meta-regression. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 6, p. 3242, 2021.

XUE, Yaqi *et al.* Effect of different exercise modalities on nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and network meta-analysis. **Scientific reports**, v. 14, n. 1, p. 6212, 2024.

Yasuda, T., Fukumura, K., & Nakajima, T. (2010). Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction on body composition in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 24(12), 3272-3280.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; TOMARU, T.; NAKAJIMA, T. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. **Oncotarget**, v. 7, n. 23, p. 33595 – 33607, 2016.

YASUDA, T.; OGASAWARA, R.; SAKAMAKI, M.; OZAKI, H.; SATO, Y.; ABE, T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 111, n. 10, p. 2525-2533, Oct. 2011.

YINGHAO, L. *et al.* Effects of a blood flow restriction exercise under different pressures on testosterone, growth hormone, and insulin-like growth factor levels. **Journal of International Medical Research**, v. 49, n. 9, p. 03000605211039564, 2021.

YOUNOSSI, Z.M.; COREY, K. E.; LIM, J. K. AGA clinical practice update on lifestyle modification using diet and exercise to achieve weight loss in the management of nonalcoholic fatty liver disease: expert review. **Gastroenterology**, v. 160, n. 3, p. 912-918, 2021.

ZELBER-SAGI, S. *et al.* Effect of resistance training on non-alcoholic fatty-liver disease a randomized-clinical trial. *World journal of gastroenterology: WJG*, v. 20, n. 15, p. 4382, 2014.

ZHOU, B.J. *et al.* Intervention effects of four exercise modalities on nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **European Review for Medical & Pharmacological Sciences**, v. 25, n. 24, 2021.

ZHOU, X. *et al.* Association of Alanine Transaminase and Aspartate Aminotransferase/Alanine Transaminase Ratio with Type 2 Diabetes and Metabolic Syndrome in the Elderly. **Chinese General Practice**, v. 26, n. 29, p. 3645, 2023.

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 ()
 Hernia () 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 reumatóide
Concussão	Derrame
Trombose venosa	Problema na tireoide
Defeito congênito	Úlcera
Diabetes	Problema no coração
Enfisema	Embolismo 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	Tireóide
Medicação para epilepsia	Corticosteróides
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 ()

Crítérios 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 bíceps 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 45°) 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 TFBI + 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.

APENDICE C

Projeto

FORTE-**M**ENTE-**A**TIVA



Convite Exercícios para Idosas

DESCRIÇÃO DO PROJETO:

Avaliação da função cognitiva (memória, atenção) e da força muscular em idosas durante e após treinamento de força.

DURAÇÃO:

- 24 SEMANAS

LOCAL:

- Universidade Federal da Paraíba - UFPB
- Prédio da Pós-Graduação em Educação Física
1º Andar, Sala 13
- LABORATÓRIO DE CINEANTROPOMETRIA (LABOCINE)



PRÉ-REQUISITOS:

- **MULHERES FÍSICAMENTE INATIVAS** com idade entre 60 e 80 anos
- Não ter problemas nas articulações do joelho e cotovelo
- Não alcoólicas e não fumantes
- **TER DISPONIBILIDADE** para treinar 3 vezes por semana na UFPB

BENEFÍCIOS:


- **AVALIAÇÃO FÍSICA COMPLETA** (Composição Corporal)
- **AVALIAÇÃO COGNITIVA COMPLETA** (testes relacionados a memória, atenção e função executiva)


RESPONSÁVEIS:


- Profa. Doutoranda **Joamira P. Araújo**
- Profa. Dra. Socorro Cirilo

PARTICIPAÇÃO GRATUITA

Mais Informações

Joamira — (88) 9 8804-2439 

Marlon — (83) 9 9824-2949 

Wigna — (83) 9 8882-0036 

Email: projeto fortementeativa@gmail.com

 @projeto fortementeativa 

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 SANGUÍNEO 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: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-400

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

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



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



Continuação do Parecer: 3.351.416

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

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.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?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
3. No último mês, você teve dores no peito sem que estivesse fazendo atividade física?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
4. Você perde o equilíbrio quando sente tonturas ou alguma vez perdeu os sentidos (desmaiou)?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
5. Você tem algum problema nas articulações ou nos ossos que poderia piorar se praticar mais atividades físicas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
6. Você toma algum remédio para pressão alta ou problemas cardíacos?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
7. Existe qualquer razão pela qual você deveria evitar atividades físicas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
8. Você tem mais de 65 anos e nunca se exercitou?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> 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:** _____

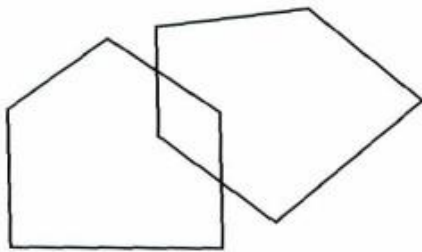
11) Vou lhe dar um papel e quando eu o entregar, pegue com sua mão direita, dobre o na metade com as duas mãos e coloque no chão. P () D () C () **Total de pontos:** _____

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:** _____

4.1 ARTIGO 1: Efeito do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo na função hepática de mulheres idosas com sobrepeso.

Treinamento de força e função hepática em mulheres.

*Natália Herculano Paz^{1,2}

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

Micheline Freire Donato⁴

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 Centro Universitário de João Pessoa, UNIPÊ, João Pessoa (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;

4 Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

Correspondência:

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

4.2.1 Resumo

O objetivo é analisar os efeitos do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo, na função hepática e na composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso. Trinta e nove idosas com sobrepeso com idade entre 60 e 77 anos foram distribuídas aleatoriamente, 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). 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: massa corporal (MC), índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura (%G), analisados a partir do InBody 570 Biospace®; coletou-se amostras sanguíneas em jejum, antes e após a intervenção para análise da função hepática: alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gama glutamil transferase (GGT), bilirrubina total, direta e indireta, albumina e proteínas totais; quantificados pelo analisador bioquímico automatizado CHEMWELL-T. Para a comparação dos grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Nos momentos pré e pós em cada grupo utilizou-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon e considerando o fator tempo e grupo foram utilizados modelos lineares generalizados. Os resultados mostraram que houve uma redução significativa da bilirrubina total e indireta no grupo de TFBC + RFS ($P=0.015$; $P=0.0014$) e da ALT no grupo de TFCM ($P=0.029$). No entanto, houve um aumento do AST no grupo de TFBC comparado com o CON e da FAL no grupo TFCM comparado com o de TFBC e CON. E não foram apresentadas alterações significativas na MC, IMC e % G. Conclui-se que 16 semanas TFBC + RFS não foi suficiente para apresentar alterações significativas nas variáveis de composição corporal, mas foi eficiente para alterar positivamente a função hepática de mulheres idosas saudáveis, promovendo a redução das bilirrubinas total e indireta.

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

4.2.2 Introdução

Nas últimas décadas, tem-se observado um aumento nas taxas de doenças metabólicas, em parte devido ao crescimento da proporção de indivíduos com mais de 65 anos na população geral. Conseqüentemente, o envelhecimento é reconhecido como um fator determinante na epidemia global de distúrbios metabólicos, como resistência à insulina, diabetes tipo 2 (DT2) e fígado gorduroso, além de estar associado a diversas doenças crônicas, incluindo Alzheimer e doenças cardiovasculares (Cao; Thyfault, 2023; Philp; Coen, 2023).

