



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA**

BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA

**EFEITO DE DOIS TIPOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA
SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM
MULHERES JOVENS DESTREINADAS**

LONDRINA

2023

BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA

**EFEITO DE DOIS TIPOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA
SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM MULHERES
JOVENS DESTREINADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

LONDRINA

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C837e Costa, Bruna Daniella de Vasconcelos Costa.

Efeito de dois tipos de progressão no treinamento de força sobre a força, hipertrofia e resistência muscular em mulheres jovens destreinadas / Bruna Daniella de Vasconcelos Costa Costa. - Londrina, 2023.
89 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino Cyrino.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento resistido - Tese. 2. Sobrecarga progressiva - Tese. 3. volume - Tese. 4. intensidade - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni Cyrino. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

BRUNA DANIELLA DE VASCONCELOS COSTA

**EFEITO DE DOIS TIPOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA
SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM MULHERES
JOVENS DESTREINADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Carlos Ugrinowitsch
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eduardo Oliveira de Souza
University of Tampa

Prof. Dr. Renato Barroso da Silva
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli
Universidade de São Paulo

Dedico esta tese de doutorado aos meus pais e ao meu irmão, pois se eu cheguei até aqui foi graças ao apoio, à torcida e ao exemplo de seres humanos que eles são. Vocês sempre acreditaram que eu poderia chegar aonde eu quisesse e me carregaram nos momentos em que eu pensei que não daria certo. Devo minha vida, minhas conquistas, a pessoa que sou, tudo a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, imensamente, ao meu orientador. O professor Edilson Serpeloni Cyrino é um dos seres mais iluminados que já conheci na vida. Se eu conseguir ser 1% da pessoa e do profissional que o senhor é, estarei satisfeítissima. Agradeço todas as oportunidades concedidas e todas as palavras de afeto ouvidas desde quando o conheci. Minha admiração, respeito e carinho imenso.

Ao meu amigo, namorado e cúmplice, Witalo, com quem dividi e divido todas as angústias e comemorações desde o dia em que resolvemos seguir juntos. Foi ele quem me apoiou, quem enxugou minhas lágrimas, foi a voz vibrante que me enalteceu em tantos momentos escuros nessa jornada conturbada e saborosa que é a pós-graduação.

Aos meus amigos, Letícia, Camila, Gabriel, Jarlisson, Natã, Ian, Felipe, Dan, Luís, Marcelo, Pâmela, Aline e João que se tornaram família e que foram acalento, porto seguro e fortaleza em todos esses anos. Agradeço os debates, os conselhos, o suporte, as conversas descontraídas, os cafés, os almoços no RU, todas as trocas e as gargalhadas que aliviaram os dias mais pesados. Vocês são e sempre serão minha família, não importa onde estiverem.

Agradeço a todos os membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE) por todo auxílio direto ou indireto na minha formação. Vocês foram incríveis. Minha enorme gratidão.

Aos meus amigos pernambucanos/paraibanos/cearenses, Dalton, Gustavo, Gabriel, Bruno e Denise por sempre me ouvirem nos momentos de desespero e por comemorarem comigo todas as conquistas e vitórias. Eu tenho uma sorte gigante de ter cruzado com vocês nessa jornada. Só lamento não poder mais conviver com vocês todos os dias.

A todas as participantes do projeto *Girls Power*. Vocês são parte fundamental desse processo. Agradeço a confiança, o comprometimento e a vontade de fazer ciência junto conosco. Sem vocês, esse projeto/essa tese de sucesso, não teria sido possível. Levo todas no meu coração.

Ao professor Rômulo Fernandes por, gentilmente, realizar o empréstimo do aparelho de ultrassom em todos os momentos que precisamos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de demanda social concedida ao longo da realização do curso de doutorado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Educação, pelo suporte financeiro para execução desta investigação.

COSTA, Bruna Daniella de Vasconcelos. **Efeito de dois tipos de progressão no treinamento de força sobre a força, hipertrofia e resistência muscular em mulheres jovens destreinadas.** 2023. 89f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Introdução: A aplicação do princípio da sobrecarga progressiva no treinamento de força (TF) é de fundamental importância, sobretudo, para otimizar as adaptações musculares (força, hipertrofia e resistência muscular). Entretanto, o estabelecimento da estratégia de progressão mais adequada tem sido um grande desafio para a comunidade científica. **Objetivo:** Comparar o efeito de dois tipos de progressão no TF sobre a força, resistência e hipertrofia muscular em mulheres jovens. **Métodos:** Trinta e cinco mulheres destreinadas, entre 18 e 35 anos, foram recrutadas e alocadas de maneira aleatória em um dos dois grupos, a saber: (1) progressão simples, por meio do aumento do peso ($SIMP_{prog}$), ou (2) progressão dupla, por meio do aumento do peso e do número de séries (DUP_{prog}). Inicialmente, ambos os grupos foram submetidos a um programa de TF para os diferentes segmentos corporais (tronco, membros superiores e inferiores), em uma frequência de três sessões semanais, em dias alternados, com duas séries de 8-12 repetições máximas (RM) para cada exercício, durante duas semanas. A partir daí, o grupo $SIMP_{prog}$ permaneceu realizando duas séries em todos os exercícios ao longo das oito semanas de intervenção, ao passo que o grupo DUP_{prog} progrediu para três séries da terceira a quinta semana e para quatro séries da sexta a oitava semana. O peso foi ajustado em todos os exercícios ao longo do tempo em ambos os grupos. A força e a resistência muscular foram avaliadas por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM) e de repetições máximas (60% 1-RM), nos exercícios *leg press* 45° e supino reto com barra. A hipertrofia muscular foi analisada por meio da espessura muscular dos músculos da coxa anterior (vasto intermédio e reto femoral) e lateral (vasto intermédio e vasto lateral), flexores (bíceps braquial e braquial) e extensores do cotovelo (cabeça longa do tríceps). **Resultados:** Aumentos na força e resistência muscular ($P < 0,05$) foram revelados em ambos os grupos para os exercícios *leg press* 45° (1-RM: $SIMP_{prog} = 23,9\%$ vs. $DUP_{prog} = 27,4\%$; 60% 1-RM: $SIMP_{prog} = 57,0\%$ vs. $DUP_{prog} = 59,0\%$) e supino reto com barra (1-RM: $SIMP_{prog} = 16,5\%$ vs. $DUP_{prog} = 15,8\%$; 60% 1-RM: $SIMP_{prog} = 29,8\%$ vs. $DUP_{prog} = 34,9\%$), sem diferença entre eles ($P > 0,05$). Ambos os grupos apresentaram aumentos da espessura muscular ($P < 0,05$) dos flexores ($SIMP_{prog} = 7,4\%$ vs. $DUP_{prog} = 9,8\%$) e extensores do cotovelo ($SIMP_{prog} = 14,3\%$ vs. $DUP_{prog} = 13,7\%$), sem diferença entre eles ($P > 0,05$). Adicionalmente, aumentos significantes ($P < 0,05$) foram encontrados em ambos os grupos para a espessura muscular da coxa anterior e da coxa lateral, após oito semanas de TF. Entretanto, diferenças significantes entre os grupos foram identificadas tanto na espessura muscular da coxa anterior ($SIMP_{prog} = 7,8\%$ vs. $DUP_{prog} = 13,5\%$; $P = 0,03$), quanto da espessura muscular da coxa lateral ($SIMP_{prog} = 7,1\%$ vs. $DUP_{prog} = 10,3\%$; $P = 0,04$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que o aumento gradativo no número de séries por exercício no TF parece ser uma estratégia de progressão mais eficiente para hipertrofia muscular de membros inferiores do que simplesmente o aumento do peso. Entretanto, ambas as estratégias se mostraram efetivas para a melhoria da força e resistência muscular nos diferentes segmentos corporais, assim como para hipertrofia muscular de membros superiores.

Palavras-chave: treinamento resistido, sobrecarga progressiva, volume, intensidade, espessura muscular.

COSTA, Bruna Daniella de Vasconcelos. **Effects of different progression types in strength training on strength, muscular endurance, and muscle hypertrophy in untrained young women.** 2023. 89 p. Thesis (Doctorate degree in Physical Education) – Associated Postgraduate Program in Physical Education - UEM/UEL. State University of Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

Introduction: Applying the progressive overload principle in strength training (ST) is fundamental, especially to optimize muscle adaptations (strength, hypertrophy, and muscular endurance). However, establishing the most appropriate progression strategy has been a major challenge for the scientific community. **Aim:** To compare the effect of two progression types on strength, muscular endurance, and hypertrophy in young women. **Methods:** Thirty-five untrained women, aged 18-35 years, were recruited, and randomly assigned to one of two groups, namely: (1) simple progression by increasing load (SIMP_{prog}), or (2) double progression by increasing load and number of sets (DOUB_{prog}). Initially, both groups underwent a ST program for the different body segments (trunk, upper and lower limbs), at a frequency of three sessions per week, on alternate days, with two sets of 8-12 repetitions maximum (RM) for each exercise, for two weeks. Posteriorly, the SIMP_{prog} group remained with two sets in all exercises throughout the eight weeks of intervention, while the DOUB_{prog} group progressed to three sets from the third to the fifth week and four sets from the sixth to the eighth week. The load was adjusted in all exercises over time in the two groups. Muscular strength and endurance were assessed by one-repetition maximum (1-RM) and repetitions maximum (60% 1-RM) tests in the 45° leg press and bench press exercises. Muscle hypertrophy was analyzed by muscle thickness of the anterior thigh muscles (vastus intermedius and rectus femoris) and lateral thigh muscles (vastus intermedius and vastus lateralis), flexors (biceps brachii and brachial), and elbow extensors (triceps long head). **Results:** Increases in muscular strength and endurance ($P < 0.05$) were revealed in both groups for the 45° leg press exercises (1-RM: SIMP_{prog} = 23.9% vs. DOUB_{prog} = 27.4% and 60% 1-RM: SIMP_{prog} = 57.0% vs. DOUB_{prog} = 59.0%) and bench press (1-RM: SIMP_{prog} = 16.5% vs. DOUB_{prog} = 15.8%; 60% 1-RM: SIMP_{prog} = 29.8% vs. DOUB_{prog} = 34.9%), with no difference between them ($P > 0.05$). Both groups showed increases in muscle thickness ($P < 0.05$) of the flexors (SIMP_{prog} = 7.4% vs. DOUB_{prog} = 9.8%) and elbow extensors (SIMP_{prog} = 14.3% vs. DOUB_{prog} = 13.7%), with no difference between them ($P > 0.05$). Additionally, significant increases ($P < 0.05$) were found in both groups for anterior and lateral thigh muscle thickness after eight weeks of ST. However, significant differences between groups were identified in both anterior thigh muscle thickness (SIMP_{prog} = 7.8% vs. DOUB_{prog} = 13.5%; $P = 0.03$) and lateral thigh muscle thickness (SIMP_{prog} = 7.1% vs. DOUB_{prog} = 10.3%; $P = 0.04$). **Conclusion:** The results suggest that the gradual increase in the number of sets per exercise in ST seems to be a more efficient progression strategy for lower limb muscle hypertrophy than simply increasing load. However, both approaches promote improving strength and muscular endurance in the different body segments, as well as muscle hypertrophy of the upper limbs.

Keywords: resistance training, progressive overload, volume, intensity, muscle thickness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento experimental	34
Figura 2 – Fluxograma do estudo	42
Figura 3 – Alterações absolutas (Δ) na força e resistência muscular pré e pós-experimento e comportamento individual entre os grupos (SIMP _{prog} vs. DUP _{prog})	49
Figura 4 – Alterações absolutas (Δ) na espessura muscular do pré ao pós-experimento e comportamento individual entre os grupos (SIMP _{prog} vs. DUP _{prog})	50
Figura 5 – Volume de treinamento ao longo de cada sessão de TF, entre os grupos SIMP _{prog} e DUP _{prog} com os slopes (linha contínua) e IC 95%	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características gerais das participantes no pré-treinamento.	43
Tabela 2 – Ingestão de macronutrientes e consumo energético na primeira (M1) e última (M2) semana de treinamento de força.	44
Tabela 3 – Reprodutibilidade do teste de uma repetição máxima (1-RM) e das medidas de espessura muscular no presente estudo.	45
Tabela 4 – Indicadores neuromusculares antes e após oito semanas de treinamento de força entre os grupos.....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1-RM	Uma repetição máxima
ANCOVA	Análise de covariância
ANOVA	Análise de variância
BIA	Bioimpedância elétrica
CAAE	Certificado de apresentação de apreciação ética
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CV	Coefficiente de variação
DIF _{média}	Diferença média
DP	Desvio padrão
DUP _{prog}	Grupo de progressão dupla (aumento do peso e do número de séries)
DXA	Densitometria radiológica de dupla energia
EPM	Erro padrão da medida
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de massa corporal
MDD	Mínima diferença detectável
PESO _{prog}	Grupo que progrediu o peso
REPS _{prog}	Grupo que progrediu o número de repetições
SIMP _{prog}	Grupo de progressão simples (aumento do peso)
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TE	Tamanho do efeito
TF	Treinamento de força
VTT	Volume total de treinamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 HIPÓTESES	17
4 REVISÃO DA LITERATURA	18
4.1 PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA DINÂMICA.....	18
4.1.2 Treinamento de Força Dinâmica na População Feminina.....	20
4.1.3 Variáveis Agudas de Prescrição do Treinamento de Força Dinâmica.....	22
4.2 PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA DINÂMICA.....	26
4.2.1 Efeitos Sobre a Força Muscular	27
4.2.2 Efeitos Sobre a Resistência Muscular	29
4.2.3 Efeitos Sobre a Hipertrofia Muscular.....	30
5 MÉTODOS.....	34
5.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	34
5.2 PARTICIPANTES	34
5.3 ANTROPOMETRIA	35
5.4 ESPESSURA MUSCULAR	36
5.5 FORÇA MUSCULAR	36
5.6 RESISTÊNCIA MUSCULAR.....	37
5.7 PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA.....	38
5.8 HÁBITOS NUTRICIONAIS	38
5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
6 RESULTADOS.....	41
7 DISCUSSÃO	54
8 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – Tabela das alterações da força e espessura muscular pré e após oito semanas de destreino.	70
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido.	71
APÊNDICE C – Ficha de avaliação do teste de 1-RM e de 60% 1-RM	75
APÊNDICE D – Ficha de treinamento.....	76
APÊNDICE E – Diário alimentar	77

ANEXO A – Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa com seres humanos.
..... 79

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) tem sido amplamente recomendado para diferentes populações, em virtude dos inúmeros benefícios associados a essa prática, com destaque para o aumento da força, resistência e hipertrofia muscular (CAVALCANTE et al., 2023; COSTA et al., 2021; SCHOENFELD et al., 2015, 2019). Embora seja possível obter adaptações neuromusculares positivas à longo prazo com a manutenção de um mesmo programa de TF (≥ 6 meses) (RADAELLI et al., 2015), progressões sistemáticas do estímulo são necessárias para evitar platôs de treinamento e aumentar a capacidade de atingir níveis maiores de aptidão física (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte conceitua a progressão no TF como o ato de aumentar gradualmente o estresse empregado ao corpo frente a um determinado tipo de exercício físico, com o objetivo de manter o estímulo sempre desafiador (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Historicamente, tanto no âmbito prático quanto no campo da pesquisa, a forma de progressão mais utilizada tem sido o aumento do peso levantado em um determinado exercício, sem alteração no número de repetições ou na zona de repetições utilizada (ISRAETEL et al., 2020). É importante destacar que esse modelo de progressão tem sido adotado frequentemente com o objetivo de otimizar as respostas da força muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Embora a progressão do peso utilizado em um exercício seja amplamente adotada e tenha sua eficácia comprovada (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), ainda não se sabe se esse modelo de progressão seria ou não o mais eficiente para otimizar essas e outras respostas adaptativas ao TF.

Dentro de um programa de TF, existem diversas possibilidades de manipular a progressão, tais como pelo aumento da frequência semanal, alterações na rotina de treino (simples ou parcelada), aumento do número de séries e/ou repetições por exercício ou por grupo muscular, entre outras (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Nesse sentido, torna-se importante testar diferentes modelos e/ou formas de progressão no TF com o objetivo de identificar se existe superioridade ou não entre eles. Embora exista um consenso sobre a importância da progressão no TF a fim de estimular maiores adaptações musculares a médio e longo prazo, pouco se sabe sobre como e quais variáveis devem ser manipuladas para alcançar uma progressão efetiva e, conseqüentemente, otimizar as respostas adaptativas (ISRAETEL et al., 2020).

Na tentativa de compreender melhor esse fenômeno, dois estudos recentes investigaram o efeito de dois modelos de progressão sobre a força, resistência e hipertrofia muscular (NÓBREGA et al., 2023; PLOTKIN et al., 2022), a partir de delineamentos experimentais relativamente similares, ou seja, compararam o efeito da progressão pelo aumento do peso com a manutenção das zonas de repetições (PESO_{prog}) e o aumento do número de repetições por série com a manutenção do peso levantado (REPS_{prog}). Enquanto Nóbrega et al. (2023) revelaram maior hipertrofia do vasto lateral no grupo PESO_{prog} quando comparado ao REPS_{prog}, Plotkin et al. (2022) não encontraram diferenças entre essas duas estratégias, após oito semanas de intervenção. Adicionalmente, nenhuma dessas investigações encontrou diferenças na força muscular, ou seja, ambos os grupos aumentaram ao longo do tempo. Somente no estudo conduzido por Plotkin et al. (2022) a resistência muscular foi analisada. Novamente, não foram reportadas diferenças significantes entre os grupos (PLOTKIN et al., 2022).

Ao se estabelecer uma análise retrospectiva de dois estudos publicados anteriormente (BARCELOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2018), Nóbrega et al. (2023) sugeriram que uma maior hipertrofia muscular estaria mais associada ao incremento do peso do que o aumento do número de repetições dentro das séries, em um mesmo exercício (extensão de joelhos). Todavia, considerando que nesse estudo a amostra não foi aleatorizada, a chance do viés de seleção não deve ser desprezada. Além disso, o grupo que progrediu o peso foi submetido ao TF em uma maior frequência (três sessões semanais) do que o grupo que progrediu as repetições (duas sessões semanais). Apesar da somatória das sessões de treinamento ser similar, ou seja, 24 sessões, a duração de cada investigação foi diferente [Barcelos et al. (2018) = oito semanas de TF vs. Nóbrega et al. (2018) = 12 semanas de TF], de modo que um grupo treinou com uma maior frequência semanal quando comparado ao outro (três vs. duas sessões semanais), o que pode ter influenciado, pelo menos em parte, a progressão do volume total e, conseqüentemente, as respostas hipertróficas. Portanto, tais resultados devem ser analisados com cautela.

Por outro lado, Plotkin et al. (2022) conduziram um estudo com indivíduos treinados em exercícios de força ($3,8 \pm 4,0$ anos de experiência), fato que dificulta a extrapolação dos resultados para outras populações, tais como aquelas compostas por indivíduos destreinados ou, ainda, sem experiência prévia com o TF. Além disso, uma amostra mista (27 homens e 16 mulheres) foi adotada. Considerando que a presença de dimorfismo sexual nas respostas agudas e crônicas em um mesmo protocolo de TF ainda não está bem estabelecido pela

literatura, até o presente momento, não se pode descartar que tal fato possa ter sido um fator confundidor na análise dos resultados encontrados nessa investigação. Além disso, o programa de TF, também, foi direcionado somente para os membros inferiores.

Com base em estudos anteriores que demonstraram que diferentes músculos podem responder de maneira distinta frente a um mesmo estímulo (BRIGATTO et al., 2022; MAEO et al., 2021; RØNNESTAD et al., 2007), estudos com programas de TF orientados tanto para o tronco quanto para os membros superiores são necessários. Além disso, nenhum dos estudos apresentados anteriormente testou se a progressão sistemática do volume, por meio do aumento do número de séries por grupo muscular somada a progressão convencional baseada no aumento do peso em um exercício, pode ou não ser mais eficiente para as adaptações relacionadas a força, resistência e hipertrofia muscular do que outras formas de progressão.

