

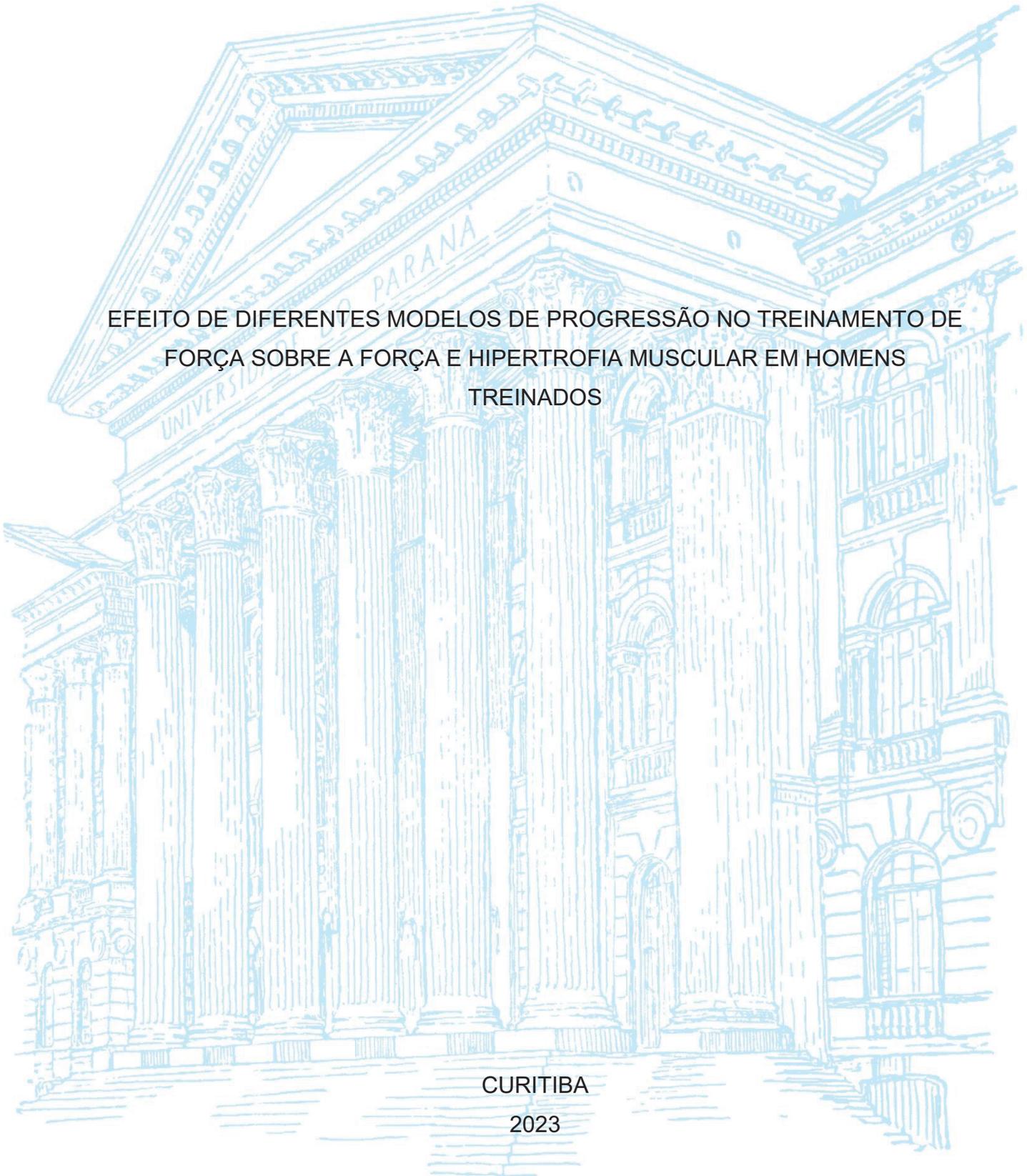
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALYSSON AFONSO NADALIN ENES

EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE
FORÇA SOBRE A FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS
TREINADOS

CURITIBA

2023



ALYSSON AFONSO NADALIN ENES

EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE
FORÇA SOBRE A FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS
TREINADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Enes, Alysson Afonso Nadalin

Efeito de diferentes modelos de progressão no treinamento de força sobre a força e hipertrofia muscular em homens treinados / Alysson Afonso Nadalin Enes. – Curitiba, 2023.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior.

1. Hipertrofia. 2. Força muscular. 4. Treinamento com pesos. I. Souza Junior, Tácito Pessoa de. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

Bibliotecária: Giana Mara Seniski Silva. CRB-9/1406

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ALYSSON AFONSO NADALIN ENES** intitulada: "**EFEITO DE DIFERENTES MODELOS DE PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR EM HOMENS TREINADOS**", sob orientação do Prof. Dr. TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 17 de Fevereiro de 2023.

Assinatura Eletrônica

03/03/2023 14:31:56.0

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

18/02/2023 19:55:42.0

ADRIANO EDUARDO LIMA DA SILVA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

23/02/2023 16:03:20.0

EDUARDO OLIVEIRA DE SOUZA

Avaliador Externo (UNIVERSITY OF TAMPA)

AGRADECIMENTOS

Acredito que sozinho ninguém chega a lugar algum, e hoje, sou a soma de pequenos e/ou grandes esforços depositados sobre mim pelas pessoas citadas nesse tópico, e não teria outra maneira de brevemente retribuir se não com a eterna gratidão, que transcende esse singelo tópico. Palavras não expressarão a magnitude que vocês representam na minha vida. A ordem de citação não reflete grau de importância.

Inevitavelmente, um filme passa na minha cabeça quando paro para refletir como cada pessoa contribuiu com minha formação até o presente momento. A cada dia que passa, reforço o sentimento de ser o mesmo Alysson que em 2016 ingressou no curso de Educação Física porque só queria entender como o corpo responde ao exercício. Curiosamente, ainda estou tentando entender, e, com mais perguntas do que respostas, no entanto, a cada dia que passa, o anseio pelas respostas e por aprimorar as perguntas aumenta.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Ademir e Renata, e a minha namorada, Millena, por estarem comigo nos mais íntimos dos meus dias e momentos, por segurarem as barras junto comigo, por suportarem minhas inquietações diárias, minhas reflexões e viagens, meus desejos, e minhas falhas como ser humano (meu mau humor as vezes e meus anseios, eu entendo). Vocês são meu conforto, minha base, tudo pra mim. Amo vocês pra toda eternidade, obrigado por tudo, espero ser capaz de um dia conseguir retribuir o que vocês fazem por mim. Por vocês e para vocês sempre!

Professor Tácito, muito obrigado por ter dado a oportunidade de entrar no seu grupo de pesquisa para o menino da graduação, lá em Outubro de 2017, que simplesmente se assustou de forma positiva ao presenciar suas aulas e palestras. Você despertou minha curiosidade e o resto da história estamos escrevendo. Minha eterna lealdade ao meu mestre, que me coloca na fogueira sempre que pode (risos), pois sabemos que é no fogo forte que se forja o bom aço. Obrigado por toda oportunidade, por todo apoio, por toda orientação, por todo puxão de orelha. Eu sou privilegiado em ser orientado por um dos maiores cientistas da área, que, por sorte, é meu ídolo também, afinal, aquele acadêmico de Educação Física, no 3º período, em Março de 2017, “entrou na viagem” junto com você na primeira aula da disciplina de Recursos Ergogênicos e Nutricionais, como você sempre fala quando apresenta a disciplina, entrei na viagem e me deparei com ídolo não só acadêmico mas como ser

humano. Não há ninguém que me inspire mais do que você! Obrigado por tudo, estaremos sempre juntos, General!

Aos meus irmãos, Diogo Palumbo, José Moiano, Gustavo Oneda e Danilo Leonel. Palumbo, obrigado por estar comigo desde o “Day One”, os eternos *underdogs* de um laboratório. Obrigado por todas as resenhas que me auxiliam a aumentar meu senso crítico sobre tudo no universo, sou privilegiado em ter sua amizade desde o “Day One” nesse universo acadêmico, obrigado por me auxiliar desde o embrião dessa dissertação, como sempre tentando fazer com que melhoremos nossas perguntas. Zé, paizão, obrigado por ser o “*tá, e aí?*” pra todas as decisões, por me dar as primeiras noções sobre periodização do treinamento esportivo, e por me fazer um ser humano melhor em todos os aspectos, pelas *surf trips* e por todas as vezes que você investiu seu tempo pra me auxiliar na vida. Oneda e Ventania, serei eternamente grato por todas nossas “fosforilações intensivas” desde 2017 que me forçavam a melhorar pelo sarrafo elevado de vocês. Obrigado por estarem comigo em todas as madrugadas a dentro para produção, pelo entrosamento “*fast science*”, por todas as vezes que conversávamos e reconhecíamos nossas limitações de “zagueiros fazendo zagueirice”, pelos nossos cafés até mais tarde no departamento até sermos expulsos pela segurança e por todos os “foi o que deu pra produzir”, #AbramAlas. Vocês quatro fazem uma falta tremenda no meu dia-a-dia, que saudades de todas nossas resenhas quando nos reuníamos todos.

A todos os colegas de laboratório mais próximos desde o início: Jhonny, Rafa, Poli, Yuri, Cleyton, Daniel, Vini, Samuel, Boiko, Ragami. Obrigado por todas as vezes que conversamos e vocês auxiliaram o “estagiário”. Serei eternamente grato, vocês talvez não lembrem mas cada um tem uma ajuda fundamental no meu processo de formação. Obrigado pelos ensinamentos e resenhas, desde as coisas mais simples até as que eu me sentia mais “burrado” do que já me sinto todos os dias.

Aos membros da banca examinadora desse trabalho que me auxiliaram desde o processo de qualificação, Prof. Eduardo de Souza, Prof. Adriano Lima-Silva, Prof. Edilson Cyrino e Prof. Cleiton Libardi. Muito obrigado pelo tempo de vocês para auxiliar no meu processo de formação. O convite foi feito a vocês justamente por vocês serem pesquisadores que me inspiram pela competência e ética de trabalho. Me inspiro em todos vocês. A contribuição de vocês foi fundamental com comentários extremamente pertinentes. Muito obrigado!

A todos que os voluntários que participaram desse trabalho. Sem vocês, esse trabalho – literalmente – não existiria. Muito obrigado pelo engajamento e dedicação de todos. Serei eternamente grato!

Aos meus amigos e amigas, e aos que confiam em mim o seu processo de treinamento, muito obrigado! Obrigado por me permitirem ser um ser humano melhor, bem como um treinador melhor. As nossas conversas informais e as dúvidas que pairam na minha cabeça ao planificar um treinamento me engrandecem como ser humano e treinador. Muito obrigado por me permitirem viver esse processo com vocês.

Por fim, um agradecimento especial ao secretário do PPGEDF/UFPR, Rodrigo Waki, pela sua competência e paciência em estar sempre pronto para solucionar um problema ou dúvida. Muito obrigado, Rodrigo!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

*“(...) Nada como um dia após o outro para estar
preparado para a guerra que virá diferente amanhã (...)”*

Mato Seco

*“(...) Eu sou a volta por cima
Uma explosão em expansão igual o Big Bang
Eu sou um moleque igual esses outros moleque
Que a única diferença é que não esquece de onde vem
Eu peço bênção pra sair e pra chegar
Não canto de galo nem no meu terreiro
Honra com os adversários, na luta
(...) Eu sou filho de São Jorge, guerreiro
Mente fria, sangue quente (...)”*

Djonga

RESUMO

A progressão no treinamento de força (TF) envolve a manipulação das variáveis para providenciar estímulo suficiente para posteriores ajustes. Sabe-se que o volume de treinamento é uma variável crítica para a hipertrofia muscular, no entanto, não há evidências que tenham objetivado investigar diferentes modelos de progressão no volume de séries semanais em participantes treinados. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de diferentes modelos de progressão no número de séries semanais sobre a força e hipertrofia muscular em participantes treinados. 31 participantes (experiência com TF 5.1 ± 2.2 anos; força relativa a massa corporal no agachamento livre 1.7 ± 0.1 u.a.) foram alocados para os respectivos grupos: Grupo Constante (GC; $n = 10$) com um volume fixo de 22 séries semanais para membros inferiores; Grupo 4 (G4; $n = 10$) e 6 (G6; $n = 11$) séries com progressão de 4 e 6 séries semanais, respectivamente a cada 2 semanas. Todos os grupos iniciaram o programa de treinamento com 22 séries semanais. Os participantes realizaram um programa de treinamento para membros inferiores com frequência semanal de 2 dias por 12 semanas. A força muscular foi avaliada pelo teste de uma ação muscular voluntária dinâmica máxima (1RM) no agachamento livre e a hipertrofia muscular foi inferida pela área de secção transversa (AST) do vasto lateral e a soma das espessuras musculares ($\sum EM$) de diferentes comprimentos (30, 50 e 70% do comprimento do fêmur) da porção lateral da coxa, sendo avaliadas pré e pós-treinamento. Após a intervenção, as comparações *post hoc* revelaram que o G6 elicitou maiores ganhos que o G4 ($p = 0.002$) e GC ($p < 0.0001$), bem como o G4 em comparação ao GC ($p = 0.023$). Em adição, não foram detectadas diferenças significativas entre os grupos para AST ($p = 0.067$) e $\sum EM$ ($p = 0.076$). Nossos achados sugerem que modelos de progressão baseados no número de séries semanais possuem um comportamento de dose-resposta para força dinâmica máxima mas não para hipertrofia muscular de membros inferiores, no entanto, as estimativas sugerem um leve e modesto favorecimento de maiores volumes para hipertrofia muscular, no entanto, é necessário interpretar os dados com cautela. Cientistas do esporte e praticantes podem se beneficiar de modelos de progressão para maximização da força e hipertrofia muscular em conjunto.

Palavras-chave: hipertrofia muscular esquelética; área de secção transversa; força muscular; volume de treinamento; progressão do volume; volume de carga.

ABSTRACT

Progression in resistance training (RT) involves manipulating training variables to provide sufficient stimuli for further adaptation during a training period. Training volume is a critical variable for muscle hypertrophy; however, there is no evidence that has directly compared different progression models in training volume – quantified by the number of weekly sets per muscle group - in resistance-trained individuals. Thus, our purpose was to compare different progression models varying in volume on lower body strength and size in resistance-trained males. Thirty-one participants (age 24.4 ± 2.9 years; height 175.5 ± 6.5 cm; body mass 80.1 ± 9.4 kg; RT experience 5.1 ± 2.2 years; 1RM squat to body mass ratio 1.7 ± 0.1 a.u.) were allocated to the following groups: Constant Group (CG; $n = 10$) with a fixed volume of 22 sets per week; 4 (4S; $n = 10$) and 6 (6S; $n = 11$) sets progression groups that increased either 4 and 6 sets per week, respectively, every 2 weeks. All groups started the training program at 22 sets per week. Participants performed a lower-limb training program with a weekly frequency of 2 days per week for 12 weeks. Before and after the training programs, muscle strength was assessed using a one-repetition maximum (1RM) test for barbell back squat and muscle hypertrophy was assessed by cross-sectional area (CSA) of the vastus lateralis and the sum of muscle thickness (\sum MT) of different lengths (30, 50, and 70% of femur length) of the lateral thigh. There was a significant group by time interaction for muscle strength ($F_{(2,28)} = 24.062$; $p < 0.001$). Post hoc comparisons revealed that G6 elicited greater strength-related gains than G4 ($p = 0.001$) and CG ($p < 0.001$), and G4 was superior to CG ($p = 0.027$). There was no differences between groups over time for CSA ($p = 0.072$) nor \sum EM ($p = 0.090$). Our findings suggest that progression models based on the number of weekly sets have a dose-response pattern for maximum dynamic strength but not for quadriceps hypertrophy. Although modest, effect sizes and 95% confidence intervals suggest that higher volume conditions could provide slight advantage in hypertrophic adaptations. Coaches and practitioners may benefit from progression models to maximize strength gains and hypertrophy adaptations in resistance-trained males.