Os fatores de risco para essas doenças incluem níveis elevados de lipídios no sangue, hipertensão arterial, resistência à insulina e acúmulo de gordura abdominal. Mais recentemente, também foram incorporados a essa lista, marcadores hepáticos, como as enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FAL), gama glutamil transferase (GGT) e bilirrubinas. Essas enzimas exercem o papel de marcadores de danos hepáticos associados ao acúmulo excessivo de gordura no fígado e são usadas para detectar a doença hepática gordurosa associada ao metabolismo (DHGAM), que afeta um terço dos adultos e 9,6% das crianças em todo o mundo, e é altamente prevalente em pacientes obesos (Kim; Han, 2018). Além disso, a prevalência desses fatores de risco costuma ser mais alta em mulheres do que em homens, resultando em maiores taxas de incidência de síndrome metabólica (Aguilar et al., 2015.)

Além do mais, o envelhecimento, em combinação com a obesidade e a inatividade física crônica, intensifica o risco de distúrbios metabólicos. No entanto, a prática regular de exercícios ou atividade física de intensidade moderada a vigorosa promove adaptações benéficas que melhoram a saúde metabólica em todas as idades, incluindo em indivíduos mais velhos (Cao; Thyfault, 2023). E há evidências claras e consistentes que o exercício tem um efeito protetor para a saúde, e exerce muitos de seus benefícios metabólicos por meio do fígado, tecido adiposo, vasculatura e pâncreas (Thyfault; Bergouignan, 2020).

Mais evidências apontam que tanto o exercício aeróbico quanto o de força com altas cargas causam redução da ALT em pacientes com DHGAM. Já uma metanálise de 2022, demonstrou apenas o benefício do exercício aeróbico, mostrando diferenças absolutas de 6,66 UI/L (IC 95% 3,27, 10,04UI/L) favorecendo o exercício versus o controle. Da mesma forma o exercício aeróbico, também favoreceu os resultados para

a redução da AST mostrando diferenças absolutas de 3,14 UI/L (IC 95% 0,35, 5,93 UI/L) em relação ao controle (Fu; Zhang;Ao; Zheng; Hu, 2022).

Já o artigo de Skrypnik, et al. (2016) observou que o treinamento combinado (força com altas cargas + aeróbico) tendeu a diminuir os níveis séricos de ALT, AST e bilirrubina indireta em mulheres obesas. E os dois modos de exercício físico, aeróbico e combinado, resultaram em reduções na atividade sérica de GGT nessas mulheres, demonstrando claramente que o modo de exercício importa para a função hepática. Dado que corrobora com o estudo de Hejazi e Hackett (2023) onde, observaram que o treinamento aeróbico e de força muscular foram eficazes na redução da ALT, ao passo que, apenas o treinamento de força (TF) levou a reduções nos níveis de AST. Esses autores ainda concluíram que intervenções maiores 12 semanas favoreceram a redução das enzimas hepáticas e que pacientes com sobrepeso tiveram reduções nos níveis de AST, enquanto nos obesos reduziu a ALT.

A população idosa nem sempre toleram ou não aderem aos exercícios de força com cargas moderadas ou altas, devido a elevados índices de fraqueza, atrofia muscular, fragilidade óssea e a 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 (Pahlavani, 2022). Nesse contexto, para promover uma menor sobrecarga na musculatura esquelética e nas articulações dos idosos, e desta forma, reduzir o risco de lesões, torna-se viável utilizar a estratégia da restrição de fluxo sanguíneo, aliada ao treinamento de força com baixa carga (TFBC + RFS), que é uma alternativa aos treinamentos de moderada e alta intensidade, mas que gera respostas adaptativas semelhantes (Nascimento *et al.*, 2022). Esse método utiliza cargas baixas (20-50%) de uma repetição máxima (1 RM) e torniquetes pneumáticos fixados à região proximal do esqueleto apendicular, restringindo a passagem do fluxo sanguíneo na musculatura exercitada (Abe *et al.*, 2010; Abe; Kearnas; Sato, 2006).

Além disso, essa abordagem intervencionista melhora significativamente a massa corporal (MC), o percentual de gordura corporal (%GC), o IMC e a circunferência da cintura (Li *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2021; Razi *et al.*, 2022). Como foi visto em uma metanálise proposta por Sun, (2022), onde o TFBC + RFS foi eficaz para diminuir significativamente o IMC, e melhorar o MC, o %GC e a circunferência da cintura, mas não de forma significativa em homens, tornando-se uma potencial ferramenta para reduzir a incidência de doenças cardiovasculares e metabólicas.

Em mulheres idosas, o estudo de Kargaran *et al.*, (2021) avaliou a eficácia de 8 semanas de treinamento de dupla tarefa com restrição de fluxo sanguíneo, na massa gorda visceral. A intensidade do exercício foi de 45% da intensidade da frequência cardíaca de reserva e a pressão da RFS foi de 50% ponto de oclusão arterial (POA). De acordo com os resultados, o grupo com RFS melhorou de forma mais eficaz a MC, IMC, %GC, massa de gordura visceral e massa de gordura total, além de melhorar o metabolismo da glicose, o que pode ter impacto na função hepática e renal.

No entanto, os protocolos de treinamento descritos na literatura ainda têm intensidade e duração muito variados o que pode impactar na decisão do melhor método a ser escolhido, principalmente para a população idosa.

Até o presente momento, nenhum estudo clínico foi realizado para avaliar a eficácia do TFBC + RFS na melhora da função hepática e composição corporal em mulheres idosas. Portanto, lacunas no conhecimento ainda se fazem presentes, quanto às alterações crônicas induzidas pelo TFBC + RFS na função hepática, uma vez que, os marcadores bioquímicos presentes no fígado, estão envolvidos em vários mecanismos que desempenham papéis críticos na regulação de processos fisiopatológicos, podendo causar a SM, que é um problema de saúde pública.

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do treinamento de força com baixa carga associado a técnica de RFS na função hepática e na composição corporal em mulheres idosas. A hipótese a se confirma é que o TFBC + RFS promoverá alterações na função hepática e na composição corporal em mulheres idosas com sobrepeso.

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, nas variáveis desfecho de função hepática (ALT, AST, FAL, GGT, bilirrubina total, direta e indireta, albumina e proteínas totais) e nas variáveis de composição corporal (MC, IMC e %G) de mulheres idosas com sobrepeso.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal da Paraíba (número do CAAE: 11399019.7.0000.5188), estando em conformidade com os padrões éticos da declaração de Helsinque (Grego, 2013). Seguiu-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 um outro pesquisador, utilizando uma sequência oculta, estratificado 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, 40 (quarenta) 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.