Embora Scarpelli et al. (2022) tenham revelado que a progressão do número de séries em torno de 20% parece ser mais eficiente para otimizar hipertrofia muscular do vasto lateral quando comparado a manter o mesmo número de séries ao longo de oito semanas de TF, tal estudo se limitou a simples comparação dos efeitos de diferentes números de séries (prescrição do volume fixo de séries vs. prescrição do número de séries por meio da progressão de 20% em relação ao volume prévio). É importante destacar que no estudo acima citado, a progressão do peso utilizado no exercício foi empregada ao longo de todo programa de TF, com o objetivo de manter o estímulo sempre desafiador. Portanto, o impacto da progressão no TF a partir do aumento do peso no exercício somada a progressão sistemática do volume, pela adição do número de séries, frente a outras estratégias de progressão, permanece desconhecido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar o efeito de dois diferentes tipos de progressão no TF sobre a força, resistência muscular e hipertrofia em mulheres jovens destreinadas.

2.2 Objetivos específicos

Comparar o efeito de uma progressão simples (aumento do peso levantado nos exercícios) e uma progressão dupla (aumento do peso levantado somado ao aumento do número de séries) após oito semanas de TF sobre:

- O desempenho em testes de uma repetição máxima (1-RM);
- O desempenho em testes de repetições máximas (60% 1-RM);
- A espessura muscular de membros superiores e inferiores.

3 HIPÓTESES

Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento sobre a manipulação do volume, da intensidade e da progressão de ambas no TF, as principais hipóteses deste estudo são:

- Ambos os grupos irão aumentar a força e a resistência muscular, sem diferença entre eles;
- O grupo que será submetido a progressão dupla (progressão do peso e do número de séries) apresentará maiores aumentos da espessura muscular nos diferentes segmentos corporais.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Prescrição do treinamento de força dinâmica

O TF é comumente descrito como um tipo de exercício físico que exige o esforço para vencer uma resistência externa, geralmente exercida por pesos livres, máquinas, acessórios (caneleiras, borrachas, sapatos de ferro, etc...) ou, até mesmo, pela própria massa corporal (KRAEMER et al., 2017). A importância desta modalidade de exercício físico tem sido destacada pela literatura, tanto na perspectiva do desempenho esportivo (SUCHOMEL et al., 2018; SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016) quanto da melhoria de parâmetros relacionados à saúde (MAESTRONI et al., 2020; WESTCOTT, 2012). No que diz respeito ao desempenho atlético, estudos têm revelado o impacto da prática do TF para a melhoria da taxa de desenvolvimento de força e potência muscular (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018), do desempenho de saltos (verticais e horizontais) (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016), de *sprints* (SEITZ et al., 2014), na economia de corrida (STØREN et al., 2008) e na prevenção de lesões (LAUERSEN; BERTELSEN; ANDERSEN, 2014).

Por outro lado, o TF tem sido amplamente recomendado para a melhoria da saúde e qualidade de vida (BULL et al., 2020) não somente sobre os seus reconhecidos efeitos sobre a força, potência, resistência muscular e hipertrofia (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FLECK; KRAEMER, 2017), mas também para a melhoria de diversas condições clínicas, tais como diminuição da resistência à insulina, aumento da tolerância à glicose, redução do estresse oxidativo, diminuição do risco cardiometabólico, entre outras (STRASSER; PESTA, 2013). Muitas dessas alterações parecem ser mediadas pela combinação entre o TF de forma independente ou associado a redução da adiposidade abdominal que, por sua vez, também é responsável pela diminuição da produção de substâncias pró-inflamatórias, tais como a proteína C-reativa, o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucinas (IL) 1, 2, 6 e 7 (MRAZ; HALUZIK, 2014; PICOLI et al., 2020). Assim, o TF, executado até mesmo em baixas frequências semanais (duas vezes por semana), pode reduzir em até 21% o risco de morte por todas as causas (SAEIDIFARD et al., 2019).

No que tange as adaptações específicas ao TF (aumentos de força, potência, resistência muscular e hipertrofia) é importante destacar que a magnitude dessas modificações parece estar atrelada ao estado de treinamento de cada indivíduo (AHTIAINEN et al., 2003; RIBEIRO et al., 2015). Assim, indivíduos destreinados ou sem

experiência prévia com o TF parecem responder mais favoravelmente a maioria dos programas de treinamento. Por outro lado, a magnitude das respostas é atenuada em indivíduos treinados (AHTIAINEN et al., 2003; RIBEIRO et al., 2015). Dessa forma a taxa de progressão da força, resistência e potência muscular, bem como o aumento da massa muscular diferem consideravelmente, de acordo com o estado de treinamento. Por exemplo, a força muscular pode ser aumentada em cerca de 40% em indivíduos sem experiência prévia com o TF, 20% em moderadamente treinados, 16% em treinados, 10% em avançados e 2% em atletas de elite, ao longo de períodos que variam de quatro semanas a dois anos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002).

Um outro fator que pode influenciar diretamente as respostas adaptativas ao TF é o sexo (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021). Embora a prática regular do TF aumente a força muscular e o tamanho do músculo (hipertrofia muscular), em homens e mulheres, os homens podem alcançar maiores ganhos na força, bem como maiores aumentos de massa muscular quando comparados às mulheres. Portanto, a presença de dimorfismo sexual tem sido sugerida por alguns estudos, também, para a resistência à fadiga após uma sessão de TF (METCALF; HAGSTROM; MARSHALL, 2019) e na capacidade de recuperação (FLORES et al., 2011), contudo, com as melhores respostas sendo identificadas no sexo feminino.

Vale destacar que ao se comparar as modificações induzidas pelo TF entre homens e mulheres, faz-necessário a diferenciação entre medidas absolutas e relativas (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021). Em um estudo multicêntrico com 585 participantes (243 homens e 342 mulheres), os autores observaram que após 12 semanas de TF, os homens apresentaram maiores aumentos absolutos e relativos da área de secção transversa do bíceps braquial, força isométrica e dinâmica absolutas quando comparados às mulheres. Embora os homens tenham apresentado maiores aumentos absolutos nos parâmetros de força, as mulheres revelaram maiores aumentos da força relativa (isométrica e dinâmica) (HUBAL et al., 2005). Ainda nesta linha, quando a força é normalizada pela massa corporal ou pela área de secção transversal da fibra, as diferenças entre homens e mulheres desaparecem para força de membros inferiores, enquanto para força de membros superiores essas diferenças se mantêm altas (HOLLOWAY; BAECHLE, 1990).

Os achados acima citados demonstram que as adaptações induzidas pelo TF podem diferir, em diversos aspectos, na comparação entre homens e mulheres. Nesse sentido, é importante encorajar aos pesquisadores das ciências do esporte e do exercício a realizarem

investigações com ambas as populações, embora uma atenção especial deva ser dedicada as mulheres, uma vez que além do número de estudos com mulheres ser reduzido em comparação aos homens (COSTELLO; BIEUZEN; BLEAKLEY, 2014), o número de praticantes de TF no sexo feminino tem aumentado consideravelmente, sobretudo, na última década (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021). Desse modo, abordaremos na sequência a influência do TF sobre as respostas adaptativas em mulheres.

4.1.2 Treinamento de Força Dinâmica na População Feminina

Apesar das diferenças fisiológicas, morfológicas e funcionais entre homens e mulheres (ROBERTS et al., 2018), de um modo geral, a maioria dos benefícios associados a prática do TF podem ser alcançados por indivíduos de ambos os sexos. Todavia, pouco se sabe sobre as respostas adaptativas de mulheres a esta modalidade de treinamento físico (COSTELLO; BIEUZEN; BLEAKLEY, 2014). De fato, 4% a 13% dos estudos publicados em três dos periódicos de maior prestígio na área de ciências do esporte (*British Journal of Sports Medicine*, *American Journal of Sports Medicine* e *Medicine and Science in Sports and Exercise*) incluíram somente mulheres, entre os anos de 2011 e 2013 (COSTELLO; BIEUZEN; BLEAKLEY, 2014). Diante deste cenário, algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar essa sub-representação das participantes do sexo feminino nessas investigações, dentre as quais a mais recorrente é a flutuação hormonal natural ao longo do ciclo menstrual de mulheres eumenorreicas.

Diferente dos homens, as mulheres experienciam contínuas variações nas concentrações séricas dos hormônios sexuais ao longo de um único ciclo menstrual (~28 dias) (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021), com destaque para estrogênio, progesterona, hormônio folículo-estimulante e o luteinizante, os quais regulam o padrão do ciclo ovulatório (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021). De forma mais específica, o início da menstruação determina o primeiro dia do ciclo e representa o começo da fase folicular inicial. Nessa fase, as concentrações séricas de estrogênio e progesterona encontram-se reduzidas, enquanto na fase folicular final (~ dia 14), os hormônios folículo-estimulante e luteinizante estimulam a produção de estrogênio, que atinge um pico máximo nesse período (THOMPSON et al., 2021). O pico de estrogênio estimula a secreção do hormônio luteinizante que, por sua vez, marca o início da ovulação. A fase lútea tem início quando a concentração do hormônio luteinizante começa a retornar para os valores basais,

aumentando as concentrações de estrogênio e progesterona (JANSE DE JONGE; THOMPSON; HAN, 2019). Esse aumento, reduz a secreção dos hormônios folículo-estimulante e luteinizante via *feedback* negativo (THOMPSON et al., 2021). Caso o óvulo não seja fecundado, os níveis de estrogênio e progesterona voltam a se reduzir e um novo ciclo recomeça (BACHERO-MENA; MORAL-GONZÁLEZ, 2021). Devido a essas frequentes alterações hormonais, acreditava-se que o desempenho do músculo esquelético poderia sofrer importantes variações nas diferentes fases do ciclo menstrual. Entretanto, além dessa premissa ser derivada de estudos com modelo animal (MORAN et al., 2007), os resultados encontrados com seres humanos são, ainda, inconclusivos.

Nesse sentido, Sarwar, Niclos e Rutherford (1996) revelaram um aumento na força isométrica voluntária máxima do quadríceps e na força de preensão manual, durante a fase folicular final (ovulação) quando comparada com as demais fases. Em contrapartida, Romero-Moraleda et al. (2019) não encontraram alterações na força, potência e velocidade (média e de pico) avaliadas em diferentes intensidades (20, 40, 60 e 80% de 1-RM), no agachamento parcial (90° flexão do joelho), ao analisarem três momentos diferentes ao longo do ciclo menstrual (fase folicular inicial e final e metade da fase lútea). De forma similar, Thompson et al. (2021) não detectaram alteração da força isométrica e no torque isocinético a 60°/s dos extensores do joelho, além da força de preensão manual, ao longo das diferentes fases do ciclo menstrual. Portanto, outros estudos são necessários para dirimir as inúmeras dúvidas que ainda persistem sobre essa temática.

No que diz respeito aos aspectos morfológicos, o estrogênio e a progesterona parecem influenciar os processos fisiológicos relacionados ao equilíbrio de sódio e a distribuição de fluido corporal (SIMS et al., 2008; STACHENFELD; TAYLOR, 2004, 2005). Considerando que aproximadamente 73% da massa livre de gordura de adultos jovens é composta por água (GONZÁLEZ JIMÉNEZ, 2013), é possível especular que a variação de fluido corporal ao longo do ciclo menstrual possa influenciar nas medidas agudas da composição corporal. Nesse sentido, Thompson et al. (2021) analisaram o efeito da flutuação hormonal durante o ciclo menstrual em diferentes medidas da composição corporal. Os autores observaram que, apenas a gordura corporal relativa e absoluta, analisadas por meio de exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), apresentaram modificações significantes ao longo do ciclo menstrual, com menores valores na fase folicular final (ovulação) quando comparados as demais fases (folicular final e lútea média). Por outro lado, a massa corporal, gordura corporal subcutânea, avaliada por meio de espessura de

dobras cutâneas, a água corporal total (via BIA), a adiposidade da coxa e do abdômen, analisadas por ultrassonografia, bem como a área muscular e da gordura subcutânea da coxa, medidas por meio de tomografia computadorizada, não apresentaram variações ao longo das diferentes fases do ciclo ovulatório. Vale destacar que, mesmo sendo significantes, as mudanças na gordura corporal, via DXA, apresentaram variações abaixo do coeficiente de variação da medida (1,8% vs. 2,5%, respectivamente), sugerindo que essas mudanças podem não representar uma mudança real.

Do ponto de vista crônico, grande parte dos estudos conduzidos com mulheres têm buscado analisar a eficiência de programas de TF frente a outros tipos de exercícios (HENDRICKSON et al., 2010; LEMURA et al., 2000), a eficácia do TF frente a grupos controle (CESAR et al., 2009; MOSTI et al., 2014) ou, ainda, a análise da presença ou não de dimorfismo sexual, por meio de comparações entre grupos de homens e mulheres submetidos a protocolos de treinamento semelhantes (ABE et al., 2000).

Por outro lado, poucos estudos com mulheres têm sido endereçados à análise do efeito de diferentes manipulações das variáveis que compõem os programas de TF. Nesse sentido, em uma busca realizada recentemente por este autor no Pubmed (26 de junho de 2023), com os seguintes descritores: “*resistance training*” OR “*strength training*” AND *load* AND *women*, apenas quatro estudos foram encontrados (ALEGRE et al., 2015; CARNEIRO et al., 2021; DINYER et al., 2019; HILL et al., 2021). Ao substituir o descritor “*load*” por “*volume*”, o resultado da pesquisa aumentou para seis investigações publicadas até o presente momento, das quais apenas três testaram a manipulação direta do volume no TF tradicional com mulheres (CANDOW; BURKE, 2007; NASCIMENTO DE OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2022; NUNES et al., 2016). Assim, abordaremos a seguir de que forma as variáveis agudas de prescrição do TF podem influenciar nas respostas adaptativas.

4.1.3 Variáveis Agudas de Prescrição do Treinamento de Força Dinâmica

Diversas variáveis envolvidas na prescrição de programas de TF têm recebido a atenção da comunidade científica mais recentemente, tais como o intervalo de recuperação entre as séries (LONGO et al., 2022), a escolha dos exercícios e a ordem de execução (AVELAR et al., 2019; MAEO et al., 2021), velocidade de execução ou tempo sob tensão (DINIZ et al., 2022), frequência semanal (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), número de séries e repetições (LOPEZ et al., 2021; SCHOENFELD et al., 2019).

No que concerne ao intervalo de recuperação entre as séries, Longo et al. (2022) realizaram um estudo com delineamento intra-sujeito na tentativa de encontrar possíveis diferenças entre intervalos longos (IL = 3-min) vs. intervalos curtos (IC = 1-min), com e sem equalização do volume total, sobre a força e hipertrofia muscular, em homens jovens destreinados. Os participantes foram alocados de forma aleatória para executarem o exercício de cadeira extensora unilateral, em quatro condições experimentais, a saber: (1) IL, (2) IC, (3) IC com o volume equalizado pelo IL (VIL-IC) e IL com o volume equalizado pelo IC (VIC-IL). Após 10 semanas de TF um aumento significativo na área de secção transversal do quadríceps foi encontrado em todas as condições. No entanto, as alterações absolutas foram significativamente maiores no IL e VIL-IC (+13,1% e +12,9%, respectivamente) quando comparados ao IC e VIC-IL (+6,8% e +6,6%, respectivamente). Para a força muscular, avaliada por meio do teste de 1-RM, aumentos significantes foram revelados em todas as condições (IL = +27,6%, VIL-IC = +31,1%, IC = +26,5%, VIC-IL = +31,2%), sem diferença entre elas ($P > 0,05$). Esses resultados sugerem que o volume total parece exercer um papel mais importante para a hipertrofia muscular do que o intervalo de recuperação adotado entre as séries.

Com relação ao número de repetições, uma recente revisão sistemática com meta-análise demonstrou que a utilização de um número mais alto de repetições (> 15 RM), ou intermediário (9-15 RM) ou, ainda, mais baixo (≤ 8 RM) por adultos jovens saudáveis podem promover hipertrofia muscular similar, desde que as repetições sejam realizadas até a falha (LOPEZ et al., 2021). Em contrapartida, para a força máxima, a utilização de menos repetições parece ser mais efetiva (LOPEZ et al., 2021), indicando que para esse desfecho as respostas parecem ser específicas a demanda imposta pelo exercício. Por outro lado, quando o desfecho principal é a resistência muscular, a utilização de mais repetições e, conseqüentemente, menos peso parece ser mais efetiva para produzir melhores resultados (SCHOENFELD et al., 2015).

Nesse sentido, Schoenfeld et al. (2015) encontraram respostas bastante distintas para a força máxima e resistência, ao contrastarem o exercício supino reto com barra executado com maior (menos repetições e mais peso) ou menor (mais repetições e menos peso) intensidade, em homens jovens treinados. O grupo que treinou com menos repetições (8-12 RM) apresentou maiores ganhos de força máxima (teste de 1-RM) quando comparado ao grupo que treinou com mais repetições (25-35 RM). Por outro lado, o grupo que treinou com mais repetições aumentou mais a resistência de força (teste de repetições máximas a 50% de

1-RM) quando comparado ao grupo menos repetições. Esses resultados confirmam a importância do número de repetições no TF e, especialmente, do peso máximo utilizado para a realização do número de repetições pré-determinado quando o objetivo é otimizar respostas adaptativas relacionadas a força e resistência muscular.

Com relação ao número de séries, Schoenfeld et al. (2017), por meio de uma revisão sistemática com metanálise encontraram um efeito dose-resposta significativa quando o número de séries foi adotado como um preditor contínuo ($P = 0,002$). Cada série adicional realizada por semana foi associada a um aumento de 0,37% da hipertrofia muscular. Por outro lado, quando esta variável foi categorizada pelo número de séries em baixo (≤ 4 séries por semana), moderado (5 – 9 séries por semana) e alto (≥ 10 séries por semana), tal diferença deixou de existir ($P = 0,074$), apesar do tamanho do efeito acompanhar o aumento do número de séries (baixo = 0,30; moderado = 0,36 e alto = 0,50). Comportamento semelhante foi observado quando esta variável foi analisada como preditor binário (< 9 vs. ≥ 9 séries por semana). Embora os resultados não tenham sido diferentes ($P = 0,076$), o tamanho do efeito e as alterações percentuais foram maiores com a execução de um maior número de séries (≥ 9 séries = 0,66; $\Delta\% = +8,0\%$ vs. < 9 séries = 0,43; $\Delta\% = +5,7\%$). Apesar de alguns estudos recentes indicarem uma estreita relação dose-resposta entre número de séries e hipertrofia muscular (BRIGATTO et al., 2022; NASCIMENTO DE OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2022; SCHOENFELD et al., 2019), tal relação não tem sido confirmada em outras investigações (AUBE et al., 2022; CUNHA et al., 2020), uma vez que as respostas encontradas parecem ser dependentes das características da população estudada (idosos vs. adultos jovens, destreinados vs. treinados, etc...) e dos músculos analisados.

Por fim, Schoenfeld, Grgic e Krieger (2019) analisaram o efeito da frequência semanal de treinamento por grupo muscular na otimização das respostas hipertróficas por meio de uma revisão sistemática com metanálise. Os autores observaram efeito significativo da frequência semanal analisada como moderador único ($P = 0,04$), com respostas mais favoráveis ao uso de maiores frequências, apesar da magnitude do efeito ter sido pequena (1 dia/semana = -0,03; $\Delta\% = +1,9\%$ vs. 2 dias/semana = 0,08; $\Delta\% = +2,1\%$ vs. 3 dias/semana = 0,15; $\Delta\% = +3,4\%$). Vale destacar que esse efeito deixou de existir quando o número de séries ao longo da semana foi equalizado (1 dia/semana = 0,45; $\Delta\% = +5,4\%$ vs. 2 dias/semana = 0,37; $\Delta\% = +5,4\%$ vs. 3 dias/semana = 0,64; $\Delta\% = +7,6\%$ vs. 4 – 6 dias/semana = 0,49; $\Delta\% = +6,3\%$). Esse comportamento foi observado mesmo com a adoção de outros moderadores, tais como hipertrofia de membros superiores ($P = 0,95$) e inferiores (P

= 0,08) e nível de treinamento ($P = 0,26$). Portanto, o número de séries por grupo muscular ao longo da semana parece exercer maior influência sobre a hipertrofia muscular, independente da frequência ao treinamento. Similarmente, quando o desfecho analisado foi a força muscular, ao se equalizar o número de séries o efeito da frequência foi eliminado (1 dia/semana = 0,53; vs. 2 dias/semana = 0,80 vs. 3 dias/semana = 0,64 vs. 4 ou mais dias/semana = 0,58) (GRGIC et al., 2018).