Keywords: resistance training; skeletal muscle hypertrophy; cross-sectional area; muscle strength; training volume; dose-response; volume-load.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Quadro temporal do desenho experimental.

Figura 2. Marcação realizada na pele dos participantes (A), mensuração de área de secção transversa do vasto lateral (B), e espessura muscular da porção lateral do quadríceps femoral (C).

Figura 3. Diferença média pareada intra-grupos para medida de força dinâmica máxima. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

Figura 4. Diferença média pareada intra-grupos para medida de área de secção transversa do vasto lateral. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

Figura 5. Diferença média pareada intra-grupos para medida soma das espessuras musculares da parte lateral da coxa. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

Figura 6. Progressão do volume total de treinamento (A) com os *slopes* (linha reta contínua) e os intervalos de confiança em 95% (linhas pontilhadas), volume total acumulado após a intervenção (B), e representação da progressão do volume de séries semanais ao longo da intervenção (C).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características iniciais dos participantes.

Tabela 2. Aspectos nutricionais de ingestão calórica total e de cada macronutriente no período pré-intervenção (S0), na sexta semana de intervenção (S6) e na última semana de intervenção (S12).

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

1RM	– 1 repetição máxima
ANOVA	– análise de variância
AST	– área de secção transversa
CAAE	– certificado de apresentação para apreciação ética
cm	– centímetros
CV	– coeficiente de variação
DIF_{Méd}	– diferença média
EM	– espessura muscular
ES	– tamanho de efeito
ETM	– erro típico de medida
GC	– grupo constante
G4	– grupo 4 séries
G6	– grupo 6 séries
IC95%	– intervalo de confiança de 95% da medida
ICC	– coeficiente de correlação intraclasse
kcal	– quilocaloria
kg	– quilograma
MD	– diferença mínima detectável
n	– frequência absoluta
RM	– repetições máximas
VL_{PROG}	– taxa de progressão do volume total de treinamento
TF	– treinamento de força
u.a.	– unidades arbitrárias
VTT	– volume total de treinamento
Σ	– soma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS E HIPÓTESES	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.3 HIPÓTESES ESTATÍSTICAS	9
2.4 HIPÓTESES CIENTÍFICAS.....	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 VOLUME DE TREINAMENTO E O DESENVOLVIMENTO DA FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: DOSE-RESPOSTA OU DOSE-DEPENDÊNCIA?.....	10
3.2 A PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA: ONDE ESTAMOS AGORA?.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	22
4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	22
4.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	23
4.3.1 DESENHO EXPERIMENTAL	23
4.3.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	25
4.3.3 FORÇA DINÂMICA DE MEMBROS INFERIORES	25
4.3.4 AVALIAÇÃO DE ULTRASSONOGRAFIA	26
4.3.5 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE TREINAMENTO.....	28
4.3.6 SESSÕES DE TREINAMENTO	29
4.3.7 ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS PARTICIPANTES	30
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5 RESULTADOS	32
6 DISCUSSÃO	38
7 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES	51
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	51
RECORDATÓRIO ALIMENTAR.....	55
CONTROLE DA SESSÃO DE TREINAMENTO.....	56

ANEXOS	57
<i>PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE (PAR-Q)</i>	57
ESCALA DE REPETIÇÕES EM RESERVA.....	58

1 INTRODUÇÃO

Os ajustes de força e hipertrofia muscular podem ser maximizados quando o treinamento de força (TF) é conduzido de maneira progressiva. Assim, a progressão no TF pode exercer um papel fundamental, particularmente, para a força e hipertrofia muscular, variáveis de suma importância tanto para a saúde quanto para o desempenho esportivo (RATAMESS et al., 2009; SCHOENFELD et al., 2021a). A progressão no TF pode ser definida como o ato de avançar através da manipulação da carga de treinamento até um objetivo específico ao longo do tempo até que o mesmo seja atingido (RATAMESS et al., 2009). Comumente, a progressão é realizada por um incremento na intensidade e/ou volume ao longo dos microciclos ou mesociclos de um programa de treinamento (ISRAETEL et al., 2020).

Apesar da progressão da intensidade ser a estratégia mais comum de progressão para o TF, aumentar gradativamente o volume pode ser uma alternativa interessante e viável, em especial, para participantes treinados, cujos níveis de força elevado muitas vezes dificultam uma progressão mais acentuada na intensidade do treinamento (DESCHENES; KRAEMER, 2002; ISRAETEL et al., 2020). A manipulação na progressão do TF pode evitar o desenvolvimento de um platô nas respostas a um programa de treinamento, mantendo sua eficácia (SCHOENFELD et al., 2021a). Todavia, resta saber qual seria a dose necessária para que a progressão não resulte em efeitos deletérios ao desempenho e preserve a capacidade de evolução dos ajustes neuromusculares, visto que uma progressão inadequada pode acarretar em sobrecarga insuficiente ou excessiva (CUNANAN et al., 2018; GRANDOU et al., 2020).

Sabe-se que o volume de treinamento aparenta possuir uma relação de dose-resposta com a síntese proteica muscular, e elevados volumes de treinamento podem induzir uma maior biogênese ribossomal, influenciando as respostas hipertróficas (FIGUEIREDO, 2019; HAMMARSTRÖM et al., 2020; TERZIS et al., 2010). O volume de treinamento é comumente quantificado pelo número de séries semanais realizadas por grupamento muscular, e recentes evidências tem objetivado investigar a relação de dose-resposta entre volume de treinamento e hipertrofia muscular (AUBE et al., 2022; BRIGATTO et al., 2022; HEASELGRAVE et al., 2019; SCHOENFELD et al., 2019). Em uma revisão sistemática recente, Baz-Valle e colaboradores (2022) apontam entre 12 e 20 séries semanais por grupo muscular, em participantes

treinados, como uma amplitude ótima para maximização da hipertrofia muscular. Plotkin e colaboradores (2022) alocaram participantes recreacionalmente treinados para progredir peso ou número de repetições, com um volume de séries para membros inferiores fixo, e não observaram diferenças significativas para a força e hipertrofia muscular, apenas modestas vantagens baseadas em estimativas do grupo que realizou progressão de peso para o aumento da espessura muscular do reto femoral e da força dinâmica máxima de membros inferiores. Entretanto, menos destaque tem sido dado as diferentes de formas de progressão no número de séries semanais, bem como a sua possível causalidade para os ganhos de força e hipertrofia muscular, uma vez que o número de séries semanais pode ser facilmente manipulado e possui uma considerável validade ecológica para profissionais de força e condicionamento.

Recentes evidências objetivaram investigar a relação de dose-resposta entre progressão de volume de treinamento e ajustes neuromusculares. Scarpelli e colaboradores (2020) observaram maiores ganhos hipertróficos em participantes que realizaram uma progressão de 20% do volume prévio do que participantes que não realizaram essa progressão, mesmo com o volume total acumulado similar entre condições experimentais. Sequencialmente, Aube e colaboradores (2022) randomizaram participantes treinados em grupos de 12, 18 e 24 séries semanais, e após 8 semanas de treinamento observaram uma resposta de “U” invertido, onde houve similaridade nas respostas hipertróficas, com uma forte tendência do grupo de 18 séries ter maiores ajustes hipertróficos do que os outros grupos. Curiosamente, Aube e colaboradores (2022) realizaram uma análise exploratória dos participantes de acordo com a magnitude de responsividade, e observaram uma tendência para os médios e altos respondedores foram os participantes que adicionaram a maior quantidade de séries em comparação ao volume prévio ao estudo, apesar da ausência de significância estatística. Adicionalmente, Nóbrega e colaboradores (2022) realizaram uma análise exploratória de estudos prévios e observaram que taxa de progressão no volume de treinamento afetou significativamente a magnitude da hipertrofia muscular, tendo o grupo de maior taxa de progressão no volume de treinamento maiores ajustes para a área de secção transversa do vasto lateral, mesmo que o volume acumulado tenha sido similar, em participantes destreinados. Nesse sentido, apesar do volume acumulado possuir um papel relevante nos ajustes hipertróficos, a taxa de progressão parece influenciar os ajustes neuromusculares

(BARCELOS et al., 2018; DAMAS et al., 2019; NÓBREGA et al., 2022; SCARPELLI et al., 2020). Contudo, até o presente momento, não há evidências que suportem uma dose-resposta adequada na progressão do volume – quantificado pelo número de séries semanais - sobre a força e hipertrofia muscular em participantes treinados.

Sabe-se que a progressão, principalmente do volume de treinamento, parece ser uma variável relevante nos ajustes neuromusculares (NÓBREGA et al., 2022; SCHOENFELD et al., 2021a). Portanto, o objetivo do presente estudo é verificar o efeito de diferentes modelos de progressão baseada na adição de séries semanais para o quadríceps no treinamento de força em participantes treinados sobre a força e hipertrofia muscular, considerando o volume prévio de treinamento. Nossa hipótese é que uma progressão de um maior número de séries em comparação a um grupo com menor progressão do número de séries proporcione maior magnitude dos ajustes neuromusculares induzidos pelo treinamento.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar o efeito de diferentes modelos de progressão baseada na adição de séries semanais para o quadríceps em um programa de TF sobre a força e hipertrofia muscular em homens treinados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar diferentes modelos de progressão no volume de séries semanais sobre a força muscular em homens treinados;
- Comparar diferentes modelos de progressão no volume de séries semanais sobre a hipertrofia muscular, mensurada pela área de secção transversa do vasto lateral e espessura muscular da porção lateral do quadríceps em diferentes comprimentos do fêmur em homens treinados;
- Verificar se um maior volume total de treinamento bem como sua taxa de progressão induzida em um grupo de maior progressão irá promover maiores magnitudes de ajustes induzidos pelo treinamento em comparação a diferentes grupos com volumes acumulados e taxas de progressão inferiores.

2.3 HIPÓTESES ESTATÍSTICAS

H0: Não haverá diferença entre os modelos de progressão sobre os ajustes neuromusculares.

H1: Haverá diferença entre os modelos de progressão sobre os ajustes neuromusculares.

2.4 HIPÓTESES CIENTÍFICAS

É amplamente proposto que o volume total de treinamento é variável determinante na magnitude das respostas hipertróficas de um programa de treinamento, no entanto, aparentemente a taxa de progressão desse volume parece ser fator determinante mesmo em condições de volume total distinto ou similar (AUBE et al., 2022; BARCELOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2022; SCARPELLI et al., 2020). Nesse sentido, hipotetizamos que o grupo com maior progressão de volume de treinamento (G6) terá a maior magnitude de força e hipertrofia muscular após a intervenção, bem como o G4 terá maior magnitude de hipertrofia do que o GC.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Na presente revisão de literatura, discutiremos brevemente sobre o estado da arte em torno da manipulação das variáveis do TF e como essa manipulação pode impactar na magnitude dos ajustes neuromusculares induzidos pela prática do TF, com ênfase no papel do volume de treinamento e da progressão no TF sobre os ajustes de força e hipertrofia muscular. Dado o escopo do presente trabalho, enfatizaremos a força e hipertrofia muscular, apresentando como a manipulação das variáveis do TF pode maximizar esses ajustes, e – principalmente – os mecanismos que sustentam seu desenvolvimento.

3.1 VOLUME DE TREINAMENTO E O DESENVOLVIMENTO DA FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR: DOSE-RESPOSTA OU DOSE-DEPENDÊNCIA?

O volume de treinamento é uma variável quantitativa do trabalho executado no TF, e têm sido considerado como uma variável com um papel determinante nos ajustes induzidos pelo TF (BAZ-VALLE et al., 2022; FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018a). Geralmente, o volume de treinamento é calculado com base no produto entre o número de séries, as repetições e o peso utilizado, sendo nominado como volume total de treinamento, ou volume acumulado (volume acumulado = séries x repetições x peso [kg]). Outra maneira comumente utilizada de cálculo de volume de treinamento é com base no número de séries semanais para determinado grupo muscular, com base nos exercícios utilizados no programa de treinamento (BAZ-VALLE et al., 2022; SCOTT et al., 2016). Importaneamente, há outros métodos de cálculo de volume e trabalho total que envolvem parâmetros biomecânicos como o deslocamento da barra e outras variáveis (MCBRIDE et al., 2009), no entanto, na presente revisão focaremos apenas no volume de treinamento referindo-se a tonelagem (volume acumulado) e ao número de séries semanais.

A investigação sobre a relação de dose-resposta entre volume de treinamento e os ajustes neuromusculares como força e hipertrofia muscular para determinação de um possível volume ótimo de treinamento é de grande interesse do ponto de vista teórico e prático para efetividades de programas de treinamento.

As meta-análises iniciais no tópico, mais voltadas para a dose-resposta entre volume e força muscular, observaram uma relação positiva nessa dose-resposta, onde o fator status de treinamento possuiria grande influência nessa relação (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2004; RHEA et al., 2003; RHEA; ALVAR; BURKETT,

2002). Os autores postulam que participantes treinados necessitariam de maiores intensidades, frequências e volumes de treinamento, sugerindo portanto que uma dose-resposta ótima para o volume de treinamento, por exemplo, se encontre entre 4 e 8 séries por grupamento muscular a depender do status de treinamento do participante, onde volumes menores ou maiores que esse intervalo não promovam benefícios adicionais ao desenvolvimento da força muscular. No entanto, apesar das sugestões iniciais da relação de dose-resposta, Krieger (2009) realizou uma meta-regressão objetivando comparar séries múltiplas (2 a 3 séries por exercício) versus séries únicas (1 série por exercício) na força dinâmica. Os resultados encontrados foram que séries múltiplas são associadas a 48% a mais de ganhos de força em comparação a séries únicas, independente do status de treinamento e da duração do programa de treinamento. Curiosamente, Ralston e colaboradores (RALSTON et al., 2017) sugeriram que há uma relação positiva de dose-resposta entre volume de treinamento – quantificado pelo número de séries semanais - e a força muscular. Os autores, através de métodos meta-analíticos, compararam baixo volume (≤ 5 séries semanais), médio volume (5 – 9 séries semanais) e alto volume (≥ 10 séries semanais) sobre os ganhos de força muscular, e identificaram que treinar com maiores volumes promove maiores ajustes de força muscular. No entanto, as análises conduzidas por Ralston e colaboradores (2017) incluem médio e alto volume no mesmo subgrupo, comparando assim apenas < 5 séries semanais com 5 a ≥ 10 séries semanais, além de que dos 9 estudos incluídos na meta-análise apenas 4 são com participantes treinados, e os autores – mesmo sem fazer sub-análises considerando o status de treinamento como fator – postulam que a relação de dose-resposta ocorre para participantes treinados, bem como para participantes iniciantes e intermediários.

As meta-análises preliminares no tópico (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2004; RHEA et al., 2003; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2002) que postularam uma relação positiva de dose-resposta entre volume e força muscular possuem tamanhos de efeito estatístico entre baixo e moderado, como a de Rhea e colaboradores (2002) com um tamanho de efeito geral apenas de 0.28, o que limita o poder estatístico para afirmar que há uma relação positiva de dose-resposta entre volume e força muscular, principalmente em participantes treinados. Além das meta-análises disponíveis, os estudos experimentais que objetivaram identificar essa relação de dose-resposta entre volume de treinamento e força muscular em participantes treinados, apenas Marshall e colaboradores e Brigatto e colaboradores (BRIGATTO et al., 2022;

MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011) encontraram uma relação de dose-resposta positiva, onde maiores volumes de treinamento produziram maiores ganhos de força muscular, em contrapartida a Ostrowski e colaboradores (OSTROWSKI et al., 1997), que não encontraram diferenças entre volumes baixos, moderados e elevados para a força muscular em participantes treinados. Assim como Ostrowski e colaboradores (1997), Baker e colaboradores (BAKER et al., 2013) não observaram efeitos aditivos sobre a força muscular em participantes recreacionalmente treinados ao comparar 3 séries por exercício versus 1 série por exercício. Curiosamente, Amirthalingam e colaboradores (AMIRTHALINGAM et al., 2017) observaram que volumes menores (5 séries) promoveram maiores ganhos de força do que volumes maiores (10 séries) em participantes treinados nos exercícios supino reto e puxada com barra, contudo, o mesmo não foi encontrado para o exercício *leg press*. No entanto, Brigatto e colaboradores (BRIGATTO et al., 2022) encontraram superioridade para a força muscular em um grupo que realizou 32 séries semanais versus outro grupo que realizou 16 séries semanais, no entanto, o grupo que realizou 24 séries semanais foi similar ao grupo de 32 séries semanais, e apenas para o exercício agachamento com barra, a mesma dose-resposta não ocorreu para o supino com barra. Curiosamente, Aube e colaboradores (AUBE et al., 2022) observaram uma tendência de ganhos adicionais de força dinâmica para um volume moderado (18 séries comparadas a 12 e 24 séries semanais) em comparação a volumes menores e maiores.