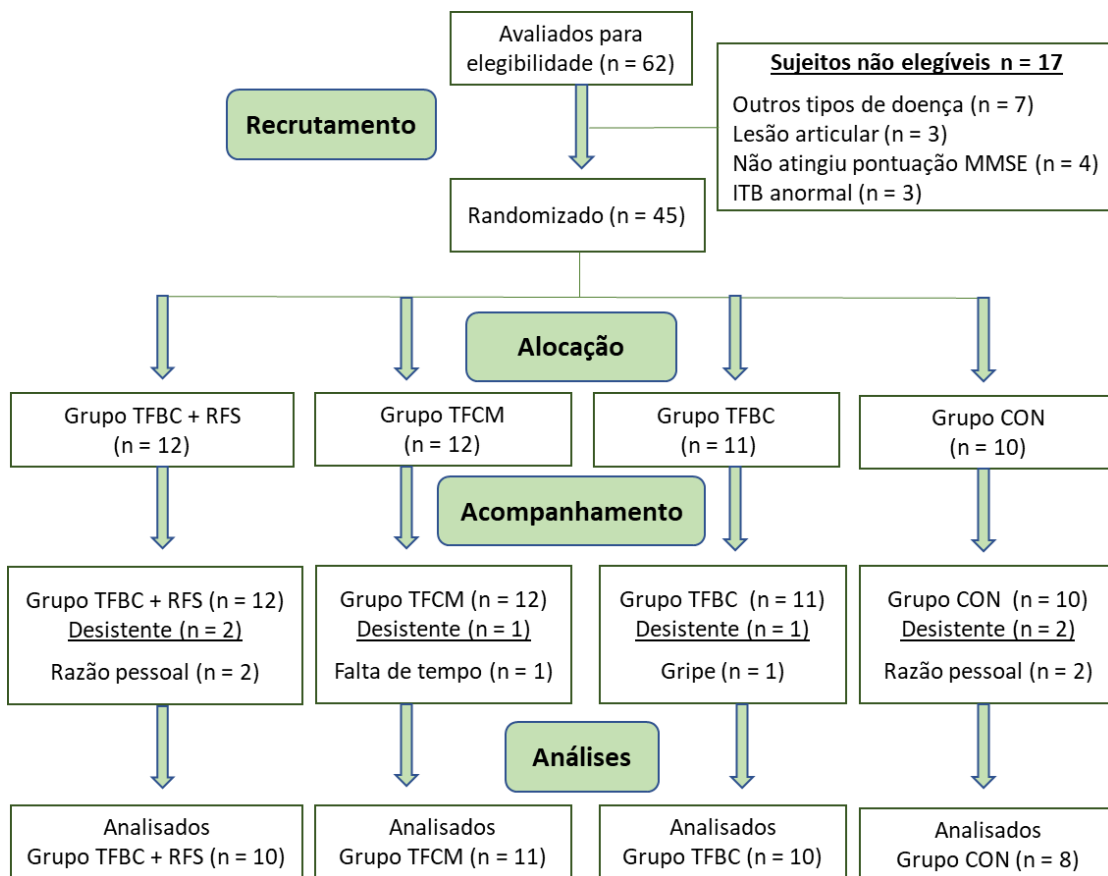


Figura 01. Fluxograma do estudo

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 a 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 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; Gallego (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 função hepática: as variáveis ALT, AST, FAL, GGT, bilirrubina total, direta e indireta, albumina e proteínas totais 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 de acordo com o fabricante.

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 plano 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 tenção 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

Para alcançar os objetivos do estudo, a análise quantitativa foi feita no *software* R versão 4.4.2, disponível livre e gratuitamente em <https://www.r-project.org/> (R CORE TEAM, 2024). O nível de significância adotado em todo estudo foi de 5%.

A distribuição normal foi verificada pelo teste de *Shapiro Wilk* para cada variável dependente. Para comparar os grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, enquanto que para comparar os momentos pré e pós em cada grupo utilizou-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon, sendo esse teste adequado para dados pareados. A análise dos grupos, ao longo do tempo, para as variáveis de composição corporal e função hepática, foi realizada por meio de modelos lineares generalizados mistos para cada uma das variáveis quantitativas do estudo, considerando estimação pelo método de máxima verossimilhança e matriz de covariância repetida autorregressiva (AR-1) heterogênea para explicar as relações dependentes existentes entre os períodos de tempo. Os grupos e os momentos foram inseridos como fatores fixos e os indivíduos como fatores aleatórios (Paula, 2024). Para verificar a qualidade do ajuste foram utilizados gráficos qq-plot entre os valores observados e estimados por cada modelo, sendo considerados plausíveis em cada instância. O teste post hoc de *Bonferroni* foi utilizado quando uma razão significativa foi identificada para efeito isolado dos fatores analisados ou para interação entre eles. Para melhorar a legibilidade, calculou-se o tamanho do efeito *d* de *Cohen*, com valores interpretados de: $d < 0,20$ (pequeno); $d = 0,20-0,80$ (moderado); $d > 0,80$ (grande) (Cohen, 2013).

4.2.4. Resultados

Após o período de recrutamento, dos 62 participantes que realizaram a triagem, 22 foram excluídos por diversas razões, tais como diagnóstico clínico de diabetes, cirurgia recente de câncer de mama, infarto do miocárdio recente, pontuação inferior à mínima exigida no MMSE, ITB acima dos valores normais e comprometimentos articulares em joelho e tornozelo. Assim, 40 participantes concederam consentimento informado por escrito e foram alocados aleatoriamente nos grupos. A adesão média foi de $87,3 \pm 1,3\%$ para o grupo TFMI, $88,2 \pm 1,2\%$ (TFBI + RFS) e $89,1 \pm 1,4\%$ (TFBI). 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. As características descritivas sociodemográficas e da composição corporal dos participantes do estudo no momento pré são apresentadas na tabela 1, as quais não apresentaram diferença entre os grupos experimentais.

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

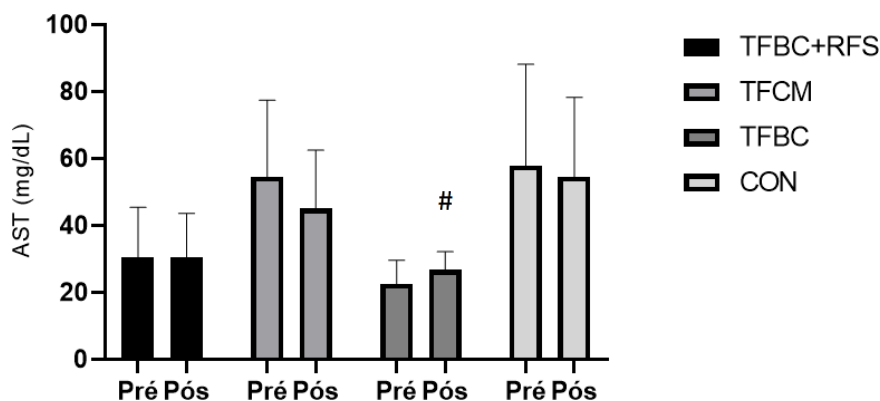
VARIÁVEIS	MOMENTO	TFBC+RFS (n=11)	TFCM (n=11)	TFBC (n=10)	CON (n=8)
Idade (anos)	Pré	65.70 \pm 3.30	66.09 \pm 3.59	67.40 \pm 5.89	65.38 \pm 3.58
	Pós	-	-	-	-
Nível de atividade física (min/dia)	Pré	42.79 \pm 14.53	39.26 \pm 19.65	35.04 \pm 21.06	32.58 \pm 14.28
	Pós	-	-	-	-
Composição Corporal					
Massa corporal (kg)	Pré	59.20 \pm 6.65	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	25.25 \pm 2.55	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
Percentual de Gordura (%)	Pré	38.86 \pm 5.15	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
Parâmetros bioquímicos					
ALT (mg/dL)	Pré	13.27 \pm 4.41	12.82 \pm 1.99	11.50 \pm 2.55	11.50 \pm 1.41
	Pós	14.00 \pm 6.28	11.09 \pm 0.94*	12.90 \pm 4.43	11.38 \pm 1.30
AST (mg/dL)	Pré	30.55 \pm 14.92	54.55 \pm 22.88	22.50 \pm 7.14	57.88 \pm 30.33
	Pós	30.45 \pm 13.19	45.00 \pm 17.54	26.80 \pm 5.41	54.63 \pm 23.69
Fosfatase alcalina (mg/dL)	Pré	36.55 \pm 21.26	95.18 \pm 26.09	70.00 \pm 15.99	68.38 \pm 18.43
	Pós	37.91 \pm 15.67	96.73 \pm 28.31	66.40 \pm 18.49	61.38 \pm 15.90
Gama GT (mg/dL)	Pré	27.55 \pm 9.63	31.18 \pm 11.32	43.20 \pm 45.66	19.25 \pm 3.73
	Pós	28.18 \pm 10.35	26.00 \pm 9.44	46.30 \pm 47.61	20.25 \pm 5.06
Bilirrubina total (mg/dL)	Pré	1.11 \pm 0.92	0.63 \pm 0.27	0.59 \pm 0.11	0.67 \pm 0.21
	Pós	0.64 \pm 0.16*	0.98 \pm 0.74	0.82 \pm 0.48	0.72 \pm 0.17
Bilirrubina direta (mg/dL)	Pré	0.15 \pm 0.11	0.14 \pm 0.06	0.18 \pm 0.08	0.16 \pm 0.06
	Pós	0.15 \pm 0.06	0.15 \pm 0.08	0.18 \pm 0.09	0.12 \pm 0.05
Bilirrubina indireta (mg/dL)	Pré	0.96 \pm 0.84	0.49 \pm 0.28	0.42 \pm 0.14	0.51 \pm 0.19