Esse interesse por parte dos pesquisadores em testar a manipulação de diferentes variáveis envolvidas na prescrição do TF, se deve ao fato de que tais variáveis podem influenciar tanto a intensidade quanto o volume do treinamento, com reflexo direto sobre a força, resistência e a hipertrofia muscular. A intensidade é uma medida do grau de dificuldade de um determinado esforço que pode ser quantificada de forma relativa (percentual relativo de 1-RM) ou absoluta (peso levantado para uma zona de repetições pré-determinada). Já o volume é uma medida da quantidade total de trabalho realizado dentro de um exercício, sessão ou período de treinamento (FLECK; KRAEMER, 2017) e que pode ser quantificado de diversas formas, tais como pelo número de séries, número de repetições totais ou pela combinação entre séries x repetições x peso levantado (NUNES et al., 2021), sendo que o número de séries é a métrica mais comum e de fácil aplicação, tanto no âmbito da pesquisa quanto nos ambientes de prática (BAZ-VALLE; FONTES-VILLALBA; SANTOS-CONCEJERO, 2021)

Vale destacar que a maioria dos benefícios associados a prática do TF são alcançados quando alguns dos princípios que regem o TF são respeitados (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), dentre os quais destaca-se o princípio da sobrecarga progressiva. Nessa perspectiva, diferentes estratégias de progressão no TF têm sido analisadas na tentativa de fornecer subsídios para uma prescrição mais adequada e que possa otimizar as respostas adaptativas ao longo do tempo de intervenção (NÓBREGA et al., 2023; PLOTKIN et al., 2022; SCARPELLI et al., 2022). Embora ainda não seja possível afirmar que diferentes estratégias de progressão possam promover resultados melhores ou piores, o corpo atual de conhecimento disponível na literatura tem revelado a importância de aprofundar o conhecimento sobre essa temática (ISRAETEL et al., 2020), sobretudo, para a melhoria da capacidade de geração de força, potência, resistência muscular e hipertrofia muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Nesse sentido, abordaremos na sequência um conjunto de fatores que podem influenciar a progressão no TF.

4.2 Progressão no treinamento de força dinâmica

O Colégio Americano de Medicina do Esporte publicou há mais de uma década um posicionamento sobre modelos de progressão para o TF em adultos saudáveis apoiado em alguns princípios básicos, dentre os quais podemos destacar a sobrecarga progressiva e a variação/alteração do estímulo (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). O princípio da sobrecarga progressiva é caracterizado pelo aumento gradual do estresse empregado ao corpo frente a um determinado tipo de exercício físico, enquanto o princípio da variação propõe que a alteração sistemática de uma ou mais variáveis ao longo do tempo permite que o estímulo se mantenha desafiador e efetivo à longo prazo (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Ambos os princípios têm como objetivo aumentar a demanda imposta na perspectiva de que novas respostas adaptativas a um programa de treinamento continuem a ocorrer em médio e longo prazo, de modo que não se estabeleça um efeito platô, cujas adaptações alcançam um determinado patamar de estabilidade (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

É possível identificar a importância destes princípios acompanhando a interação entre as adaptações neurais e musculares, principalmente nas fases iniciais de um programa de TF (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Nas primeiras semanas, o sistema neural desempenha um papel fundamental para o aumento da força muscular, em virtude do maior recrutamento e sincronização das unidades motoras, bem como da frequência de disparo dos potenciais de ação (ŠKARABOT et al., 2021). Por outro lado, o aumento da massa muscular tende a contribuir mais tardiamente para os ganhos de força, mesmo com as alterações na taxa de síntese proteica ocorrendo anteriormente (STARON et al., 1994). Portanto, após o período inicial de um programa de TF, cujas adaptações neurais exercem um papel importante para a melhoria do desempenho nas sessões agudas de treinamento, faz-se necessário o aumento progressivo da demanda imposta durante os exercícios para a alteração do estímulo, visando novas respostas adaptativas (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Existem diversas maneiras de aumentar progressivamente o estímulo no TF, dentre as quais a mais comum é a progressão do peso levantado (ISRAETEL et al., 2020), que tende a ocorrer sempre que o estímulo se torna menos desafiador para um determinado exercício. Outra estratégia bastante comum de progressão é o aumento do número de séries por exercício ou grupo muscular ao longo de um ciclo de treinamento (CADORE et al., 2013; CORREA et al., 2013; PINTO et al., 2012; TAVARES et al., 2017). Considerando a

existência de uma possível relação entre o volume de treino e a hipertrofia muscular, esse último modelo citado de progressão pode ser mais efetivo quando o propósito passa a ser a otimização das respostas hipertróficas (ISRAETEL et al., 2020).

Embora existam evidências robustas sobre a importância da aplicação de modelos de progressão para a promoção da saúde e melhoria do desempenho esportivo (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002, 2009; KRAEMER; RATAMESS, 2004), até o presente momento poucas investigações têm sido direcionadas a analisar criteriosamente as possíveis diferenças entre os diversos modelos e combinações de progressão que podem ser aplicados no TF, na tentativa de identificar estratégias mais eficientes para se alcançar diferentes objetivos (ISRAETEL et al., 2020). Nesse sentido, procuraremos abordar na sequência como a progressão pode influenciar nos desfechos relacionados a força, resistência muscular e hipertrofia dentro do TF.

4.2.1 Efeitos Sobre a Força Muscular

A força muscular pode ser definida como a capacidade de superar uma resistência externa (STONE, 1993), tal como deslocar um objeto externo que se encontra estático, em inércia. Maiores níveis de força muscular têm sido associados com melhor desempenho em diversas tarefas relacionadas ao esporte e as atividades da vida diária (STONE, 1993), melhora da funcionalidade e qualidade de vida (FRAGALA et al., 2019), além da redução dos riscos de lesões ou doenças e morte prematura (EDWARDS; LOPRINZI, 2018).

O aumento da força muscular é influenciado pela combinação de diversos fatores, tais como o incremento no tamanho da área de seção transversal das fibras musculares e consequente aumento do volume muscular, a acentuação do ângulo de penação das fibras musculares, o aumento da sincronização e frequência de disparos dos potenciais de ação e o aumento do recrutamento das unidades motoras, sobretudo, de alto limiar (AAGAARD et al., 2001; SUCHOMEL et al., 2018). Nesse sentido, diversos estudos têm revelado efeitos favoráveis do TF sobre os componentes neurais (SIDDIQUE et al., 2020; ŠKARABOT et al., 2021; SUCHOMEL et al., 2018), sendo essa a modalidade de exercício físico mais recomendada quando o desfecho principal é o aumento da força muscular.

Diante desse cenário, a escolha de métodos que permitam uma avaliação mais consistente da força, de forma diagnóstica ou ao longo de um período de acompanhamento, com ou sem intervenção, é fundamental. Em investigações científicas, a força muscular tem

sido frequentemente avaliada por meio do uso de dinamometria isocinética (COSTA et al., 2022; KASSIANO et al., 2021; NUNES et al., 2022). Embora seja um método válido, reprodutível e considerado por muitos o padrão ouro para avaliação da força muscular, a dinamometria isocinética apresenta algumas limitações importantes (GRGIC et al., 2020) que merecem ser destacadas, tais como o alto custo do equipamento, inviabilizando a sua utilização em larga escala e a sua aplicação em ambientes de prática, tais como academias, clubes, estúdios, entre outros. Além disso, o equipamento limita a análise da força em tarefas monoarticulares (GRGIC et al., 2020).

Portanto, principalmente nos ambientes de prática do TF tais como academias, clubes, clínicas, entre outros, um teste dinâmico de força isoinercial ganhou destaque historicamente, ou seja, o teste de uma repetição máxima (1-RM), cujo propósito é determinar o máximo peso que se pode levantar em um determinado exercício, em uma única ação voluntária máxima (concêntrica e excêntrica), preservando a qualidade de execução exigida na tarefa motora estabelecida previamente (RIBEIRO et al., 2014). Este teste tem sido adotado amplamente como um método alternativo, válido e de ótima reprodutibilidade ($CCI > 0,90$), sobretudo, pela comunidade científica para avaliação da força muscular, em diferentes populações (GRGIC et al., 2020).

Considerando a sua especificidade, o teste de 1-RM se aproxima mais das ações musculares dinâmicas utilizadas no programa de TF, bem como dos movimentos mais comuns no esporte e nas atividades diárias (GRGIC et al., 2020), apresentando um ótima relação custo-benefício, uma vez que a avaliação pode ser realizada no próprio exercício/aparelho utilizado no programa de TF (GRGIC et al., 2020), não sendo necessário a utilização de outros equipamentos de maior complexidade ou, ainda, de maior custo operacional, além de ser um teste seguro para crianças, adultos, idosos e populações clínicas (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013; FAIGENBAUM; MILLIKEN; WESTCOTT, 2003; KAMBIC et al., 2022).

No que diz respeito a progressão no TF e o aumento da força muscular avaliado pelo teste de 1-RM, Nóbrega et al. (2022) testaram os efeitos de duas estratégias de progressão sobre este componente, em homens jovens destreinados. O primeiro modelo consistiu na progressão do peso e manutenção do intervalo de repetições ($PESO_{prog}$ = três séries de 9-12 RM), enquanto o segundo modelo consistiu na progressão das repetições ($REPS_{prog}$ = três séries até a falha concêntrica a 80% de 1-RM). Os resultados encontrados indicaram que ambos os modelos de progressão se mostraram efetivos para o aumento de força muscular,

sem superioridade entre eles ($PESO_{prog} = +39,3\%$ vs. $REPS_{prog} = +31,4\%$). Uma possível explicação para essa semelhança entre os resultados é o fato de que o grupo $REPS_{prog}$ alterou o peso de treino ao longo das oito semanas de TF, ou seja, na metade da investigação (Sessão 12), os autores replicaram o teste de 1-RM para o ajuste da intensidade (80% de 1-RM) neste grupo.

Em uma outra investigação com delineamento semelhante, Plotkin et al. (2022) submeteu 43 indivíduos treinados (homens e mulheres) a oito semanas de TF. Os participantes, após serem alocados em dois grupos distintos ($PESO_{prog}$ ou $REPS_{prog}$), foram submetidos a um programa de TF para membros inferiores, em uma frequência de duas vezes por semana. Os resultados revelaram aumentos similares de força, sendo encontrado incrementos na ordem de $\sim 27,5\%$ para o grupo $PESO_{prog}$ e de $\sim 22,3\%$ para o grupo $REPS_{prog}$. É importante destacar que os participantes desse estudo foram considerados experientes no TF ($3,8 \pm 4,0$ anos de experiência). Indivíduos com elevada experiência no TF podem apresentar menores magnitudes da progressão do volume total (peso x séries x repetições), bem como respostas adaptativas inferiores quando comparados a indivíduos destreinados ou não treinados, devido uma menor janela de adaptação (AHTIAINEN et al., 2003). Assim, a diferença da progressão entre os grupos $PESO_{prog}$ e $REPS_{prog}$ pode não ter sido suficiente para gerar diferenças entre os grupos. Entretanto, essas afirmações são meramente especulativas, uma vez que o comportamento da progressão do volume total (peso x séries x repetições), ao longo da investigação, não foi apresentado nesse estudo.

4.2.2 Efeitos Sobre a Resistência Muscular

A resistência muscular é conceituada como a capacidade de resistir a fadiga em esforços repetidos ao utilizar intensidades submáximas (DESCHENES; KRAEMER, 2002). Diferente da força muscular, a resistência pode ser otimizada ao realizar alto número de repetições por série (≥ 15 repetições) associado a utilização de intensidades mais baixas ($\leq 50\%$ de 1-RM) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Uma maior resistência muscular tem sido relacionada a melhores condições de saúde (ROSHANRAVAN et al., 2017), bem como a um melhor desempenho esportivo (CLAUDINO et al., 2018). Além disso, a melhoria da resistência muscular promovida pela prática regular de exercícios físicos pode resultar em melhoria da aptidão funcional em populações clínicas (ROSHANRAVAN et al., 2017). As alterações na resistência muscular ocorrem devido a

uma série de fatores, com destaque para a hipóxia, condição promovida pelo TF orientado para o aumento da resistência muscular, que por sua vez, pode resultar em aumento da capilarização, por meio do aumento da expressão de fatores angiogênicos (LARKIN et al., 2012). Além disso, o aumento do metabolismo energético oxidativo, da capacidade de tamponamento de metabólitos e da estimulação da captação da glicose muscular, também, podem influenciar as respostas da resistência muscular (CARTEE et al., 1991; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002).

Diversos estudos têm buscado padronizar a forma de avaliação da resistência muscular, a partir da aplicação de testes envolvendo a execução de repetições até a falha, com intensidades baixa ou moderada, adotando para isso percentuais de 1-RM (de 30 a 60% de 1-RM) (BUCKNER et al., 2020; PRESTES et al., 2019; SCHOENFELD et al., 2016). Assim como o teste de 1-RM, o teste de repetições máximas pode ser realizado no próprio exercício/aparelho utilizado no programa de TF. Assim, é um teste que apresenta alta validade ecológica e grande poder de transferência para situações de prática.

No que diz respeito a progressão no TF e o aumento da resistência muscular avaliada pelo teste de repetições máximas, apenas uma investigação testou diretamente o efeito de dois modelos de progressão sobre esse componente físico (PLOTKIN et al., 2022). Como descrito anteriormente, os autores alocaram 43 indivíduos treinados (homens e mulheres) em um dos dois grupos: progressão do peso e número fixo de repetições (PESO_{prog}) ou progressão das repetições e peso fixo (REPS_{prog}). Após oito semanas de TF, ambos os grupos aumentaram a resistência muscular sem diferença entre eles (PESO_{prog} = ~44% vs. REPS_{prog} = ~38%). Mais uma vez, por se tratar de um estudo com indivíduos treinados, somado ao período total do programa de TF (oito semanas), a diferença da progressão entre os grupos PESO_{prog} e REPS_{prog} pode não ter sido suficiente para gerar diferenças entre os grupos.

4.2.3 Efeitos Sobre a Hipertrofia Muscular

A hipertrofia muscular induzida pelo TF é definida como o aumento do número de sarcômeros, por meio do acréscimo de proteínas contráteis e estruturais dispostas paralelamente dentro das miofibrilas (SCHOENFELD, 2010). Essa cascata de acontecimentos resulta no aumento da área de secção transversal da fibra muscular e, conseqüentemente, do volume muscular (SCHOENFELD, 2010). O aumento do volume muscular é uma importante exigência para alguns esportes, dentre os quais o fisiculturismo,

modalidade cujo desenvolvimento muscular é analisado de forma combinada com a definição muscular e proporcionalidade entre grupos musculares e segmentos corporais (SCHOENFELD, 2010). Além de alterar de forma significativa a estética corporal, o aumento da massa muscular pode impactar diretamente na saúde, uma vez que o músculo é um tecido endócrino capaz de produzir e liberar substâncias anti-inflamatórias (miocinas) que contribuem para a redução da inflamação crônica de baixo grau causada, sobretudo, pelo sobrepeso e obesidade (REN et al., 2022). Adicionalmente, maiores níveis de massa muscular têm sido associados com a redução de complicações e mortalidade em pacientes com câncer e menor incidência de diabetes tipo 2 (BOER et al., 2016).

Ao longo das últimas décadas, a quantificação da massa muscular tem sido possível por meio do uso de métodos de imagem, tais como tomografia computadorizada, ressonância magnética e, também, absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), a partir de estimativas da massa isenta de gordura e osso apendicular (HEYMSFIELD et al., 2014). Entretanto, os equipamentos necessários para essa finalidade apresentam alto custo, tornando inviável a sua aplicação em larga escala, além de serem importantes fontes de produção de radiação (FRANCHI et al., 2018).

Nesse sentido, nos últimos 20 anos, tem crescido o interesse e a aplicação de ultrassonografia para quantificação da massa muscular esquelética, uma vez que se trata de um método válido e que apresenta boa reprodutibilidade em diferentes populações (jovens, adultos, idosos e populações clínicas) quando comparado a ressonância magnética, considerado método padrão ouro para determinação da massa muscular (NARICI, 1999; PARRY et al., 2015; REEVES; MAGANARIS; NARICI, 2004). Uma prova disso é que a espessura muscular do vasto lateral, analisada por meio do ultrassom, apresentou correlação significativa com a área de secção transversal deste músculo, medida por ressonância magnética ($r = 0,82$; $P < 0,01$), com coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,99 ($IC_{95\%} = 0,96 - 0,99$) e erro padrão da medida de 1,65%, ou seja, com consideráveis altos padrões da reprodutibilidade (FRANCHI et al., 2018). Portanto, a ultrassonografia tem se mostrado um método válido e reprodutível para quantificar a massa muscular esquelética.

Com base na ultrassonografia, Nóbrega et al. (2022) e Plotkin et al. (2022) testaram diretamente duas estratégias de progressão no TF ($PESO_{prog}$ e $REPS_{prog}$) para avaliação da hipertrofia muscular. O primeiro estudo foi realizado com homens jovens destreinados, ao passo que o segundo foi conduzido com homens e mulheres treinados, ambos com duração semelhante (oito semanas). Nóbrega et al. (2022) encontraram maior aumento da área de

secção transversal do músculo vasto lateral no grupo PESO_{prog} quando comparado ao grupo REPS_{prog} (+16% vs. +4%). Tais diferenças foram atribuídas ao fato de que o grupo PESO_{prog} alcançou uma maior progressão do volume total (peso x séries x repetições) ao longo do experimento. É importante destacar que o estudo acima citado foi uma investigação retrospectiva com dados de dois estudos previamente publicados (BARCELOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2018). Nesse sentido, os autores tentaram extrair os dados de dois grupos, relativamente semelhantes, contudo, treinados sob frequências semanais diferentes, embora a quantidade total de sessões ao longo da investigação tenha sido equalizada (24 sessões). Dessa forma, a maior taxa de progressão do volume total pode ter sido acarretada pela maior frequência semanal e não pela progressão do volume total por si.

Por outro lado, Plotkin et al. (2022) revelaram aumentos similares na espessura muscular dos músculos do quadríceps, exceto para o reto femoral a 50% do comprimento do membro, que apresentou maiores incrementos no grupo REPS_{prog} quando comparado ao grupo PESO_{prog} ($\Delta = 4,4 \pm 2,2$ mm vs. $\Delta = 3,4 \pm 2,6$ mm). Os autores advogam que a realização de uma alta faixa de repetições no agachamento pode ter otimizado o recrutamento do reto femoral (músculo menos ativado nesse exercício) devido ao aumento da fadiga acumulada dos vastos lateral, medial e intermédio ao final das séries. Entretanto, tal hipótese não foi testada no estudo.

No que diz respeito ao volume quantificado pelo número de séries para um determinado grupo muscular, Scarpelli et al. (2022) observaram que progredir em torno de 20% o número de séries em relação ao volume anterior parece ser uma estratégia mais efetiva para aumentar a área de secção transversal do vasto lateral. Por exemplo, se o indivíduo realizava 20 séries para o quadríceps, o número de séries era aumentado para 24 séries semanais para este mesmo grupo muscular ao longo de oito semanas. Vale destacar que esta investigação não teve como objetivo analisar, diretamente, diferentes modelos de progressão no TF, mas sim testar diferentes formas de prescrição do volume (prescrição individualizada vs. não individualizada). Além disso, outro ponto que merece destaque é que no protocolo de volume pré-determinado, por não considerar o número prévio de séries realizado para o quadríceps, alguns participantes foram submetidos a progressões acentuadas, na ordem de até 120% do volume realizado previamente, destoando da recomendação de que as estratégias de progressão devem incluir aumentos de forma gradual (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Diante desse cenário inconclusivo, estudos

futuros são necessários para testar os diferentes modelos e combinações de progressão sobre a força, resistência e hipertrofia muscular.