Curiosamente, não se sabe se haveria uma relação positiva de dose-resposta entre volume e força muscular ao considerar o volume prévio de treinamento e realizar uma progressão individualizada do volume de treinamento, pois, as evidências com participantes treinados não consideraram esses possíveis fatores intervenientes em seus desenhos experimentais. É importante salientar que grande parte das avaliações realizadas nesses estudos são com testes dinâmicos (uma ação muscular voluntária dinâmica máxima/1RM), e não se sabe como seria o comportamento dos resultados com avaliações isométricas ou isocinéticas, mesmo que Marshall e colaboradores (MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011) não evidenciaram diferenças nas ações isocinéticas após o período de treinamento, bem como Heaselgrave e colaboradores (HEASELGRAVE et al., 2019) observaram uma superioridade para um grupo de elevado volume quando comparado a volumes menores na força isométrica mas não na força dinâmica para o bíceps braquial.

No que tange a hipertrofia muscular, há crenças – no âmbito prático – que quanto mais volume de treinamento, mais serão os acréscimos de massa muscular. Schoenfeld e colaboradores (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017a) realizaram uma meta-análise que objetivou elucidar a relação de dose-resposta entre volume de treinamento baseado no número de séries semanais e a hipertrofia muscular. Os autores concluem que por mais que um volume baixo (< 5 séries semanais por exercício) possa promover ajustes hipertróficos, volumes superiores (> 10 séries semanais por exercício) promovem maiores ajustes hipertróficos que volumes inferiores, onde a cada série adicionada no volume semanal significaria um acréscimo de 0.37% na massa muscular, onde nem idade, sexo e porção do corpo apresentaram interação com o volume de séries semanais. Apesar dos autores concluírem a superioridade de volumes maiores em comparação a volumes menores, ao observar o tamanho do efeito das análises realizadas, observa-se uma proximidade do tamanho do efeito (de 0.30 a 0.40 ao observar o tamanho do efeito após a remoção de um estudo) entre as diferentes classificações de volume de treinamento. Além da proximidade do tamanho do efeito observado, a presença de estudos com participantes destreinados faz com que a conclusão dos autores perca poder de generalização.

Em recente revisão sistemática, Baz-Valle e colaboradores (BAZ-VALLE et al., 2022) revisaram os efeitos de diferentes volumes de treinamento – quantificado pelo número de séries semanais – sobre a hipertrofia muscular. É importante ressaltar que os estudos incluídos na revisão sistemática em questão foram com participantes treinados. Os autores sistematizaram estudos com diferentes volumes de séries semanais em participantes jovens treinados, e concluíram que um volume de séries aproximadamente de 12 a 20 séries semanais, com essas séries sendo realizadas até a falha concêntrica (ou com 2 repetições na reserva (AUBE et al., 2022)), para o quadríceps e o bíceps braquial, possa ser um “volume ótimo” para esses grupamentos musculares distribuídos em duas sessões semanais. Adicionalmente, grupamentos musculares como o tríceps braquial possam ter benefícios ao realizar mais de 20 séries semanais, com esse número sendo contabilizado com a execução de exercícios multi-articulares.

Ostrowski e colaboradores (OSTROWSKI et al., 1997) foram os pioneiros na comparação de diferentes volumes de treinamento sobre a força e massa muscular em participantes treinados. Os autores alocaram homens treinados em grupos de

baixo (3 séries por grupamento muscular por semana), moderado (6 séries semanais) e alto (12 séries semanais) volume de treinamento em um programa com duração de 10 semanas, onde não foram encontrados efeitos significativos de volumes superiores comparados a um volume inferior para a hipertrofia muscular, mensurada pela espessura muscular através de ultrassonografia. Marshall e colaboradores (MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011) conduziram participantes treinados para 10 semanas de programa de treinamento, com 2 semanas de *washout* prévias ao programa de 10 semanas para distintos volumes (1 vs 4 vs 8 séries), e evidenciaram um acréscimo na massa muscular apenas para o grupo de maior volume no momento pós-treinamento, em comparação ao momento inicial do programa de treinamento, sem diferença entre os grupos. É importante ressaltar que os autores avaliaram através de dobras cutâneas. Assim como Ostrowski e colaboradores (OSTROWSKI et al., 1997), Baker e colaboradores (BAKER et al., 2013) não identificaram superioridade em um volume maior em comparação a um volume menor (3 versus 1 série por exercício) em participantes recreacionalmente treinados após 8 semanas de programa de treinamento sobre a adiposidade, avaliada por dobras cutâneas, onde o grupo de menor volume (1 série por exercício) obteve maiores reduções na adiposidade corporal.

Até o conhecimento do autor, o estudo de Radaelli e colaboradores (RADAELLI et al., 2015) foi o estudo com maior duração de programa de TF que objetivou investigar essa relação de dose-resposta, totalizando 24 semanas (6 meses) de intervenção. Os autores compararam 1, 3 e 5 séries por exercício (3, 9 e 15 séries semanais) em rotinas *full body* de treinamento realizadas 3 vezes por semana em participantes treinados, e identificaram aumento na espessura muscular, avaliada por ultrassonografia, dos flexores de cotovelo para o grupo de volume moderado e alto (9 e 15 séries semanais), enquanto para os extensores de cotovelo apenas o grupo de alto volume obteve maiores ajustes hipertróficos, evidenciando uma dose-resposta positiva para flexores e extensores de cotovelo em participantes treinados. Adicionalmente ao estudo de Radaelli e colaboradores, outros estudos também evidenciaram uma relação positiva de dose-resposta entre volume e hipertrofia muscular. Schoenfeld e colaboradores (SCHOENFELD et al., 2019) compararam volume baixo (9 séries semanais), moderado (27 séries) e elevado (45 séries) em participantes treinados após um programa de treinamento com duração de 8 semanas, avaliando a espessura muscular – avaliada por ultrassonografia - da porção

lateral e média da coxa e do bíceps e tríceps braquial. Os autores evidenciaram uma superioridade do elevado volume em comparação ao volume baixo sobre a hipertrofia muscular, no entanto, o volume moderado foi similar ao volume elevado e ao volume baixo. Portanto, realizar 45 séries semanais parece não promover efeitos aditivos se você realiza 27 séries semanais, bem como realizar 27 séries semanais não promove efeitos aditivos se você realiza 9 séries, no entanto, realizar 45 séries semanais é superior que 9 séries semanais, para a hipertrofia do quadríceps e do bíceps braquial, no entanto, para o tríceps braquial, não houve diferença entre os grupos. De maneira similar ao estudo de Schoenfeld e colaboradores (2019), Brigatto e colaboradores (BRIGATTO et al., 2022) conduziram 27 participantes durante 8 semanas em grupos de baixo (16 séries semanais), moderado (24 séries) e elevado (32 séries) volume de treinamento e avaliaram a espessura muscular – através de ultrassonografia – do vasto lateral, bíceps braquial e tríceps braquial. Os autores observaram que o grupo de elevado volume de treinamento (32 séries) e moderado (24 séries) promoveram maiores ajustes hipertróficos para o vasto lateral e o tríceps braquial em comparação a um volume baixo (16 séries semanais), no entanto, não foram encontradas diferenças entre os grupos de elevado e moderado volume de treinamento, bem como não foi encontrada nenhuma diferença entre os grupos para o bíceps braquial.

Em contrapartida aos recentes estudos que evidenciaram um certo grau de relação positiva de dose-resposta entre volume e hipertrofia, há estudos que não evidenciam a mesma relação. Amirthalingam e colaboradores (AMIRTHALINGAM et al., 2017) conduziram 19 participantes recreacionalmente treinados para uma intervenção de 6 semanas, objetivando verificar os efeitos de um sistema de treino denominado *German Volume Training* sobre ajustes neuromusculares. Os autores observaram que nem um volume moderado (de 14 e 18 séries semanais para extensores de joelho e extensores e flexores de cotovelo, respectivamente) nem um volume elevado (de 24 e 28 séries semanais para extensores de joelho e extensores e flexores de cotovelo, respectivamente) promoveram após 6 semanas de treinamento aumento significativo da espessura muscular de algum desses pontos de avaliação. Seguindo na mesma duração de intervenção (6 semanas) e status da amostra de Amirthalingam e colaboradores (2017), Heaselgrave e colaboradores (HEASELGRAVE et al., 2019) conduziram 51 participantes alocados em três grupos distintos, sendo baixo (9 séries semanais), moderado (18 séries), e elevado (27 séries) volume de treinamento, e não foram encontradas diferenças após o período de

treinamento entre os grupos para a espessura muscular do bíceps braquial do braço dominante dos participantes. A evidência mais recente que não observou uma relação positiva de dose-resposta entre volume e hipertrofia foi o estudo de Aube e colaboradores (AUBE et al., 2022), onde 35 participantes treinados foram alocados em grupos de baixo (12 séries semanais), moderado (18 séries) e elevado (24 séries) para um programa de treinamento de 8 semanas, e após o período de protocolo experimental, não houve diferença entre os grupos para medidas de hipertrofia muscular, sendo assim, não evidenciando uma relação positiva de dose-resposta entre volume de treinamento e hipertrofia muscular.

É importante salientar que os estudos possuem distintas limitações, desde a duração do programa de treinamento, bem como a forma com que a hipertrofia muscular e/ou composição corporal são aferidas, e principalmente, como os participantes foram classificados como treinados ou não.

A fim de elevar a validade interna dos desenhos experimentais, recentes evidências propuseram-se a equalizar o volume acumulado em diferentes condições, visando a redução de uma possível influência que o volume acumulado possa ter nos ajustes neuromusculares (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018a). No entanto, a determinação do volume acumulado sobre a hipertrofia muscular parece ser interferido pela taxa de progressão no TF, pois há estudos onde grupos experimentais tiveram maiores volumes acumulados ao final de um programa de treinamento, mas, isso não se refletiu em maiores acréscimos de massa muscular (AUBE et al., 2022; BARCELOS et al., 2018; DAMAS et al., 2019). Portanto, a progressão no TF parece ter papel importante sobre a hipertrofia muscular.

Por fim, com base nas evidências disponíveis citadas no presente tópico, aparentemente, há um comportamento de curva em “U” invertido tanto para força quanto hipertrofia muscular, onde, há uma relação de dose-resposta até certo volume de treinamento, e então, a partir de um determinado volume de treinamento mais elevado, não são evidenciados ganhos adicionais em comparação a volumes menores nesses ajustes neuromusculares.

3.2 A PROGRESSÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA: ONDE ESTAMOS AGORA?

A medida em que o indivíduo avança seu nível de treinamento, induzir ajustes neuromusculares se torna cada vez mais desafiador (DESCHENES; KRAEMER, 2002). A progressão no TF pode ser definida como o ato de avançar até um objetivo

específico ao longo do tempo até que tal propósito seja alcançado (RATAMESS et al., 2009; SUCHOMEL; NIMPFIUS; STONE, 2016). Comumente, a progressão é realizada pelo incremento na intensidade (%1RM) no TF, seja para o mesmo número de repetições de uma série ou não. Entretanto, essa não é a única maneira de aplicar o princípio da sobrecarga progressiva, uma vez que a força muscular possui oscilações diárias e semanais, podendo impossibilitar a adição de mais carga a um determinado exercício (ISRAETEL et al., 2020; SUCHOMEL et al., 2021). Essa progressão na intensidade pode ser realizada semana-a-semana em um ciclo de quatro a oito semanas antes que uma semana de polimento (recuperação) seja programada, para evitar um suposto acúmulo de fadiga induzida pelo TF (ISRAETEL et al., 2020; SCHOENFELD et al., 2021a). Além de progredir a intensidade, é possível progredir o volume mediante o aumento do número de repetições para uma mesma carga ou, ainda, o incremento no número de séries, sendo este último o mais suportado pela literatura (ISRAETEL et al., 2020).

Kraemer e Ratamess (2004) advogam que um elevado volume de treinamento é necessário para gerar maiores taxas de progressão no TF, sendo que uma progressão na ordem de 2,5 a 5% pode ser considerada uma taxa ideal. Aparentemente, essa foi a primeira diretriz sobre taxa de progressão no TF. Posteriormente, Ratamess e colaboradores (2009) sugeriram que um aumento na ordem de 2 a 10% deveria ser implementado com base na quantidade de grupamentos musculares envolvidos com o exercício (maiores aumentos para exercícios com maior envolvimento de grupamentos musculares). Curiosamente, não há um corpo robusto de evidências sobre essa temática que sustente as diretrizes previamente postuladas.

Mann e colaboradores (2010) submeteram atletas universitários de futebol americano a um programa de treinamento que objetivava comparar os efeitos da periodização linear, cujos incrementos na intensidade são aplicados de uma maneira semanal, com um método autorregulatório de ajustes na intensidade de treinamento, baseado no próprio ritmo dos atletas, de acordo com as flutuações existentes no seu desempenho, sobre a força muscular no supino, agachamento e repetições até a falha com 225 libras no supino. O programa de treinamento durou seis semanas, com dois anos de intervalo (realizado na pré-temporada), onde o grupo que realizou a periodização linear incrementava 5% na intensidade a cada semana, e o grupo autorregulatório incrementava em média 5% de 6 RM para um número de repetições alvo (10/6/3 RM) determinado para a sessão de treinamento. O método

autorregulatório promoveu maiores ganhos do que a periodização linear sobre a força muscular de membros superiores e inferiores, e sobre a resistência muscular de membros superiores. Adicionalmente, Petrizzo e colaboradores (2018) submeteram participantes destreinados a um programa de treinamento de 12 semanas ou até não conseguirem progredir mais a intensidade de treinamento, onde a média de progressão era de 3,5% por semana, com a mediana de 6,6% (2,1 a 29,2% de amplitude) no agachamento livre. Os resultados indicam que é possível e seguro que participantes iniciantes realizem progressões na carga de treinamento semanalmente. Em uma revisão sistemática recente, Thompson e colaboradores (2020) revelaram que a progressão do TF utilizada nos estudos revisados variou de 2,5 a 5% e/ou 2,5 a 10 kg, num período de duas a cinco semanas.

Parece que o volume de treinamento é uma variável chave para indução de hipertrofia muscular (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018; ISRAETEL et al., 2020; SCHOENFELD et al., 2021a, 2018). Portanto, periodizar a sua progressão pode ser uma estratégia interessante para maximização desse ajuste morfológico (AUBE et al., 2022; NÓBREGA et al., 2022; SCARPELLI et al., 2020). O estudo pioneiro envolvendo progressão e hipertrofia muscular foi conduzido por Peterson e colaboradores (2011) e teve como objetivo investigar uma associação independente (predição) do volume total de treinamento sobre a força e hipertrofia com séries e intensidade equalizada, durante 12 semanas, em participantes destreinados. Os incrementos eram feitos de acordo com a regra 2-para-2 proposta por Baechle e Earle (2008). Uma influência do sexo e idade sobre a associação entre volume total de treinamento e hipertrofia muscular foi identificada.

Posteriormente, Angleri e colaboradores (2017) compararam dois sistemas de treinamento (pirâmide crescente vs. drop-set) sobre a força e hipertrofia muscular, utilizando uma progressão de 7% do volume total de treinamento a cada três semanas. Considerando que a proposta da investigação não foi analisar o efeito da progressão no TF sobre a força e hipertrofia muscular, os resultados encontrados não foram influenciados pela progressão adotada similarmente em ambos os grupos.