	Pós	0.49 + 0.15*	0.83 ± 0.71	0.64 ± 0.524	0.60 ± 0.17
Albumina (mg/dL)	Pré	4.26 ± 0.13	4.06 ± 0.26	4.15 ± 0.24	3.94 ± 0.22
	Pós	4.20 ± 0.13	4.02 ± 0.29	4.03 ± 0.26	4.04 ± 0.17
Proteínas totais (mg/dL)	Pré	7.41 ± 0.65	7.42 ± 0.81	5.88 ± 2.11	6.90 ± 0.47
	Pós	7.06 ± 0.39	7.06 ± 0.52	5.68 ± 2.04	6.76 ± 0.31

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; mg/dL: Miligramas por Decilitros; kg/m²: Quilogramas Dividido por Metro Quadrado.

Ao final de 16 semanas de treinamento, foi possível observar diferenças significativas entres os grupos experimentais comparados ao controle, nas variáveis AST (P = 0.012) e fosfatase alcalina (P < 0.001). Para a variável AST, o post hoc identificou uma diferença significativa entre os grupos TFBC vs CON (t= 3.26 P = 0.049 d = 1.72), apresentando um grande tamanho de efeito, de modo que o grupo TFBC apresentou seu valor médio mais elevado ($\Delta = 16,04\%$), de acordo com a figura 06.

Figura xx: comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos do AST, após 16 semanas de treinamento de força.

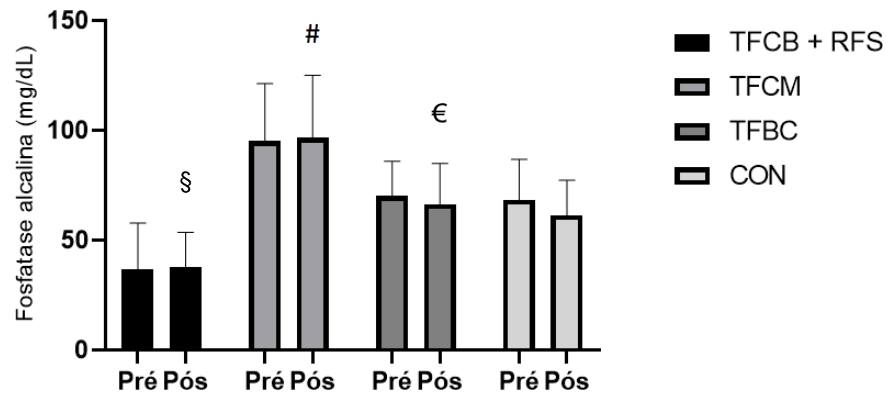


Legenda: AST: Aspartato Aminotransferase; mg/dL: Miligrama por decilitro; TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga Associado à Restrição de Fluxo Sanguíneo; TFCM: Treinamento de Força de Carga Moderada; TFBC: Treinamento de Força de Baixa Carga; CON: Grupo Controle.

Nota: # indica P ≤ 0,05 entre os grupos experimentais vs controle.

Em relação a variável fosfatase alcalina, o post hoc identificou diferenças significativas entre os grupos TFBC vs TFCM (t= -3.33 P = 0.045 d = -1.26) e TFCM vs CON (t= -3.65 P = 0.017 d = -1.47), apresentando um grande tamanho de efeito entre todas as interações. Não foi possível observar diferenças significativas relacionadas ao efeito tempo em todos os grupos experimentais e controle (P > 0.05), para essas variáveis, de acordo com a figura 06.

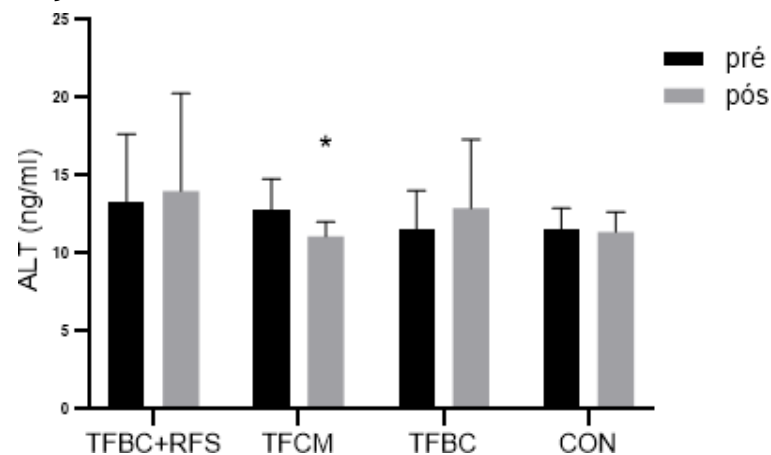
Figura xx: comparação entre grupos experimentais e controle dos níveis séricos de fosfatase alcalina, após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 experimentais vs controle, § indica $P \leq 0,05$ entre os grupos experimentais TFBC + RFS vs TFCM e € indica $P \leq 0,05$ entre os grupos TFBC vs TFCM.

Não foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle na variável ALT ($P = 0.202$), no entanto, observou-se uma redução significativa nos níveis séricos desta variável ao longo do tempo, no grupo TFCM ($t = 1.87$; $p = 0.029$; $d = 1.11$), com tamanho de efeito de alta magnitude, de acordo com a figura 06.

Figura xx: comparação intragrupos dos níveis séricos da ALT, após 16 semanas de treinamento de força.



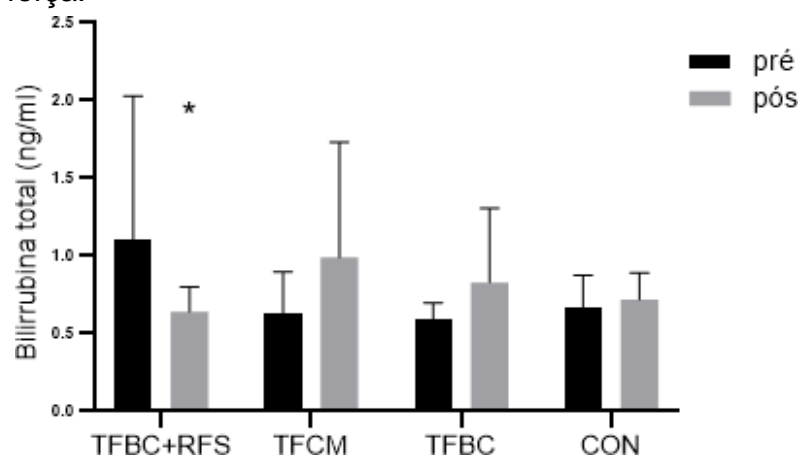
Legenda: ALT: Alanina Aminotransferase; mg/dL: Miligrama por decilitro; TFBC + RFS: Treinamento de Força de Baixa Carga

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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

Da mesma forma, não foi possível observar diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle nas variáveis bilirrubina total ($P = 0.620$) e bilirrubina indireta ($P = 0.579$), porém, observou-se reduções significantes dessas variáveis ao longo do tempo, no grupo TFBC + RFS, bilirrubina total ($t = 2.67$; $p = 0.015$; $d = 0.71$) e bilirrubina indireta ($t = 2.88$; $p = 0.014$; $d = 0.78$), ambas apresentando tamanho de efeito moderado, de acordo com as figuras 06 e 07.