5 MÉTODOS

5.1 Delineamento experimental

Um ensaio clínico aleatorizado com grupos em paralelo foi conduzido com o objetivo de investigar o efeito de dois diferentes tipos de progressão no TF sobre a força, resistência e hipertrofia muscular em mulheres jovens, com experiência prévia em TF e destreinadas por pelo menos oito semanas. O presente estudo teve duração de 14 semanas, sendo as duas primeiras semanas direcionadas para familiarização do protocolo de TF. As semanas 3 e 4 e 13 e 14 foram destinadas para aplicação de um conjunto de testes e medidas para determinação da força dinâmica máxima, resistência muscular e espessura muscular. Após as avaliações de linha de base, as participantes foram divididas de maneira aleatória e contrabalanceada, de acordo com os valores da espessura muscular da coxa lateral (vasto lateral e vasto intermédio) em um dos dois grupos, a saber: 1) progressão simples, por meio do aumento do peso nos exercícios ($SIMP_{prog}$) e progressão dupla, pelo aumento do peso somado ao aumento do número de séries (DUP_{prog}). O TF foi conduzido por oito semanas (semanas 5-12) com uma frequência de três sessões semanais, realizadas em dias alternados, totalizando 24 sessões de treino. A avaliação dos hábitos nutricionais foi aplicada na primeira e na última semana do programa de TF. O delineamento experimental adotado para a presente investigação é apresentado na **Figura 1**.

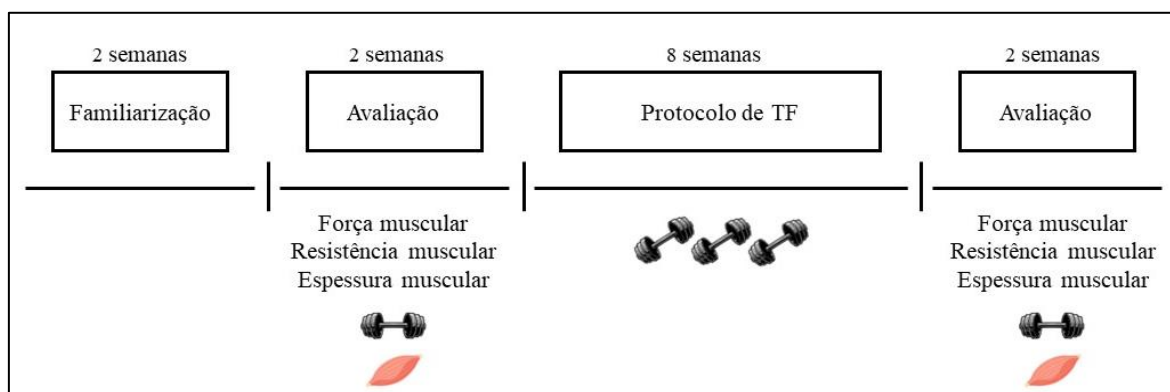


Figura 1 – Delineamento experimental

5.2 Participantes

As mulheres que participaram do estudo foram selecionadas de maneira não probabilística e o recrutamento foi feito por meio de anúncios nas mídias digitais (*WhatsApp*, *Instagram* e *Facebook*). Para participar do estudo, as participantes deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão: a) idade de 18 e 35 anos; b) ter experiência prévia com o TF, porém estar sem praticar essa modalidade por no mínimo oito semanas; c) não fazer uso de recursos ergogênicos nutricionais que pudessem influenciar nos resultados do estudo, como suplementos à base de creatina e proteína; d) não apresentar lesão musculoesquelética que pudessem impedir a realização dos testes de força e exercícios propostos no programa de TF; e) não realizar outro tipo de exercício físico de forma sistemática por mais de uma vez por semana ao longo de toda intervenção. Todas essas informações foram coletadas por autodeclaração. Após o processo de entrevistas, quarenta e cinco mulheres atenderam aos critérios de inclusão e foram submetidas às avaliações de linha de base. As participantes foram orientadas a não alterarem as suas rotinas diárias e hábitos alimentares. Para a análise dos tratamentos oferecidos foram excluídas as participantes que apresentaram frequência menor que 85% nas sessões de TF e/ou que se ausentaram em três sessões consecutivas e/ou que não estiveram presentes nas avaliações nos períodos predeterminados.

Após receberem informações sobre a finalidade do estudo, riscos e benefícios e, também, dos procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as voluntárias assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (**Apêndice B**). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (**Anexo A**).

5.3 Antropometria

A massa corporal foi determinada em uma balança eletrônica Balmak, modelo Classe III (Labstore, Curitiba, PR, Brasil), com precisão de 0,1 kg. A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro acoplado à balança, com precisão de 0,1 cm. Ambas medidas foram obtidas com as participantes trajando roupas leves, descalças e com os pés unidos. Todas permaneceram na posição ortostática e com o plano de Frankfurt paralelo ao solo. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por meio da razão entre a massa corporal (kg) dividida pela estatura (m) ao quadrado. Os dados obtidos na antropometria foram utilizados para caracterização da amostra.

5.4 Espessura muscular

Ao chegar no laboratório, as participantes permaneceram em repouso em decúbito dorsal, por ~10 minutos para redistribuição dos fluidos. A espessura muscular foi analisada por meio de um aparelho de ultrassom portátil Figlabs, modo-B, modelo FP 104 (FIGLABS Pesquisa e Desenvolvimento, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com uma sonda de matriz linear eletrônica de frequência de onda de 7,5 MHz. Um gel condutor à base de água foi utilizado para promover o contato acústico entre a pele e o transdutor. Em seguida, o transdutor foi posicionado perpendicularmente a pele, sem que houvesse qualquer compressão do tecido, para análise da espessura dos músculos das seguintes regiões: extensores (cabeça longa do tríceps braquial) e flexores do cotovelo (bíceps braquial e braquial), coxa anterior (reto femoral e vasto intermédio) e coxa lateral (vasto lateral e vasto intermédio). As medidas foram coletadas no lado direito do corpo. Para os extensores e flexores do cotovelo, as imagens foram obtidas a 60% do comprimento do membro, determinado pela distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. Para a coxa anterior e lateral, as imagens foram obtidas a 50% do comprimento do membro, determinado pela distância entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur. O comprimento dos membros foi registrado para garantir que a avaliação da espessura muscular após a intervenção fosse feita no mesmo local. As medidas da região anterior do corpo foram realizadas em decúbito dorsal, enquanto a medida da região posterior em decúbito ventral. A espessura muscular foi determinada pela distância entre a borda superior do tecido ósseo e a aponeurose do tecido adiposo subcutâneo, sendo expressa em centímetros (cm). Para análise da região superior do corpo (extensores e flexores do cotovelo), a profundidade foi padronizada em oito centímetros. Já para a região inferior (coxa anterior e lateral) a profundidade foi de 10 cm. Para determinação da reprodutibilidade da medida, 30% das participantes retornaram ao laboratório após 48 h da primeira avaliação, em condições semelhantes. Os mesmos avaliadores coletaram e analisaram as imagens nos momentos pré e pós-experimento para garantir a validade interna das medidas.

5.5 Força muscular

A força dinâmica máxima foi analisada a partir de testes de 1-RM, nos exercícios *leg press* 45° e supino reto com barra. Para garantir a familiarização e a reprodutibilidade das

medidas, todas as participantes foram submetidas a três sessões de testes, com intervalos de 48 h entre elas (DIAS et al., 2005). Em ambos os exercícios escolhidos, cada participante foi submetida a uma série de aquecimento, com uma intensidade correspondente a 50% da carga a ser utilizada na primeira tentativa do 1-RM, composta por 6-10 repetições submáximas. Após dois minutos de intervalo, a primeira tentativa foi iniciada. Cada participante realizou três tentativas em cada exercício com um intervalo de três a cinco minutos entre elas. Em todas as tentativas, as participantes foram instruídas a tentar executar duas repetições. Caso as voluntárias conseguissem realizar uma ou duas repetições, a carga era aumentada em 2-10%. Do contrário, se nenhuma repetição fosse realizada com êxito, a carga era reduzida na mesma proporção. O intervalo de transição entre os exercícios foi de cinco minutos. O maior peso levantado nas três tentativas ao longo das três sessões de testes em cada exercício foi registrado como 1-RM (RIBEIRO et al., 2014). As tentativas foram consideradas válidas no *leg press* 45° somente quando a participante conseguiu realizar a fase descendente do movimento até ~90° de flexão de joelhos e ~110° de flexão de quadril e, em seguida, conseguiu executar a extensão completa dos joelhos (0° flexão dos joelhos). Já no supino reto com barra, a tentativa foi considerada válida quando a participante conseguiu realizar a fase excêntrica até a barra encostar no tórax e, em seguida, conseguiu executar a extensão completa dos cotovelos. As participantes foram orientadas a realizar o mais rápido possível a fase concêntrica, em ambos os exercícios. Profissionais de Educação Física com experiência na aplicação de testes de 1-RM supervisionaram e validaram ou não cada uma das tentativas. Os mesmos avaliadores aplicaram os testes nos momentos pré e pós-experimento para garantir a validade interna das medidas.

5.6 Resistência muscular

A resistência muscular de membros inferiores e superiores foi mensurada após 48-72 h da realização do último teste de 1-RM nos exercícios *leg press* 45° e supino reto com barra, com uma carga correspondente a 60% 1-RM inicial. Este percentual foi escolhido para o teste de resistência muscular baseado em Mattocks et al. (2017) e Campos et al. (2002). Todas as participantes foram orientadas a realizar uma série com o máximo de repetições possíveis até que a falha muscular fosse atingida. Profissionais experientes em aplicar essa avaliação supervisionaram e contabilizaram o número de repetições consideradas válidas, de acordo com a técnica de execução padronizada para ambos os exercícios. Durante o teste, os

avaliadores encorajaram verbalmente as participantes a alcançarem o melhor desempenho possível. Um intervalo de 10-min foi dado entre os exercícios.

5.7 Programa de treinamento de força

O programa de TF foi realizado em uma frequência de três vezes por semana, ao longo de oito semanas, totalizando 24 sessões, no período da tarde (14h00min às 18h00min). O programa de TF foi composto por cinco exercícios para membros superiores e inferiores, que foram dispostos na seguinte ordem: *leg press* 45°, puxada fechada, cadeira flexora, supino reto com barra e cadeira extensora. Todas as participantes foram submetidas a seis sessões de treino antes do início do programa de TF, com o objetivo de familiarizá-las ao ambiente, ao programa de treino e para determinação do peso correspondente a 8-12 RM. Após esse período, o programa de TF foi iniciado. Na primeira sessão de treino, ambos os grupos foram orientados a realizar duas séries de 8-12 RM em cada exercício, com intervalo de 120 s entre elas. Nas sessões subsequentes, as participantes alocadas no grupo $SIMP_{prog}$ tiveram o peso aumentado, sempre que o limite superior das repetições foi alcançado nas duas séries (12 repetições). Por outro lado, o grupo DUP_{prog} , além de progredir o peso sempre que o limite superior das repetições fosse alcançado em todas as séries, progrediu também o número de séries por exercício ao longo das semanas. Mais especificamente, na Semana 3 o número de séries foi aumentado para três e na Semana 6 para quatro séries por exercício. Todos os exercícios do programa de TF foram supervisionados, por no mínimo, dois profissionais com experiência em TF, sendo um fixo, em todas as sessões de treinamento.

O volume de treinamento em cada exercício ao longo de cada sessão de TF ($VT_{sessão}$) foi determinado pelo produto entre o número de séries x número de repetições x peso levantado. O volume total de treinamento acumulado ao longo de todo o período experimental (VTT) foi calculado como a somatória do $VT_{sessão}$ das 24 sessões de TF. A progressão do volume de treinamento (VT_{prog}) foi obtida pela diferença relativa entre o $VT_{sessão}$ na primeira e na última sessão de TF.

5.8 Hábitos nutricionais

As participantes foram instruídas por profissionais da área da nutrição a preencherem um diário alimentar em três dias não consecutivos, sendo dois dias da semana (terça e quinta-

feira) e um do final de semana (sábado), na primeira e na última semana do programa de TF. Todas as participantes receberam instruções a respeito das porções, modo de preparo e quantidade dos alimentos, utilizando medidas caseiras e/ou gramas. Todas as informações obtidas dos diários foram inseridas em um software nutricional AvaNutri, versão 3.1.0 (*Avanutri Processor Nutrition*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para cálculo da ingestão de carboidratos, proteínas e lipídeos, além da ingestão energética total. Por fim, todas as participantes foram instruídas a manterem os seus hábitos alimentares ao longo de todo período do estudo.

5.9 Análise estatística

A reprodutibilidade das variáveis de desfecho foi analisada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (CCI), do coeficiente de variação (CV), do erro padrão da medida (EPM) e da mínima diferença detectável (MDD). O EPM foi calculado por meio do desvio-padrão da diferença entre o pós e o pré, dividido pela raiz quadrada de 2. Já a MDD foi determinada por $2 \times \text{EPM}$. O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para analisar a distribuição dos dados. Os dados são apresentados em valores de média, desvio-padrão (DP) e/ou intervalo de confiança 95% (IC 95%). A homogeneidade das variâncias foi analisada por meio do teste de Levene. Posteriormente, um teste *t* de *Student* para amostras independentes foi utilizado para comparação das características iniciais entre os grupos. A análise de variância (ANOVA) de dois fatores foi utilizada para analisar as respostas dos hábitos alimentares na primeira e última semana de intervenção entre os grupos. Análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para comparar a magnitude dos efeitos das variáveis dependentes (delta absoluto; $\Delta = \text{pós} - \text{pré}$), tendo o grupo (SIM_{prog} vs. DUP_{prog}) como fator fixo e os valores de linha de base como covariáveis. A interpretação dos dados foi baseada nos IC 95% das alterações absolutas, ou seja, houve diferença significativa quando o limite inferior e superior não cruzou o zero. Os valores de *P* da diferença dentro dos grupos (Δ ajustado pela ANCOVA comparado com o zero) e entre os grupos (SIM_{prog} vs. DUP_{prog}) também foram apresentados. O *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para comparação entre os grupos em caso de valores de *F* significantes. As inclinações do comportamento do VT_{sessão} foram geradas por meio de uma regressão linear e comparadas por meio de um teste *F* bicaudal. Para analisar as alterações relativas pré vs. pós-intervenção, o delta percentual ($\Delta\%$) foi calculado da seguinte forma: $\Delta\% = [(\text{pós} - \text{pré}) / \text{pré}] * 100$. Adicionalmente o

tamanho do efeito (TE) de *Cohen* foi calculado pela média pós menos a média pré-treinamento dividido pelo DP do pré agrupado. A significância adotada para as análises foi de 5%. Todos os dados foram analisados no software Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.16.4 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

6 RESULTADOS

O fluxograma do CONSORT com a representação esquemática e alocação das participantes é apresentado na **Figura 2**. Das quarenta e cinco participantes que iniciaram o estudo, 35 concluíram as sessões de TF, realizaram os testes e as medidas pré-determinadas sendo, portanto, incluídas nas análises. Os motivos das desistências foram: lesões relacionadas ao programa de TF ($n = 1$), aderência abaixo de 80% das sessões de treinamento ($n = 2$), três faltas consecutivas ($n = 3$) e razões pessoais ($n = 4$). A **Tabela 1** apresenta as características das participantes na linha de base ($n = 45$), de acordo com os grupos experimentais (SIMP_{prog} e DUP_{prog}). Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas ($P > 0,05$). A aderência do programa de TF foi de $89,9 \pm 5,7\%$ para o SIMP_{prog} e de $90,9 \pm 6,1\%$ para o DUP_{prog}, sem diferença entre eles ($P = 0,61$).

As informações sobre os hábitos nutricionais da primeira e última semana de TF estão apresentadas na **Tabela 2**. Nenhum efeito de interação grupo vs. tempo ($P = 0,56$) ou, ainda, efeito principal do grupo ($P = 0,96$) ou tempo ($F = 0,45$; $P = 0,50$) foi revelado. Os dados correspondentes a reprodutibilidade das medidas (teste e reteste), coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de variação, erro padrão da medida e mínima diferença detectável estão apresentados na **Tabela 3**. A reprodutibilidade das variáveis dependentes foram consideradas satisfatórias ($CCI \geq 0,97$ e $CV \leq 2,69\%$).

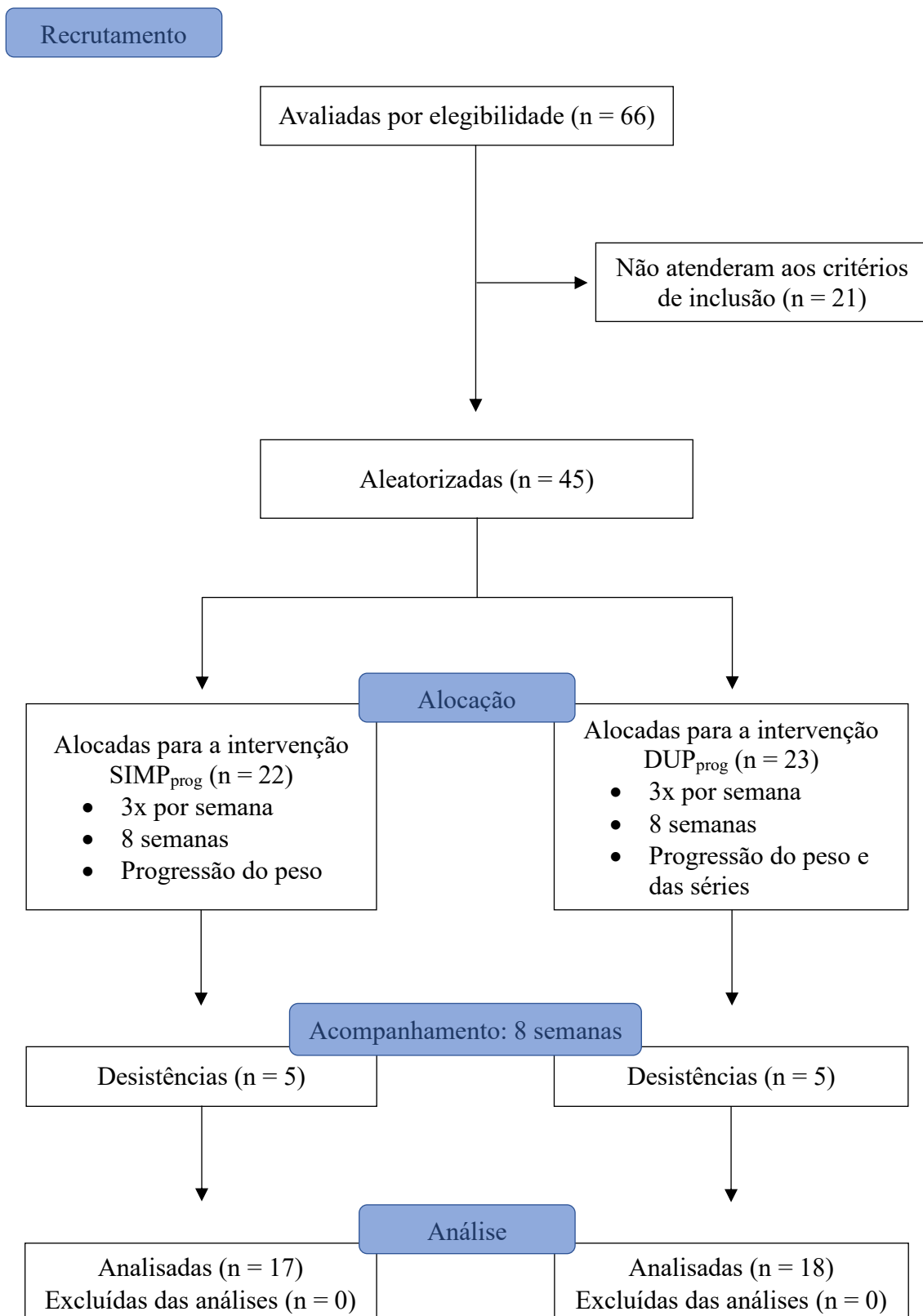


Figura 2 – Fluxograma do estudo

Tabela 1 – Características gerais das participantes no pré-treinamento.

