



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**Título:**

**MANIPULAÇÃO DO VOLUME E DA DENSIDADE NO TREINAMENTO DE  
FORÇA**

**Discente: ENRICO GORI SOARES**

**Orientador: DR. CHARLES RICARDO LOPES**

**Co-Orientador: DR. PAULO HENRIQUE MARCHETTI**

**PIRACICABA**

**2020**



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**Título:**

**MANIPULAÇÃO DO VOLUME E DA DENSIDADE NO TREINAMENTO DE  
FORÇA**

**Discente: ENRICO GORI SOARES**

**Orientador: DR. CHARLES RICARDO LOPES**

**Co-Orientador: DR. PAULO HENRIQUE MARCHETTI**

**PIRACICABA**

**2020**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecário: Fábio Henrique dos Santos Corrêa – CRB: 8/10150

S676m Soares, Enrico Gori  
Manipulação do volume e da densidade no treinamento de força /  
Enrico Gori Soares. – 2020.  
79 fls.; il.; 30 cm.

Orientador (a): Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes.  
Tese (Doutorado) – Universidade Metodista de Piracicaba,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências em Movimento Humano,  
Piracicaba, 2020.

1. Treinamento de força. 2. Biomecânica. 3. Eletromiografia.  
4. Desempenho humano. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Título.

CDD – 796.41

## **ABSTRACT- EXPERIMENT 1**

The first experiment aimed to compare the neuromuscular effects of continuous-sets distribution (CSD) and grouped-sets distribution (GSD) in a resistance training session. In CSD, 8 sets of 10RM of biceps curl (BC) and triceps pushdown (TP) were performed separately. In GSD, the exercises were altered every 4 sets by using the same overload. The results were similar in both exercises. It was observed a higher number of total repetitions in GSD; a reduction in peak force for both sets distributions; reduction of maximal isometric myoelectric activation only on CSD; increase in muscle thickness after both sets distributions, being the increase in CSD higher than GSD. In this way, the first experiment concludes that the GSD promotes higher number of repetitions and maintain the maximal isometric myoelectric activity. On the other hand, CSD causes a reduction in maximal isometric myoelectric activation and maximizes muscle thickness after the resistance training session.

**KEY-WORDS:** Weekly volume, microcycle, resistance training, neuromuscular responses.

---

## **RESUMO – EXPERIMENTO 2**

O segundo experimento teve como objetivo comparar o efeito agudo e a recuperação 24 após diferentes sessões de treinamento de força para o bíceps braquial com diferentes distribuições no número de séries. Quatro condições foram testadas: Condição 1 (COND1) foi composta por 8 x 10RM para a rosca de bíceps (RB); condição 2 (COND2) foi composta por 8 x 10RM de RM e foi realizada 24 horas após a COND1; condição 3 (COND3) foi composta por 16 x 10RM de RB; condição controle (CTRL). Foram mensurados o pico de força em uma contração voluntária máxima isométrica (CVMI) durante uma flexão do cotovelo, a atividade mioelétrica do bíceps braquial durante a CVMI; a espessura muscular do bíceps braquial, a carga total levantada e a percepção subjetiva de esforço em cada condição. Foi observada redução no pico de força e aumento na espessura muscular logo após a COND1, COND2 e COND3; os valores retornaram ao nível basal 24 após as condições. Foi verificada maior espessura muscular, PSE e CTL após a COND3 quando comparada as COND1 e COND2. Não foi verificada diferença na atividade mioelétrica do bíceps braquial nos momentos e condições analisadas. O presente estudo conclui que a COND3 causa maior aumento da espessura muscular do bíceps braquial e apresenta maior CTL e PSE quando comparada à COND 1 e a COND2.

**PALAVRAS CHAVE:** Volume semanal, microciclo, treinamento de força, respostas neuromusculares.

---

## **ABSTRACT – EXPERIMENT 2**

The second experiment compared the acute effect and the recovery in 24 h after a resistance training session for the biceps brachii with different distributions of the number of sets. Four conditions were tested: Condition 1 (COND1) was composed by 8 x 10RM of biceps curl (BC); condition 2 (COND2) was composed by 8 x 10RM of BC performed 24h after COND1; condition 3 (COND3) was composed by 16 x 10RM of BC; and control (CTRL). Peak force during a maximal voluntary isometric contraction (MVIC); myoelectric activity of the biceps brachii during the MVIC; biceps brachii thickness; total training load (TTL); and rate of perceived exertion (RPE) were recorded. A decrease on peak force and an increase on biceps brachii thickness were observed just after COND1, COND2, and COND3; the values returned to baseline 24h after conditions. Greater muscle thickness, RPE and TTL were observed after COND3 when compared to COND1 and COND2. There was no difference in the myoelectric activity of the biceps brachii in the analyzed moments and conditions. The present study concludes that COND# causes greater increase on biceps brachii thickness and presents greater TTL and RPE when compared to COND2 and COND3

**KEY WORDS:** Recovery, séries, resistance training, neuromuscular responses.

---

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Desenho experimental geral. RB=rosca de bíceps na polia.....	20
<b>Figura 2:</b> Rosca de bíceps na polia (a) posição inicial e (b) posição final e extensão de tríceps na polia (c) posição inicial e (d) posição final.....	22
<b>Figura 3:</b> Posicionamento dos eletrodos superficiais segundo as recomendações da SENIAN (A) Bíceps Braquial, (B) Tríceps Braquial Cabeça Lateral.....	23
<b>Figura 4:</b> Marcações no segmento braço (A) 60% do comprimento; (B) região de análise flexores do cotovelo e (C) região de análise dos extensores do cotovelo.	24
<b>Figura 5:</b> Escala de percepção subjetiva de esforço.....	25
<b>Figura 6:</b> Escala de repetições em reserva.....	26
<b>Figura 7:</b> Escala da resposta afetiva ao exercício.....	27
<b>Figura 8:</b> Exemplo de análise da espessura muscular dos flexores do cotovelo (bíceps braquial + braquial) de um dos sujeitos (A) baseline da condição diluída e (B) após a realização do protocolo.	29
<b>Figura 9:</b> Média±desvio padrão do pico de força (A e B), atividade mioelétrica (C e D) e espessura muscular (E e F) para o exercício rosca de bíceps e extensão de tríceps respectivamente.....	32
<b>Figura 10:</b> Média±desvio padrão do número de repetições ao longo das séries para o exercício (A) rosca de bíceps na polia e (B) extensão de tríceps na polia..	34
<b>Figura 11:</b> Média±desvio padrão da carga total levantada.....	35
<b>Figura 12:</b> Média±desvio padrão do valor de repetições em reserva ao longo das séries para o exercício (A) rosca de bíceps na polia e (B) extensão de tríceps na polia.....	35
<b>Figura 13:</b> Média±desvio padrão do valor de repetições em reserva ao longo das séries para o exercício (A) rosca de bíceps na polia e (B) extensão de tríceps na	

polia. “C” representa diferença significativa para distribuição de séries contínuas em cada série específica e “G” representa diferença significativa para a distribuição de séries agrupadas em cada série específica..... 36

**Figura 14:** Desenho representativo do experimento 2.....52

**Figura 15:** Média±desvio padrão da carga total levantada nas condições experimentais..... 60

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1:** Comparação do número de repetições em cada série entre as distribuições de séries contínuas e agrupadas.....36