Recentemente, Scarpelli e colaboradores (2020) verificaram que a resposta hipertrófica a um programa de treinamento pode ser influenciada pelo volume prévio de treinamento. Os autores submeteram participantes treinados a um programa de TF de oito semanas e compararam um membro inferior com um volume de treinamento médio de 22 séries por semana com o membro contralateral que realizou o programa

de treinamento com um aumento progressivo de 1.2x (i.e. 120%) do volume de séries prévio das últimas duas semanas antecedentes ao início do estudo. Os maiores ajustes hipertróficos foram verificados no membro que realizou uma progressão do volume considerando o volume prévio de treinamento em comparação ao membro que realizou o treinamento com as séries padronizadas, sem diferença para o volume total acumulado. Curiosamente, Angleri e colaboradores (2017) também considerou um aumento de 1,2 x do volume prévio em seu estudo que comparou diferentes sistemas de treinamento sobre a força e hipertrofia muscular.

A progressão do volume de treinamento têm sido investigada por estudos recentes. Haun e colaboradores (2018) objetivaram comparar diferentes gradações de dose de proteína do soro do leite e de maltodextrina durante um protocolo de extremo volume de séries, durante 6 semanas de intervenção. Apesar de não ser o objetivo primário, os autores realizaram um aumento progressivo do volume de séries semanais, de 10 séries semanais para diferentes grupos musculares para 32 séries semanais na última semana de intervenção (i.e. 6ª semana). Os achados, observando apenas o efeito do treinamento independente a suplementação devido ao escopo do presente trabalho, mostraram uma relação de dose-resposta entre o aumento do volume de treinamento e a hipertrofia muscular em participantes saudáveis para medidas de massa livre de gordura avaliada por absorciometria de raios-x de dupla energia. No entanto, quando os autores corrigiram essas medidas considerando a água extracelular a fim de eliminar possíveis inchaços musculares ocorridos por edema induzido pelo volume de treinamento elevado, aparentemente os participantes atingiram um máximo volume adaptável em torno de 20 séries semanais. Aube e colaboradores (2022) alocaram participantes altamente treinados (Razão 1RM/Massa corporal de 2:09) em diferentes grupos que realizaram diferentes volumes de treinamento calculado pelo número de séries semanais para quadríceps (12, 18 e 24 séries), randomizando os participantes a partir de tercis baseados no número de séries semanais realizado previamente ao estudo, em uma tentativa de garantir que sujeitos não realizem volumes menores durante o estudo do que os realizados previamente. Os autores observaram uma similaridade de ganhos de força e espessura muscular, com uma forte tendência do grupo de 18 séries semanais promover maiores ajustes hipertróficos do que 12 e 24 séries semanais, evidenciando uma resposta de “U” invertido na relação dose-resposta entre volume e hipertrofia muscular. Curiosamente, ao separarem a amostra em uma análise exploratória de

acordo com a magnitude de responsividade dos participantes, os médios e altos respondedores foram os participantes que adicionaram a maior quantidade de séries em comparação ao volume prévio ao estudo, apesar da ausência de significância estatística.

Apesar do volume de treinamento aparentar ser uma variável chave para maximização da hipertrofia muscular, o papel do volume total acumulado parece controverso. Nóbrega e colaboradores (2022) realizaram uma análise secundária exploratória de dois estudos do mesmo grupo de pesquisadores, almejando observar diferenças antes e depois de 24 sessões de treinamento na cadeira extensora, onde separaram os participantes destreinados em dois grupos, um grupo com o programa de treinamento prescrito pelo %1RM e outro por zona de repetições. O grupo controlado pelo %1RM teve ajuste no peso apenas após um determinado período em decorrência de retestes na força dinâmica máxima, e o grupo controlado pela zona de repetições ajustava o peso série a série se necessário, mantendo-se na zona de repetições. Os autores observaram que mesmo com o volume total acumulado similar, o grupo controlado por zona de repetições teve uma taxa de progressão no volume de treinamento superior ao grupo controlado pelo %1RM, e essa taxa de progressão no volume de treinamento afetou significativamente a magnitude da hipertrofia muscular, tendo o grupo de maior progressão no volume de treinamento maiores ajustes para a área de secção transversa do vasto lateral.

Por fim, Plotkin e colaboradores (2022) objetivaram comparar a progressão da carga de treinamento alocando participantes recreacionalmente treinados para progredir ou o peso absoluto numa zona de repetições específica e outro grupo para progredir apenas o número de repetições, sem alterar o peso respectivo a primeira semana de treinamento. A intervenção teve duração de 8 semanas, com os participantes realizando treinamentos duas vezes por semana, de 4 séries para 4 exercícios de membros inferiores (envolvendo quadríceps e panturrilha). Os autores observaram que o grupo que aumentou o peso em comparação as repetições, teve um leve favorecimento para maiores incrementos na espessura muscular do reto femoral e para força dinâmica máxima no agachamento com barra guiada. No entanto, para todas as outras variáveis analisadas no estudo (salto contramovimento, resistência muscular, percentual de gordura corporal, espessura muscular do vasto lateral) não foram detectadas diferenças significativas entre grupos.

Vale destacar que há possibilidade da utilização de métodos subjetivos para progressão no TF almejando aumentos de força e hipertrofia muscular (GOMES et al., 2020; LARSEN; KRISTIANSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021). Gomes e colaboradores (2020) conduziram uma investigação com participantes treinados que foram submetidos a um programa de TF de seis semanas de duas formas diferentes, com um grupo progredindo o treinamento com base na percepção subjetiva de esforço e outro grupo com um método convencional pré-determinado de progressão de treinamento, a cada sessão de treinamento. Incrementos similares na área de secção transversa e força muscular, sem diferença para tonelagem de treinamento, foram encontrados após seis semanas de treinamento, demonstrando a aplicabilidade de medidas subjetivas em participantes treinados para progressão no TF.

Apesar do presente tópico descrever brevemente as informações disponíveis na literatura até o presente momento sobre a temática, observa-se uma inconsistência de diretrizes para a progressão no TF, o que remete a necessidade de novas investigações.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo é um ensaio clínico randomizado longitudinal, de caráter quase-experimental (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2018), onde a variável independente é a adição de séries semanais (i.e. progressão) por grupamento muscular e as variáveis dependentes são a força, área de secção transversa do músculo vasto lateral e soma das espessuras musculares em diferentes comprimentos da porção lateral do quadríceps femoral.

4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O poder amostral foi calculado *a priori* no software G*Power, com os padrões para a família estatística F (análise de variância intra-inter sujeitos) para determinar o número mínimo de participantes do estudo. O poder amostral foi ajustado para o valor de 0.80, com $\alpha = 0.05$, e o tamanho do efeito f para esse cálculo foi de 0.25, um tamanho de efeito médio para essa análise, com correlação entre medidas repetidas de 0.7 (BECK, 2013; COHEN, 1992). Com base nos valores determinados *a priori*, foram necessários, ao total, no mínimo 27 sujeitos, sendo alocados em três grupos.

Foram recrutados participantes adultos do sexo masculino, faixa etária aproximada entre 18 e 30 anos. De início, todos os participantes do estudo responderam ao questionário PAR-Q (THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992) a fim de excluir participantes que possam ter problemas cardiovasculares e ortopédicos. Para a realização do presente estudo, os participantes componentes da amostra deveriam: 1) ser praticantes de treinamento de força a pelo menos 2 anos, com frequência semanal de no mínimo 4 vezes na semana; 2) auto relato de não utilização de recursos ergogênicos farmacológicos (hormônios anabólicos androgênicos exógenos); 3) não serem usuários de creatina; 4) possuírem uma força muscular relativa a massa corporal no Agachamento de pelo menos 150% (i.e. 1,5 unidades arbitrarias) da massa corporal (SANTOS JUNIOR et al., 2021). Foram adotados os seguintes critérios de exclusão aqueles que: 1) não completaram ao menos 90% do programa de treinamento e 2) realizaram sessões de treinamento para membros inferiores sem a supervisão da equipe de pesquisadores. Após avaliações iniciais, 37 participantes foram considerados elegíveis para participação no presente estudo e alocados nos grupos

experimentais (GC, n = 13; G4, n = 12; G6 = 12). Os participantes foram alocados de acordo com os valores iniciais da área de secção transversa do vasto lateral. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido na primeira visita ao laboratório. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná (CAAE 57870122.2.0000.0102). Nossos procedimentos estão em concordância com a Declaração de Helsinki.

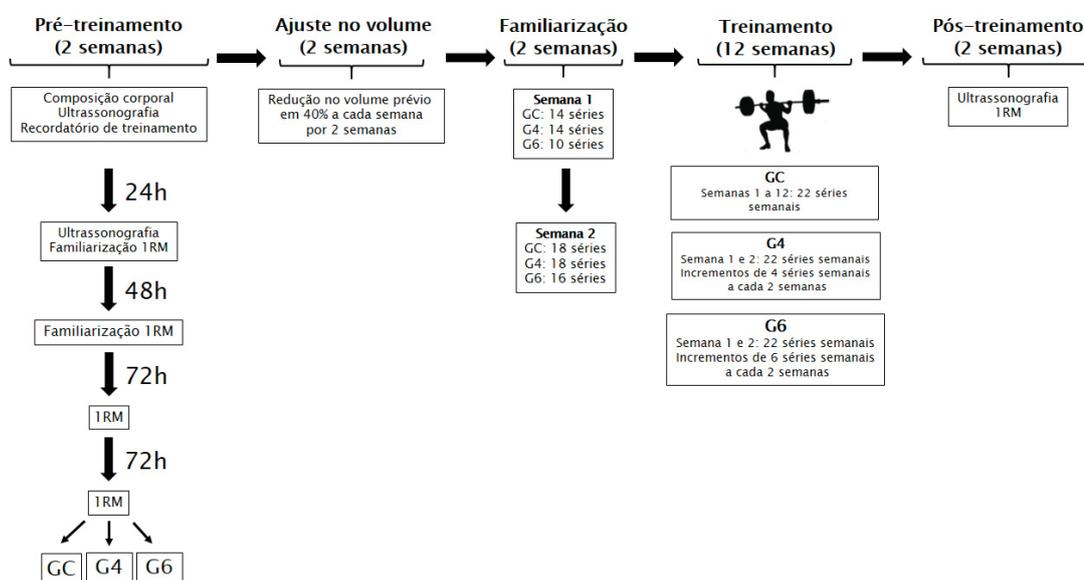
4.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

4.3.1 DESENHO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi um ensaio clínico randomizado de grupos em paralelo e medidas repetidas que investigou o efeito de diferentes modelos de progressão no número de séries semanais (4 versus 6 séries semanais a cada 2 semanas) no TF sobre a força e hipertrofia muscular de homens treinados. O estudo teve duração de aproximadamente 20 semanas, sendo 2 de avaliações iniciais, 4 de período de ajuste no volume prévio de treinamento, 12 de programa de treinamento, e mais 2 para avaliações após o programa de treinamento. Inicialmente, os participantes chegaram ao laboratório para o período inicial de avaliações da composição corporal, ultrassonografia, e força dinâmica de membros inferiores. Adicionalmente, foram solicitadas informações sobre as duas últimas semanas de treinamento de cada participante, para o cálculo do volume total de treinamento utilizado previamente. Com base nisso, o volume prévio de treinamento para cada participante foi ajustado a fim de colocar os participantes em quantidades similares de volume de treinamento (número de séries), para iniciarem o protocolo experimental com volume de treinamento similar (MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; SCARPELLI et al., 2020). Após o período de avaliações iniciais, os participantes foram alocados nos respectivos grupos (Grupo Constante [GC] ou Grupo de progressão de 4 séries [G4] ou Grupo de progressão de 6 séries [G6]) sendo balanceados de acordo com a área de secção transversa inicial, para não ocorrer influência de um grupo ou outro iniciar com uma média e desvio padrão significativamente distinto a outro grupo. Após alocação nos grupos, os participantes passaram por 2 semanas de redução de 40% do volume prévio auto relatado a cada semana até a máxima redução possível do volume de treinamento (MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; MUJIK; PADILLA, 2003), onde posteriormente passaram por 2 semanas de

ajuste no volume de treinamento (familiarização com o padrão de progressão, progredindo 4 ou 6 séries, e o grupo constante progredindo apenas nesse período de familiarização para não ocorrer elevações abruptas até atingir 22 séries semanais), garantindo que todos os participantes iniciem o programa de treinamento com o volume de séries semanais similar. Após essas 4 semanas (2 de redução de volume e 2 de ajuste no volume de treinamento), o programa de treinamento foi iniciado, tendo duração de 12 semanas. Os incrementos (4 séries versus 6 séries) foram realizados a cada 4 sessões de treinamento, a cada 2 semanas, como realizado similarmente em estudos prévios que objetivaram a manipulação frequente de variáveis do treinamento de força bem como com esse incremento frequente do número de séries (ANGLERI et al., 2022; ANGLERI; UGRINOWITSCH; LIBARDI, 2017; DAMAS et al., 2019; HAUN et al., 2018, 2019; SCARPELLI et al., 2020; VANN et al., 2022). A Figura 1 apresenta de maneira temporal a abordagem experimental do problema.

Figura 1. Quadro temporal do desenho experimental.



Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** GC = Grupo Constante; G4 = Grupo 4 séries semanais de progressão; G6 = Grupo 6 séries semanais de progressão; 1RM = Teste de 1 repetição máxima).

Os participantes realizaram o TF para membros inferiores duas vezes por semana durante 12 semanas, totalizando 24 sessões de treinamento. O GC realizou o programa de treinamento com 22 séries semanais, pois 22 séries

semanais é a média de séries semanais encontrada na literatura para estudos com volume de treinamento (SCARPELLI et al., 2020).

As avaliações no pós-treinamento (força dinâmica de membros inferiores e área de secção transversa do vasto lateral) foram realizadas 72h após o término da última sessão de TF, na tentativa de evitar possíveis efeitos residuais como inchaço e edema.

4.3.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal da amostra foi avaliada através de uma balança de impedância bioelétrica InBody 120, onde foram avaliadas variáveis como massa corporal e percentual de gordura corporal exclusivamente para caracterização da amostra. Para avaliação da composição corporal, os participantes receberam as seguintes instruções, de acordo com orientado pela fabricante da balança de impedância elétrica: (a) não realizar ingestão alimentar e hídrica por pelo menos 2h antes da avaliação; (b) não consumir bebidas que possuam álcool ou cafeína 24h antes da avaliação; (c) não realizar atividade física moderada a vigorosa 12h antes; (d) urinar, se possível, 30 minutos antes da avaliação; (e) realizar ingestão hídrica de pelo menos 2 litros no dia anterior a avaliação. Caso alguma das instruções fosse violada, o participante foi instruído a retornar no dia seguinte para realização da avaliação.

4.3.3 FORÇA DINÂMICA DE MEMBROS INFERIORES

A avaliação da força dinâmica (comumente conhecido como teste de 1 Repetição Máxima - 1RM) foi realizada no exercício Agachamento livre com barra apoiada nas costas. Os participantes passaram por duas sessões de familiarização com o teste, após as análises de área de secção transversa. A primeira sessão de familiarização consistiu na realização do exercício, onde foram explicados os padrões técnicos que serviram como critério para validar ou não uma tentativa de 1RM. Os padrões técnicos foram: 1) ao realizar o exercício, a coxa deveria ficar paralela ao solo com a crista ilíaca na mesma linha aproximada da altura do bordo superior da patela (atingindo $\sim 100^\circ$ de flexão dos joelhos, sendo padronizada com um banco ajustável ou steps de acetato de vinila (EVA) para segurança do participante, com instrução do mesmo encostar no apoio e levantar o mais rápido possível) para então a ação concêntrica ser realizada; 2) finalizar o

movimento com a extensão completa de quadril e joelho. Após as sessões de familiarização, os participantes foram designados para a realização do teste. O teste foi realizado em dois momentos com intervalo de 72h entre ambos, a fim de verificar medidas de reprodutibilidade, como coeficiente de correlação intraclasse (ICC), erro típico de medida (ETM), coeficiente de variação (CV) e diferença mínima detectável (MD). Na condução das avaliações, foi realizado um aquecimento específico (2 séries de 6 e 3 repetições com intensidade estimada para 10 e 6 repetições respectivamente, através de intensidade auto selecionada e repetições em reserva estimadas pelos participantes e em sequência, foi iniciado o teste que consistiu em três a cinco tentativas para o maior peso levantado para o exercício em questão, onde foi utilizada o maior peso levantado entre as tentativas válidas como valor de 1RM. O primeiro peso do teste foi de ~90% do seu 1RM estimado. O peso teve incrementos de 2.5 a 5kg totais entre tentativas. Se o participante alcançasse a fadiga volitiva ou não atingisse o padrão técnico na última tentativa válida, o peso da tentativa prévia válida foi considerado. Cada tentativa teve um intervalo de no mínimo entre 3 a 5 minutos (BROWN; WEIR, 2001; DIAS et al., 2005). O ICC, ETM, CV e MD para a medida de 1RM no Agachamento foram 0.98, 2,8 kg, 3,72% e 7,86 kg, respectivamente.