Variáveis	SIMP_{prog} (n = 22)	DUP_{prog} (n = 23)	P
Idade (anos)	22,4 ± 3,5	24,0 ± 5,0	0,20
Massa corporal (kg)	62,8 ± 14,7	68,2 ± 19,8	0,30
Estatura (cm)	161,9 ± 6,4	164,0 ± 6,4	0,26
IMC (kg/m ²)	23,9 ± 5,2	25,3 ± 7,2	0,46
1-RM (kg)			
<i>leg press</i> 45°	127,5 ± 50,7	133,8 ± 40,6	0,64
supino reto com barra	30,1 ± 8,9	31,0 ± 5,3	0,68
60% 1-RM (reps)			
<i>leg press</i> 45°	19,0 ± 4,4	19,9 ± 5,3	0,52
supino reto com barra	20,9 ± 3,3	20,6 ± 2,5	0,73
Espessura muscular (cm)			
Extensores do cotovelo	2,3 ± 0,5	2,4 ± 0,4	0,55
Flexores do cotovelo	2,3 ± 0,3	2,4 ± 0,3	0,42
Coxa anterior	4,1 ± 0,9	3,9 ± 0,8	0,51
Coxa lateral	4,1 ± 0,7	4,0 ± 0,7	0,98

Nota. SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla); IMC = índice de massa corporal; 1-RM = uma repetição máxima; reps = repetições. Os dados estão apresentados como média e desvio padrão.

Tabela 2 – Ingestão de macronutrientes e consumo energético na primeira (M1) e última (M2) semanas de treinamento de força.

Variáveis	SIMP _{prog} (n = 17)	DUP _{prog} (n = 18)	Efeitos	
			ANOVA	P
Carboidratos (g/kg/d)			Grupo	0,76
M1	3,1 ± 1,5	3,4 ± 2,3	Tempo	0,99
M2	3,1 ± 1,2	3,3 ± 2,1	Interação	0,94
Proteínas (g/kg/d)			Grupo	0,96
M1	1,2 ± 0,5	1,1 ± 0,5	Tempo	0,50
M2	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,5	Interação	0,56
Gorduras (g/kg/d)			Grupo	0,37
M1	0,7 ± 0,4	0,8 ± 0,4	Tempo	0,55
M2	0,7 ± 0,3	0,9 ± 0,4	Interação	0,32
Consumo energético (g/kg/d)			Grupo	0,68
M1	24,6 ± 11,0	25,6 ± 15,3	Tempo	0,92
M2	23,8 ± 7,4	26,8 ± 13,6	Interação	0,61

Nota. SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla). Os dados estão apresentados como média e desvio padrão.

Tabela 3 – Reprodutibilidade do teste de uma repetição máxima (1-RM) e das medidas de espessura muscular no presente estudo.

Variáveis	Teste	Reteste	CCI (IC 95%)	CV (%)	EPM	MDD
1-RM (kg)						
<i>leg press</i> 45°	132,36 ± 44,66	135,77 ± 44,73	0,99 (0,98; 0,99)	2,06	3,94	7,88
supino reto com barra	30,47 ± 7,26	30,50 ± 7,48	0,99 (0,99; 0,99)	0,82	0,43	0,87
Espessura muscular (cm)						
Extensores do cotovelo	2,35 ± 0,50	2,32 ± 0,40	0,99 (0,98; 0,99)	1,77	0,04	0,08
Flexores do cotovelo	2,36 ± 0,35	2,37 ± 0,27	0,97 (0,94; 0,98)	2,69	0,05	0,11
Coxa anterior	4,04 ± 0,87	4,21 ± 0,93	0,98 (0,98; 0,99)	2,00	0,09	0,18
Coxa lateral	4,11 ± 0,76	4,16 ± 0,71	0,99 (0,99; 0,99)	0,94	0,05	0,10

Nota. CCI = Coeficiente de correlação intraclassa; CV = Coeficiente de variação; EPM = Erro padrão da medida; MDD = Mínima diferença detectável. Os dados estão apresentados como média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% (IC 95%).

As alterações pré e pós-intervenção provenientes da força, resistência e espessura muscular nos grupos SIMP_{prog} e DUP_{prog} estão apresentadas na **Tabela 4**. No que diz respeito a força muscular, ambos os grupos apresentaram aumentos significantes após oito semanas de treinamento nos exercícios *leg press* 45° (**Figura 3A**) (SIMP_{prog} = +23,9%, TE = 0,61 vs. DUP_{prog} = +27,4%, TE = 0,81) e supino reto com barra (**Figura 3B**) (SIMP_{prog} = +16,5%, TE = 0,64 vs. DUP_{prog} = +15,8%, TE = 0,68). O ajuste de Bonferroni não revelou diferença entre os grupos para o 1-RM no *leg press* (DIF_{média} = -8,60 kg; IC 95% = -21,59; 4,39 kg, TE = -0,45) e nem para o 1-RM no supino reto com barra (DIF_{média} = 0,04 kg; IC 95% = -1,57; 1,66 kg; TE = 0,01). Similarmente, ambos os grupos aumentaram, de forma significativa, a resistência muscular após oito semanas de intervenção ($P < 0,05$). O grupo SIMP_{prog} apresentou um aumento de 57,0% (TE = 1,95) e o grupo DUP_{prog} aumentou 59,1% (TE = 2,19) no teste de repetições máximas no exercício de *leg press* 45° (**Figura 3C**), sem diferença entre eles (DIF_{média} = -1,21 reps; IC 95% = -5,91; 3,47 reps; TE = -0,19). Da mesma forma, no supino reto com barra, o grupo SIMP_{prog} aumentou em uma ordem de 29,8% (TE = 2,22), enquanto o grupo DUP_{prog} apresentou um aumento de 34,9% (TE = 2,45), novamente sem diferença entre eles (**Figura 3D**) (DIF_{média} = -0,52 reps; IC 95% = -3,12; 2,07 reps; TE = -0,14).

Os valores da espessura muscular de ambos os grupos, pré e pós-intervenção estão apresentados na **Tabela 4**. No que diz respeito aos extensores do cotovelo, ambos os grupos apresentaram aumentos significantes após oito semanas de treinamento (SIMP_{prog}: +14,3%, TE = 0,57 vs. DUP_{prog}: +13,7%, TE = 0,67), sem diferença entre eles (**Figura 4A**) (DIF_{média} = -0,03 cm; IC 95% = -0,23; 0,15 cm; TE = -0,13). Da mesma forma, aumentos significantes da espessura dos flexores do cotovelo foram observados em ambos os grupos (SIMP_{prog}: +7,4%, TE = 0,51 vs. DUP_{prog}: +9,8%, TE = 0,71), sem diferença entre eles (**Figura 4B**) (DIF_{média} = -0,08 cm; IC 95% = -0,18; 0,01 cm; TE = -0,63). Para os músculos da coxa anterior, ambos os grupos aumentaram significativamente quando comparados aos valores pré-intervenção (SIMP_{prog}: +7,8, TE = 0,42 vs. DUP_{prog}: +13,5%, TE = 0,68), entretanto, o grupo que foi submetido a progressão dupla (peso e séries) apresentou maiores aumentos quando comparado ao grupo que só progrediu o peso ao longo do programa de treinamento (**Figura 4C**) (DIF_{média} = -0,18 cm; IC 95% = -0,34; -0,01 cm; TE = -0,75). Comportamento semelhante foi observado para a espessura dos músculos que compõem a região da coxa lateral. Ambos os grupos aumentaram de forma significativa do pré para o pós-intervenção (SIMP_{prog}: +7,1, TE = 0,41 vs. DUP_{prog}: +10,3%, TE = 0,62), contudo o grupo DUP_{prog}

apresentou maiores aumentos da espessura muscular desta região quando comparado ao grupo SIMP_{prog} (**Figura 4D**) ($DIF_{média} = -0,13$ cm; IC 95% = -0,27; -0,002 cm; TE = -0,72). É importante mencionar que nós não fomos capazes de obter imagens satisfatórias de duas participantes na espessura muscular da coxa lateral [SIMP_{prog} (1) e DUP_{prog} (1)], devido a capacidade máxima de profundidade do ultrassom e, portanto, tivemos que excluí-las da análise.

Tabela 4 – Indicadores neuromusculares antes e após oito semanas de treinamento de força entre os grupos

Variáveis	SIMP _{prog} (n = 17)			DUP _{prog} (n = 18)		
	Pré	Pós	Δ (IC 95%)§	Pré	Pós	Δ (IC 95%)§
1-RM (kg)						
<i>leg press</i> 45°	127,5 ± 50,7	155,7 ± 39,0*	25,6 (14,9; 36,4)	133,8 ± 40,6	171,0 ± 37,3*	34,2 (23,8; 44,7)
supino reto com barra	30,1 ± 8,9	34,8 ± 8,7*	4,8 (3,5; 6,1)	31,0 ± 5,3	36,6 ± 5,5*	4,8 (3,5; 6,1)
60% 1-RM (reps)						
<i>leg press</i> 45	19,0 ± 4,4	28,5 ± 5,3*	9,6 (5,8; 13,4)	19,9 ± 5,3	30,6 ± 8,0*	10,8 (7,0; 14,6)
supino reto com barra	20,9 ± 3,3	27,4 ± 3,7*	6,2 (4,1; 8,4)	20,6 ± 2,5	27,8 ± 3,8*	6,8 (4,7; 8,8)
Espessura muscular (cm)						
Extensores do cotovelo	2,3 ± 0,5	2,6 ± 0,5*	0,2 (0,1; 0,4)	2,4 ± 0,4	2,7 ± 0,4*	0,3 (0,1; 0,4)
Flexores do cotovelo	2,3 ± 0,3	2,5 ± 0,3*	0,1 (0,0; 0,2)	2,4 ± 0,3	2,6 ± 0,2*	0,2 (0,1; 0,3)
Coxa anterior	4,1 ± 0,9	4,5 ± 0,8*	0,3 (0,1; 0,4)	3,9 ± 0,8	4,5 ± 0,8*†	0,5 (0,3; 0,6)
Coxa lateral	4,1 ± 0,7	4,4 ± 0,7*	0,2 (0,1; 0,3)	4,0 ± 0,7	4,5 ± 0,7*†	0,4 (0,3; 0,5)

Nota. SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla); 1-RM = uma repetição máxima; reps = repetições. §Diferença média ajustada pela ANCOVA. * $P < 0,05$ vs. pré-treinamento. † $P < 0,05$ vs. SIMP_{prog}. Os dados estão apresentados como média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% (IC 95%).

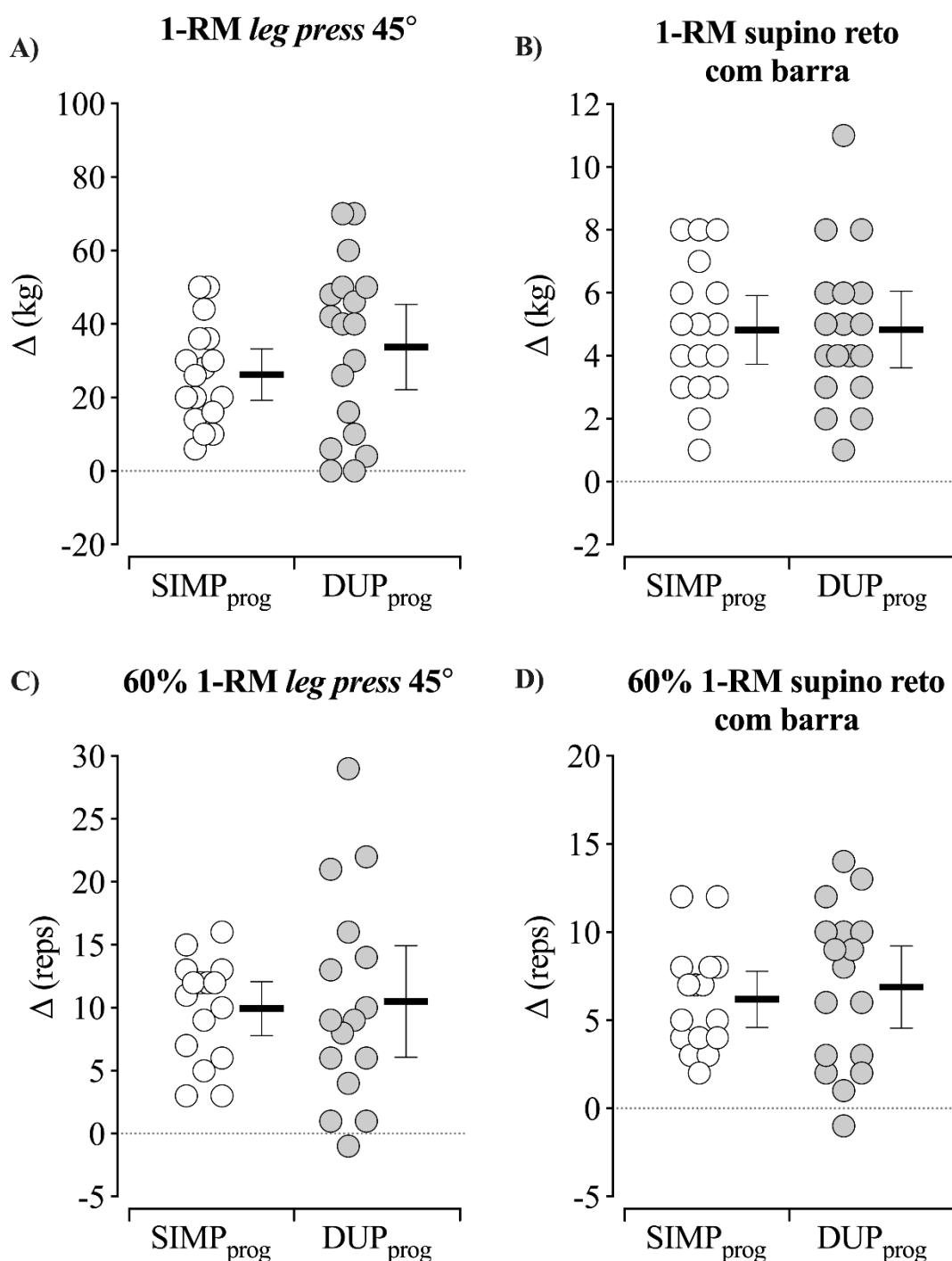


Figura 3 – Alterações absolutas (Δ) na força e resistência muscular pré e pós-experimento e comportamento individual entre os grupos (SIMP_{prog} vs. DUP_{prog}). SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla); 1-RM = uma repetição máxima. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas.

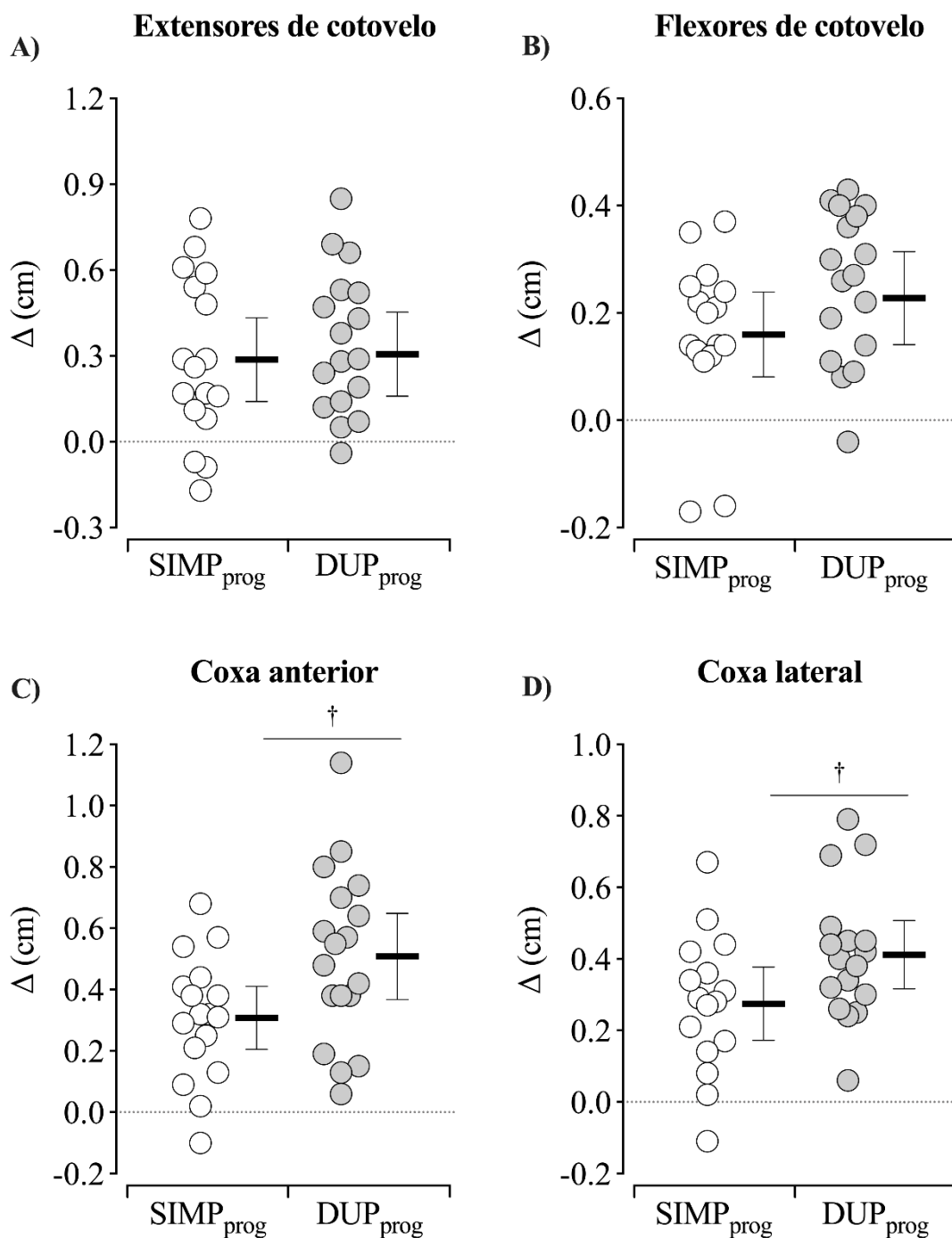
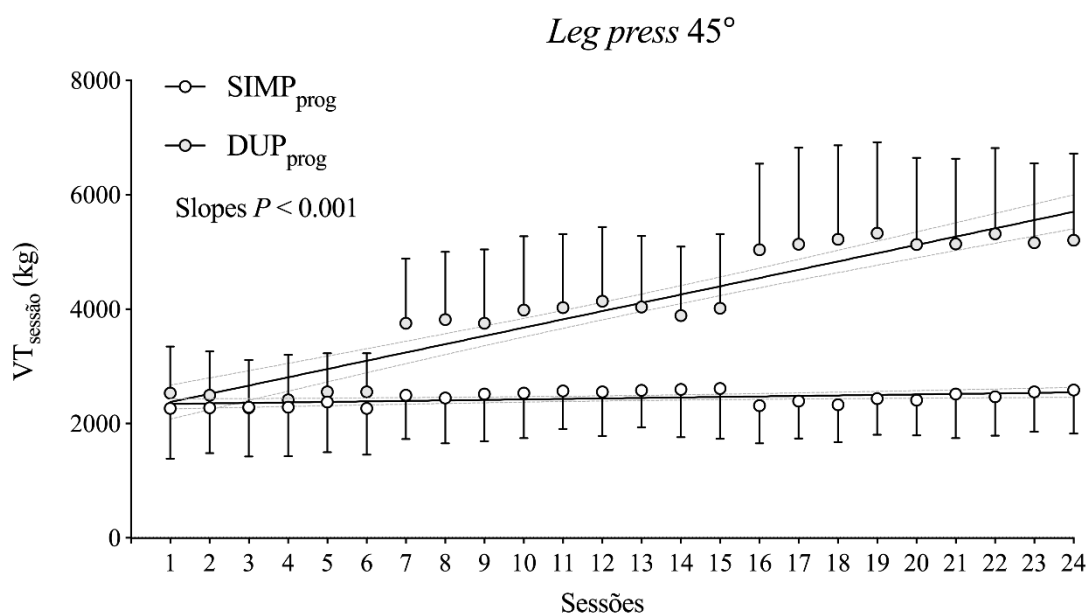


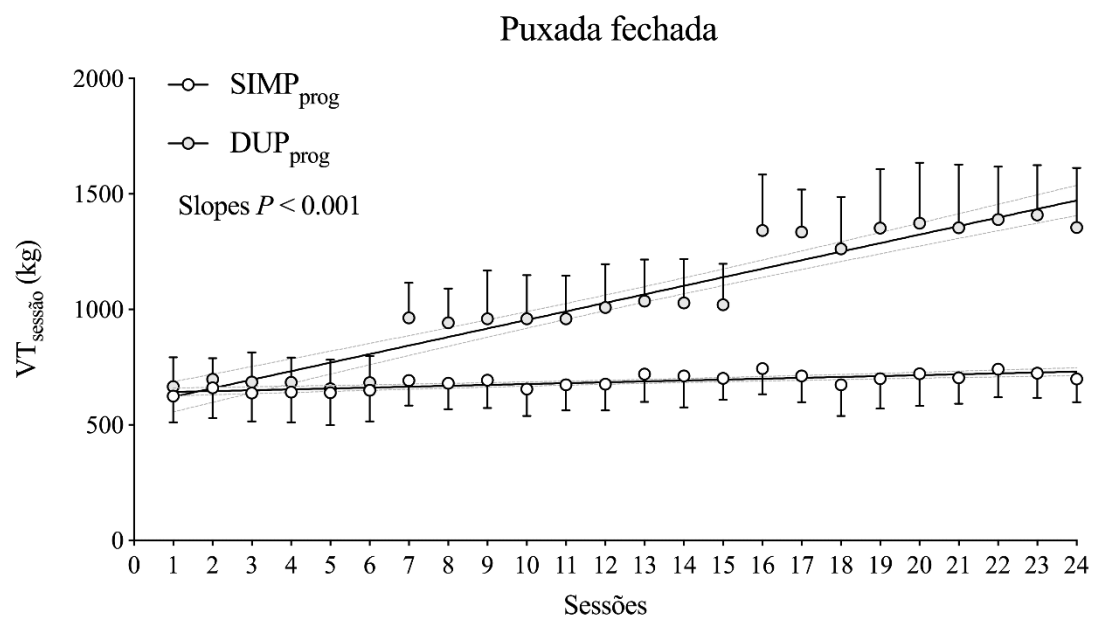
Figura 4 – Alterações absolutas (Δ) na espessura muscular do pré ao pós-experimento e comportamento individual entre os grupos (SIMP_{prog} vs. DUP_{prog}). SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla). † $P < 0,05$ vs. SIMP_{prog}.