**Tabela 2:** Média  $\pm$  desvio padrão do pico de força, IEMG e espessura muscular.....61

## **SUMÁRIO**

RESUMO – EXPERIMENTO 1 .....	2
ABSTRACT- EXPERIMENT 1 .....	4
1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	12
2. EXPERIMENTO 1 – EFEITOS AGUDOS DE DIFERENTES DISTRIBUIÇÕES DE SÉRIES POR GRUPO MUSCULAR EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA DE HOMENS TREINADOS .....	12
2.1. INTRODUÇÃO .....	12
2.2. OBJETIVOS .....	14
2.2.1. OBJETIVO GERAL .....	14
2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
2.3. HIPÓTESES.....	15
2.4. JUSTIFICATIVA .....	15
2.5. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.6. MÉTODO .....	20
2.6.1. DESENHO EXPERIMENTAL.....	20
2.6.2. AMOSTRA.....	21
2.6.3. PROCEDIMENTOS .....	22
2.6.4. ANÁLISE DOS DADOS .....	30
2.6.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
2.7. RESULTADOS.....	33
2.8. DISCUSSÃO .....	41
2.8. CONCLUSÃO.....	46
3.1. INTRODUÇÃO .....	47
3.2. OBJETIVOS .....	47
3.2.1. OBJETIVO GERAL .....	47
3.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	48
3.3. HIPÓTESES.....	48
3.4. JUSTIFICATIVA .....	49
3.5. REVISÃO DE LITERATURA .....	49
3.6. MÉTODO .....	52
3.6.1. DESENHO EXPERIMENTAL.....	52
3.6.2. AMOSTRA.....	52

3.6.3. PROCEDIMENTOS .....	53
3.6.4. ANÁLISE DOS DADOS .....	58
3.6.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
3.7. RESULTADOS .....	59
3.8. DISCUSSÃO.....	62
3.9. CONCLUSÃO .....	65
REFERÊNCIAS .....	65
8.ANEXOS.....	71
ANEXO 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Experimento 1).....	71
ANEXO 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Experimento 2).....	74

## **1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

O volume de treinamento é uma das variáveis mais importantes à serem controladas e manipuladas no treinamento de força. O trabalho total (soma do trabalho mecânico concêntrico e excêntrico [N.m]) e a carga total levantada (kg) são considerados os métodos mais precisos para o controle do volume no treinamento de força [1]. Uma maneira que permite estimar o volume previamente à sessão de treinamento é a contabilidade das séries por grupo muscular (SPGM) [2]. Segundo Baz-Valle et al. [2] este método é considerado prático para o controle do volume de treinamento quando 6 a 20 repetições são realizadas por série conduzida até próximo à falha concêntrica.

Devido a necessidade periódica de aumentar o volume, a organização das SPGM podem ser alteradas nas sessões e entre as sessões de treinamento de força para minimizar os efeitos agudos de fadiga e aumentar a recuperação para o mesmo grupo muscular. A presente tese, em dois experimentos distintos tem como objetivo (i) comparar os efeitos agudos de duas distribuições de SPGM em uma sessão de treinamento de força e (ii) comparar o efeito agudo e a recuperação de três distribuições de SPGM entre sessões de treinamento de força.

## **2. EXPERIMENTO 1 – EFEITOS AGUDOS DE DIFERENTES DISTRIBUIÇÕES DE SÉRIES POR GRUPO MUSCULAR EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA DE HOMENS TREINADOS**

### **2.1. INTRODUÇÃO**

Praticantes experientes com o treinamento de força frequentemente dividem o treinamento dos grupos musculares em diferentes sessões ao longo da semana [3]. Essas rotinas divididas são utilizadas para aumentar o volume e a variabilidade de estímulo para os grupos musculares exercitados e conseqüentemente melhorar a eficiência da sessão de treinamento [4].

A fim de retardar o processo de fadiga e manter o volume e a intensidade, diversas estratégias de distribuição das SPGM têm sido propostas por treinadores e praticantes de treinamento de força (ex. séries combinadas e superséries) [5]. Essas distribuições se baseiam principalmente na manipulação do intervalo de recuperação, da ordem dos exercícios e grupos musculares exercitados ou uma combinação das duas estratégias [6]. Duas distribuições frequentemente utilizadas são a distribuição de séries contínuas e a distribuição de séries agrupadas. A distribuição de séries contínuas consiste em realizar todas as séries de um exercício para então se iniciar o exercício seguinte. Já a distribuição de séries agrupadas consiste em alternar a realização dos exercícios em grupos de séries até que o número de séries prescrito seja realizado.

De acordo com estudos prévios, a distribuição de séries contínuas pode reduzir a ativação muscular [7], intensificar a fadiga [8] e a espessura muscular [9, 10]. Essa distribuição pode afetar negativamente a carga total levantada, a percepção subjetiva de esforço e a resposta afetiva ao exercício. Por outro lado, é possível que a distribuição de séries agrupadas permita que uma maior carga total seja levantada. Entretanto, poucos estudos foram encontrados comparando diferentes distribuições de SPGM nas sessões de treinamento de força [11-14]. Portanto, comparar como essas distribuições afetam agudamente as respostas neuromusculares, subjetivas e a espessura muscular irá auxiliar a prescrição do treinamento de força, principalmente em indivíduos treinados.

## **2.2. OBJETIVOS**

### **2.2.1. OBJETIVO GERAL**

Comparar as respostas neuromusculares, as respostas subjetivas e a espessura muscular em uma sessão de treinamento de força para o bíceps e tríceps com distribuição de séries contínuas e agrupadas.

### **2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Comparar a atividade mioelétrica do bíceps braquial e do tríceps braquial durante uma contração isométrica máxima antes e imediatamente após cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
2. Comparar o pico de força de flexão de cotovelo e extensão de cotovelo durante uma contração isométrica máxima antes e imediatamente após cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
3. Comparar o número total de repetições e a carga total levantada (séries\*repetições\*sobrecarga[kg]) nos exercícios rosca de bíceps na polia e extensão de tríceps na polia em cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
4. Comparar a espessura muscular do bíceps braquial e tríceps braquial mensurada pela ultrassonografia antes e imediatamente após cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
5. Comparar a resposta afetiva ao exercício antes e imediatamente após cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
6. Comparar a percepção subjetiva de esforço após a realização de cada série de rosca de bíceps na polia e extensão de tríceps na polia através da escala de repetições em reserva em cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).
7. Comparar a percepção subjetiva de esforço após cada condição experimental (distribuição de séries contínuas e agrupadas).

### **2.3. HIPÓTESES**

1. Ambas as condições apresentarão redução da atividade mioelétrica (bíceps e tríceps) durante a contração voluntária máxima isométrica, sendo a maior redução na distribuição de séries contínuas.
2. Ambas as condições apresentarão redução do pico de força na flexão e extensão do cotovelo durante a contração voluntária máxima isométrica, sendo a maior redução na distribuição de séries contínuas.
3. Será observado maior número total de repetições e carga total levantada na distribuição de séries contínuas para ambos os exercícios.
4. Ambas as distribuições apresentarão aumento da espessura muscular (bíceps e tríceps), sendo o maior aumento na distribuição de séries contínuas.
5. Ambas as condições reduzirão o afeto em relação ao exercício, sendo a maior redução na distribuição de séries contínuas.
6. O número de repetições em reserva irá reduzir (a percepção subjetiva de esforço irá aumentar) a medida em que as séries forem realizadas em ambos os exercícios, sem diferença entre as condições.
7. Será observado maior percepção subjetiva de esforço após a distribuição de séries contínuas em ambos os exercícios.

### **2.4. JUSTIFICATIVA**

Manipular corretamente as variáveis do treinamento de força é essencial para otimizar as respostas de treinamento. Atualmente, a literatura tem sugerido uma relação dose-resposta entre o volume de treinamento (ex. número de séries, repetições e carga total levantada) e as adaptações neuromusculares decorrentes do treinamento de força, especialmente na população treinada [15-23]. Portanto, é possível que os ganhos sejam maximizados através de estratégias que aumentem o volume nas sessões de treinamento de força.

A manipulação da distribuição das séries na sessão de treinamento de força foi alvo de poucas pesquisas [8, 13, 14, 24]. Adicionalmente, não foram encontrados estudos que compararam a distribuição de séries contínuas e agrupadas. Mantendo-se as demais variáveis constantes (ex. intensidade e

intervalo de recuperação), essas podem ser estratégias que maximizem o volume sem aumentar o tempo total da sessão de treinamento. Portanto, essas informações podem ser fundamentais para a melhora da prescrição do treinamento de força.