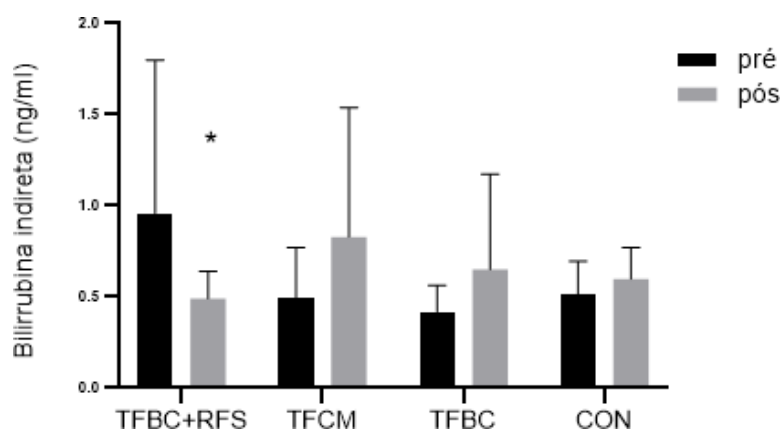
Figura xx: comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina total, após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

Figura xx: comparação intragrupos dos níveis séricos de bilirrubina indireta, após 16 semanas de treinamento de força.



Legenda: mg/dL: Miligrama por decilitro; 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 momento pré vs 16 semanas de treinamento.

Não houve diferenças significativas entre os grupos experimentais e controle, nas demais variáveis da função hepática, GGT ($P = 0.335$), bilirrubina direta ($P = 0.484$), albumina ($P = 0.190$) e proteínas totais ($P = 0.115$). Da mesma maneira, não se observou diferenças significativas nessas variáveis, em relação ao efeito tempo nos grupos experimentais e controle $P > 0.05$.

Após o período de intervenção de 16 semanas, não foram apresentadas alterações significativas nas variáveis, massa corporal ($P = 0.110$), IMC ($P = 0.312$) e gordura corporal ($P = 0.312$), entre os grupos experimentais e controle, do mesmo modo, não observou efeito do tempo nessas variáveis ($P > 0.05$), de acordo com as figuras 11-13. A análise do tamanho do efeito revelou uma magnitude de moderada a grande no grupo de TFBC+ RFS para as variáveis de MC (TFBC+FRS – CON: DM = +5,99, IC 95%: [-3,10; 15,08], $d = 0,69$), IMC (TFBC+FRS – CON: DM = +2,22, IC 95%: [-1,74; 6,18], $d = 0,65$) e %G (TFBC+FRS – CON: DM = +5,66, IC 95%: [-0,38; 11,70], $d = 1,03$) quando comparado com o CON. Dessa forma o TFBC+RFS promoveu uma redução dos parâmetros da composição corporal em comparação ao grupo CON.

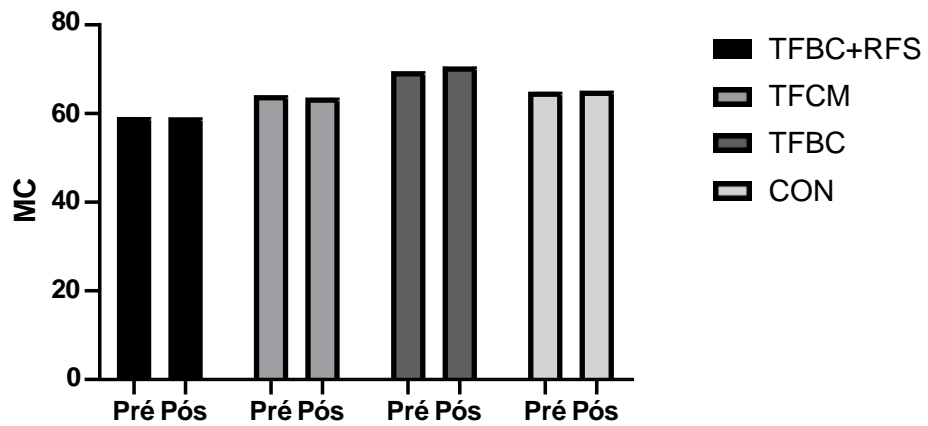


Figura 11: comparação entre grupos experimentais e controle da massa corporal, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: Do autor.

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.

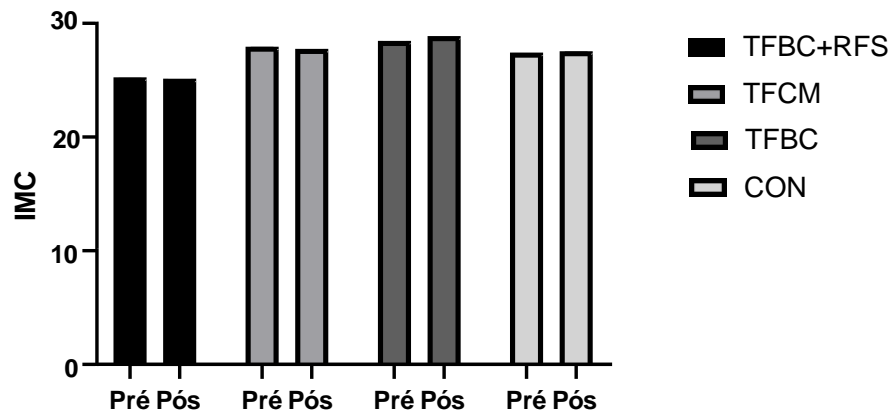


Figura 12: comparação entre grupos experimentais e controle do Índice de Massa Corporal após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: Do autor.

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.

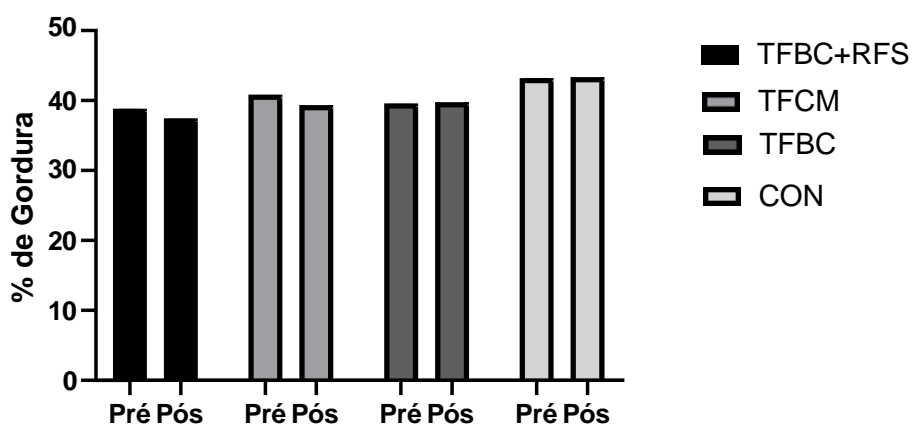


Figura 13: comparação entre grupos experimentais e controle do % de Gordura, após 16 semanas de treinamento de força.

Fonte: Do autor.

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.