O comportamento do $VT_{\text{sessão}}$ nos exercícios, entre os grupos, ($SIMP_{\text{prog}}$ vs. DUP_{prog}) ao longo das 24 sessões está apresentado na **Figura 5**. No que diz respeito ao VT_{prog} e ao VTT, o DUP_{prog} apresentou maiores valores quando comparado ao $SIMP_{\text{prog}}$, em todos os exercícios ($P < 0,05$). Mais especificamente, o VTT no grupo $SIMP_{\text{prog}}$ foi de 58.664,5 kg ($VT_{\text{prog}} = +19,9\%$; IC 95% = 7,5; 32,3%) e no DUP_{prog} foi de 97.037,8 kg ($VT_{\text{prog}} = +111,6\%$; IC 95% = 91,6; 131,7%) no *leg press* 45° (**Figura 5A**). Na puxada frente, o VTT do grupo $SIMP_{\text{prog}}$ foi de 16.486,0 kg ($VT_{\text{prog}} = +12,8\%$; IC 95% = 7,8; 17,9%), enquanto o do grupo DUP_{prog} foi de 25.162,8 kg ($VT_{\text{prog}} = +104,8\%$; IC 95% = 91,0; 118,6%) (**Figura 5B**). No exercício supino reto com barra, o $SIMP_{\text{prog}}$ somou 8.482,9 kg ($VT_{\text{prog}} = +22,0\%$; IC 95% = 10,7; 33,3%), ao passo que o DUP_{prog} somou 13.619,5 kg ($VT_{\text{prog}} = +120,7\%$; IC 95% = 107,5; 133,8%) (**Figura 5C**). Por fim, na cadeira extensora, o VTT do grupo $SIMP_{\text{prog}}$ foi de 30.382,0 kg ($VT_{\text{prog}} = +20,2\%$; IC 95% = 11,6; 28,9%) e o do grupo DUP_{prog} foi de 43.684,3 kg ($VT_{\text{prog}} = 121,9\%$; IC 95% = 106,8; 137,0%) (**Figura 5D**).

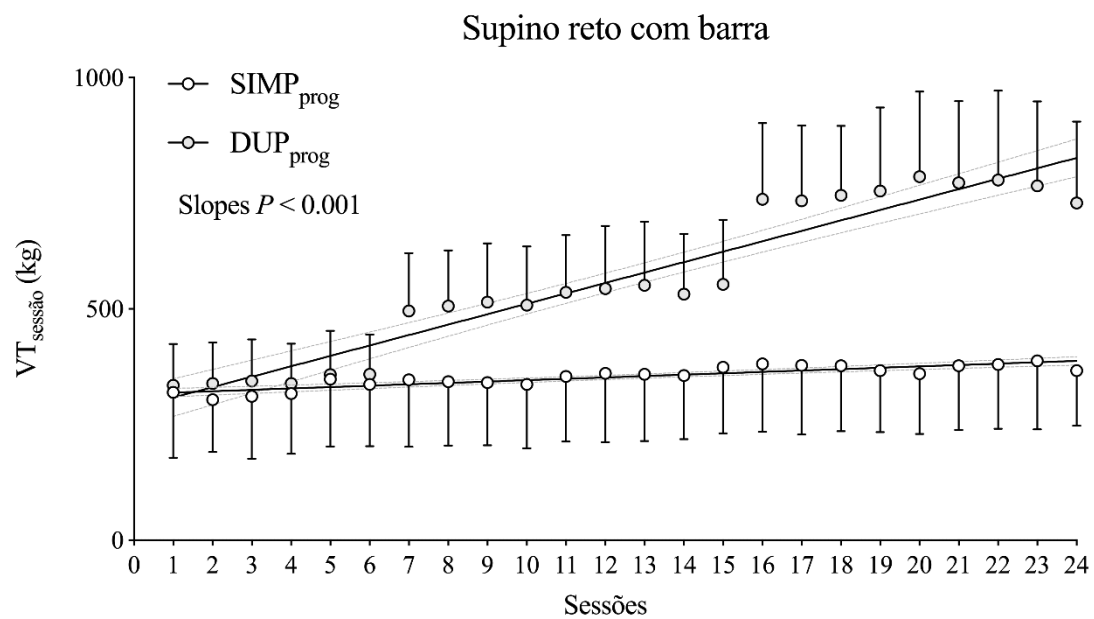
A)



B)



C)



D)

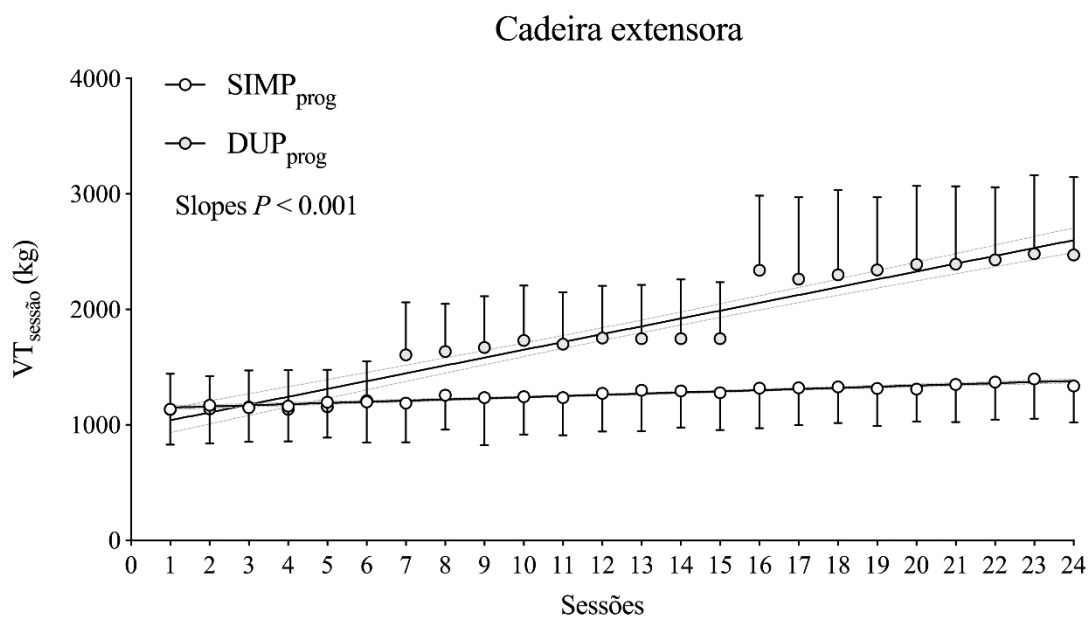


Figura 5 – Volume de treinamento em cada sessão ao longo das 24 sessões de TF, entre os grupos SIMP_{prog} e DUP_{prog} com os slopes (linha contínua) e IC 95%. SIMP_{prog} = grupo que progrediu o peso (progressão simples); DUP_{prog} = grupo que progrediu o peso e o número de séries (progressão dupla). VT_{sessão} = volume de treinamento nas sessões.

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de dois tipos de progressão no treinamento de força sobre a força, resistência e hipertrofia muscular em mulheres jovens destreinadas. O principal achado desta investigação foi que a progressão dupla, a partir do aumento do peso e do número de séries foi capaz de otimizar as respostas hipertróficas dos membros inferiores. Mais especificamente, o grupo DUP_{prog} apresentou maiores aumentos da espessura muscular da coxa anterior (reto femoral + vasto intermédio) e da coxa lateral (vasto lateral + vasto intermédio) quando comparado ao grupo SIMP_{prog}. Por outro lado, para as demais variáveis analisadas (teste de 1-RM e 60% 1-RM no *leg press* 45° e no supino reto com barra, espessura muscular dos extensores e flexores do cotovelo), ambos os grupos apresentaram aumentos significantes após oito semanas de TF, sem diferença entre eles. É importante ressaltar que ambos os grupos foram submetidos a mesma intensidade relativa (8-12 RM), intervalo de recuperação entre as séries (120-s), frequência semanal (três vezes por semana), ordem de execução e aos mesmos exercícios. Dessa forma, alterando, apenas, o número de séries ao longo da investigação. Nesse sentido, os resultados apresentados confirmam, parcialmente, nossa hipótese inicial de que ambos os grupos aumentariam a força e a resistência muscular de forma similar e o grupo DUP_{prog} apresentaria maiores aumentos da espessura muscular de todas as regiões analisadas.

Considerando que os estudos que analisaram diferentes modelos de progressão no TF sobre a hipertrofia muscular de membros inferiores testaram, apenas, a progressão do peso vs. progressão do volume por meio do aumento do número de repetições por série (NÓBREGA et al., 2023; PLOTKIN et al., 2022), qualquer comparação direta com a presente investigação torna-se indevida. Entretanto, algumas investigações que quantificaram o número prévio de séries realizado por grupo muscular revelaram que maiores respostas hipertróficas de membros inferiores foram observadas nos grupos (estudos de grupos em paralelos), indivíduos (análise individual) e/ou membros (estudos intra-sujeito) que progrediram o número de séries em relação ao número anterior (AUBE et al., 2022; BRIGATTO et al., 2022; SCARPELLI et al., 2022). Portanto, a estratégia de progressão adotada no presente estudo, está alinhada com as informações reportadas por esses estudos, uma vez que aplicamos um aumento progressivo de séries no grupo DUP_{prog} a partir da terceira semana. Dessa forma, é possível sugerir que a progressão do número de

séries em relação ao número prévio parece influenciar mais a hipertrofia muscular do que a quantidade de séries executadas por si.

No presente estudo a progressão de séries no grupo no grupo DUP_{prog} foi na ordem de +50% na semana 3 e de +33,3% na semana 6. Embora a mesma taxa de progressão de séries tenha sido aplicada em todos os exercícios do programa de TF, pautados nos resultados das medidas de espessura muscular, parece que essa taxa de progressão é mais efetiva para hipertrofia muscular dos membros inferiores do que para membros superiores. Portanto, nossos achados corroboram os resultados reportados por Brigatto et al. (2022) que encontraram efeito dose-resposta na espessura muscular do vasto lateral (32 séries > 24 séries > 16 séries), ao verificarem que as melhores respostas hipertróficas foram associadas a maiores taxas de progressão das séries ao longo do período de treinamento (24 séries = +50% e 32 séries = +68%).

No que diz respeito a hipertrofia muscular de membros superiores, o presente estudo não encontrou diferenças significantes entre os grupos após oito semanas de TF. Nesse sentido, podemos afirmar que a espessura muscular dos extensores e flexores do cotovelo parece experimentar aumentos semelhantes, independentemente do tipo de progressão que adotamos neste estudo (SIMP_{prog} ou DUP_{prog}). Esse comportamento pode ser explicado pela característica dos músculos que compõem os membros superiores, tais como o menor nível de ativação voluntária quando comparados aos músculos dos membros inferiores (e.g., bíceps braquial vs. quadríceps) (HUCTEAU et al., 2020). Além disso, alguns estudos apontam um limiar mais baixo no que diz respeito ao volume de séries para os membros superiores quando comparados aos membros inferiores nos desfechos de força (PAULSEN; MYKLESTAD; RAASTAD, 2003) e hipertrofia muscular (RØNNESTAD et al., 2007), em indivíduos destreinados. Por fim, esses músculos podem apresentar aumentos hipertróficos mesmo com a redução do número de séries (BRIGATTO et al., 2022). Esses achados, em conjunto, confirmam o baixo limiar de volume e de progressão necessários para o aumento da espessura muscular dos membros superiores, podendo inclusive apresentar aumentos mesmo com a redução do estímulo (redução do número de séries).

No que concerne as alterações observadas na força muscular, ambos os grupos apresentaram aumentos significantes do desempenho nos testes de 1-RM, tanto para membros inferiores quanto para os superiores, sem diferença entre eles. Ao realizar uma análise adicional dos dados, nós observamos que o tamanho do efeito da diferença média entre os grupos, no teste de 1RM no *leg press* 45° foi moderado e acima da MDD,

favorecendo ao grupo DUP_{prog.}. No entanto, os comportamentos dos IC 95% da DIF_{média}, bem como do TE cruzam o zero em ambas as medidas, sugerindo um potencial benefício da progressão do número de séries para a força muscular de membros inferiores, porém com um alto grau de incerteza. Dessa forma, esses resultados devem ser observados com cautela. Já para a força de membros superiores, esse comportamento não foi observado, uma vez que a DIF_{média} ficou abaixo da MDD e o TE foi trivial, mais uma vez demonstrando que os membros superiores parecem necessitar de uma menor dose e/ou menor ou nenhuma progressão do número de séries à curto prazo (oito semanas) para responder de forma ótima ao aumento da força muscular quando comparados aos membros inferiores (PAULSEN; MYKLESTAD; RAASTAD, 2003; RØNNESTAD et al., 2007).

Acerca da resistência muscular, ambos os grupos apresentaram aumentos do pré para o pós-intervenção. Similar às alterações nos testes de 1-RM, o desempenho nos testes de RM no *leg press* 45° e no supino reto com barra foi aumentado nos grupos, sem diferença entre eles. Esses achados indicam que para otimizar as respostas adaptativas, tais como a força e resistência muscular, a progressão dentro do programa de TF deve ser realizada de maneira diferente de quando o objetivo for otimizar as respostas hipertróficas, principalmente para os membros inferiores. Considerando que as respostas sobre a resistência muscular parecem receber maior influência da intensidade (SCHOENFELD et al., 2015) do que do número de séries (AUBE et al., 2022), é possível afirmar que ambos os grupos responderam de maneira semelhante devido à similaridade da zona de intensidade, a qual ambos foram submetidos ao longo da intervenção (8-12 RM). Além disso, a ausência de estudos que analisaram o efeito dos dois tipos de progressão testados na presente investigação sobre a resistência muscular, não nos permite qualquer inferência.

De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que analisou o efeito de dois tipos de progressão no TF [progressão simples (aumento do peso) vs. progressão dupla (aumento do peso e do número de séries)] sobre a força, resistência e hipertrofia muscular em mulheres jovens destreinadas. Além disso, o presente estudo apresenta outros aspectos importantes que merecem ser destacados. A supervisão individual, em todos os exercícios e sessões de TF, permitiu que a intensidade fosse mantida em um mesmo patamar ao longo das semanas de treinamento, com base em ajustes periódicos dos pesos sempre que necessário. Adicionalmente, a análise das imagens da espessura muscular foi obtida por dois avaliadores experientes nesse tipo de medida, sem a interferência dos valores de linha de base, o que reduz a chance de o erro técnico ter influenciado as respostas encontradas. Vale

destacar, ainda, que a organização de todas as variáveis de prescrição (escolha e ordem dos exercícios, número de séries e repetições, intervalo de recuperação e frequência semanal) foi baseada nas recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), considerando as características da população selecionada para o estudo (indivíduos destreinados). Um outro ponto importante no nosso estudo é que a frequência ao programa de TF foi superior a 85% e nenhuma participante incluída na análise se ausentou em três sessões consecutivas de treinamento, o que possibilitou a progressão contínua ao longo da investigação. Por fim, nos dois momentos do estudo, a força muscular dinâmica máxima foi avaliada em três sessões de testes de 1-RM, de modo que o registro final foi estabelecido com base em medidas mais estáveis (RIBEIRO et al., 2014). De forma similar, os hábitos nutricionais foram monitorados no início e no final das sessões de TF com o objetivo de acompanhar o comportamento alimentar das participantes e reduzir o possível impacto dessa variável, sobretudo, para a análise da hipertrofia muscular.

Apesar dos pontos fortes, nosso estudo tem algumas possíveis limitações que não devem ser desprezadas. Primeiro, os resultados da presente investigação foram obtidos em mulheres jovens destreinadas, logo a extrapolação dos nossos achados para outras populações, tais como, homens e idosos com diferentes experiências com TF (sem experiência prévia, treinados) não é recomendada. Além disso, os achados são suportados apenas para o período de treinamento de oito semanas e aos exercícios escolhidos. Considerando que diferentes períodos de TF e diferentes exercícios podem levar a resultados distintos, estudos futuros são necessários para testar estas hipóteses. Adicionalmente, a progressão no grupo SIMP_{prog} foi feita, apenas, pelo aumento do peso, enquanto no DUP_{prog} pela combinação do aumento do peso e do número de séries. Considerando que existem diversas formas (simples e combinadas) de progredir as variáveis de prescrição, estudos futuros que testem diferentes formas de progressão devem ser conduzidos. Por fim, o período de destreinamento das participantes foi relativamente curto (oito semanas). Isso pode ter influenciado na magnitude das respostas do presente estudo. No entanto, todas as participantes foram submetidas ao mesmo programa de treinamento prévio e na linha de base nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença significativa entre os grupos.

Do ponto de vista prático, os nossos resultados indicam que para indivíduos que desejam otimizar as respostas hipertróficas dos membros inferiores, progredir o peso e o número de séries ao longo do tempo parece ser uma estratégia mais eficiente e deve ser

levada em consideração para esse desfecho. Por outro lado, se o objetivo for otimizar a hipertrofia muscular de membros superiores, força e resistência muscular, ambas as estratégias apresentam resultados semelhantes. Nesse sentido, nossos achados podem auxiliar aos profissionais que atuam na área da prescrição do TF na escolha da melhor estratégia de progressão para indivíduos com características semelhantes aos da nossa investigação, ao longo de um período de oito semanas.

8 CONCLUSÃO

Os resultados da presente investigação sugerem que ambos os tipos de progressão no TF ($SIMP_{prog}$ e DUP_{prog}) apresentam resultados efetivamente similares para a hipertrofia muscular de membros superiores, força e resistência muscular de ambos os segmentos. No entanto, para hipertrofia muscular de membros inferiores, progredir o peso mais o número de séries parece ser mais eficiente quando comparado a progressão, apenas, do peso ao longo de oito semanas, em mulheres jovens destreinadas.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The Journal of Physiology**, v. 534, n. 2, p. 613–623, jul. 2001.
- ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 174–180, fev. 2000.
- AHTIAINEN, J. P. et al. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 6, p. 555–563, ago. 2003.
- ALEGRE, L. M. et al. Load-controlled moderate and high-intensity resistance training programs provoke similar strength gains in young women. **Muscle & Nerve**, v. 51, n. 1, p. 92–101, jan. 2015.
- AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1636–1642, jun. 2013.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, fev. 2002.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.
- AUBE, D. et al. Progressive resistance training volume: effects on muscle thickness, mass, and strength adaptations in resistance-trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 3, p. 600–607, mar. 2022.
- AVELAR, A. et al. Effects of order of resistance training exercises on muscle hypertrophy in young adult men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 44, n. 4, p. 420–424, abr. 2019.
- BACHERO-MENA, B.; MORAL-GONZÁLEZ, S. Resistance training in women. Em: **Resistance training methods**. Switzerland: Springer, 2021. p. 343–361.
- BARCELOS, C. et al. High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 8, p. 1077–1082, set. 2018.
- BAZ-VALLE, E.; FONTES-VILLALBA, M.; SANTOS-CONCEJERO, J. Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: a systematic review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 3, p. 870–878, mar. 2021.