## **2.5. REVISÃO DE LITERATURA**

As diretrizes mais recentes sobre a prescrição do treinamento de força têm sugerido que 6 até 30 SPGM sejam realizadas nas sessões de treinamento de força quando o objetivo for maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular [17, 21, 23, 25-29]. Entretanto, o tempo necessário e o acúmulo de fadiga são algumas das desvantagens em realizar tamanho volume em uma única sessão de treinamento [14, 30]. Por exemplo, atletas que realizam treinamento de força em sessões de menor duração terão mais tempo disponível para o treinamento de outras capacidades relacionadas às suas práticas (ex. treinamento técnico/tático). Adicionalmente, a população em geral pode estar mais disposta a aderir a programas de treinamento com menor duração e que ofereçam resultados similares [14, 24]. Portanto, algumas estratégias de manipulação das variáveis do treinamento, principalmente a ordem dos exercícios, têm sido propostas a fim de otimizar a eficiência da sessão (reduzir o tempo da sessão para realizar o mesmo volume de treinamento) [14].

O circuito [31], as séries combinadas [4, 20] e as séries agrupadas [32] são métodos que permitem que a fadiga local de um grupo muscular seja dissipada durante a realização de outro exercício para um grupo muscular não sinérgico. Diferentemente da distribuição das séries contínuas, o treinamento em circuito baseia-se na realização de várias passagens em uma série de exercícios selecionados. O número de passagens determina o número de séries em cada exercício e o intervalo deve ser somente o necessário para a troca de exercícios [20]. Alcaraz et al., [33] demonstraram que o desempenho no exercício supino reto em número de repetições, velocidade da barra e pico de potência não é alterado quando realizado de maneira tradicional (3 séries de 6RM com 3' de intervalo) ou realizado em circuito junto dos exercícios extensão de joelhos e tornozelos

(utilizando a mesma sobrecarga). Possivelmente, o maior intervalo entre séries para o mesmo exercício pode ter sido responsável pela manutenção do desempenho na condição em circuito. Entretanto, como proposto por Prestes et al., [20] e Waller et al., [31] a utilização do circuito é frequentemente empregado com a população iniciante no treinamento de força, devido ao baixo volume realizado na sessão (poucas passagens), baixa intensidade utilizada (tipicamente <15RM) e a possibilidade da inclusão de exercícios de endurance no decorrer da sessão.

Já a realização de séries combinadas têm demonstrado ser uma estratégia tempo-eficiente para indivíduos experientes com o TF [4, 34]. Série combinada pode ser definida como a realização de dois exercícios para grupos musculares distintos realizados simultaneamente [4]. Apesar da literatura apresentar outros nomes para esse sistema de treino (supersérie, série combinada, bi-set) [24], dois principais modelos têm sido descritos. O primeiro deles caracteriza-se pela realização de dois exercícios para grupos musculares distintos e não antagônicos (um exercício para o membro superior e um para o inferior). Ciccone et al., [35] compararam a realização do exercício agachamento isolado (4 séries a 80% de 1RM com 3 minutos de intervalo) com o exercício agachamento combinado com os exercícios supino reto e puxada no banco (ambos com a mesma carga do exercício agachamento). Somente a última série para ambas as condições foi realizada até a falha concêntrica. Foram analisados o número de repetições e informações obtidas através de uma plataforma de força a cada série do exercício agachamento. Os resultados demonstraram menor número de repetições e menor potência média na condição em que o agachamento foi combinado com os exercícios para os membros superiores. Sugerindo então, queda no desempenho agudo durante o agachamento.

Os autores propuseram vários fatores como responsáveis pelo menor desempenho observado, entre eles, mecanismos de fadiga periférica como: (i) o aumento da frequência cardíaca, (ii) aumento do fluxo sanguíneo para os membros superiores e músculos respiratórios, (iii) menor oxigenação e remoção

de metabólitos dos membros inferiores, (iv) diminuição do pH sanguíneo levando à diminuição da força do acoplamento excitação-contração. Adicionalmente, mecanismos de fadiga central como a excitação dos aferentes do grupo III e IV capazes de diminuir a excitação dos motoneurônios alfa, podem ter sido responsáveis pela queda de desempenho observado. De fato, os mesmos mecanismos têm sido reportados na literatura como responsáveis pela ocorrência de fadiga não-local [36-38].

A segunda maneira de realizar séries combinadas caracteriza-se pela realização de dois exercícios para grupos musculares antagônicos (ex. flexores e extensores do cotovelo, flexores e extensores do joelhos, etc). Tal estratégia tem recebido maior respaldo científico possivelmente por apresentar melhora aguda no desempenho [39] e por apresentar melhor eficiência (volume realizado por unidade de tempo) ao longo da sessão [13, 14, 24]. O aumento no desempenho de contrações antagônicas pode ser atribuída à dois principais fatores: (i) pré fadiga do antagonista diminuindo a resistência contrária ao movimento desejado e (ii) aumento da atividade do agonista decorrente da inervação recíproca [24].

Baker e Newton [39] demonstraram 4,7% de melhora na produção de potência no arremesso da barra no supino guiado após a realização de uma série para os grupos musculares antagônicos (puxada no banco deitado, realizado de forma explosiva). Robbins et al., [13] realizou um protocolo similar com os mesmos exercícios, entretanto, utilizando séries múltiplas. Duas condições foram testadas: série combinada ou tradicional (realização isolada de ambos os exercícios). Em ambas as condições 3 séries para cada exercício foi realizada, sendo utilizado 4 repetições a 45% de 1RM para o arremesso da barra no supino guiado e 4RM para a puxada no banco deitado. Durante o arremesso da barra no supino guiado a altura do arremesso, pico de velocidade, pico de potência e atividade eletromiográfica (peitoral maior, deltóide anterior, latíssimo do dorso e trapézio) não apresentaram diferenças significantes entre condições. Adicionalmente, foi observado redução similar no número de repetições ao longo das séries para ambas as condições. Apesar do volume total não diferir entre as condições, a

eficiência na condição de séries combinadas foi duas vezes maior ( $103,47 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  combinado vs.  $54,71 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  tradicional). Posteriormente, Robbins et al., [14] demonstraram resultados similares utilizando o mesmo protocolo porém utilizando sobrecargas de 4RM para ambos os exercícios. Portanto, a utilização de séries combinadas para grupos musculares antagônicos parece ser uma estratégia tempo-eficiente visto que o desempenho agudo de expressão de força máxima e potência não é alterado.

Uma última estratégia possível para a manipulação das séries na sessão é a distribuição em séries agrupadas. Como previamente demonstrado, a literatura científica tem recomendado a utilização de séries múltiplas para a grande maioria da população, podendo o número de séries chegar até 25-30 SPGM em uma única sessão [17, 21, 23, 27-29]. Se todas as séries para o mesmo grupo muscular forem realizadas em sequência é esperado que o desempenho realizado por série diminua ao longo da sessão. Lopes et al., [40] demonstraram redução progressiva no desempenho de repetições máximas em 6 séries de 10RM no exercício supino reto (chegando até ~80% entre a primeira e última série). Portanto, uma possível estratégia seria diluir o número total de séries para o mesmo grupo muscular. Por exemplo, digamos que 10 séries para o exercício A e B devem ser realizadas em uma sessão. Diversas maneiras de organizar as séries são possíveis: 10 séries do exercício A mais 10 séries do exercício B (tradicional), alternar em grupos de cinco séries para cada um dos exercícios (5A+5B+5A+5B), alternar em grupos de duas séries para cada um dos exercícios (2A+2B+2A+2B...), alternar uma série em cada exercício (série combinada). Portanto, nota-se que os extremos entre a realização de todas as séries para o mesmo grupo muscular ou uma série para cada grupo muscular correspondem ao treinamento tradicional (séries contínuas) e combinado respectivamente.