4.2.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do treinamento de força de carga moderada *versus* baixa carga com e sem restrição de fluxo sanguíneo sobre a função hepática e composição corporal em idosas com sobrepeso. Foi acatada parcialmente a hipótese experimental (HE), que o treinamento de força de carga baixa combinada a técnica de restrição de fluxo sanguíneo promove alterações na função hepática, mas não na composição corporal dessas idosas. Os resultados mostraram que houve uma redução significativa da bilirrubina total e indireta no grupo de TFBC + RFS e da ALT no grupo de TFCM. No entanto, houve um aumento do AST no grupo de TFBC comparado com o CON e da FAL no grupo TFCM comparado com o de TFBC e CON. E o grupo experimental TFBC + RFS, apresentou uma notória redução do %G, com um tamanho de efeito moderado. Também foi encontrada uma associação inversa significativa entre os níveis de bilirrubina e os indicadores de adiposidade corporal. Especificamente, os níveis de bilirrubina direta apresentaram correlação negativa com o IMC, %G e MC no grupo de TFBC.

Levando em consideração que a ALT é um melhor indicador de lesão hepática crônica, a redução dos seus níveis encontrados no grupo de TFCM, pode refletir uma

melhora no risco cardiovascular, reduzindo a mortalidade. Foi realizado um estudo com mulheres obesas e com sobrepeso, e foi visto que o treinamento combinado (aeróbio+ força) também serviu para reduzir os níveis de ALT, independentemente da redução do peso corporal e IMC, dessa forma esses estudos tiveram um efeito positivo na função hepática e, como resultado, pode proteger contra a DHGAM (Skrypnik et al., 2016). Em contrassenso a estes estudos, foi visto que o treinamento de força sozinho ou em adição ao treinamento aeróbico não é uma modalidade eficaz para melhorar a gordura do fígado ou a ALT (Slentz et al., 2011). As divergências desses estudos reforçam a ideia que ainda não existe um consenso sobre o melhor tipo de exercício para melhorar essa enzima em mulheres idosas e com sobrepeso.

Recentemente foi publicado um estudo que avaliou os efeitos de um programa de treino em circuito realizado em casa durante 12 semanas, na função hepática, em adultos mais velhos com excesso de peso ou obesidade. Foram avaliados 70 adultos ($62,2 \pm 6,1$ anos; 56% mulheres) e a intervenção foram exercícios combinados de aeróbicos e de força, três vezes por semana durante 12 semanas. Um dos principais focos foi analisar as alterações nos marcadores bioquímicos da função hepática e foi visto que houve redução significativa nos níveis de AST (-15,4%) e ALT (-16,1%) após a intervenção no grupo de treino domiciliar (Al-Mhanna et al., 2024). Dado que reforça o que está descrito na literatura, informando que não há consenso do melhor sobre o melhor tipo de treinamento para melhorar a função hepática.

A AST está presente no fígado e em outros órgãos, incluindo músculo cardíaco, músculo esquelético, rim e cérebro. Uma metanálise reforçou que o treinamento de força é o melhor modo para melhorar essa enzima (Xue et al., 2024). Resultados contraditórios foram obtidos em um outro estudo, onde os exercícios aeróbicos, mas não treinamento de força nem a combinação de exercícios, reduziram as concentrações de AST (Babu et al., 2021). O nosso estudo apresentou um aumento dessa enzima, no grupo de TFBC comparado com o CON, que pode ser interpretado como uma resposta fisiológica à sobrecarga mecânica e adaptações metabólicas, uma vez que, pode está ligado à liberação da enzima das células musculares, estando relacionado à intensidade e duração do esforço físico (Chamera et al., 2014).

Outro estudo investigou os efeitos a curto prazo de dois protocolos de treino intervalado, de intensidade moderada (MIIT) e de alta intensidade (HIIT), em adultos sedentários com obesidade. Tanto o HIIT quanto o MIIT provocaram aumentos significativos nos níveis séricos de AST imediatamente após o exercício, justificando

que esses aumentos sugerem uma resposta fisiológica aguda ao exercício, possivelmente relacionada ao esforço muscular e ao metabolismo hepático (Maaloul et al., 2023). Portanto, é necessário observar a hora da coleta, uma vez que, se a coleta for realizada até 24 horas após a atividade física, podem aumentar temporariamente os resultados dessas medições devido à expressão significativa dessas enzimas observadas no tecido muscular, fato que também pode justificar o aumento no presente estudo.

Os níveis de GGT, também são expressos em locais extra-hepáticos, incluindo os rins e o endotélio cerebrovascular. No nosso estudo, esses níveis se mantiveram inalterados após os programas de treinamento de força de 16 semanas, dado que corrobora algumas metanálise, que também não conseguiram mostrar mudanças da GGT com o treinamento físico, podendo ser justificado por grandes variações dos programas de treinamento físico, com relação à intensidade, duração, frequência e modalidade do exercício (Smart et al., 2018; Xiong et al., 2021). Entretanto, o estudo Skrypnik, et al., (2016) observou uma diminuição na GGT sérica que foi semelhante para exercícios aeróbico e combinado (aeróbico+força) em uma população de mulheres com obesidade. Sugerindo que os resultados podem depender do tipo de treinamento.

A bilirrubina fornece uma indicação da capacidade do fígado de desintoxicar metabólitos e transportar ânions orgânicos para a bile (Pizzorno; Pizzorno, 2023). No presente estudo, encontramos uma diminuição significativa nos níveis séricos totais e indiretos de bilirrubina após o TFBC + RFS. Outro estudo com mulheres obesas, foi visto que o treinamento combinado (aeróbico+força) levou a uma diminuição significativa no nível sérico da bilirrubina indireta, porém não alterou os níveis da bilirrubina total e essa redução significativa correlacionou positivamente com a MC e IMC, dado que também corroborou o nosso estudo (Skrypnik, et al., 2016). Em estudos anteriores, a bilirrubina foi significativamente associada à SM e as chances de SM foram de 0,74 [IC 95% 0,64–0,86] no grupo de bilirrubina alta, isso sugere que a redução de bilirrubina já seria suficiente para proteger contra o desenvolvimento de SM em adultos sem doenças metabólicas ou cardiovasculares evidentes (Choi; Yun; Choi, 2013).

A fosfatase alcalina sérica é derivada predominantemente do fígado e dos ossos e os valores de referência costumam elevar-se gradualmente entre os 40 e os 65 anos de idade, com maior predominância em mulheres (Pizzorno; Pizzorno, 2023).

No presente estudo, houve um aumento dessa variável de forma significativa no grupo TFCM em comparação ao grupo de TFBC e CON e de forma não significativa no TRBC+RFS. O exercício de força, especialmente quando é de intensidade moderada a alta, pode causar um aumento temporário no metabolismo hepático, incluindo a FAL (Khatri et al., 2021). Esse aumento não necessariamente indica dano hepático, mas uma adaptação fisiológica ao estímulo, permanecendo elevadas por pelo menos 7 dias após o exercício.

Além disso, o treinamento de força pode estimular a remodelação óssea, especialmente em mulheres idosas, nas quais há maior risco de osteopenia e osteoporose, esse estímulo pode resultar em um aumento nos níveis totais de FAL, refletindo tanto a fração óssea quanto a hepática (Oliveira; Navarro, 2011). Alguns estudos investigaram os efeitos do TFBC com RFS em mulheres pós-menopáusicas com osteoporose ou osteopenia, os resultados sugerem que, após 12 semanas de intervenção, houve aumento significativo nos marcadores de formação óssea, indicando uma potencial melhoria na saúde óssea (Bittar et al., 2018; Linero; Choi, 2021; Wang et al., 2023). Diante desses resultados, como o aumento da FAL, foi isolado e dentro de um intervalo clínico aceitável, geralmente não é considerado preocupante, mas sim uma resposta fisiológica adaptativa.