- BOER, B. C. et al. Skeletal muscle mass and quality as risk factors for postoperative outcome after open colon resection for cancer. **International Journal of Colorectal Disease**, v. 31, n. 6, p. 1117–1124, jun. 2016.
- BRIGATTO, F. A. et al. High resistance-training volume enhances muscle thickness in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 1, p. 22–30, jan. 2022.
- BUCKNER, S. L. et al. Blood flow restriction does not augment low force contractions taken to or near task failure. **European Journal of Sport Science**, v. 20, n. 5, p. 650–659, jun. 2020.
- BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, dez. 2020.
- CADORE, E. L. et al. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**, v. 35, n. 3, p. 891–903, jun. 2013.
- CAMPOS, G. E. R. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, nov. 2002.
- CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 204–207, fev. 2007.
- CARNEIRO, M. A. S. et al. Effect of whole-body resistance training at different load intensities on circulating inflammatory biomarkers, body fat, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 46, n. 8, p. 925–933, ago. 2021.
- CARTEE, G. D. et al. Stimulation of glucose transport in skeletal muscle by hypoxia. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, n. 4, p. 1593–1600, abr. 1991.
- CAVALCANTE, E. F. et al. Resistance training for older women: do adaptive responses support the ACSM and NSCA position stands? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, ahead of print. abr. 2023.
- CESAR, M. DE C. et al. The effect of local muscle endurance training on cardiorespiratory capacity in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1637–1643, set. 2009.
- CLAUDINO, J. G. et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 4, n. 1, p. 11, fev. 2018.
- CORREA, C. S. et al. Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. **Age**, v. 35, n. 5, p. 1899–1904, out. 2013.

COSTA, B. D. V. et al. Does performing different resistance exercises for the same muscle group induce non-homogeneous hypertrophy? **International Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 9, p. 803–811, jul. 2021.

COSTA, B. D. V. et al. Does varying resistance exercises for the same muscle group promote greater strength gains? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 3032–3039, nov. 2022.

COSTELLO, J. T.; BIEUZEN, F.; BLEAKLEY, C. M. Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 8, p. 847–851, abr. 2014.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1008–1016, abr. 2020.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, n. 11 Suppl, p. S3-16, nov. 2002.

DIAS, R. M. R. et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, p. 34–38, fev. 2005.

DINIZ, R. C. R. et al. Does the muscle action duration induce different regional muscle hypertrophy in matched resistance training protocols? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 9, p. 2371–2380, set. 2022.

DINYER, T. K. et al. Low-load vs. high-load resistance training to failure on one repetition maximum strength and body composition in untrained women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 7, p. 1737–1744, jul. 2019.

EDWARDS, M. K.; LOPRINZI, P. D. Adequate muscular strength may help to reduce risk of residual-specific mortality: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 15, n. 5, p. 369–373, maio 2018.

FAIGENBAUM, A. D.; MILLIKEN, L. A.; WESTCOTT, W. L. Maximal strength testing in healthy children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 162–166, fev. 2003.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FLORES, D. F. et al. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3039–3044, nov. 2011.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, ago. 2019.

FRANCHI, M. V. et al. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 28, n. 3, p. 846–853, mar. 2018.

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, E. Body composition: assessment and clinical value. **Endocrinología Y Nutrición (English Edition)**, v. 60, n. 2, p. 69–75, fev. 2013.

GRGIC, J. et al. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, maio 2018.

GRGIC, J. et al. Test–retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 6, n. 1, p. 31, jul. 2020.

HENDRICKSON, N. R. et al. Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1197–1208, ago. 2010.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Assessing skeletal muscle mass: historical overview and state of the art. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 5, n. 1, p. 9–18, mar. 2014.

HILL, E. C. et al. Patterns of responses and time-course of changes in muscle size and strength during low-load blood flow restriction resistance training in women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 5, p. 1473–1485, maio 2021.

HOLLOWAY, J. B.; BAECHLE, T. R. Strength training for female athletes. A review of selected aspects. **Sports Medicine**, v. 9, n. 4, p. 216–228, abr. 1990.

HUBAL, M. J. et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 6, p. 964–972, jun. 2005.

HUCTEAU, E. et al. Is there an intermuscular relationship in voluntary activation capacities and contractile kinetics? **European Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 2, p. 513–526, fev. 2020.

ISRAETEL, M. et al. Mesocycle progression in hypertrophy: volume versus intensity. **Strength and Conditioning Journal**, v. 42, n. 5, p. 2–6, out. 2020.

JANSE DE JONGE, X.; THOMPSON, B.; HAN, A. Methodological recommendations for menstrual cycle research in sports and exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 12, p. 2610–2617, dez. 2019.

KAMBIC, T. et al. High-load and low-load resistance exercise in patients with coronary artery disease: feasibility and safety of a randomized controlled clinical trial. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 13, p. 3567, jun. 2022.

KASSIANO, W. et al. Does resistance training promote enough muscular strength increases to move weak older women to better strength categories? **Experimental Gerontology**, v. 149, p. 111322, 1 jul. 2021.

KRAEMER, W. J. et al. Understanding the science of resistance training: an evolutionary perspective. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2415–2435, dez. 2017.

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

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

LAUERSEN, J. B.; BERTELSEN, D. M.; ANDERSEN, L. B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 11, p. 871–877, jun. 2014.

LEMURA, L. M. et al. Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 5–6, p. 451–458, ago. 2000.

LONGO, A. R. et al. Volume load rather than resting interval influences muscle hypertrophy during high-intensity resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 6, p. 1554–1559, jun. 2022.

LOPEZ, P. et al. Resistance training load effects on muscle hypertrophy and strength gain: systematic review and network meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 6, p. 1206–1216, jun. 2021.

MAEO, S. et al. Greater hamstrings muscle hypertrophy but similar damage protection after training at long versus short muscle lengths. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 4, p. 825–837, abr. 2021.

MAESTRONI, L. et al. The benefits of strength training on musculoskeletal system health: practical applications for interdisciplinary care. **Sports Medicine**, v. 50, n. 8, p. 1431–1450, ago. 2020.

MATTOCKS, K. T. et al. Practicing the test produces strength equivalent to higher volume training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1945–1954, set. 2017.

METCALF, E.; HAGSTROM, A. D.; MARSHALL, P. W. Trained females exhibit less fatigability than trained males after a heavy knee extensor resistance exercise session. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 1, p. 181–190, jan. 2019.

MORAN, A. L. et al. Estradiol replacement reverses ovariectomy-induced muscle contractile and myosin dysfunction in mature female mice. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 4, p. 1387–1393, abr. 2007.

MOSTI, M. P. et al. Maximal strength training improves bone mineral density and neuromuscular performance in young adult women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2935–2945, out. 2014.

MRAZ, M.; HALUZIK, M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation. **The Journal of Endocrinology**, v. 222, n. 3, p. R113-127, set. 2014.

NARICI, M. Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 9, n. 2, p. 97–103, abr. 1999.

NASCIMENTO DE OLIVEIRA-JÚNIOR, G. et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy, but not strength in postmenopausal women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 5, p. 1216–1221, maio 2022.

NÓBREGA, S. R. et al. Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high- and low-intensities on muscle mass and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 1, p. 162–169, jan. 2018.

NÓBREGA, S. R. et al. Muscle hypertrophy is affected by volume load progression models. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 1, p. 62–67, jan. 2023.

NUNES, J. P. et al. What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 2, p. 149–157, fev. 2021.

NUNES, J. P. et al. Differential responsiveness for strength gain between limbs after resistance training in older women: impact on interlimb asymmetry reduction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 3209–3216, nov. 2022.

NUNES, P. R. P. et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. **Age**, v. 38, n. 2, p. 40, abr. 2016.

PARRY, S. M. et al. Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function. **Journal of Critical Care**, v. 30, n. 5, p. 1151.e9–14, out. 2015.

PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 115–120, fev. 2003.

PICOLI, C. DE C. et al. Resistance exercise training induces subcutaneous and visceral adipose tissue browning in Swiss mice. **Journal of Applied Physiology**, v. 129, n. 1, p. 66–74, jul. 2020.

PINTO, R. S. et al. Effect of range of motion on muscle strength and thickness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2140, ago. 2012.

PLOTKIN, D. et al. Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. **PeerJ**, v. 10, p. e14142, set. 2022.

PRESTES, J. et al. Strength and muscular adaptations after 6 weeks of rest-pause vs. traditional multiple-sets resistance training in trained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, p. S113–S121, jul. 2019.

RADAELLI, R. et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, maio 2015.

REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 1, p. 116–118, jan. 2004.

REN, Y. et al. Adipokines, hepatokines and myokines: focus on their role and molecular mechanisms in adipose tissue inflammation. **Frontiers in Endocrinology**, v. 13, p. 873699, jul. 2022.

RIBEIRO, A. S. et al. Reliability of one-repetition maximum test in untrained young adult men and women. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 22, n. 3, p. 175–182, jan. 2014.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. **Age**, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015.

ROBERTS, B. M. et al. Human neuromuscular aging: Sex differences revealed at the myocellular level. **Experimental Gerontology**, v. 106, p. 116–124, jun. 2018.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 38, n. 5, p. 743–762, set. 2018.

ROMERO-MORALEDA, B. et al. The influence of the menstrual cycle on muscle strength and power performance. **Journal of Human Kinetics**, v. 68, p. 123–133, ago. 2019.

RØNNESTAD, B. R. et al. Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 157–163, fev. 2007.

ROSHANRAVAN, B. et al. Association of muscle endurance, fatigability, and strength with functional limitation and mortality in the health aging and body composition study. **Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 72, n. 2, p. 284–291, fev. 2017.

SAEIDIFARD, F. et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 26, n. 15, p. 1647–1665, out. 2019.

SARWAR, R.; NICLOS, B. B.; RUTHERFORD, O. M. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. **The Journal of Physiology**, v. 493, n. Pt 1, p. 267–272, maio 1996.

SCARPELLI, M. C. et al. Muscle hypertrophy response is affected by previous resistance training volume in trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 4, p. 1153–1157, abr. 2022.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954–2963, out. 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of varied versus constant loading zones on muscular adaptations in trained men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 6, p. 442–447, jun. 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94–103, jan. 2019.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? a systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 11, p. 1286–1295, jun. 2019.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, jun. 2017.

SEITZ, L. B. et al. Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 1693–1702, dez. 2014.

SIDDIQUE, U. et al. Determining the sites of neural adaptations to resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 6, p. 1107–1128, jun. 2020.

SIMS, S. T. et al. Endogenous and exogenous female sex hormones and renal electrolyte handling: effects of an acute sodium load on plasma volume at rest. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 1, p. 121–127, jul. 2008.

ŠKARABOT, J. et al. The knowns and unknowns of neural adaptations to resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 3, p. 675–685, mar. 2021.

STACHENFELD, N. S.; TAYLOR, H. S. Effects of estrogen and progesterone administration on extracellular fluid. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 3, p. 1011–1018, mar. 2004.

STACHENFELD, N. S.; TAYLOR, H. S. Progesterone increases plasma volume independent of estradiol. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 6, p. 1991–1997, jun. 2005.

STARON, R. S. et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, n. 3, p. 1247–1255, mar. 1994.

STONE, M. H. POSITION STATEMENT: explosive exercise and training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 15, n. 3, p. 7–15, jun. 1993.

STØREN, O. et al. Maximal strength training improves running economy in distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 6, p. 1087–1092, jun. 2008.

STRASSER, B.; PESTA, D. Resistance training for diabetes prevention and therapy: experimental findings and molecular mechanisms. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 805217, dez. 2013.

SUCHOMEL, T. J. et al. The importance of muscular strength: training considerations. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 765–785, abr. 2018.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419–1449, out. 2016.

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308–314, fev. 2002.

TAVARES, L. D. et al. Effects of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 665–672, jul. 2017.

THOMPSON, B. M. et al. The effect of the menstrual cycle and oral contraceptive cycle on muscle performance and perceptual measures. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 20, p. 10565, out. 2021.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, ago. 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela das alterações da força e espessura muscular pré e após oito semanas de destreino.

Tabela 1. Alterações neuromusculares pré e pós oito semanas de destreino

	Pré-destreino	Pós-destreino	DIF_{média} (IC 95%)
1-RM (kg)			
<i>leg press</i> 45°	156,0 ± 32,3	130,7 ± 45,4*	-22,6 (-29,9; -15,3)
supino reto com barra	39,5 ± 3,8	30,6 ± 7,2*	-8,5 (-9,7; -7,3)
Espessura muscular (cm)			
Extensores do cotovelo	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,5*	-0,1 (-0,26; -0,04)
Flexores do cotovelo	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,3	-0,04 (-0,08; 0,002)
Coxa anterior	4,1 ± 0,5	4,0 ± 0,8*	-0,2 (-0,3; -0,1)
Coxa lateral	4,1 ± 0,4	4,1 ± 0,7*	-0,1 (-0,17; -0,04)

Nota. DIF_{média} = diferença média entre os momentos. 1-RM = uma repetição máxima. * $P < 0,05$ vs. pré-destreino. Os dados estão apresentados como média, desvio padrão e intervalo de confiança 95% (IC 95%).

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido.

Universidade Estadual de Londrina

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UEL

CEP/ UEL 6057970 LONDRINA- PR- BRASIL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para participar como voluntária da pesquisa “EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM MULHERES JOVENS DESTREINADAS”, a qual está sob a responsabilidade da pesquisadora Bruna Daniella de Vasconcelos Costa cujo laboratório está localizado na rodovia Celso Garcia Cid, km 380, Londrina - CEP 86057970, Centro de Educação Física e Esportes (CEFE), UEL, telefones (81) 995047010, e-mail: daniellavascosta@hotmail.com. Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que você esteja bem esclarecida sobre tudo que está respondendo. Após serem elucidadas as informações e caso aceite fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizada de forma alguma. Também garantimos que você tenha o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: o objetivo do presente estudo é analisar o efeito de diferentes modelos de progressão no treinamento de força (musculação) sobre variáveis neuromusculares (força e resistência muscular) e morfológicas (hipertrofia muscular) em mulheres jovens. Trata-se de uma investigação científica, a ser desenvolvida com jovens adultas do sexo feminino, que esteja, no mínimo dois meses sem praticar musculação.

Todas serão submetidas a oito semanas de treinamento de força, com a frequência de três vezes semanais, em dias não consecutivos, totalizando 24 sessões. O período pré-

experimental será composto por 5 visitas. A visita 1 será composta pela familiarização do teste de uma repetição máxima (1RM). Nas visitas 2 e 3, o teste de 1RM será replicado para garantir a reprodutibilidade. A visita 4 será composta por: avaliação antropométrica (peso, estatura e circunferências) e da Bioimpedância (composição corporal). Na visita 5 será feita a avaliação morfológica (análise da espessura muscular) por meio do ultrassom. Em seguida, todas serão divididas em 3 grupos: (1) progressão da carga (i.e., peso) e manutenção das repetições (CAR), (2) progressão do número de repetições e manutenção do peso (REPS) e (3) progressão do número de séries e manutenção das repetições (VOL). Todos os grupos serão submetidos a um programa de treino para o corpo todo nos seguintes exercícios: *leg press* 45°, puxada fechada, cadeira flexora, supino reto com barra e cadeira extensora. Inicialmente, todos os grupos realizarão duas séries de oito a 12 repetições em cada exercício, com intervalo de 120-s. O CAR realizará esse programa de TF ao longo de toda investigação, o REPS irá progredir as repetições e o VOL progredirá para três séries na Semana 3 e para quatro na Semana 6. Ao final do período experimental, todas serão submetidas às reavaliações. Os testes de força (1-RM) e o programa de treinamento serão feitos na sala de musculação cedida pelo Centro de Educação Física e Esportes (CEFE) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e as avaliações antropométricas, a bioimpedância e a avaliação morfológica serão realizadas no laboratório localizado na rodovia Celso Garcia Cid, km 380, Londrina - CEP 86057970, CEFE / UEL

Você será esclarecida sobre o estudo em qualquer aspecto que desejarem e estarão livres para participarem ou se recusarem a participar. Poderão retirar seus consentimentos ou interromperem a participação a qualquer momento. Esse estudo apresenta riscos mínimos inerentes ao exercício físico, tais como dor muscular de início tardio entre 24 e 48 h após as primeiras sessões de treinamento. No entanto, esse fenômeno tende a cessar ao longo das primeiras semanas, uma vez que a dor muscular se trata de uma resposta à realização de uma atividade não habitual. Além disso, esse risco é ainda mais atenuado devido ao acompanhamento individualizado que cada participante receberá durante todas as sessões. Profissionais de Educação Física experientes acompanharão cada participante para monitorar e controlar o estresse empregado em cada sessão. Caso seja necessário, os pesquisadores serão responsáveis por todo procedimento de auxílio médico. Tais procedimentos não acarretarão ônus ao SUS – Sistema Único de Saúde; os custos serão totalmente arcados pelo pesquisador responsável. A respeito dos benefícios, o presente estudo poderá fornecer orientações e esclarecimento de dúvidas sobre qual estratégia de

treino será mais bem adotada, com o objetivo de otimizar os ganhos de força, hipertrofia e resistência muscular. Em adição, você terá acesso a todos os seus resultados nas avaliações. Caso haja diferença na magnitude das adaptações entre os grupos, as participantes do grupo que apresentar melhoras de menor magnitude terão oportunidade de, no semestre seguinte, experienciar a condição que promoveu melhores benefícios. Os resultados do estudo poderão se tornar públicos diante de uma possível publicação em artigos científicos. No entanto, o pesquisador irá tratar a identidade da participante com padrões profissionais de sigilo. O nome dele ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

As informações desta pesquisa serão secretas e serão divulgadas apenas em eventos ou artigos científicos, não havendo identificação das voluntárias, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, ficarão arquivados em um computador, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de 5 anos. Você não pagará nada para participar desta pesquisa. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos desta universidade, localizado no LABESC - Laboratório Escola de Pós-Graduação - sala 14. Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina- Pr - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, e-mail: cep268@uel.br

Bruna Daniella de Vasconcelos Costa

CPF: 08143266419

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIA

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM MULHERES JOVENS DESTREINADAS”, como voluntária. Fui devidamente informada e esclarecida pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos

nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento).