Apesar da distribuição em séries agrupadas ter uma fundamentação teórica, somente um estudo foi encontrado investigando a divisão do número de séries por grupo muscular na sessão de treinamento. Landim e Nelson [32] investigaram os efeitos de quatro divisões de exercícios em indivíduos sem

experiência com o TF. Quarenta e dois homens foram divididos em quatro grupos que realizaram os exercícios rosca direta, extensão de tríceps e elevação lateral utilizando 10 repetições a 60% de 1RM. O primeiro grupo realizou somente uma série de cada exercício até a falha concêntrica. O segundo grupo alternou a realização de uma série para cada exercício até que 6 séries para todos os exercícios fossem realizadas (circuito). O terceiro grupo alternou a realização de um grupo de três séries para cada exercício até que 6 séries para todos os exercícios fossem realizadas (séries agrupadas). O quarto grupo realizou as 6 séries para todos os exercícios isoladamente (séries contínuas). Todos os grupos treinaram 3 vezes na semana. Após 4 semanas de treinamento, foi observado que todos os grupos aumentaram a força em todos os exercícios. Comparando-se os grupos, foi observado maior ganho de força no exercício rosca direta no grupo que realizou as 6 séries para o mesmo exercício em comparação com o grupo que realizou somente uma série em cada exercício.

Duas teorias antagônicas existem contraindicando e apoiando a estratégia de dividir o número de séries totais para o mesmo grupo muscular na sessão de treino. Primeiramente, a ideia de realizar todas as séries para o mesmo grupo muscular é apoiada pela teoria do corredor das unidades motoras treinadas. A teoria propõe que com o aumento do nível de fadiga mais unidades motoras (UMs) são recrutadas e adaptam ao treinamento. Portanto, diluir o número de séries totais do mesmo grupo muscular ao longo da sessão possivelmente diminua o número de UMs recrutadas, fatigadas e que conseqüentemente adaptarão ao treinamento. Entretanto, essa teoria aplica-se somente quando a série não é realizada até a falha concêntrica (ex. realizar 10 repetições com uma sobrecarga para 12RM) [17]. Por outro lado, se as séries forem executadas até a falha concêntrica, diluir as séries totais para cada grupo muscular ao longo do treinamento pode ser uma estratégia interessante, visto que a carga total levantada na sessão pode aumentar.

## **2.6. MÉTODO**

### **2.6.1. DESENHO EXPERIMENTAL**

O presente estudo investigou o efeito da distribuição do número de séries em uma sessão de TF. Foram testadas duas condições experimentais (Figura 1): distribuição de séries contínuas e distribuição de séries agrupadas. Na distribuição contínua, foram realizadas 8 séries sequencialmente de 10RM para os exercícios rosca de bíceps na polia e extensão de tríceps na polia. Já na distribuição agrupada, os exercícios foram realizados em dois blocos de 4 séries cada, totalizando 8 séries para cada exercício. Em ambas as condições, um intervalo de 2 minutos foi utilizado entre séries. As avaliações foram realizadas previamente e logo após o término das 8 séries de cada exercício. As variáveis dependentes foram: força máxima isométrica para ambos os exercícios, atividade mioelétrica isométrica e espessura muscular (mensurada através de ultrassom) do bíceps braquial e do tríceps braquial, percepção subjetiva de esforço, repetições em reserva e resposta afetiva ao exercício.

### **2.6.2. AMOSTRA**

O tamanho da amostra foi justificado através de uma análise prévia dos dados obtidos em um estudo piloto em que a força voluntária isométrica máxima foi avaliada. O cálculo amostral foi realizado através do software G\*Power, utilizando um tamanho de efeito de 0,75 (obtido no estudo piloto), alfa de 0,05 e um poder ( $1-\beta$ ) de 0,8 e indicou a necessidade de 7 sujeitos. No total, 16 sujeitos recrutados na Faculdade de Ciências da Saúde foram voluntários para participar dessa pesquisa (Idade  $27 \pm 6$  anos, massa corporal total  $81,8 \pm 7,8$  kg, altura  $174 \pm 5$  cm, 10RM na rosca de bíceps  $61 \pm 11$  kg e 10RM no tríceps na polia  $70 \pm 12$  kg).

Foram recrutados somente aqueles que atendessem os seguintes critérios de inclusão: (i) homens saudáveis (ii) ter entre 18 e 40 anos, (iii) praticante de treinamento de força por no mínimo 1 ano e frequência de pelo menos 3 vezes por semana (com experiência nos exercícios testados), (iv) sem qualquer acometimento osteomioarticular nos membros superiores (lesão ou cirurgia prévia).

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião entre os responsáveis pelo estudo e os sujeitos, na qual foram esclarecidos de forma clara e detalhada os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Protocolo #67/2016). A metodologia proposta foi formulada respeitando resoluções 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os voluntários foram submetidos às mesmas condições biomecânicas específicas do exercício rosca de bíceps na polia (RB) e extensão de tríceps na polia (ET). Os procedimentos foram imediatamente interrompidos caso qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário. Caso os voluntários referissem sintomas após a coleta dos dados, seriam encaminhados à Clínica de Fisioterapia da UNIMEP, setor de Fisioterapia Ortopédica, para receberem os cuidados adequados. Entretanto, este procedimento não foi necessário.

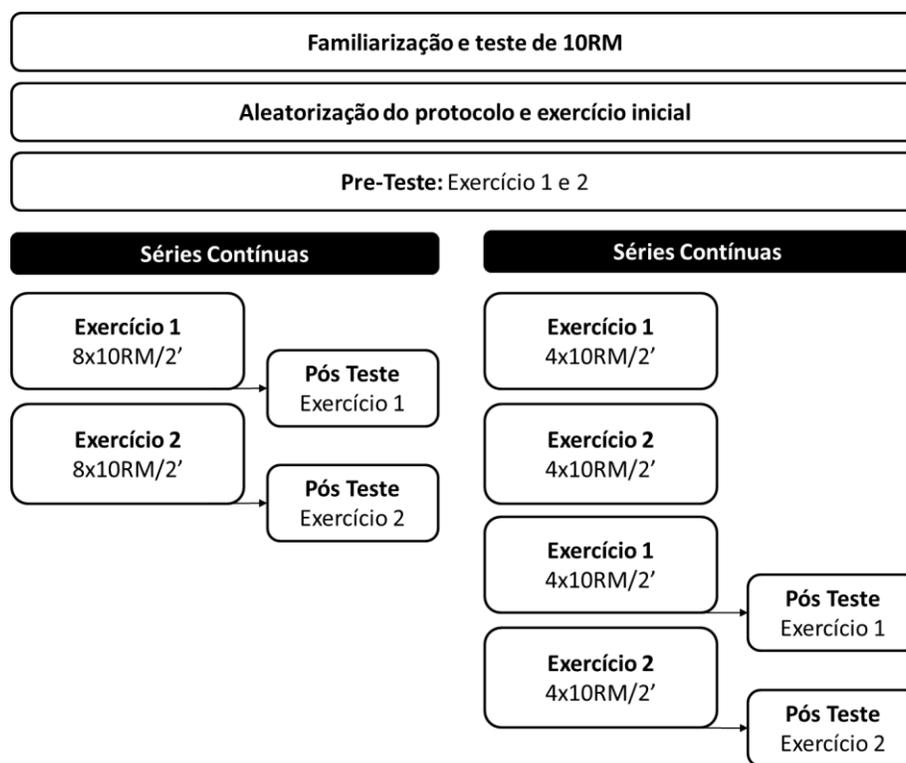
### **2.6.3. PROCEDIMENTOS**

Os voluntários apresentaram-se no laboratório em três ocasiões, espaçadas de no mínimo uma semana. Todas as sessões foram realizadas no período da manhã para evitar alterações fisiológicas possivelmente decorrentes do ciclo circadiano. Na primeira sessão, foram obtidos os dados pessoais por meio de um questionamento oral como nome, idade, nível de condicionamento físico, dominância, definido através da preferência em escrever [41]. Todos os procedimentos foram explicados ao sujeito e o mesmo assinou o TCLE, então o sujeito foi familiarizado com todos os procedimentos experimentais.