Em relação a MC, os grupos de TFBC + RFS e o TFCM apresentaram uma discreta redução dessa variável, 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. Considerando o tamanho do efeito de moderado a grande observado no grupo TFBC+RFS, infere-se que a intervenção implementada provavelmente induziu alterações relevantes do ponto de vista prático para redução da composição corporal. A perda de peso por meio da modificação do estilo de vida continua sendo o tratamento de primeira linha para DHGAM, sendo eficaz na melhora das enzimas hepáticas, com a maioria dos benefícios observados em pacientes que perdem >7–10% da massa corporal. Embora existam muitas maneiras de atingir a perda de peso, o exercício claramente desempenha um papel fundamental (Nash; Liu, 2024; Stefano et al., 2023).

Nesse sentido, uma metanálise analisou estudos sobre o impacto do TFBC+RFS na composição corporal. Os resultados indicaram que esse tipo de treinamento melhora efetivamente o %G em adultos com sobrepeso e obesidade, no entanto, não mostrou efeitos significativos na MC e IMC. Isso pode ser explicado pelo

aumento da massa muscular induzido pelo exercício, que pode ter compensado a redução do peso corporal resultante da perda de gordura, promovendo uma melhoria na composição corporal total (Kong et al., 2025), justificando os achados encontrados no presente estudo.

Apesar da realização do programa de treinamento de 16 semanas, não foram observadas alterações significativas na composição corporal nem nos níveis das enzimas hepáticas. Uma possível explicação para esses resultados é o facto de os participantes já apresentarem um nível de atividade física habitual relativamente elevado antes do início da intervenção. Indivíduos fisicamente ativos tendem a manter um perfil metabólico mais estável, com menor variação em marcadores como a gordura corporal e as transaminases hepáticas (ALT e AST), mesmo diante de novos estímulos de treino. Assim, a ausência de mudanças expressivas pode refletir um efeito de limite fisiológico, no qual o organismo já se encontra adaptado a níveis adequados de atividade, limitando as respostas adicionais ao exercício.

Até onde se sabe, o corrente estudo foi o primeiro que avaliou a função hepática e a composição corporal de mulheres idosas com sobrepeso, após um programa de TFBC com RFS. Esse tipo de treinamento surge como uma alternativa atraente para essas mulheres, pois melhora o perfil hepático, reduzindo alguns marcadores de danos hepáticos como a bilirrubina. E além disso, tem a característica de aumentar o gasto energético diário, favorecendo um balanço energético negativo, conseqüentemente, é, uma das principais ferramentas para redução de peso, mais especificamente, redução do percentual de gordura corporal.

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 idosas ativas, do sexo feminino e, portanto, os resultados não podem ser extrapolados para idosos sedentários, e do sexo masculino.

4.2.4. Conclusão

O estudo permitiu concluir que 16 dezesseis semanas de treinamento de força com baixa carga, associado à restrição de fluxo sanguíneo, foi eficiente para alterar a função hepática de mulheres idosas com sobrepeso, promovendo a redução das bilirrubinas total e indireta, independente da massa corporal, IMC e percentual de

gordura. Porém, não foi suficiente para apresentar alterações significativas nas variáveis de composição corporal.

Embora, as demais variáveis da função hepática 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 redução do percentual de gordura 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 um tamanho maior de amostra, bem como a verificação da função hepática de forma aguda e 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 VO₂max in young men. **J. Sports Sci. Med.** v. 9, p. 452–458, 2010.

Abe, T., Kearns, C. F., Sakamaki, M., & Fukunaga, T. (2006). Effects of low-intensity resistive training with vascular restriction on leg muscle strength in young men. **European Journal of Applied Physiology**, 98(6), 108-115.

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 Applied Physiologic**, v.100, p.1460-1466, 2006.

ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 10th. ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2017.

AGUILAR, Maria *et al.* Prevalence of the metabolic syndrome in the United States, 2003-2012. *Jama*, v. 313, n. 19, p. 1973-1974, 2015.

ARAÚJO, J. P. A. *et al.* The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in postmenopausal women. **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 37, n. 6, p. 110, 2015.

Babu AF, Csader S, Lok J, *et al.* Positive Effects of Exercise Intervention without Weight Loss and Dietary Changes in NAFLD-Related Clinical Parameters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2021;13(9):3135. Published 2021 Sep 8. doi:10.3390/nu13093135

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, 2020.

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

Bittar ST, Pfeiffer PS, Santos HH, Cirilo-Sousa MS. Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clin Physiol Funct Imaging*. Published online March 2, 2018. doi:10.1111/cpf.12512

CAO, X.; THYFAULT, J. P. Exercise drives metabolic integration between muscle, adipose and liver metabolism and protects against aging-related diseases. **Experimental Gerontology**, v. 176, p. 112178, 2023.

Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis [published correction appears in *Sports Med*. 2019 Jan;49(1):109-111. doi: 10.1007/s40279-018-1013-2].

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, p. 95–108, 2018.

CENTNER, C. *et al*. Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.18, p. 471-478, 2019.

Chai XN, Zhou BQ, Ning N, Pan T, Xu F, He SH, Chen NN e Sun M (2023) Efeitos da intervenção no estilo de vida em adultos com doença hepática gordurosa associada ao metabolismo: uma revisão sistemática e meta-análise. *Front. Endocrinol*. 14:1081096. doi: 10.3389/fendo.2023.1081096

Chamera T, Spieszny M, Klocek T, et al. Could biochemical liver profile help to assess metabolic response to aerobic effort in athletes?. *J Strength Cond Res*. 2014;28(8):2180-2186. doi:10.1519/JSC.0000000000000398

CHAN, A. W; TETZLAFF, J. M.; GOTZSCHE, P. C.; ALTMAN, D. G; MANN, H.; BERLIN, J. A. *et al*. SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. **BMJ**, 2013.

CHEN, Y. et al. Effects of 40% of maximum oxygen uptake intensity cycling combined with blood flow restriction training on body composition and serum biomarkers of Chinese College students with obesity. **International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 1, p. 168, 2021.

CHOI, S. H.; YUN, K. E.; CHOI, H. J. Relationships between serum total bilirubin levels and metabolic syndrome in Korean adults. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, v. 23, n. 1, p. 31-37, 2013.

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

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.

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

Fu L, Zhang W, Ao Y, Zheng Z, Hu H. Efficacy of aerobic and resistance exercises in improving visceral adipose in patients with non-alcoholic fatty liver: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Die Wirksamkeit von aerobem Bewegungs- und Widerstandstraining zur Verbesserung der viszeralen Adipositas bei Patienten mit nichtalkoholischer Fettleber: Eine Meta-Analyse randomisierter, kontrollierter Studien*. *Z Gastroenterol*. 2022;60(11):1644-1658. doi:10.1055/a-1742-4257

FU, L. et al. Efficacy of aerobic and resistance exercises in improving visceral adipose in patients with non-alcoholic fatty liver: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Zeitschrift für Gastroenterologie*, 2022.

FUKUDA, Y. et al. Triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio is an independent predictor of incident fatty liver; a population-based cohort study. *Liver International*, v. 36, n. 5, p. 713-720, 2016.

HEJAZI, K.; HACKETT, D. Effect of Exercise on Liver Function and Insulin Resistance Markers in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 8, p. 3011, 2023.

HUGHES, L. *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1003–1011, 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, 2017.

JÚNIOR, L. T. G.; MARTIN, J. F. V. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Rev Bras Hipertens vol*, v. 17, n. 2, p. 117-118, 2010.