Local e Data: _____

Assinatura da Participante: _____

Testemunhas 1: Nome: _____

Assinatura: _____

Testemunhas 2: Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICE E – Diário alimentar

Nome: _____

Data: ____/____/____

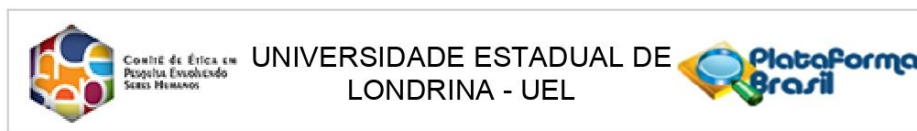
Dia da semana do Diário: TER QUI SÁB

REFEIÇÃO E O HORARIO	Alimentos, bebidas e/ou preparações	Quantidades (gramas ou medida caseira)
Café da manhã Horário: _____		
Lanche da manhã Horário: _____		
Almoço Horário: _____		
Lanche tarde Horário: _____		
Jantar Horário: _____		
Ceia Horário: _____		

Água: _____

ANEXOS

ANEXO A – Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa com seres humanos.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A FORÇA, HIPERTROFIA E RESISTÊNCIA MUSCULAR EM MULHERES JOVENS DESTREINADAS

Pesquisador: Bruna Daniella de Vasconcelos Costa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65112222.0.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.862.676

Apresentação do Projeto:

INTRODUÇÃO: A aplicação do princípio da sobrecarga progressiva no treinamento de força (TF) é de fundamental importância, sobretudo, para otimizar as adaptações musculares (força, hipertrofia e resistência muscular). Entretanto, o estabelecimento da estratégia de progressão mais adequada tem sido um desafio para a literatura. **OBJETIVO:** Comparar o efeito de três modelos de progressões no TF sobre a força, hipertrofia e resistência muscular em mulheres jovens. **MÉTODOS:** Sessenta e seis mulheres destreinadas, com idade entre 18 e 35 anos serão recrutadas e alocadas de maneira aleatória em um dos três grupos, a saber: (1) progressão da carga (i.e., peso) e manutenção do intervalo de repetições (CAR), (2) progressão do número de repetições e a carga constante (REPS) e (3) progressão do número de séries e manutenção do intervalo de repetições (VOL). Todos os grupos serão submetidos a um programa de treino para o corpo todo, em uma frequência semanal de três vezes, ao longo de oito semanas, nos seguintes exercícios: leg press 45°, puxada fechada, cadeira flexora, supino reto barra e cadeira extensora. Inicialmente, todos os grupos realizarão duas séries de oito a 12 repetições em cada exercício, com intervalo de 120-s. O CAR realizará esse programa de TF ao longo de toda investigação, o REPS irá progredir as repetições e o VOL progredirá para três séries na Semana 3 e para quatro na Semana 6. A força e a resistência muscular serão avaliadas por meio do teste de uma repetição máxima (1 RM) e de repetições máximas (RM), respectivamente, nos exercícios de leg press 45° e supino reto barra. A

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

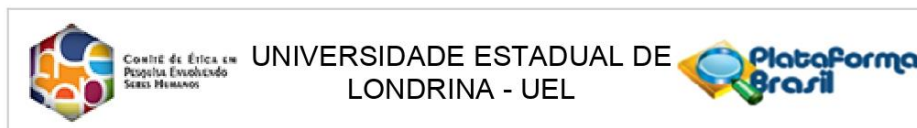
CEP: 86.057-970

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

hipertrofia muscular será analisada por meio da espessura muscular dos músculos da coxa anterior (vasto intermédio e reto femoral) e lateral (vasto intermédio e vasto lateral), flexores (bíceps braquial e braquial) e extensores do cotovelo (cabeça longa do tríceps). RESULTADOS ESPERADOS: (1) O grupo CAR poderá experienciar maior aumento da força muscular, devido a progressão da intensidade por meio da carga; (2) o grupo REPS poderá apresentar maiores aumentos da resistência muscular, devido ao aumento do número de repetições realizados por série ao longo do estudo; (3) O grupo VAR poderá experienciar maiores aumentos da espessura muscular, principalmente dos membros inferiores, uma vez que o aumento do volume de séries parece ter uma relação de dose-resposta com a hipertrofia muscular. Além disso, os membros inferiores apresentam uma maior necessidade de estímulo no que concerne à otimização das adaptações musculares quando comparados aos membros superiores.

Critério de Inclusão:

a) Ter entre 18 e 35 anos e ser do sexo feminino; b) ter experiência prévia com o TF, porém estar sem praticar essa modalidade por no mínimo 8 semanas; c) não fazer uso de recursos ergogênicos nutricionais que possam influenciar nos resultados do estudo, como suplementos à base de creatina e proteína; d) não apresentar lesão musculoesquelética que possa impedir a realização dos testes de força e dos exercícios propostos no programa de TF; e) não realizar outro tipo de exercício físico de forma sistemática (ex.: mais de uma vez por semana) ao longo de toda intervenção.

Critério de Exclusão:

Serão excluídas as participantes que apresentarem frequência menor que 85% nas sessões de TF e/ou que não estiver presente em três sessões consecutivas.

Objetivo da Pesquisa:

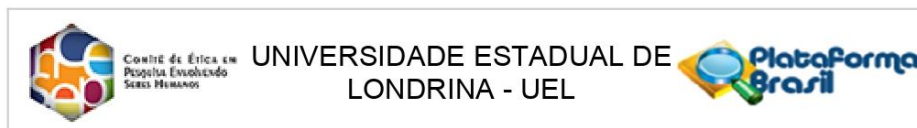
Objetivo Primário:

Comparar o efeito de três modelos de progressões no treinamento de força sobre a força, hipertrofia e resistência muscular em mulheres jovens destreinadas.

Objetivo Secundário:

Comparar o efeito de três modelos de progressões no treinamento de força no desempenho do teste de uma repetição máxima; Comparar o efeito de três modelos de progressões no treinamento de força na espessura dos músculos de membros superiores e inferiores; Verificar se existe diferença na progressão do volume de carga ao progredir a carga, as repetições e o volume de séries no treinamento de força; Analisar a relação entre a progressão relativa e as adaptações

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 86.057-970
UF: PR **Município:** LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

musculares (força, resistência e hipertrofia muscular) ao longo das sessões de treino.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Esse estudo apresenta riscos mínimos inerentes ao exercício físico, tais como dor muscular de início tardio entre 24 e 48 h após as primeiras sessões de treinamento. No entanto, esse fenômeno tende a cessar ao longo das primeiras semanas, uma vez que a dor muscular se trata de uma resposta aguda à realização de uma atividade não habitual. Além disso, esse risco é ainda mais atenuado devido ao acompanhamento individualizado que cada participante receberá durante todas as sessões. Profissionais de Educação Física experientes acompanharão cada participante para monitorar e controlar o estresse empregado em cada sessão, com o objetivo de minimizar esses incômodos/desconfortos provenientes da prática do treinamento de força. Por fim, nós nos responsabilizaremos por qualquer intercorrência causada direta ou indiretamente pela condução do estudo.

Benefícios:

No que diz respeito aos benefícios, diversas investigações têm demonstrado a importância desta modalidade de exercício físico sobre parâmetros relacionados à saúde, tais como melhora da saúde cardiovascular e do perfil lipídico, melhora da função física, revertendo os fatores do envelhecimento, redução da resistência à insulina, entre outros. Além disso, a prática desta modalidade é considerada fundamental quando os desfechos almejados são aumento da força, resistência e da massa muscular. Por fim, será possível orientar e esclarecer sobre uma melhor estratégia de progressão dentro desta modalidade. As participantes terão acesso a todas as avaliações realizadas ao longo da investigação. Caso haja diferença na magnitude das respostas entre os modelos de progressão, as participantes do grupo que apresentar respostas em menor magnitude poderão experimentar a condição que promoveu melhores benefícios nas variáveis de desfecho (i.e., força, resistência e hipertrofia muscular)

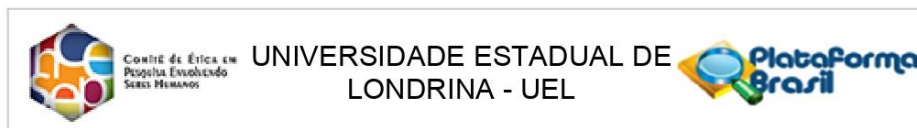
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa obviamente é relevante, na medida em que pretende otimizar a estratégia de progressão de treinamento de força (TF). Além disso, o desenho do estudo está bem claro e os procedimentos metodológicos, bem objetivos. Isso reforça o caráter profissional das pesquisas em educação física da Universidade Estadual de Londrina – UEL.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1) Folha de rosto

Endereço: LABESC - Sala 14	
Bairro: Campus Universitário	CEP: 86.057-970
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

As áreas estão preenchidas corretamente, com exceção do campo "13. CNPJ:". É preciso providenciar.

2) Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)

2.1) O texto está na forma de convite e, de modo geral, a redação está clara com linguagem apropriada.

2.2) O termo informa o título, os objetivos e o nome do responsável pelo estudo. Contudo, embora declare inicialmente o endereço do laboratório da pesquisadora, o documento não informa que os experimentos serão efetivamente realizados nesse laboratório.

Nesta última versão, as informações solicitadas foram inseridas no documento. (Pendência 2 atendida)

2.3) O texto detalha todos os procedimentos do estudo, inclusive como os grupos serão formados.

2.4) A parte da redação referente aos "benefícios" está confusa: A pesquisadora inicia a sentença subordinando orações, e esquece de explicitar oração principal.

Nesta última versão, a oração foi reestruturada de modo a deixar o texto mais inteligível. (Pendência 3 atendida)

2.5) Informa os riscos, que são mínimos, bem como as medidas de mitigação deles:

"Profissionais de Educação Física experientes acompanharão cada participante para monitorar e controlar o estresse empregado em cada sessão. Caso seja necessário, os pesquisadores serão responsáveis por todo procedimento de auxílio médico." (Recomendação 2 atendida)

Obs.: Tais procedimentos não poderão acarretar ônus ao SUS – Sistema Único de Saúde; devendo os custos ser totalmente arcados pelo estudo.

Nesta última versão, a pesquisadora inseriu, nos documentos ("TCLE", "Brochura" e "Projeto Detalhado"), o esclarecimento de que qualquer custo de saúde decorrente do estudo será de sua inteira responsabilidade, de maneira a não onerar o SUS – Sistema Único de Saúde.

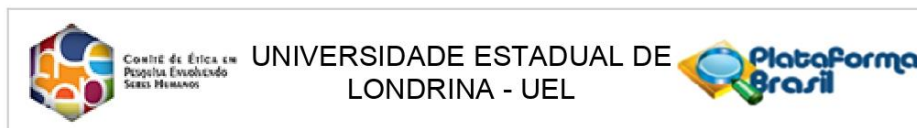
2.6) O documento garante a plena liberdade do participante em fazer parte da pesquisa, podendo o mesmo retirar seu consentimento sem quaisquer penalidades.

2.7) Há também, textualmente, a garantia do sigilo da identidade na divulgação pública dos resultados; o que é reforçado no "Termo de compromisso e confidencialidade".

2.8) O texto traz explicitamente a garantia de que a pesquisadora ressarcirá os participantes por possíveis danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

2.9) A pesquisadora informa seus dados para contato (e-mail e telefone), mas não os do CEP-Uel, que precisa ser informado neste documento.

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 86.057-970
UF: PR **Município:** LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

Como requerido em parecer prévio, a pesquisadora informou os dados solicitados. (Pendência 4 atendida)
2.9) Há a informação de que o TCLE será em duas vias, sendo uma entregue ao participante e a outra que ficará com pesquisadora.

3) Projeto de pesquisa completo

Redação clara e informativa; inclusive com "Revisão da literatura" bem adiantada. Todas as etapas de um projeto são satisfeitas (Problema, objetivos, hipóteses, resultados esperados, metodologia, bibliografia e cronograma). Especialmente no caso da metodologia, a descrição da linha de base, das variáveis dependentes e explanatórias e das métricas a serem empregadas está muito bem detalhada; evidenciando o alto grau de rigor científico experimental.

4) Declaração de autorização da instituição coparticipante

Não se aplica, pois o estudo será realizado unicamente nas dependências do CEFE-Uel: A Sala de musculação do Centro de Educação Física e Esportes da Universidade Estadual de Londrina e o Laboratório do Grupo de estudo e pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE).

5) Instrumento de coleta de dados

(1) Testes de avaliação usados na linha de base e após o protocolo de TF.

(a) A massa corporal (M_c) será determinada em uma balança eletrônica.

(b) A estatura (E) será mensurada por meio de um estadiômetro acoplado à balança, com precisão de 0,1 cm.

(c) A resistência (R), reatância (X_c), água intracelular (AIC) e extracelular (AEC) e a água corporal total (ACT) serão estimadas por meio de uma bioimpedância espectral:

"Todas as participantes serão orientadas a remover todos os objetos que contenham metal e em seguida permanecerão em repouso por 10-min em decúbito dorsal, com as pernas afastadas a 45°, isoladas de qualquer condutor elétrico. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos serão posicionados na mão direita (um na altura do punho e outro em cima do quarto metacarpo), e outros dois no pé direito (um na altura do tornozelo e outro acima do quarto metatarso)".

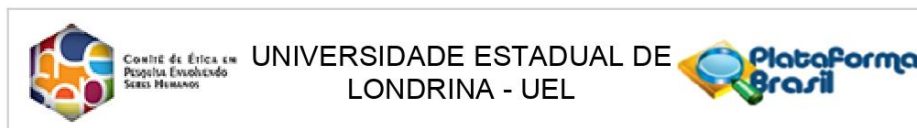
(c.1) Orientações para evitar fatores confundidores:

"(a) absterem-se da ingestão de alimentos e bebidas por, no mínimo, quatro horas;

(b) urinarem 30-min antes do início da avaliação;

(c) evitarem qualquer prática de atividades físicas vigorosas nas 48h prévias às medidas;

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 86.057-970
UF: PR **Município:** LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

(d) evitem o uso de diuréticos nos sete dias que antecederão a avaliação e

(e) evitem o consumo de bebidas alcoólicas por pelo menos 24h.”

(d) Força muscular:

“Todas as participantes serão submetidas a três sessões do teste de uma repetição máxima (1-RM) na linha de base e duas sessões após a intervenção, nos exercícios de leg press 45° e supino reto com barra, para avaliar a força máxima dinâmica do segmento inferior e superior do corpo[...] O 1-RM será registrado como a maior carga levantada dentre as três tentativas ao longo dos três dias”.

(e) Resistência muscular (RM):

“Todas as participantes serão orientadas a realizar uma série com o máximo de repetições possíveis até que a falha muscular seja atingida”. “A RM será mensurada com um intervalo de 48h após o último dia do teste de 1-RM nos mesmos exercícios (leg press 45° e supino reto barra), com uma carga correspondente a 60% 1-RM inicial”.

(c) Espessura muscular:

“A espessura muscular será analisada por meio de um aparelho de ultrassom portátil modo-B (modelo FP 104, Ultrassom, Figlabs, SP, Brasil), com uma sonda de matriz linear eletrônica de frequência de onda de 7,5 MHz. Um gel à base de água (gel condutor, RMC, SP, Brasil) será utilizado para promover o contato acústico entre a pele e o transdutor”.

(d) Hábitos alimentares:

“As participantes serão instruídas por profissionais da área da nutrição a preencherem um diário alimentar em três dias não consecutivos [...], na primeira e na última semana do programa de TF. Todas as participantes receberão instruções a respeito das porções, modo de preparo e quantidade dos alimentos, utilizando medidas caseiras e/ou gramas”.

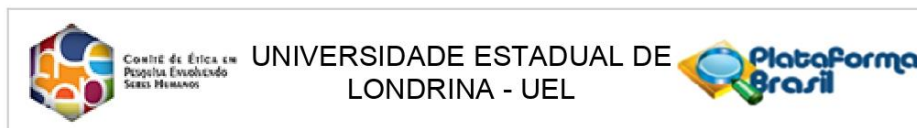
O nome e o documento dos membros da equipe foram incluídos no “PB_Informações_Básicas...” , como solicitado em parecer prévio. (Recomendação 1 atendida)

6) Orçamento e Financiamento

Prevê uma despesa de custeio no valor de R\$ 347,50, a qual será financiada pela própria pesquisadora.

Havíamos solicitado, em parecer prévio, que a pesquisadora inserisse o custo de transporte com as participantes da pesquisa. Em Carta-resposta, ela nos informa que não haverá necessidade de prever tal custo, uma vez que as participantes, por serem alunas de graduação e pós-graduação da UEL, já estarão na instituição, desenvolvendo suas atividades rotineiras, quando forem

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 86.057-970
UF: PR **Município:** LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

participar do estudo (Pendência 6 atendida):

"Gostaria de esclarecer que a amostra recrutada será composta por alunas de graduação e pós-graduação da Universidade Estadual de Londrina. Nesse sentido, para chegar até o local onde será realizado o estudo, as participantes não necessitarão se deslocar por meio de um transporte, uma vez que todas já estarão na UEL para desenvolvimento de suas atividades rotineiras. Dessa forma, não será necessário o custeio do transporte das participantes".

7) Cronograma de execução da pesquisa

Discrimina no "PB_Informações_Básicas..." as etapas da pesquisa, o início da coleta de dados com início em 23/03/2023. Os prazos entre as etapas são bem razoáveis e exequíveis. O cronograma do "Projeto detalhado", conquanto não detalhe as datas, é coerente com o declarado no "PB".

8) Termo de Sigilo e Confidencialidade

A pesquisadora se compromete a preservar a privacidade dos dados coletados e disponibilizados para a pesquisa; tal que os dados serão acessados exclusivamente pela equipe de pesquisadores e as informações utilizadas única e exclusivamente para execução do estudo. Ela também garante que os dados somente serão divulgados de forma anônima; e armazenados em arquivos dos discos rígidos das salas do grupo de pesquisa na UEL e sob sua responsabilidade. Após cinco anos, os dados serão apagados (arquivos salvos nos discos rígidos) ou incinerados (arquivos em papel).

O documento está assinado pela pesquisadora responsável.

Recomendações:

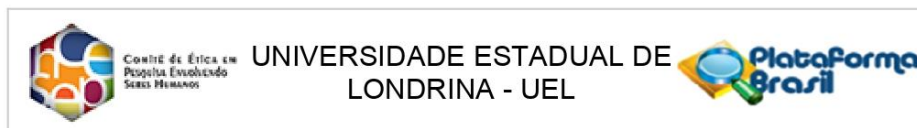
Solicitamos atenção especial a seguinte Recomendação:

Pelo fato de o recrutamento ser online (Facebook, WhatsApp etc.), solicitamos que a Carta Circular 2021 (a qual rege sobre o uso de dados em ambiente virtual) seja consultada; O convite para participação da pesquisa não pode ser realizado por grupos ou coletivamente e sim individualmente, para que seja respeitado o sigilo dos participantes, ainda que o formulário online (Google Forms) que os participantes preencherão deve ser baixado no computador da pesquisadora e não armazenado em nuvem, de modo a atender aos requisitos da Carta Circular da CONEP e a garantir a segurança e sigilo dos dados obtidos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendência 2:

Endereço: LABESC - Sala 14	
Bairro: Campus Universitário	CEP: 86.057-970
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

Informar no TCLE, na seção "Informações sobre a pesquisa", que os experimentos serão realizados no laboratório do Centro de Educação Física e Esportes (CEFE), localizado na rodovia Celso Garcia Cid, km 380, Londrina - CEP 86057970.

Situação: PENDÊNCIA ATENDIDA

Pendência 3:

Cadê a oração principal desta sentença do TCLE?

"[...] A respeito dos benefícios, no que concerne em orientações e esclarecimento de dúvidas sobre qual estratégia de treino será mais bem adotada, com o objetivo de otimizar os ganhos de força, hipertrofia e resistência musculares. [...]"

Situação: PENDÊNCIA ATENDIDA

Pendência 4:

Completar no TCLE as informações do CEP-UEL:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - CEP/UEL, LABESC - Laboratório Escola de Pós-Graduação - sala 14. Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina- Pr - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, e-mail: cep268@uel.br

Situação: PENDÊNCIA ATENDIDA

Pendência 5:

Rubricar e numerar as folhas do TCLE.

Situação: PENDÊNCIA ATENDIDA

Pendência 6:

Considerar os custos de transporte dos participantes, uma vez que o estudo será realizado no campus da UEL.

Situação: PENDÊNCIA ATENDIDA

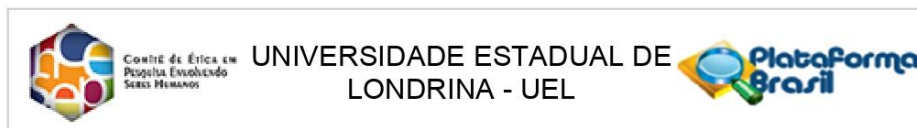
Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2049873.pdf	26/12/2022 18:58:16		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	26/12/2022 18:57:29	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	26/12/2022 18:57:14	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	26/12/2022 18:56:46	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP.pdf	16/12/2022 11:52:01	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	16/12/2022 11:51:49	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
Brochura Pesquisa	Brochura.pdf	16/12/2022 11:51:31	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

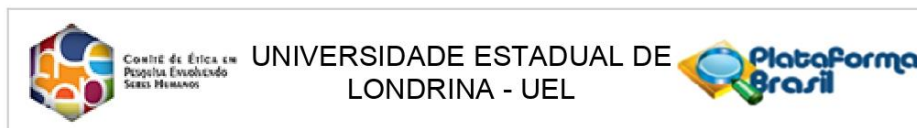
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 5.862.676

Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_CONFIDENCIALIDADE.pdf	11/11/2022 15:06:51	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	11/11/2022 14:58:07	Bruna Daniella de Vasconcelos Costa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 24 de Janeiro de 2023

Assinado por:

**Adriana Lourenço Soares Russo
(Coordenador(a))**

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR **Município:** LONDRINA **CEP:** 86.057-970
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br