4.3.4 AVALIAÇÃO DE ULTRASSONOGRRAFIA

A avaliação de ultrassonografia foi constituída da mensuração da área de secção transversa muscular (AST) do vasto lateral e da avaliação da espessura muscular (EM) da porção lateral da coxa (Figura 2). A área de secção transversa muscular (AST) do vasto lateral foi analisada através de ultrassonografia com procedimentos descritos por Lixandrão e colaboradores (2014). Os participantes foram instruídos a não realizar atividade física moderada a vigorosa pelo menos 72h antes das avaliações. Foram conduzidas duas avaliações, com intervalos de 24h entre ambas, a fim de determinar medidas de reprodutibilidade (CV, ICC, ETM), anteriormente as avaliações de força dinâmica de membros inferiores.

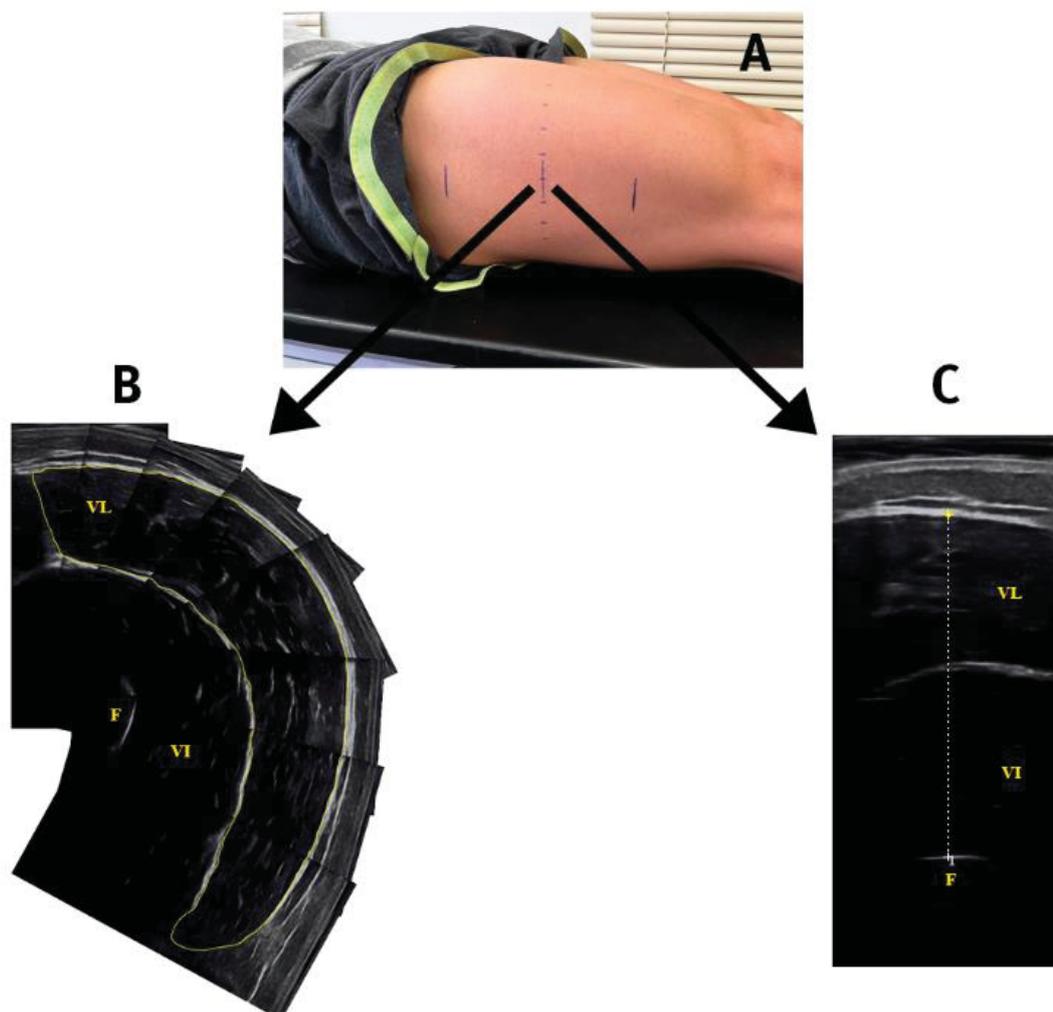
Para avaliação da AST e da EM, foi utilizado um ultrassom modo-B (ECO3, Chison Medical Imaging Ltd., Jiang Su Province, China), com um transdutor de matriz linear de 5MHz. Para aquisição das imagens, foi aplicada uma espessa camada de gel transmissor aquassolúvel no transdutor para que haja uma

transmissão acústica suficiente, evitando a depressão da pele do participante (LIXANDRÃO et al., 2014; REEVES; MAGANARIS; NARICI, 2004)

A pele do participante foi marcada com uma caneta a base de tinta a 30, 50 e 70% do comprimento do fêmur, mensurado pela distância entre o troncâter maior e o epicôndilo lateral (ABE et al., 2000; LIXANDRÃO et al., 2014). Ao ser marcado nos pontos proximais, médios e distais do comprimento do fêmur, foram feitas sucessivas marcas com intervalos de 2cm de maneira transversal a 50% do comprimento do fêmur, cobrindo aspectos laterais e mediais da coxa do participante, para que o transdutor do ultrassom seja deslocado no plano sagital. Imagens foram guardadas a cada 2cm, iniciando do ponto mais medial (acima do reto femoral) e movendo-se em direção lateral (sobre o vasto lateral). Em seguida, as imagens foram agrupadas no software PowerPoint e manualmente rotacionadas para reconstrução do vasto lateral. Essa imagem foi salva e aberta no software ImageJ (NIH Image, National Institutes of Health, Bethesda, Md., USA) para o cálculo da área de secção transversa do vasto lateral, excluindo tecido conjuntivo e ósseo para delimitação dessa área, por meio ferramenta "Polígono". A AST é expressa em cm^2 , e foi utilizado a média dos valores obtidos entre as duas avaliações. Cada imagem foi reconstruída e mensurada duas vezes, e o valor médio dessas duas mensurações foi o valor adotado. O pesquisador que realizou esses procedimentos não teve conhecimento do grupo dos participantes. O ICC, ETM, CV e MD para a medida de AST do vasto lateral foram 0,97, 0,5 cm^2 , 1,08% e 1,46 cm^2 , respectivamente.

A espessura muscular foi avaliada nos comprimentos de 30%, 50% e 70% do fêmur, sendo avaliado a distância entre o fêmur e a aponeurose superficial do vasto lateral, agrupando a espessura do vasto intermédio e do vasto lateral nesses respectivos pontos de comprimento do fêmur (ABE et al., 2000). Foram realizadas três medidas de cada ponto, e a média dessas medidas foi adotada como espessura muscular de cada comprimento. O ICC, ETM, CV e MD para a medida de espessura muscular foram 0,98, 0,6 mm, 1,15%, 1,62 mm para 30% do comprimento do fêmur; 0,99, 0,4 mm, 0,56%, 0,99 mm para 50% do comprimento do fêmur; e 0,97, 0,6 mm, 1,12%, 1,74 mm para 70% do comprimento do femur, respectivamente. Posteriormente, para análise estatística, foi considerada a somatória dessas espessuras musculares (ΣEM).

Figura 2. Marcação realizada na pele dos participantes (A), mensuração de área de secção transversa do vasto lateral (B), e espessura muscular da porção lateral do quadríceps femoral (C).



Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** VL = vasto lateral; VI = vasto intermédio; F = fêmur.

4.3.5 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE TREINAMENTO

O volume acumulado de treinamento foi quantificado com base no volume total de treinamento (VTT), sendo o produto entre o número de séries, repetições e intensidade (peso) utilizada em cada exercício ($VTT = \text{séries} \times \text{repetições} \times \text{peso}$) acumulada em todo período de protocolo experimental (SCOTT et al., 2016). Os exercícios com ênfase na cadeia posterior da coxa não foram contabilizados no cálculo de VTT, apenas os exercícios com ênfase no quadríceps femoral foram contabilizados. Adicionalmente, foi calculada a taxa de progressão no volume de treinamento (VLPROG), utilizando a tonelagem da primeira sessão do protocolo

experimental, após o período de ajustes no volume de treinamento, como referência para cálculo da taxa de progressão das sessões subsequentes de cada participante (NÓBREGA et al., 2022).

4.3.6 SESSÕES DE TREINAMENTO

As sessões de treinamento foram realizadas no mesmo período do dia para cada participante, a fim de reduzir possíveis interferências do ritmo circadiano. Os participantes foram instruídos a realizarem uma refeição a qual comumente realizam em seu dia-a-dia pelo menos 2h antes do início da sessão de treinamento. As sessões de treinamento possuíram protocolos de aquecimento similares aos realizados nos testes de 1RM, com aquecimento geral e específico no agachamento com barra (BAECHLE; EARLE, 2008).

A programação do treinamento foi equalizada para todos os grupos, com exceção do número de séries. A ordem dos exercícios, multi- e uniarticulares, em cada sessão de treinamento ao longo de todo o programa foi agachamento com barra, *Leg press 45°*, Cadeira Extensora, *Stiff* com barra e Cadeira flexora. Foram adicionados dois exercícios (e.g. *Stiff* com barra e Cadeira Flexora) com os músculos posteriores de coxa como agonistas a fim de aproximar nosso programa de treinamento ao comumente realizado por participantes treinados, visando garantir a aderência dos participantes (AMIRTHALINGAM et al., 2017). Em adição, não há evidências que suportem que os exercícios remanescentes para músculos posteriores de coxa alterem o sítio de avaliação da AST e EM, bem como contribuam para o volume de treinamento dos músculos anteriores da coxa.

Os participantes tiveram o número de séries semanais totais divididas em duas sessões de treinamento por semana, contabilizadas nos exercícios agachamento com barra, *Leg press 45°* e Cadeira Extensora. As séries de aquecimento no Agachamento com barra não foram contabilizadas. Os participantes foram instruídos a não realizar exercícios de membros inferiores fora do programa de treinamento prescrito.

Cada grupo realizou a mesma programação, porém, o número de séries semanais foi progredido de acordo com cada grupo. A intensidade de treinamento para cada exercício foi de 6 a 8 repetições na primeira sessão de treinamento da semana, e 10 a 12 repetições na segunda sessão de treinamento da semana, a fim de garantir uma intensidade adequada para o nível de treinamento dos

participantes e variar a amplitude do número de repetições do programa de treinamento (SCHOENFELD et al., 2021a). O intervalo entre séries e exercícios foi de no mínimo 2 minutos, enquanto o tempo de execução (cadência) foi estimado na razão 1:2 para ações concêntricas e excêntricas, respectivamente. As séries foram realizadas com pelo menos uma a duas repetições de reserva, controlada através de uma escala adaptada de Zourdos e colaboradores (ZOURDOS et al., 2016) com exceção da última série de cada exercício, sendo realizada com uma intensidade que atingisse a falha concêntrica. Os pesos de cada exercício foram ajustados sempre que necessário, para que a intensidade para o determinado número de repetições e esforço (i.e. repetições na reserva) fosse mantida. Caso o participante, na última série do exercício, até a falha concêntrica, ultrapasse o limite superior da zona de repetições da sessão de treinamento, o peso era incrementado para que o mesmo se mantivesse dentro da zona de repetições proposta na próxima sessão de treinamento. Todas as sessões foram supervisionadas por profissionais de Educação Física, e a cada série os participantes tiveram auxílio – se necessário – para atingir a zona de repetições proposta.

4.3.7 ASPECTOS NUTRICIONAIS DOS PARTICIPANTES

Foi realizado um recordatório alimentar de cada participante por um nutricionista certificado para estimação da ingestão calórica total e de proteínas, carboidratos e lipídios na semana prévia ao início da intervenção (S0), na sexta semana de intervenção (S6), e na última semana de intervenção (S12), para verificar possíveis alterações na nutrição dos participantes ao longo da intervenção. O recordatório consistiu em uma anamnese de 3 dias da semana em questão, sendo 2 dias durante a semana e 1 dia do final de semana. Para análise, foi considerada a média semanal entre os 3 dias avaliados para cada semana. A quantificação a partir dos recordatórios foi feita por um nutricionista certificado através do software Nutrieduc (Nutrieduc, versão 1.0).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados e armazenados em um banco de dados desenvolvido no programa Microsoft Office Excel 2016. Inicialmente, a normalidade da distribuição dos dados e homogeneidade das variâncias foi

verificado pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A esfericidade dos dados foi analisada pelo teste de Mauchly e, se houvesse violação dos pressupostos necessários, o teste de Greenhouse-Geisser foi aplicado. Sequencialmente, para caracterização dos participantes do estudo, foi utilizada a estatística descritiva, com medidas de tendência central e dispersão (média e desvio-padrão). Foi realizada uma análise de variância de uma via (ANOVA *one-way*) para identificação de possíveis diferenças entre médias entre grupos nos dados pré-treinamento. Para identificação de possíveis diferenças entre grupos (G1, G2, G3) para cada variável dependente do presente estudo (força dinâmica máxima, AST e $\sum EM$) foi utilizada uma análise de variância de modelo misto para detectar possíveis interações tempo versus grupo para cada variável dependente, assumindo tempo e grupo como fatores fixos e participantes como fator aleatório. Posteriormente, para investigar possíveis tendências nos dados de acordo com outras estimativas, foi realizada uma análise de variância de modelo misto adicional, com grupo como fator fixo, participantes como fator aleatório, os valores pré-treinamento como covariável e a alteração absoluta dos desfechos como variável dependente. Em caso de significância encontrada para alguma variável dependente, foi aplicado um teste *post hoc* de Tukey. A interpretação do efeito do tempo (pré vs pós-treinamento) foi feita com base nos intervalos de confiança de 95% (IC95%) da diferença média ($DIF_{Méd}$) entre pré e pós-treinamento. A fim de determinar se as mudanças induzidas pelo programa de treinamento podem ser consideradas relevantes, foi realizado o cálculo da diferença mínima detectável (MD) com base na fórmula: $MD = ETM * 1.96 * \sqrt{2}$ (WEIR, 2005). O tamanho do efeito (*effect size* [ES]) das análises para cada variável dependente foi calculado pela média pós-treinamento menos a média pré-treinamento dividido pelo desvio padrão agrupado pré-treinamento, com os seguintes pontos de corte: <0.2: efeito trivial; 0.2-0.39: efeito pequeno; 0.40-0.79: efeito moderado; >0.80: efeito grande (CALDWELL; VIGOTSKY, 2020; COHEN, 1988). Para comparação do VTT, foi realizada uma ANOVA *one-way* para comparação entre grupos. A VL_{PROG} foi comparada entre grupos a partir da inclinação da reta (i.e. *slope*) analisada através de uma regressão linear e comparada através de um teste da família F para comparação dos *slopes*. Todos os dados foram analisados no software estatístico SAS (SAS 9.4; SAS Institute, Inc., Cary, NC), com um nível de significância de alfa menor ou igual a 5% ($p \leq 0.05$).