KARGARAN, A. et al. Effects of dual-task training with blood flow restriction on cognitive functions, muscle quality, and circulatory biomarkers in elderly women. **Physiology & behavior**, v. 239, p. 113500, 2021.

Khatri P, Neupane A, Sapkota SR, et al. Strenuous Exercise-Induced Tremendously Elevated Transaminases Levels in a Healthy Adult: A Diagnostic Dilemma. *Case Reports Hepatol.* 2021;2021:6653266. Published 2021 Mar 10. doi:10.1155/2021/6653266

KIM, Hae Ran; HAN, Mi Ah. Association between serum liver enzymes and metabolic syndrome in Korean adults. *International journal of environmental research and public health*, v. 15, n. 8, p. 1658, 2018.

Kong H, Zhang Y, Yin M, Xu K, Sun Q, Xie Y e Girard O (2025) Efeitos do treinamento de restrição do fluxo sanguíneo na saúde cardiometabólica e na composição corporal em adultos com sobrepeso e obesidade: uma meta-análise. *Front. Physiol.* 15:1521995. doi: 10.3389/fphys.2024.1521995

LACERDA, W. G. de; SILVA, J. C. G. da; SILVA, A. L. P. da; SOUSA, M. do S. C. de; BATISTA, G. R.; ALVES, W. A.; ARAÚJO, J. P. de; RABAY, A. A. N. Efeito do treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo na composição corporal de mulheres idosas. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 17, n. 8, p. e9262, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-124.

LAURENTINO, G. C. *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.44 p. 406-412, 2012.

LI, S. et al. Effect of High-Intensity Interval Training Combined with Blood Flow Restriction at Different Phases on Abdominal Visceral Fat among Obese Adults: A Randomized Controlled Trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 11936, 2022.

Linero C, Choi SJ. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. *J Exerc Sci Fit.* 2021;19(1):57-65. doi:10.1016/j.jesf.2020.09.001

LINERO, C.; CHOI, S.-J.. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 19, n. 1, p. 57-65, 2021.

LIU, C-F et al. The associations between liver enzymes and the risk of metabolic syndrome in the elderly. **Experimental gerontology**, v. 106, p. 132-136, 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. 2903–291, 2012.

Loenneke, J. P., Wilson, J. M., & Pujol, T. J. (2012). Effects of blood flow restriction on acute muscular responses: a meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 26(8), 2353-2360.

NASCIMENTO, D.C. et al. A useful blood flow restriction training risk stratification for exercise and rehabilitation. **Frontiers in physiology**, p. 318, 2022.

Nash E, Liu K. Exercise in the management of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease-is more the answer, or is it just one piece of the puzzle?. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2024;13(2):329-332. doi:10.21037/hbsn-23-686

OLIVEIRA, R. A. P. F. DE; NAVARRO, A. C. Os benefícios do treinamento de força no aumento da densidade mineral óssea em mulheres menopausadas associadas à dieta rica em cálcio. *RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 5, n. 25, 18 mar. 2012.

PATTERSON, S. D. et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in physiology**, p. 533, 2019.

PATTERSON, S. D. et al. Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 3, p. 713-719, 2013.

PATTERSON, S. D. *et al.* The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1652-1658, 2015.

Pettersson J, Hindorf U, Persson P, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *Br J Clin Pharmacol*. 2008;65(2):253-259. doi:10.1111/j.1365-2125.2007.03001.x

PHILP, Andrew; COEN, Paul M. The multi-tissue benefits of exercise on aging human physiology. *Experimental gerontology*, v. 182, p. 112304, 2023.

Pizzorno J, Pizzorno L. Thoughts on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Chronic Disease. *Integr Med (Encinitas)*. 2023;22(2):6-9.

RAZI, Omid et al. Walking exercise and lower-body blood flow restriction: Effects on systemic inflammation, lipid profiles and hematological indices in overweight middle-aged males. **Research in Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 41-49, 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.

SABAG, A. et al. The effect of high-intensity interval training vs moderate-intensity continuous training on liver fat: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 107, n. 3, p. 862-881, 2022.

SABAG, A.; CHANG, D.; JOHNSON, N. A. Growth hormone as a potential mediator of aerobic exercise-induced reductions in visceral adipose tissue. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 623570, 2021.

SABAG, A.; LITTLE, J.P.; JOHNSON, N.A. Low-volume high-intensity interval training for cardiometabolic health. **The Journal of physiology**, v. 600, n. 5, p. 1013-1026, 2022.

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

SKRYPNIK, Damian *et al.* Effects of endurance and endurance–strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 80, p. 1-7, 2016.

Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, *et al.* Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2011;301(5):E1033-E1039. doi:10.1152/ajpendo.00291.2011

Smart NA, King N, McFarlane JR, Graham PL, Dieberg G. Effect of exercise training on liver function in adults who are overweight or exhibit fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018;52(13):834-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096197

Stefano JT, Duarte SMB, Ribeiro Leite Altikes RG, Oliveira CP. Non-pharmacological management options for MAFLD: a practical guide. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2023;14:20420188231160394. Published 2023 Mar 21. doi:10.1177/20420188231160394

STEFANO, J.T. *et al.* Non-pharmacological management options for MAFLD: a practical guide. **Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism**, v. 14, p. 20420188231160394, 2023.

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. 1039591, 2022.

TAKARADA, Y. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 1, n. 88, p. 2097–2106, 2000b.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after lowintensity 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 of knee extensor muscles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 12, p. 2035–2039, 2000c.

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. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1071–1076, 2015.

Wang X, Wang Y, Yang X, et al. Effects of blood flow restriction training on bone metabolism: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol.* 2023;14:1212927. Published 2023 Aug 9. doi:10.3389/fphys.2023.1212927

Xiong Y, Peng Q, Cao C, Xu Z, Zhang B. Effect of Different Exercise Methods on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Meta-Analysis and Meta-Regression. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(6):3242. Published 2021 Mar 21. doi:10.3390/ijerph18063242

XIONG, Y. *et al.* Effect of different exercise methods on non-alcoholic fatty liver disease: A meta-analysis and meta-regression. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 6, p. 3242, 2021.

Xue Y, Peng Y, Zhang L, Ba Y, Jin G, Liu G. Effect of different exercise modalities on nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and network meta-analysis. *Sci Rep.* 2024;14(1):6212. Published 2024 Mar 14. doi:10.1038/s41598-024-51470-4

Yasuda, T., Fukumura, K., & Nakajima, T. (2010). Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction on body composition in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 24(12), 3272-3280.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; TOMARU, T.; NAKAJIMA, T. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. **Oncotarget**, v. 7, n. 23, p. 33595 – 33607, 2016.

Younossi ZM, Corey KE, Lim JK. Atualização da prática clínica da AGA sobre modificação do estilo de vida usando dieta e exercícios para atingir a perda de peso no tratamento da doença hepática gordurosa não alcoólica: revisão de especialistas. *Gastroenterologia* 2021;160:912-8. 10.1053/j.gastro.2020.11.051

ZHANG, X. *et al.* A brief overview about the physiology of fibronectin type III domain-containing 5. **Cellular Signalling**, v. 76, p. 109805, 2020.

ZHOU, B.J. *et al.* Intervention effects of four exercise modalities on nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **European Review for Medical & Pharmacological Sciences**, v. 25, n. 24, 2021.

ZHOU, X. et al. Association of Alanine Transaminase and Aspartate Aminotransferase/Alanine Transaminase Ratio with Type 2 Diabetes and Metabolic Syndrome in the Elderly. **Chinese General Practice**, v. 26, n. 29, p. 3645, 2023.