A familiarização iniciou-se com a avaliação da espessura muscular e contração voluntária máxima isométrica (CVMI) em ambos os exercícios. No teste de CVMI os sujeitos foram orientados a realizar 3 tentativas de 5" e a exercer um esforço subjetivo de 50% do máximo para minimizar efeitos de fadiga. Logo após, os sujeitos realizaram duas séries de cada um dos exercícios. Foi utilizado 10 repetições com 50% do 10RM estimado para cada exercício. Após o término de

cada série, o sujeito apontou o número de repetições em reserva da série. Novamente, a CVMI e a espessura muscular foram testados. A percepção subjetiva de esforço e a resposta efetiva ao exercício foram coletados 10 minutos após o término da familiarização. Após a familiarização, foi determinado a sobrecarga para 10 repetições máximas (10RM) nos exercícios rosca de bíceps na polia e extensão de tríceps na polia (descrição dos detalhes do teste abaixo).

As duas próximas sessões serviram para a realização das condições experimentais: sessão de distribuição de séries contínuas e agrupadas. As condições foram aleatorizadas entre os sujeitos e um período de uma semana será utilizado entre condições. O desenho experimental é apresentado na figura 1.



**Figura 1:** Desenho experimental geral. RB=rosca de bíceps na polia; ET=extensão de tríceps na polia; RM=repetições máximas.

### **DETALHAMENTO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS:**

#### **1. Distribuição de Séries Contínuas (SC):**

Durante a visita ao laboratório o sujeito realizou uma sessão de treinamento composta de 8 séries de 10RM em cada um dos exercícios (RB e ET) sequencialmente. O exercício que iniciou a sessão foi aleatorizada entre os sujeitos. O intervalo entre séries foi de dois minutos, garantindo a falha concêntrica em todas as séries.

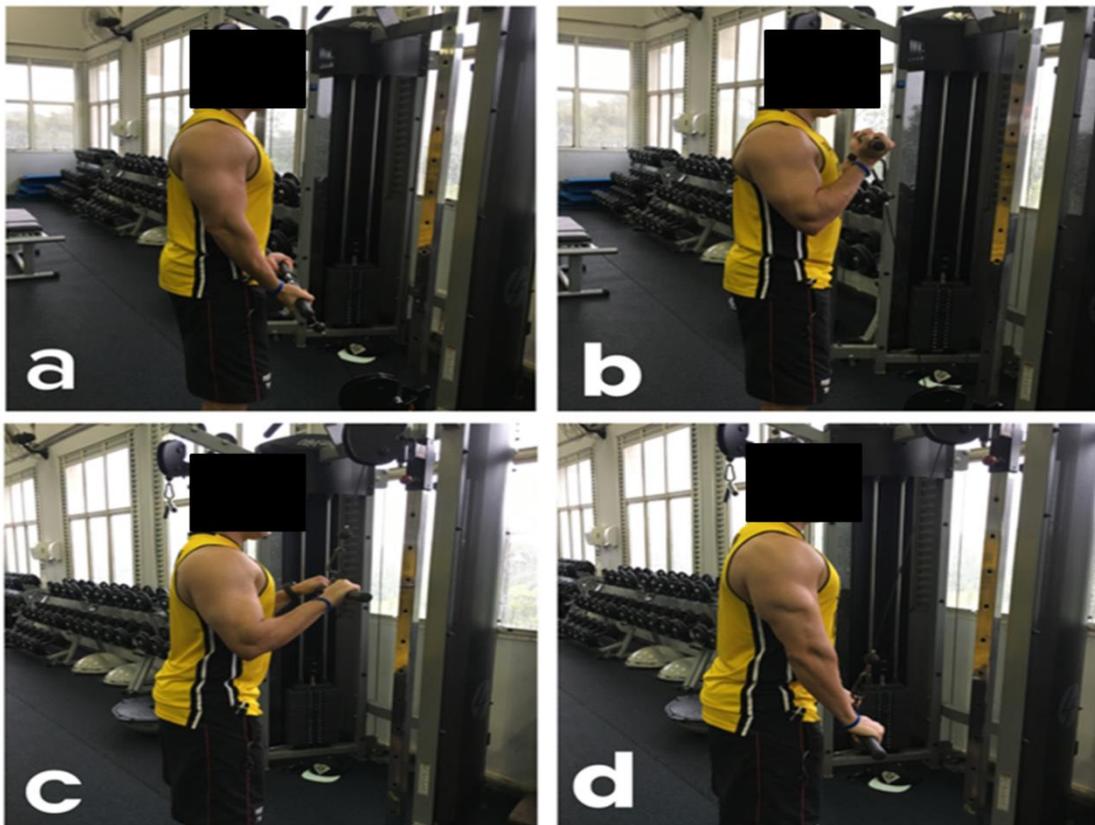
## **2. Distribuição de Séries Agrupadas (SA):**

Durante a visita ao laboratório o sujeito realizou uma sessão de treinamento com séries diluídas composto por 2 grupos de 4 séries de 10RM para cada um dos exercícios (RB e ET), mantendo o volume total em 8 séries para cada um. O exercício que iniciou a sessão foi aleatorizado entre os sujeitos que foram orientados a realizar a série seguinte com o melhor desempenho em repetições possível. O intervalo entre séries foi de dois minutos, garantindo a falha concêntrica em todas as séries.

## **AVALIAÇÕES:**

**Teste de 10RM:** O teste para a determinação de 10 repetições máximas (10RM) foi realizado em cada exercício separadamente e serviu para ajustar a sobrecarga nas demais condições [42]. Os testes de 10RM foram aleatorizados e seguiram as recomendações de Brown e Weir [43]. Cada sujeito teve no máximo 3 tentativas em cada exercício. Foi adotado um intervalo de 5 minutos entre cada tentativa e 20 minutos entre cada exercício. Para ambos os exercícios, não foram permitidas paradas na execução do movimento entre as ações concêntricas e excêntricas. Somente foram válidas as repetições em que a correta execução dos exercícios foi realizada. Para a rosca de bíceps na polia os sujeitos iniciaram o exercício segurando a barra em uma pegada supinada (palmas das mãos para cima) com os cotovelos estendidos. Então os sujeitos foram orientados a realizar a máxima flexão do cotovelo (ação concêntrica) e retornar a posição inicial (ação excêntrica). Para a extensão de tríceps na polia os sujeitos iniciaram o exercício segurando a barra em uma pegada pronada (palmas das mãos para baixo) com os cotovelos estendidos. Então os sujeitos foram orientados a realizar a máxima flexão do cotovelo (ação excêntrica) e retornar a posição inicial (ação concêntrica). A

cadência de realização dos exercícios foi auto-selecionada pelos sujeitos. A mesma técnica para o teste de 10RM foi utilizada durante as condições experimentais. Para minimizar erros nos testes foram adotadas as seguintes estratégias: (i) os sujeitos receberam informações sobre a técnica adequada de cada exercício antes dos testes (ii) a execução da técnica do exercício foi monitorada e corrigida se necessário (iii) os sujeitos foram verbalmente encorajados durante os testes.

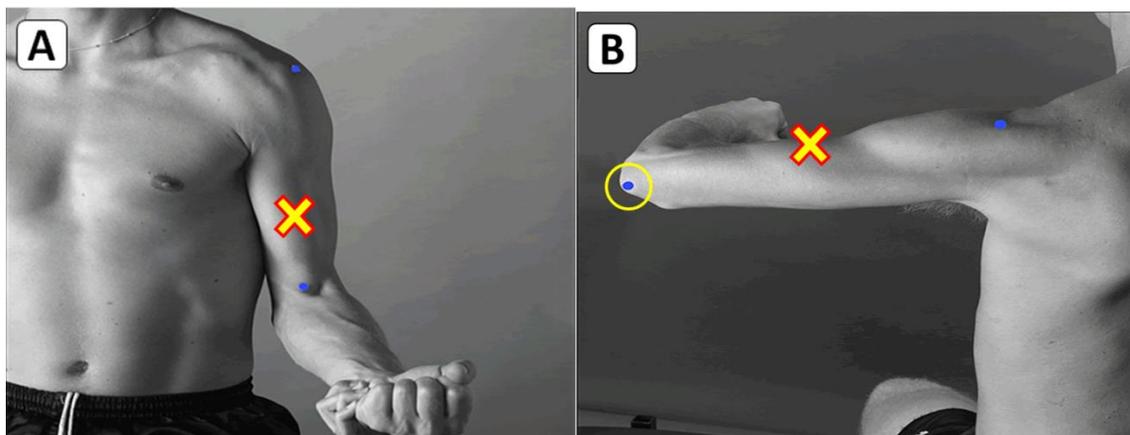


**Figura 2:** Rosca de bíceps na polia (a) posição inicial e (b) posição final e extensão de tríceps na polia (c) posição inicial e (d) posição final.