5 RESULTADOS

Durante o período de intervenção, 6 participantes não concluíram a intervenção por perda de interesse (GC, n = 2; G4, n = 2), por razões pessoais (G6, n = 1) ou por lesão não relacionada ao estudo (GC, n = 1), sendo assim, 31 participantes completaram a intervenção. Dos 31 participantes, todos completaram a intervenção realizando as 24 sessões propostas. A Tabela 1 descreve as características iniciais dos participantes.

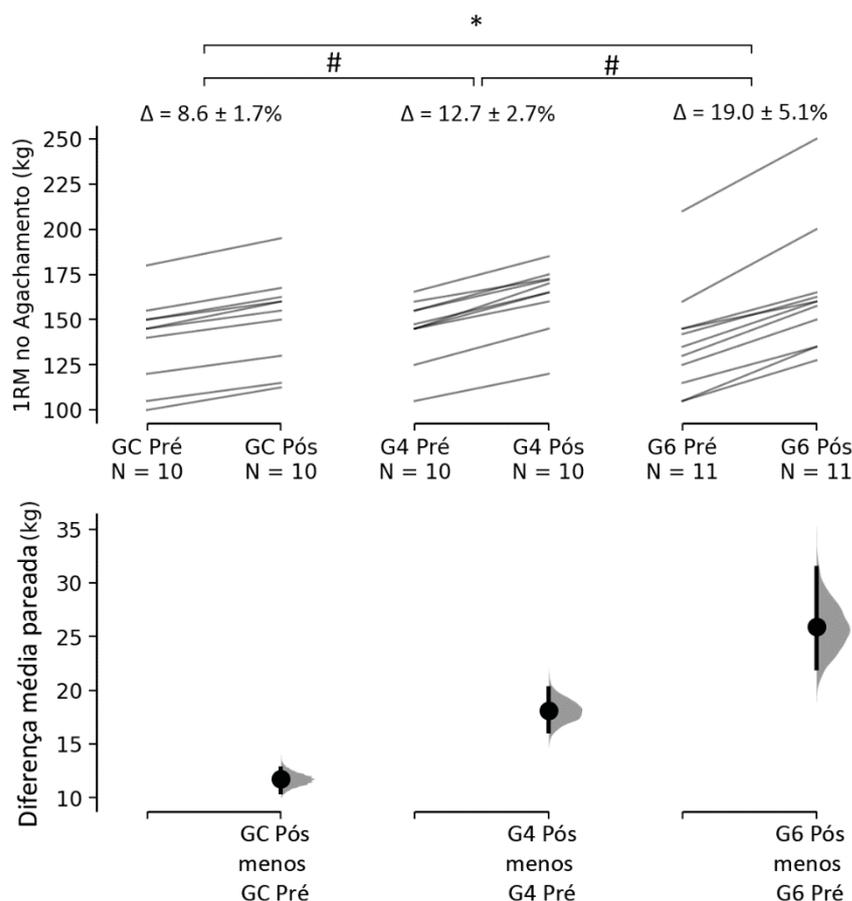
Tabela 1. Características iniciais dos participantes.

Variáveis	GC (n = 10)	G4 (n = 10)	G6 (n = 11)	p
Idade (anos)	24.2 ± 2.1	25.1 ± 3.5	24.0 ± 3.0	0.680
Estatura (cm)	176.4 ± 6.5	173.3 ± 7.4	176.6 ± 5.7	0.466
Massa corporal (kg)	82.9 ± 12.2	78.1 ± 7.9	79.2 ± 7.8	0.504
Gordura corporal (%)	13.7 ± 2.1	13.8 ± 3.7	15.4 ± 3.1	0.373
Experiência com TF (anos)	5.4 ± 2.5	4.5 ± 2.2	5.5 ± 2.0	0.558
1RM no Agachamento (kg)	139.0 ± 24.2	144.8 ± 17.7	137.9 ± 29.5	0.793
Razão 1RM:MC (u.a.)	1.6 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.7 ± 0.3	0.262
Volume de séries prévio (n)	15.6 ± 3.5	15.8 ± 4.9	19.2 ± 10.8	0.443

Legenda: Os dados são expressos em média ± desvio padrão. cm = centímetros; kg = quilograma; 1RM = força dinâmica máxima; MC = massa corporal; u.a. = unidades arbitrárias; n = frequência absoluta.

Todos os grupos aumentaram sua força dinâmica máxima após a intervenção, com a análise revelando uma interação tempo versus grupo ($F_{(2,28)} = 18.66$; $p < 0.0001$). As comparações *post hoc* revelaram que o G6 elicitou maiores ganhos em comparação ao G4 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 8.2$ kg (2.8 – 13.7 kg) e ao GC ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 14.5$ kg (9.2 – 19.9 kg); e o G4 elicitou maiores ganhos em comparação ao GC ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 6.3$ kg (0.8 – 11.8 kg). O ES intra-grupo foi de 0.47 (moderado, $IC95\%$ (0.34 – 0.66)) para o GC, 1.0 (grande, $IC95\%$ (0.57 – 2.130)) para o G4, e 0.80 (grande, $IC95\%$ (0.55 – 1.47)) para o G6.

Figura 3. Diferença média pareada intra-grupos para medida de força dinâmica máxima. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

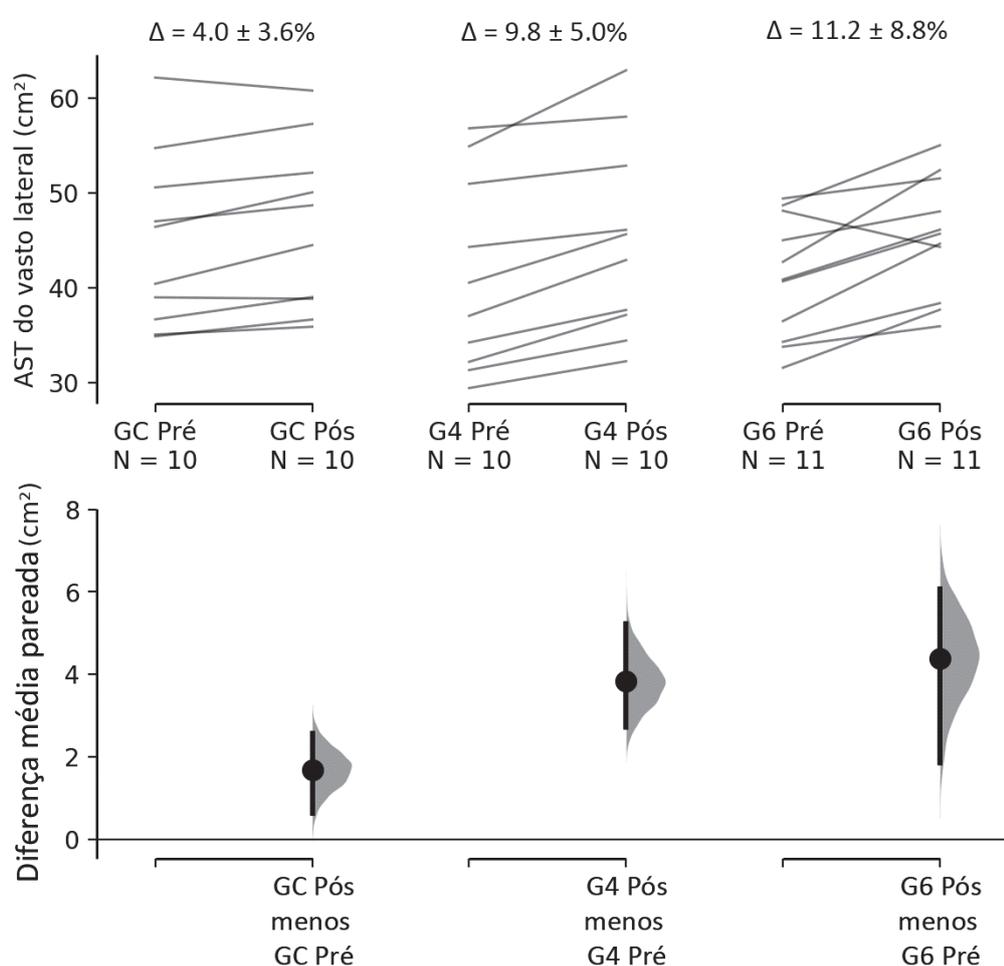


Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** kg = quilograma. * = $p < 0.001$; # = $p < 0.05$.

Todos os grupos aumentaram sua AST do vasto lateral após a intervenção, indicando um efeito principal do fator tempo ($F_{(1,28)} = 48.48$; $p < 0.0001$, Figura 4), no entanto, não foram reveladas interações tempo versus grupo sobre a AST do vasto lateral ($F_{(2,28)} = 2.98$; $p = 0.067$). As comparações *post hoc* com as respectivas estimativas foram as seguintes: G6 versus G4 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 0.33 \text{ cm}^2$ (-2.61 – 3.28 cm^2); G6 versus GC ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 2.34 \text{ cm}^2$ (-0.66 – 5.33); G4 versus GC ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 2.00 \text{ cm}^2$ (-1.04 – 5.05 cm^2). O ES intra-grupo foi

de 0.18 (trivial, IC95% (0.03 – 0.36)) para o GC, 0.37 (pequeno, IC95% (0.21 – 0.55)) para o G4, e 0.69 (moderado, IC95% (0.28 – 1.11)) para o G6.

Figura 4. Diferença média pareada intra-grupos para medida de área de secção transversal do vasto lateral. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

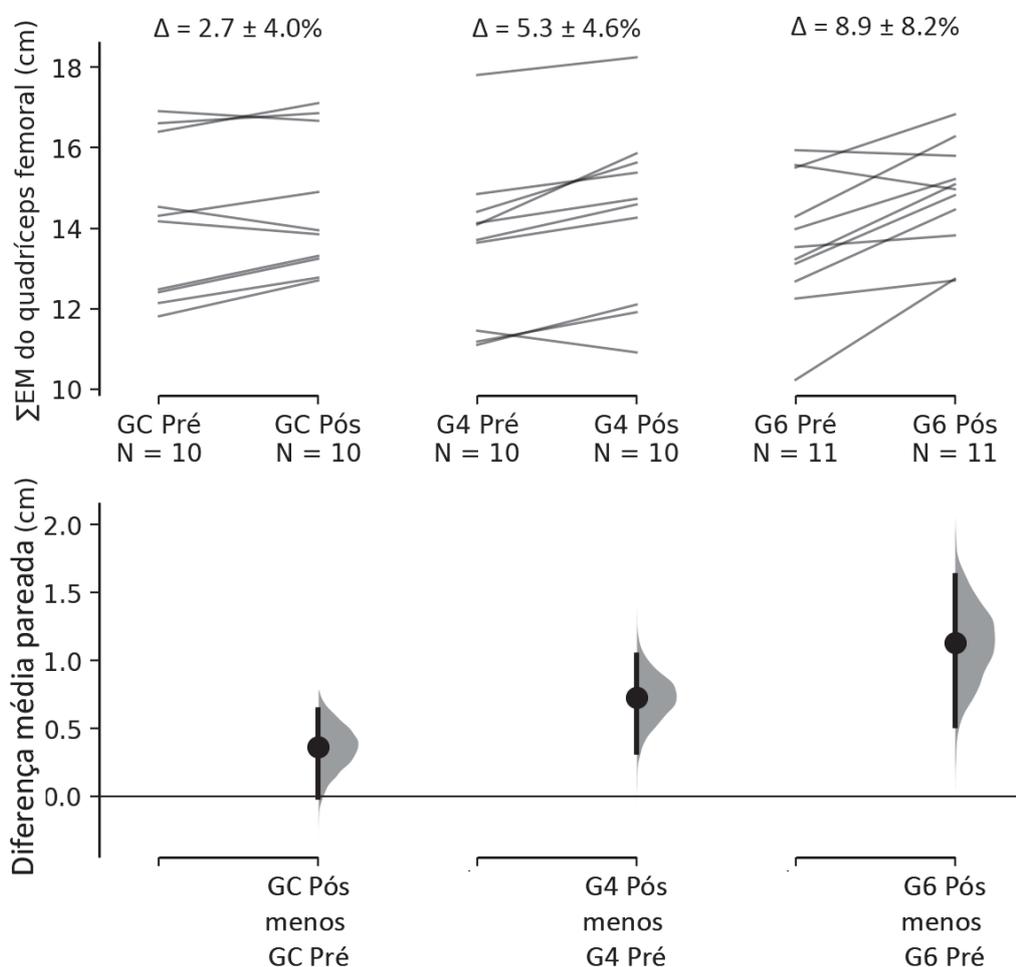


Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** cm² = centímetros quadrados.

Todos os grupos aumentaram sua ΣEM após a intervenção indicando um efeito principal do fator tempo ($F_{(1,28)} = 30.05$; $p < 0.0001$, Figura 5), no entanto, não foram reveladas interações tempo versus grupo ($F_{(2,28)} = 2.83$; $p = 0.076$). As comparações *post hoc* com as respectivas estimativas foram as seguintes: G6 versus G4 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 0.34$ cm (-0.39 – 1.07 cm); G6 versus GC

($DIF_{Méd}(IC95\%) = 0.67 \text{ cm } (-0.07 - 1.40 \text{ cm})$; G4 versus GC ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 0.33 \text{ cm } (-0.43 - 1.08 \text{ cm})$). O ES intra-grupo foi de 0.19 (trivial, $IC95\% (-0.02 - 0.37)$) para o GC, 0.34 (pequeno, $IC95\% (0.08 - 0.64)$) para o G4, e 0.74 (moderado, $IC95\% (0.31 - 1.25)$) para o G6.

Figura 5. Diferença média pareada intra-grupos para medida soma das espessuras musculares da parte lateral da coxa. Os dados brutos individuais foram plotados no gráfico superior e no gráfico inferior foram plotadas as diferenças médias representadas como pontos, com intervalos de confiança de 95% sendo indicados pelas extremidades das barras de erro verticais. A curva preenchida indica a distribuição da diferença média sob a hipótese nula.

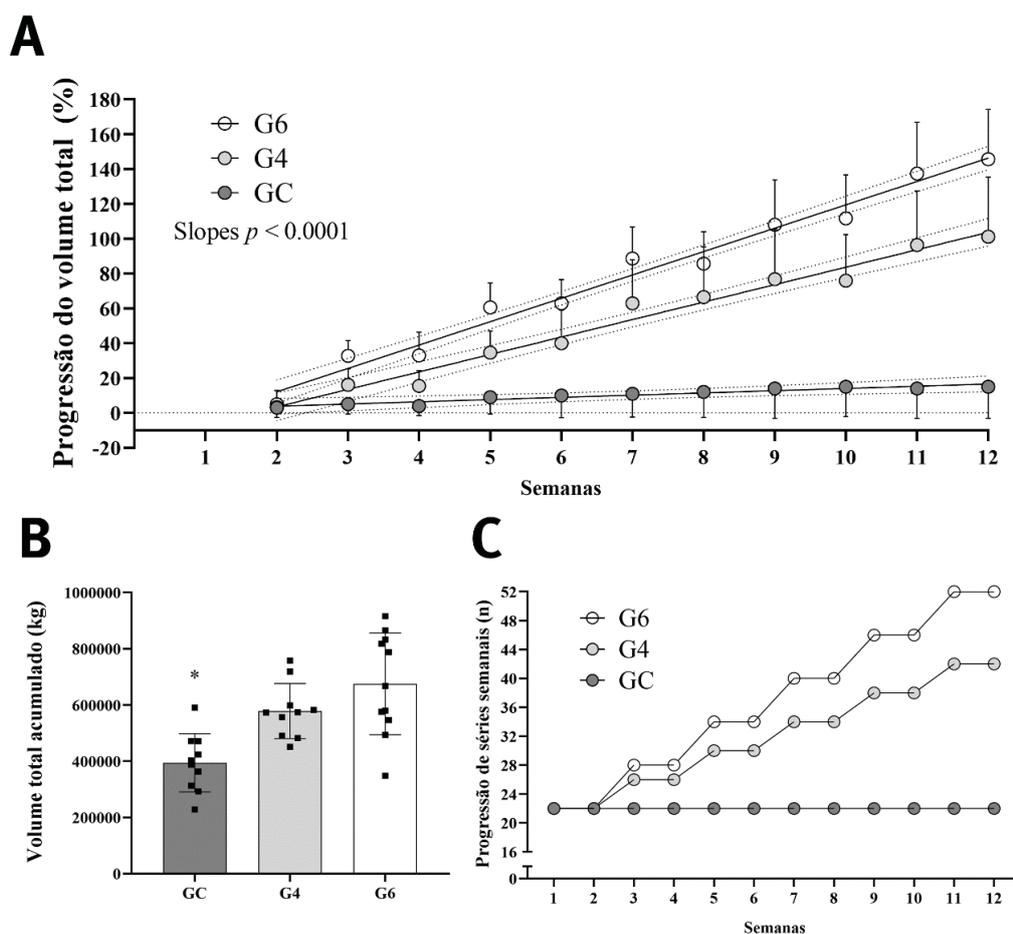


Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** cm = centímetros.

A Figura 5 apresenta os *slopes* da VL_{PROG} (Figura 5A) e VTT após todo período de intervenção (Figura 5B), bem como uma representação gráfica da progressão de séries semanais para quadríceps que foi realizada durante a

intervenção (Figura 5C). Os resultados indicam que os *slopes* de progressão são diferentes entre zero (GC, $F_{(1,108)} = 10.97$; $p = 0.0013$; G4, $F_{(1,108)} = 217.6$; $p < 0.0001$; G6, $F_{(1,119)} = 539.7$; $p < 0.0001$) e diferentes entre si ($F_{(2,335)} = 123.7$; $p < 0.0001$). Um efeito dos grupos foi observado para o VTT ($F_{(2,28)} = 11.60$; $p = 0.0002$). As comparações *post hoc* revelaram que o GC teve um VTT significativamente menor que G4 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 184.226$ kg (30.390 – 338.062); $p = 0.0149$) e que G6 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 281.167$ kg (130.868 – 431.466); $p = 0.0002$). Porém, não foram reveladas diferenças significativas para o VTT entre G4 e G6 ($DIF_{Méd}(IC95\%) = 96.942$ kg (-247.241 - 53.358); $p = 0.335$).

Figura 6. Progressão do volume total de treinamento (A) com os *slopes* (linha reta contínua) e os intervalos de confiança em 95% (linhas pontilhadas), volume total acumulado após a intervenção (B), e representação da progressão do volume de séries semanais ao longo da intervenção (C).



Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** kg = quilograma; n = frequência absoluta do número de séries semanais para o quadríceps femoral. * = $p < 0.0001$.

A Tabela 2 apresenta os aspectos nutricionais ao longo da intervenção. Não foi observada uma interação tempo versus grupo para a ingestão calórica total ($F_{(2,28)} = 1.208$; $p = 0.319$), nem para a ingestão de proteínas ($F_{(2,28)} = 2.159$; $p = 0.102$), carboidratos ($F_{(2,28)} = 0.304$; $p = 0.824$) e lipídios ($F_{(2,28)} = 1.233$; $p = 0.309$).

Tabela 2. Aspectos nutricionais de ingestão calórica total e de cada macronutriente no período pré-intervenção (S0), na sexta semana de intervenção (S6) e na última semana de intervenção (S12).

Grupo	Variáveis	Semana 0	Semana 6	Semana 12
GC (n = 10)	Total (kcal)	2315.3 ± 553.6	2341.3 ± 592.5	2449.2 ± 633.9
	PTN (g)	174.6 ± 50.8	170.0 ± 51.8	181.7 ± 51.5
	CHO (g)	279.1 ± 76.5	261.0 ± 57.2	283.2 ± 79.7
	LIP (g)	57.8 ± 21.0	68.4 ± 27.9	67.2 ± 27.9
G4 (n = 10)	Total (kcal)	2684.3 ± 540.1	2410.2 ± 518.3	2242.8 ± 499.8
	PTN (g)	178.2 ± 28.9	159.8 ± 27.8	157.4 ± 27.1
	CHO (g)	332.6 ± 103.2	298.9 ± 92.5	279.4 ± 152.7
	LIP (g)	68.8 ± 28.0	61.8 ± 17.5	54.3 ± 18.0
G6 (n = 11)	Total (kcal)	2320.6 ± 514.8	2308.3 ± 593.1	2343.6 ± 692.3
	PTN (g)	149.9 ± 39.9	171.0 ± 25.7	171.1 ± 25.4
	CHO (g)	298.2 ± 109.1	275.0 ± 131.0	279.4 ± 152.7
	LIP (g)	60.3 ± 22.8	58.2 ± 18.5	60.3 ± 15.6

Fonte: O Autor (2023). **Legenda:** kcal = quilocaloria; **PTN** = proteínas; **CHO** = carboidratos; **LIP** = lipídios; **g**: grama.

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de diferentes modelos de progressão sobre a força e hipertrofia muscular de homens treinados. Os principais achados foram: (a) há uma relação de dose-resposta entre a progressão de séries semanais e o desenvolvimento da força dinâmica máxima de membros inferiores em homens treinados; (b) a progressão de séries semanais parece não oferecer vantagens adicionais para a magnitude da hipertrofia muscular do quadríceps femoral em homens treinados.

Em concordância com nossa hipótese inicial, todos os grupos aumentaram sua força dinâmica máxima no agachamento livre após a intervenção, no entanto, houve um comportamento de dose-resposta onde quem progrediu mais apresentou maiores ganhos. Sabe-se que o volume de treinamento e sua determinação na magnitude do desenvolvimento da força muscular aparenta ser controverso. Há revisões sistemáticas com meta-análise disponíveis que sugerem uma superioridade nos ganhos de força muscular para condições de maior volume de treinamento (RALSTON et al., 2017; RHEA et al., 2003; RHEA; ALVAR; BURKETT, 2002). No entanto, há estudos que não apresentam superioridade nos ganhos de força muscular para condições de maiores volumes de treinamento (AUBE et al., 2022; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; SCHOENFELD et al., 2019). Talvez, a principal discrepância entre os estudos está no status de treinamento da amostra e em como o volume de treinamento é estratificado e comparado. A teoria atual baseia-se usualmente em comparações de séries únicas (1 série) versus séries múltiplas (2-3 séries por exercício), e majoritariamente em participantes com status de treinamento considerado como destreinado ou moderadamente treinado (KRIEGER, 2009; RHEA et al., 2003). Aparentemente, para indivíduos com baixo status de treinamento (i.e. destreinados e moderadamente treinados), não há vantagens para maiores volumes de treinamento para os ganhos de força muscular (SCHOENFELD et al., 2019). No entanto, apenas Aube e colaboradores (2022) compararam diferentes volumes de treinamento e os ganhos de força muscular no agachamento livre em homens treinados, e, curiosamente, nossos achados se divergem. Aube e colaboradores (2022) observaram uma resposta em padrão de “U” invertido para os ganhos de força muscular, onde o grupo de volume moderado (i.e. 18 séries semanais para quadríceps) obteve uma tendência (não significativa) para ganhos ótimos de força muscular. Em adição, de diversos estudos no tópico, apenas Aube e colaboradores

(2022) consideraram o volume de treinamento prévio dos participantes ao analisar os ganhos de força muscular, o que pode impactar o efeito da intervenção de estudos que comparem volume de treinamento e ganhos de força muscular, uma vez que poderia estar ocorrendo uma redução ou aumento abrupto do volume de treinamento. Há alguns potenciais mecanismos que podem parcialmente explicar nossos achados e sustentar possíveis explicações para comparações com a literatura atual.

Talvez, a forma como realizamos a programação da nossa intervenção pode ter determinado esse grau de dose-resposta. Os participantes em ambos os grupos que progrediram séries semanais realizaram uma maior quantidade de séries submáximas (~2 em reserva), com apenas a última série sendo realizada em um grau de fadiga maior (atingindo a falha concêntrica), com a execução das séries realizada por zona de repetições, sendo o peso autorregulado a cada série de acordo com o esforço percebido (HICKMOTT et al., 2022). Graham & Cleather (2021) observaram que quando séries e repetições são equalizadas, a autorregulação do peso a cada série, contrária a uma prescrição fixa baseada no percentual de intensidade relativa, promoveu maiores ajustes nos níveis de força muscular. Um alto volume de treinamento associado com a realização de séries submáximas, pode ter influenciado no aumento da coordenação intra- e intermuscular, o que ocorre em parte por ajustes neurais, como aumento no drive neural da produção de força dos músculos agonistas e na redução da inibição pré-sináptica (AAGAARD et al., 2002; ŠKARABOT et al., 2021). A realização de mais séries submáximas, com administração da fadiga, bem como a realização desse maior volume de treinamento com uma tarefa próxima ao teste utilizado (agachamento livre), pode explicar parcialmente nossos achados. Em adição, a ordem de execução dos exercícios também pode ser um fator que pode ter influenciado, em parte, nossos achados, uma vez que o exercício realizado nos estágios iniciais da sessão de treinamento permite a realização do mesmo com um grau de fadiga menor (NUNES et al., 2021). Curiosamente, Aube e colaboradores (2022) possui uma programação de séries similar (~2 em reserva e apenas a última série realizada até a falha) em exercícios e testes similares aos do presente estudo, porém, o resultado não foi semelhante. Talvez, o tempo de intervenção superior realizado no presente estudo (4 semanas a mais), bem como a adição de séries semanais, e não um volume fixo por 8 semanas, permitiu nossos participantes a realizar mais séries submáximas porém com um grau de esforço similar por mais tempo, podendo justificar as discrepâncias entre os nossos achados e os achados de

Aube e colaboradores (2022). Parece que participantes com um maior nível de treinamento precisem de maior variação bem como um maior volume de treinamento para maximização da força muscular. Em adição, nossos achados sugerem uma possível evidência para ajustes neurais induzidos pelo treinamento de força em participantes treinados (PEARCEY et al., 2021). Essas explicações são apenas hipóteses e necessitam de futuros estudos para reforçar ou não essa hipótese.

Contrário à nossa hipótese inicial, todos os grupos aumentaram de forma semelhante tanto a área de secção transversa do vasto lateral bem como a soma das espessuras musculares da porção lateral do quadríceps femoral, no entanto, sem diferenças significativas entre os grupos. É importante ressaltar que até o presente momento, o grupo de maior progressão realizou o maior volume de séries semanais disponível na literatura (52 séries semanais), e o G6 não obteve efeitos deletérios sobre o tecido muscular. Sabe-se que o volume de treinamento parece ser uma variável determinante na maximização da hipertrofia muscular, com uma aparente relação de dose-resposta entre o volume de treinamento e a magnitude desse ajuste (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017). No entanto, há evidências disponíveis que nem sempre um maior volume acumulado resulta em maiores acréscimos de massa muscular (AUBE et al., 2022; BARCELOS et al., 2018). Há diversas variáveis que possam influenciar essas discrepâncias com a atual literatura, e talvez, as principais sejam o status de treinamento e o volume prévio a intervenção realizada. Apenas Aube e colaboradores (2022) realizaram um estudo com participantes treinados balanceando-os pelo volume de séries semanais prévio, e os achados são similares aos nossos, sem diferenças entre diferentes volumes de séries semanais e duas formas de mensuração de acréscimo de massa muscular (ultrassonografia e absorciometria de raios-x de dupla energia). Brigatto e colaboradores (2022) compararam diferentes séries semanais sobre a espessura muscular em participantes treinados, porém, a força relativa dos participantes quando comparados aos do presente estudo e com Aube e colaboradores (2022) é levemente inferior (de ~1.25 a 1.5 de força relativa versus ~1.6 a 2.09), bem como o volume prévio não foi considerado no que se refere ao balanceamento dos participantes, com uma redução do volume de alguns participantes ocorrendo no estudo de Brigatto e colaboradores (2022), o que pode justificar essas discrepâncias.

Algumas hipóteses podem parcialmente explicar nossos achados. Dankel e colaboradores (2017) hipotetizaram que aparentemente há um limite no número de séries para um grupamento muscular que possa ser efetivo em cada sessão de treinamento, onde a partir de um determinado número de séries há um desenvolvimento de um grau de fadiga na própria sessão excessivo e seja necessário maior tempo de recuperação entre sessões, atenuando respostas de síntese proteica muscular, fazendo com que o balanço entre síntese e degradação proteica seja prejudicado. Em adição, outro fenômeno que pode explicar parcialmente nossos achados é o fato da possibilidade de ocorrência de um fenômeno de teleantecipação (ULMER, 1996). O GC tinha um volume fixo e menor que os grupos que progrediram, permitindo com que eles empenhassem um esforço maior durante o treino devido ao volume reduzido, em contraste com participantes do G4 e G6. Os participantes de grupos que realizaram progressão de séries semanais podem ter executado um esforço menor do que o relatado (~2 em reserva e ocorrência da falha na última série) nas séries iniciais devido ao conhecimento do elevado número de séries que ainda tinham para realizar, podendo regular o esforço nas séries iniciais para tolerar o elevado volume de séries sessão de treino completa (ST CLAIR GIBSON; SWART; TUCKER, 2018). Talvez, realizar um maior número de séries semanais e por exercício necessite de maiores frequências de treinamento para melhor distribuição desse volume de treinamento. Adicionalmente, ao observarmos intervalos de confiança, há uma leve tendência de que volumes maiores ofereçam maiores vantagens hipertróficas, mesmo que modestas. Essas explicações são apenas especulativas e futuros estudos são necessários.

Apesar do GC não progredir séries semanais, houve uma progressão do volume total de treinamento, devido aos ganhos de força dentro da zona de repetições realizada, contribuindo para uma progressão do volume total de treinamento. Nóbrega e colaboradores (2022) realizaram uma análise exploratória de estudos prévios realizados pelo próprio laboratório, e observaram uma associação entre alterações na área de secção transversa do vasto lateral e a taxa de progressão do volume total de treinamento. Adicionalmente, Plotkin e colaboradores (2022) comparam progredir pelo peso ou pelo número de repetições e não foram observadas diferenças significativas na espessura muscular de diferentes músculos do quadríceps, bem como adicionar mais séries também não promoveu uma dose-resposta para hipertrofia muscular. Por fim, 22 séries semanais pode ser considerado um elevado número de séries

semanais, o que pode ser uma das razões também para não obtermos diferenças entre os grupos. Parece que progredir peso, número de repetições ou número de séries não resulta em maior hipertrofia desde que o volume total de treinamento progrida. Esses mecanismos são apenas especulações e necessitam de mais estudos para confirmar essas hipóteses.

Nosso estudo possui limitações que precisam ser descritas para evitar má-interpretações. Primeiro, nosso teste de força foi realizado num exercício que fez parte da intervenção, em uma ação dinâmica, e os resultados não podem ser extrapolados para outras ações de avaliação de força muscular, como isocinética ou isométrica. Segundo, apesar de realizarmos recordatórios alimentares com os participantes para acompanhar o status nutricional ao longo da intervenção, há um viés do autorrelato dos participantes, pois eles podem reportar uma alimentação distinta do que foi consumido (MERTZ et al., 1991). Terceiro, apesar de tentarmos ajustar o volume prévio dos participantes reduzindo o volume e familiarizando com a progressão de series semanais, talvez o tempo que consideramos para reduzir o volume prévio possa não ter sido suficiente para ajustar o organismo dos participantes a esse ajuste no volume, o que pode ter influenciado nos ajustes hipertróficos. Quarto, não se sabe se essa progressão de volume pode ser sustentada por mais tempo (> 12 semanas, bem como > 2 semanas no mesmo volume), uma vez que muitos participantes nas últimas semanas de intervenção relatavam cansaço excessivo e uma necessidade de maior tempo de recuperação entre as sessões. Quinto, nós avaliamos apenas aspectos laterais do quadríceps femoral, mais precisamente o vasto lateral e vasto intermédio, sendo assim, não se sabe se o comportamento das respostas hipertróficas seria similar se outros músculos como reto femoral ou outros músculos dos membros superiores. Sexto, não se sabe se o tempo de progressão (2 semanas) adotado foi suficiente para promover um tempo ideal para que essas progressões no volume de treinamento ocorram. Sétimo, os nossos achados são relacionados a participantes treinados, portanto não podem ser extrapolados para outras populações como destreinados, idosos ou participantes do sexo feminino. Oitavo, apesar do nosso grupo constante não adicionar séries semanais, alguns participantes podem ter experienciado por um aumento no volume prévio, e também houve uma progressão do volume total de treinamento, o que pode ter influenciado nossas respostas hipertróficas em comparação a diferentes modelos de progressão.