**Contração Voluntária Máxima Isométrica (CVMI):** A coleta dos dados foi feita com uma célula de carga devidamente calibrada (EMG Systems do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Para ambos os exercícios a célula de carga foi anexada entre cabo do equipamento “cross over” e o manete reto que os sujeitos utilizaram. Os dados da célula de carga foram amostrados a 2000Hz e integrados aos dados

advindos da eletromiografia de superfície. Para ambos os exercícios foram realizadas 3 contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) de 10 segundos com um minuto de intervalo entre as tentativas.

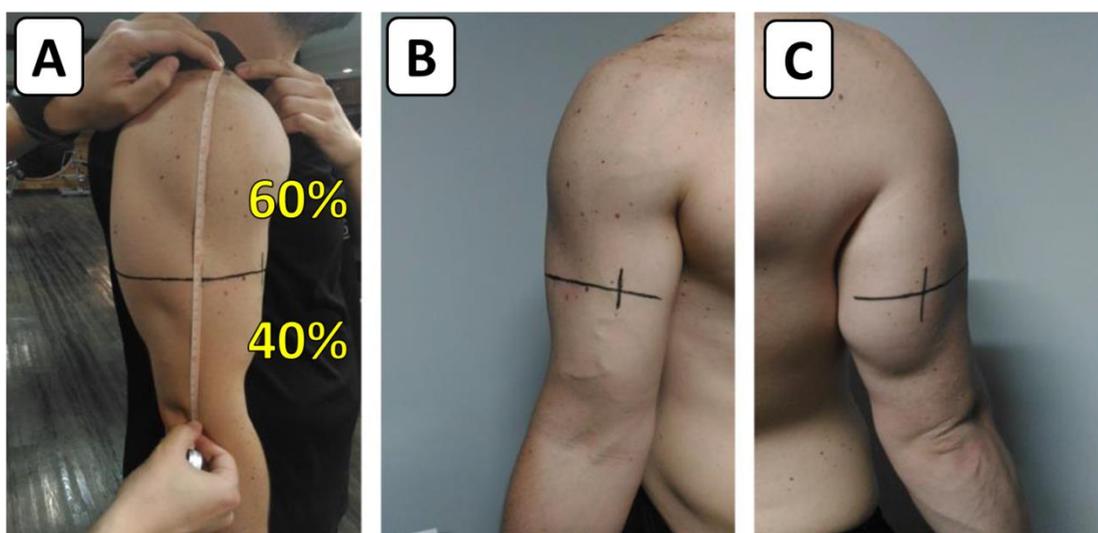
**Eletromiografia Superficial (sEMG):** Os dados da sEMG foram coletados no braço direito dos sujeitos durante a realização das CVMI em todos os momentos apresentados nas condições experimentais. A coleta dos dados de sEMG, foi feita com um eletromiógrafo de 6 canais (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Serão utilizados pares de eletrodos ativos de superfície, circulares, autoadesivos, Ag/AgCl com 2 cm de diâmetro, com espaçamento de 2 cm de centro a centro entre os eletrodos, associados à um gel condutor, sendo colocados sobre o músculo bíceps braquial (BB) e tríceps braquial cabeça lateral (TB). A localização específica de cada eletrodo foi norteadada segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*) [44]. No músculo BB, os eletrodos foram posicionados na linha entre o acrômio medial e 1/3 de distância da fossa cúbita (Figura 3A). Para o TB a 50% da linha entre a crista posterior do acrômio e do olécrano (Figura 7B). O eletrodo de referência foi colocado no cotovelo direito de cada sujeito (Figura 3B). Para a colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia seguida de uma leve abrasão da região da pele para remoção das células mortas e redução da impedância. A aquisição dos dados foi feita a uma frequência de amostragem de 2000 Hz.



**Figura 3.** Posicionamento dos eletrodos superficiais segundo as recomendações da SENIAM (A) Bíceps Braquial, (B) Tríceps Braquial Cabeça Lateral.

**Espessura Muscular (Ultrassonografia):** A espessura dos flexores do braço (bíceps braquial e braquial) e do extensor do cotovelo (cabeça longa do tríceps braquial) do braço direito foi avaliada através de ultrassonografia (Ultrassom B mode, Bodymetrix pro System, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA). Esta técnica foi previamente utilizada para avaliar respostas hipertróficas crônicas [45] e edema imediatamente após a realização de sessões de TF. Adicionalmente, a reprodutibilidade do ultrassom na determinação da espessura muscular é altamente validada pela literatura, inclusive quando comparada com o modelo “padrão ouro” de análise, a ressonância magnética [46, 47].

Para a coleta das imagens, um pesquisador experiente com a técnica realizou todas as avaliações. As medidas foram realizadas no lado direito do corpo em dois locais: músculos flexores do cotovelo (compreendendo o bíceps braquial e braquial) e o extensor do cotovelo (tríceps braquial). A determinação das regiões anatômicas em que a aquisição das imagens foi realizada seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al. [47]. Para a avaliação dos músculos selecionados inicialmente foi mensurado o comprimento do segmento braço, adotando como referência a distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. A região analisada corresponde a 60% do comprimento deste segmento, partindo do processo acromial (Figura 4).



**Figura 4.** Marcações no segmento braço (A) 60% do comprimento; (B) região de

análise flexores do cotovelo e (C) região de análise dos extensores do cotovelo.

**Percepção subjetiva de esforço (PSE):** Foi utilizada a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de 0 a 10 após 10' de cada condição (distribuição contínua e agrupada) [48]. Desta forma, a mensuração da PSE ofereceu um índice (número/valor) definido como Índice de Esforço Percebido (IEP). Após cada condição experimental foi perguntado a cada sujeito individualmente: “Qual foi a sua sensação de esforço neste treino?”, e por meio da escala de percepção subjetiva de esforço o mesmo indicou um valor de zero a dez, em que zero significou repouso e 10 a máxima intensidade percebida (Figura 5) [48, 49].

VALOR	DESCRITOR-ÂNCORA
0	Repouso
1	Muito, muito, fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Razoavelmente difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**Figura 5:** Escala de percepção subjetiva de esforço.

**Repetições em Reserva (RER):** Foi utilizada a Escala Repetições em Reserva de 0 a 10 após cada série em cada condição (distribuição contínua e agrupada). Após cada condição experimental foi perguntado a cada sujeito individualmente: “Qual a sua sensação de esforço nesta série?”, e por meio da escala de repetições em reserva o valor de um a dez (Figura 6)[50].

VALOR	DESCRITOR-ÂNCORA
10	Esforço máximo
9,5	Sem mais repetições mas poderia aumentar o peso
9	1 repetição restante
8,5	1-2 repetições restantes
8	2 repetições restantes
7,5	2-3 repetições restantes
7	3 repetições restantes
5-6	4-6 repetições restantes
3-4	Esforço leve
1-2	Pouco ou nenhum esforço

**Figura 6:** Escala de repetições em reserva

**Resposta Afetiva ao Exercício:** Este instrumento é constituído de uma escala numérica de 11 pontos, com itens únicos, bipolar variando de +5 (“muito bom”) a -5 (“muito ruim”) sendo o número “0” o ponto neutro. Para obtenção dessa medida, os participantes foram instruídos da seguinte maneira: Por favor, use os números nesta escala para indicar “como” o seu estado emocional encontra-se após a realização desse exercício. Sendo assim, o participante indicou a sua sensação na escala numérica de acordo com que estiver sentindo naquele momento e isto se aplicou 30’ após o término da sessão de treino em cada condição experimental [51].

VALOR	DESCRITOR-ÂNCORA
+5	Muito Bom
+4	
+3	Bom
+2	
+1	Razoavelmente Bom
0	
-1	Razoavelmente Ruim
-2	
-3	Ruim
-4	
-5	Muito Ruim

**Figura 7:** Escala da resposta afetiva ao exercício.

#### 2.6.4. ANÁLISE DOS DADOS

***Eletromiografia Superficial (sEMG):*** Os dados da sEMG e da CVMI foram tratados para posterior comparação e análise conforme preconizado por Winter, através de uma rotina escrita no software Matlab (Mathworks Inc., EUA). Foi removido o primeiro segundo do sinal visando evitar possíveis ajustes corporais e então foram utilizados para a análise somente os três segundos seguintes. Os demais segundos também foram descartados visando evitar efeito da fadiga do teste. Então, o processamento do sinal sEMG seguiu a seguinte ordem: os sinais sEMG foram filtrados com um filtro Butterworth de 4ª ordem, passa banda entre 20-400 Hz, e atraso de fase zero. Foi utilizada a *root-mean square* (RMS) com uma janela de 150ms (RMS EMG) e posteriormente a atividade muscular foi integrada (IEMG). Os valores da IEMG foram comparados em cada uma das

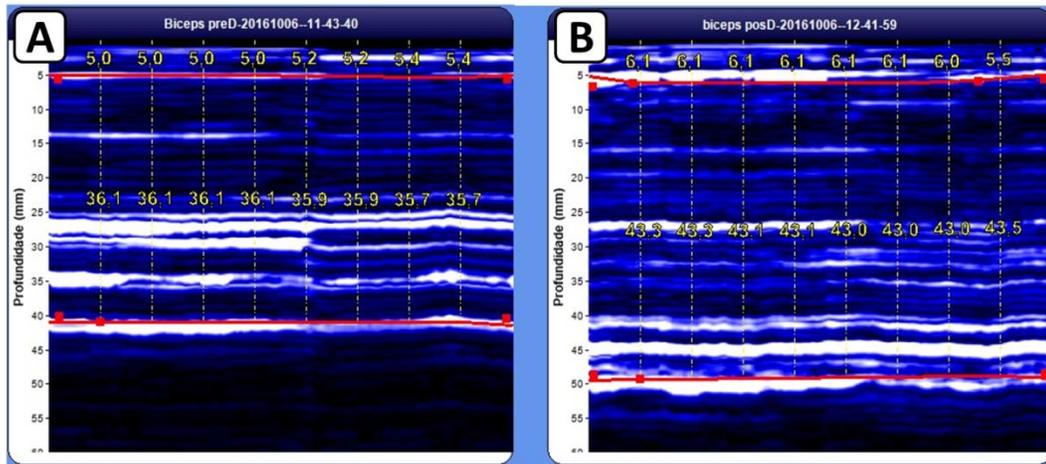
condições e momentos. O coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,97 e 0,98 durante o pré-teste para o bíceps e tríceps respectivamente. Adicionalmente, coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,96 e 0,97 durante o pós-teste para o bíceps e tríceps respectivamente.

***Força Isométrica Voluntária Máxima (FIVM):*** Os dados da CVMI em cada tentativa foram filtrados por um filtro Butterworth de 4ª ordem, passa-baixa de 10Hz e atraso de fase zero e então o maior valor das tentativas foi considerado. Os dados de força adquiridos através da célula de carga foram analisados através das seguintes variáveis: (1) pico de força (maior valor da curva força x tempo); (2) impulso dos primeiros 3 segundos, calculado através da integral da curva força-tempo. O coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,98 e 0,97 durante o pré-teste e o pós-teste na flexão do cotovelo. Adicionalmente, coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,97 e 0,98 durante o pré-teste e o pós-teste na extensão do cotovelo.

***Número de Repetições e Volume Load:*** O número de repetições foi calculado em cada série e somado para cada exercício/condição. O volume load foi calculado pelo produto do número de repetições, séries e a sobrecarga utilizada em cada exercício/condição foi utilizado.

***Espessura Muscular (Ultrassonografia):*** As análises da espessura muscular foram realizadas pelo software BodyViewProFit™(Intelamatrix, USA). Através da imagem coletada o software fornece 8 medidas de espessura muscular distribuídos na interface muscular. Esses valores são referentes à distância entre as interfaces em cada um desses pontos (Figura 8). Três imagens para cada músculo e condição foram realizadas. Primeiramente, o valor médio dos 8 pontos de cada imagem foi calculado. Caso a média de uma das figuras variasse mais que  $\pm 1$ mm das demais, uma nova imagem seria coletada. Uma nova média entre as três imagens foi calculada para posterior análise estatística (média das

médias). O coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,95 e 0,98 durante o pré-teste para o bíceps e tríceps respectivamente. Adicionalmente, coeficiente de correlação intraclasse calculado pelos valores das três contrações foi de 0,96 e 0,95 durante o pós-teste para o bíceps e tríceps respectivamente.



**Figura 8.** Exemplo de análise da espessura muscular dos flexores do cotovelo (bíceps braquial + braquial) de um dos sujeitos (A) baseline da condição diluída e (B) após a realização do protocolo.

**Percepção Subjetiva de Esforço, Repetições em Reserva e Resposta Afetiva ao Exercício:** Os dados foram tabulados e posteriormente analisados estatisticamente.

## 2.6.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Confirmando-se a normalidade dos dados, ANOVAs (2x2) de medidas repetidas com os fatores condição e tempo foram utilizadas para comparar o pico de força, a IEMG, a espessura muscular e a RAE. ANOVAs (2x8) de medidas repetidas com os fatores condição e série foram utilizadas para comparar o número de repetições as RER. Quando necessário o post hoc de Bonferroni (com correção) foi utilizado para verificar as diferenças. Testes t de student para amostras pareadas foram

utilizadas para comparar a carga total levantada e a PSE. O cálculo do tamanho do efeito foi realizado através da fórmula de Cohen- $d$  ( $d$ ) e os resultados se basearam nos seguintes critérios:  $<0,35$  efeito trivial;  $0,35-0,80$  pequeno efeito;  $0,80-1,50$  efeito moderado; e  $>1,50$  grande efeito, para sujeitos treinados recreacionalmente baseado em Rhea [52]. Significância ( $\alpha$ ) de 5% foi utilizada em todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