7 CONCLUSÃO

Nossos achados sugerem que modelos de progressão baseados no número de séries semanais, mais precisamente de 4 e 6 séries, em homens treinados, possuem um comportamento de dose-resposta para força dinâmica máxima mas não para hipertrofia muscular de membros inferiores. Apesar de modesto, o tamanho do efeito sugere um leve favorecimento para a magnitude da hipertrofia muscular de membros inferiores para modelos de progressão de séries semanais em comparação a um treinamento constante.

Cientistas do esporte e praticantes podem se beneficiar de modelos de progressão para maximização da força e hipertrofia muscular em conjunto. Em adição, se o objetivo é apenas a hipertrofia muscular, realizar séries constantes, desde que progrida o volume total de treinamento, proporciona ganhos similares aos modelos de progressão com séries semanais com volume de treinamento e duração da sessão de treino menor do que grupos que realizem progressão de séries semanais.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 6, p. 2309–2318, 2002.
- 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, 2000.
- AMIRTHALINGAM, T. et al. Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 11, p. 3109–3119, 2017.
- ANGLERI, V. et al. Resistance training variable manipulations are less relevant than intrinsic biology in affecting muscle fiber hypertrophy. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 32, n. 5, p. 821–832, 2022.
- ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, 2017.
- 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, 2022.
- BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**. [s.l.] Human kinetics, 2008.
- BAKER, J. S. et al. Strength and body composition changes in recreationally strength-trained individuals: comparison of one versus three sets resistance-training programmes. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.
- 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, 2018.
- BAZ-VALLE, E. et al. A Systematic Review of the Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy. **Journal of Human Kinetics**, v. 81, n. 1, p. 199–210, 2022.
- BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013.
- 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, 2022.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: accurate

assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 4, n. 3, 2001.

CALDWELL, A.; VIGOTSKY, A. D. A case against default effect sizes in sport and exercise science. **PeerJ**, 2020.

COHEN, J. Some issues in power analysis. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, v. 531, p. 537, 1988.

COHEN, J. A power primer. **Psychological Bulletin**, 1992.

CUNANAN, A. J. et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 787–797, 2018.

DAMAS, F. et al. Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 127, n. 3, p. 806–815, 2019.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, 2018.

DANKEL, S. J. et al. Frequency: the overlooked resistance training variable for inducing muscle hypertrophy? **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 799–805, 2017.

DE SALLES, B. F. et al. Rest interval between sets in strength training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 766–777, 2009.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. S3--S16, 2002.

DIAS, R. M. R. et al. Influence of familiarization process on muscular strength assessment in 1-RM tests. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 39–42, 2005.

FIGUEIREDO, V. C. Revisiting the roles of protein synthesis during skeletal muscle hypertrophy induced by exercise. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 317, n. 5, p. R709--R718, 2019.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 2018.

FRANCHI, M. V. et al. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. **Acta Physiologica**, 2014.

FRANCHI, M. V.; REEVES, N. D.; NARICI, M. V. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 447, 2017.

GOMES, R. L. et al. Session Rating of Perceived Exertion as an Efficient Tool for Individualized Resistance Training Progression. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2020.

GRAHAM, T.; CLEATHER, D. J. Autoregulation by repetitions in reserve leads to greater improvements in strength over a 12-week training program than fixed loading. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 9, p. 2451–2456, 2021.

GRANDOU, C. et al. Overtraining in Resistance Exercise: An Exploratory Systematic Review and Methodological Appraisal of the Literature. **Sports Medicine**, 2020.

GRGIC, J. et al. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sport and Health Science**, 2021.

HAMMARSTRÖM, D. et al. Benefits of higher resistance-training volume are related to ribosome biogenesis. **Journal of Physiology**, 2020.

HAUN, C. T. et al. Effects of graded whey supplementation during extreme-volume resistance training. **Frontiers in Nutrition**, v. 5, p. 84, 2018.

HAUN, C. T. et al. Pre-training skeletal muscle fiber size and predominant fiber type best predict hypertrophic responses to 6 weeks of resistance training in previously trained young men. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 297, 2019.

HEASELGRAVE, S. R. et al. Dose-response relationship of weekly resistance-training volume and frequency on muscular adaptations in trained men. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 3, p. 360–368, 2019.

HICKMOTT, L. M. et al. The effect of load and volume autoregulation on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine-open**, v. 8, n. 1, p. 1–35, 2022.

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

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

KRIEGER, J. W. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1890–1901, 2009.

LARSEN, S.; KRISTIANSEN, E.; VAN DEN TILLAAR, R. Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance-training interventions: a systematic review. **PeerJ**, v. 9, p. e10663, 2021.

LIXANDRÃO, M. E. et al. Vastus lateralis muscle cross-sectional area ultrasonography validity for image fitting in humans. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3293–3297, 2014.

MANN, J. B. et al. The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1718–1723, 2010.

MARSHALL, P. W. M.; MCEWEN, M.; ROBBINS, D. W. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 12, p. 3007–3016, 2011.

MCBRIDE, J. M. et al. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 106–110, 2009.

MERTZ, W. et al. What are people really eating? The relation between energy intake derived from estimated diet records and intake determined to maintain body weight. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 291–295, 1991.

MUJIK, I.; PADILLA, S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1182–1187, 2003.

NÓBREGA, S. R. et al. Muscle Hypertrophy Is Affected by Volume Load Progression Models. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. Publish Ah, 2022.

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, 2021.

OSTROWSKI, K. J. et al. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 11, p. 148–154, 1997.

PEARCEY, G. E. P. et al. Chronic resistance training: is it time to rethink the time course of neural contributions to strength gain? **European Journal of Applied Physiology**, p. 1–10, 2021.

PETERSON, M. D. et al. Progression of volume load and muscular adaptation during resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 6, p. 1063–1071, 2011.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377–382, 2004.

PETRIZZO, J. et al. A Feasibility Study Investigating the Sustainability and Safety of a Non-Periodized Protocol with Linear Load Progression during the Initial 12 Weeks of Strength Training. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 21, n. 5, 2018.

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

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

RALSTON, G. W. et al. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 2017.

RATAMESS, N. et al. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

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, 2004.

RHEA, M. R. et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456–464, 2003.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 73, n. 4, p. 485–488, 2002.

SANTOS JUNIOR, E. R. T. et al. Classification and determination model of resistance training status. **Strength and Conditioning Journal**, v. 43, n. 5, p. 77–86, 2021.

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. Publish Ah, 2020.

SCHOENFELD, B. et al. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, 2021a.

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, 2019.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: A re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9, n. 2, p. 32, 2021b.

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**, 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, 2017.

SCOTT, B. R. et al. Training monitoring for resistance exercise: theory and applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687–698, 2016.

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, 2021.

SPIERING, B. A. et al. Resistance exercise biology. **Sports Medicine**, v. 38, n. 7, p. 527–540, 2008.

ST CLAIR GIBSON, A.; SWART, J.; TUCKER, R. The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process--The Integrative Governor theory. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 1, p. 25–36, 2018.

SUCHOMEL, T. J. et al. Training for Muscular Strength: Methods for Monitoring and Adjusting Training Intensity. **Sports Medicine**, p. 1–16, 2021.

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, 2016.

TERZIS, G. et al. The degree of p70 S6k and S6 phosphorylation in human skeletal muscle in response to resistance exercise depends on the training volume. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 4, p. 835–843, 2010.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Research methods in physical activity**. [s.l.] Human kinetics, 2018.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the physical activity readiness questionnaire (PAR-Q). **Canadian Journal of Sport Sciences**, 1992.

THOMPSON, S. W. et al. The effectiveness of two methods of prescribing load on maximal strength development: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 919–938, 2020.

ULMER, H.-V. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. **Experientia**, v. 52, n. 5, p. 416–420, 1996.

VANN, C. G. et al. Effects of High-Volume Versus High-Load Resistance Training on Skeletal Muscle Growth and Molecular Adaptations. **Frontiers in Physiology**, p. 403, 2022.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 231–240, 2005.

ZABALETA-KORTA, A. et al. The role of exercise selection in regional Muscle Hypertrophy: A randomized controlled trial. **Journal of Sports Sciences**. 2021.

ZOURDOS, M. C. et al. Novel resistance training--specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 267–275, 2016.

APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior e Alysson Afonso Nadalin Enes, Professor Orientador e Pesquisador Assistente, respectivamente, membros do Programa de Pós Graduação em Educação Física (PPGEDF) da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, participante do sexo masculino, com idade entre 18 a 30 anos, praticante de rotinas de treinamento de força há pelo menos 2 anos, a participar do nosso estudo intitulado "Efeito de diferentes modelos de progressão no treinamento de força sobre ajustes neuromusculares em homens treinados", onde iremos verificar o efeito da progressão da quantidade de séries semanais sobre a força e hipertrofia muscular por meio do treinamento de força. Sua participação é de fundamental importância para o avanço científico e produção do conhecimento sobre metodologia do treinamento de força e como realizar a progressão de maneira mais adequada e segura no dia-a-dia.

a) O objetivo desta pesquisa é verificar o efeito de diferentes quantidades de aumento no número de séries semanais em um programa de treinamento de força sobre a força e hipertrofia muscular. Você poderá ser inserido para um dos diferentes grupos: Grupo Controle, sem progressão na quantidade de séries semanais, Grupo 4 Séries, aumentando 4 séries semanais a cada 2 semanas, e Grupo 8 Séries, aumentando 8 séries semanais a cada 2 semanas.

b) Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário o comparecimento em 32 visitas no Departamento de Educação Física. Inicialmente, será feito um preenchimento de um recordatório de treinamento das últimas duas semanas, onde informaremos também sobre como o estudo será conduzido. Posteriormente, será realizada uma avaliação de ultrassonografia, indolor, pois a técnica com ultrassom nos permite observar alterações na sua massa muscular de uma região específica, seguido de explicações sobre a técnica de execução e de segurança nos exercícios que serão utilizados, instruído pelo pesquisador. Pelo menos dois dias depois, mais uma avaliação ultrassonográfica e mais uma familiarização com os exercícios será conduzida, e posteriormente (48h após), a avaliação da força em um exercício (Teste de 1 Repetição Máxima) será realizada. O treinamento consistirá em duas sessões semanais supervisionadas por um profissional de Educação Física, membro da equipe de pesquisadores do presente estudo. Após 12 semanas de treinamento, as avaliações de ultrassonografia e força muscular serão realizadas novamente. É importante mencionar que durante a pesquisa você não poderá realizar treinamento de força para suas pernas em conjunto ao condução do estudo.

c) Você deverá comparecer no Grupo de Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Treinamento de Força, localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, no endereço Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100, 2º andar, CEP 81531-980, para as avaliações iniciais e a condução de todo o programa de treinamento.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal _____ Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____ Orientador _____

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

d) É possível que você experimente algum desconforto, como dores musculares, relacionadas ao Teste de Força (1 Repetição Máxima) e aos protocolos de treinamento adotados a cada sessão. É importante lembrar que são dores que você já está habituado devido a sua experiência com treinamento de força.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser dores musculares, dores articulares, dores de cabeça (náuseas), riscos que são comuns a prática de treinamento de força com um determinado grau de esforço. Vale salientar que esses riscos serão minimizados devido a supervisão do Profissional de Educação Física, membro da equipe de pesquisadores. Além disso, são dores que você já está habituado devido a sua experiência prévia com treinamento de força.

f) Você terá a garantia de que problemas como dores musculares, articulares ou dores de cabeça (náuseas) decorrentes do estudo serão analisadas e acompanhadas por um médico presente em todas as sessões de treinamento para, em caso de eventualidades, o médico realizar os primeiros socorros. Se o médico presente julgar necessário, você será encaminhado para uma unidade mais próxima do Sistema Único de Saúde (SUS). No caso eventual de danos graves decorrentes da pesquisa você tem assegurado o direito à indenização nas formas da lei.

g) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: avanço científico e produção do conhecimento sobre de metodologias do treinamento de força e seus modelos de aumento na quantidade de séries semanais. Além disso, espera-se uma contribuição para profissionais de Educação Física e praticantes de treinamento de força no que se refere a segurança e efetividade do programa de treinamento devido a adequação do aumento na quantidade de treinamento. De maneira geral, um auxílio em toda área no que se relaciona a parâmetros para avaliação e monitoramento do treinamento de força. Sendo assim, a lacuna na ciência poderá ser preenchida com avanços sobre o tema, bem como surgir novas propostas relacionadas a esta pesquisa. Você poderá ser beneficiado através do acompanhamento supervisionado por um profissional de Educação Física, bem como a avaliação de parâmetros como força muscular que depois do estudo você poderá utilizar para guiar sua prática de treinamento de força bem como relatar ao seu treinador para que ajustes sejam feitos no programa de treinamento do mesmo.

h) Os pesquisadores responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Grupo de Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Treinamento de Força, localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, com localização no endereço Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 100, 2º andar, no horário das 7:30 às 17:00, para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou após o encerramento do estudo. O pesquisador assistente (Alysson Afonso Nadalin Enes) poderá ser encontrado via celular, pelo número 41 9 9199-1208 ou pelo e-mail alysson.enes@hotmail.com, a qualquer momento do dia. Adicionalmente, há um telefone fixo disponível, do Departamento de Educação

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal _____

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____

Orientador _____

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

Física, local onde será conduzida a pesquisa, que é (41) 3361-3072, podendo ser solicitado o contato com o pesquisador assistente.

i) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

j) O material obtido – questionários, imagens de ultrassonografia e dados – será utilizado unicamente para essa pesquisa e conforme a resolução 466/12, manteremos os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob nossa guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.”.

k) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas como orientador e membros da equipe de pesquisadores, em forma de códigos, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

l) Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, estes estarão codificados de modo que não apareça seu nome, mantendo seu anonimato.

m) Os gastos financeiros necessários para a realização da pesquisa como transporte não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação. Entretanto, caso seja necessário seu deslocamento até o local do estudo os pesquisadores asseguram o ressarcimento dos seus gastos com transporte (Item II.21, e item IV.3, sub-item g, Resol. 466/2012).

n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa. Fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum dos problemas relacionados no item O.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal _____
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____
Orientador _____

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Curitiba, ___ de _____ de 2022.

Assinatura do participante de pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal _____
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____
Orientador _____

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3380-7259

RECORDATÓRIO ALIMENTAR

Nome:	Grupo:	Semana:	Dia: () 1; () 2; () 3
Horário	Alimentos	Quantidades	Observações

ANEXOS**PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE (PAR-Q)****PAR Q*****Physical Activity Readiness Questionnaire**

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale "sim" ou "não" as seguintes perguntas:

1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

sim não

2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?

sim não

3) Você sentiu dor no peito no último mês?

sim não

4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?

sim não

5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

sim não

6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

sim não

7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?

sim não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

ESCALA DE REPETIÇÕES EM RESERVA

<i>Pontuação</i>	<i>Descrição do Esforço Percebido</i>
10	<i>Esforço máximo</i>
9.5	<i>Nenhuma repetição a mais, mas é possível aumentar o peso</i>
9	<i>1 repetição em reserva</i>
8.5	<i>1-2 repetições em reserva</i>
8	<i>2 repetições em reserva</i>
7.5	<i>2-3 repetições em reserva</i>
7	<i>3 repetições em reserva</i>
5-6	<i>4-6 repetições em reserva</i>
3-4	<i>Esforço leve</i>
1-2	<i>Pouco para nenhum esforço</i>

Adaptada de Zourdos e colaboradores (2016)