## 2.7. RESULTADOS

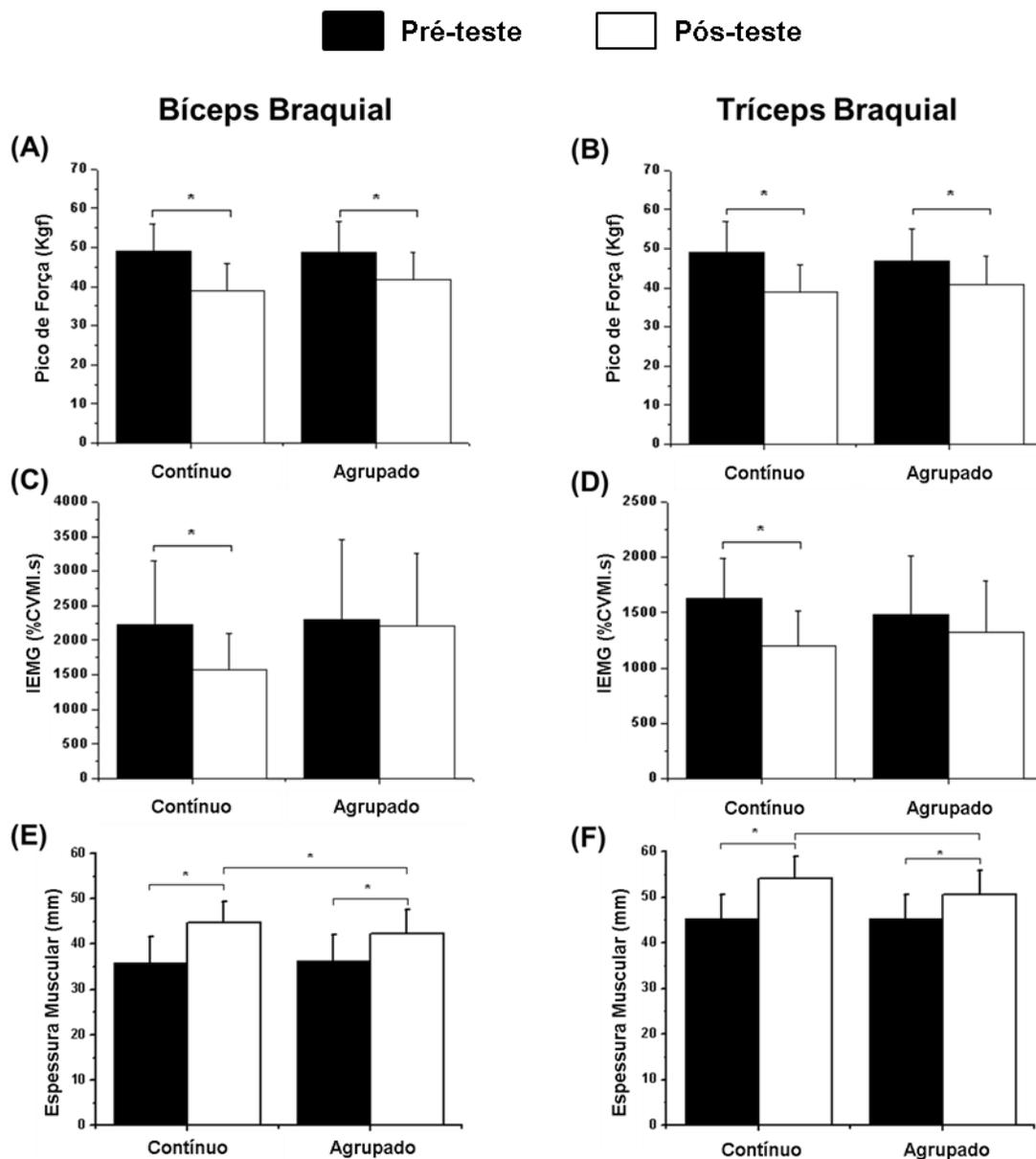
Todos os sujeitos recrutados realizaram os procedimentos experimentais. Não houve perda amostral.

**Contração Voluntária Máxima Isométrica (CVMI):** Foi verificada redução no pico de força no exercício rosca de bíceps após a distribuição de séries contínuas ( $P<0,001$ ;  $d=1,01$ [efeito moderado];  $\Delta\%=15,1\%$ ) e também na distribuição de séries agrupadas ( $P<0,001$ ;  $TE=0,95$  [efeito moderado];  $\Delta\%=14,4\%$ ) (Figura 12A). Para o exercício extensão de tríceps, houve redução do pico de força após a distribuição de séries contínuas ( $P<0,001$ ;  $d=0,91$ [efeito moderado];  $\Delta\%=13,3\%$ ) e também na distribuição de séries agrupadas ( $P=0,004$ ;  $d=0,87$  [efeito moderado];  $\Delta\%=13,8\%$ ) (Figura 12B). Não houve diferenças entre condições.

**Eletromiografia superficial (sEMG):** Foi verificada redução da atividade mioelétrica apenas para o bíceps braquial após a distribuição de séries contínuas ( $P=0,023$ ;  $d=0,89$  [efeito moderado];  $\Delta\%=29,72\%$ ) (Figura 12C). Para o tríceps braquial, houve redução da atividade mioelétrica apenas após a distribuição de séries contínuas ( $P=0,007$ ;  $d=1,27$  [efeito moderado];  $\Delta\%=26,4\%$ ) (Figura 12D).

**Espessura Muscular:** Foi observado aumento da espessura muscular dos flexores do cotovelo na distribuição de séries contínuas ( $P<0,001$ ;  $d=1,66$  [grande efeito];  $\Delta\%=19,3\%$ ) e na distribuição de séries agrupadas ( $P<0,001$ ;  $d =1,07$  [moderado efeito];  $\Delta\%=14,1\%$ ). Adicionalmente, foi observada maior espessura muscular na avaliação pós distribuição de séries contínuas quando comparada a distribuição de séries agrupadas ( $P=0,001$ ;  $d=0,47$  [efeito pequeno];  $\Delta\%=5,3\%$ ) (Figura 12E). Para os extensores do cotovelo foi observado aumento da

espessura muscular na distribuição de séries contínuas ( $P < 0,001$ ;  $d = 1,74$  [efeito grande];  $\Delta\% = 16,4\%$ ) e na distribuição de séries agrupadas ( $P < 0,001$ ;  $d = 1,01$  [moderado efeito];  $\Delta\% = 10,5\%$ ). Adicionalmente, foram observados maiores valores na espessura muscular da avaliação pós distribuição de séries contínuas quando comparado a distribuição de séries agrupadas ( $P < 0,001$ ;  $d = 0,68$  [pequeno efeito];  $\Delta\% = 6,4\%$ )(Figura 9).



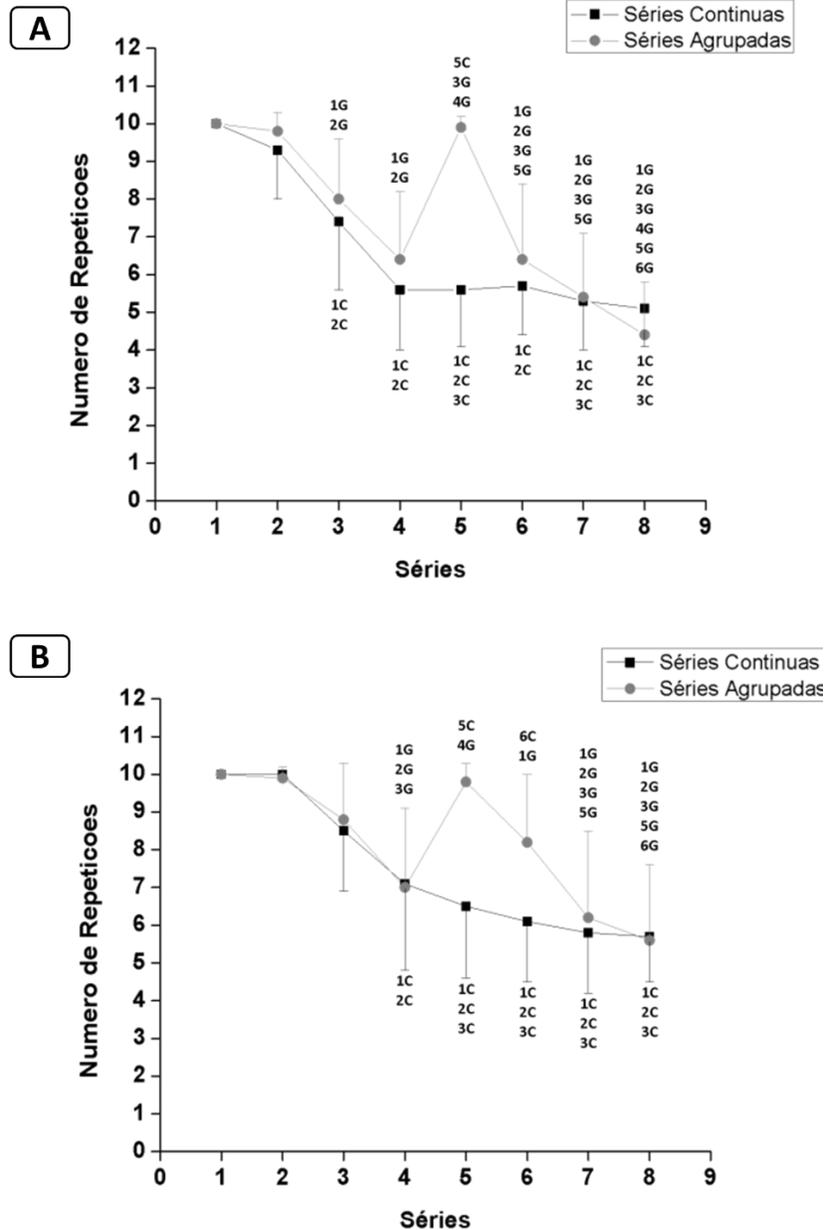
**Figura 9:** Média±desvio padrão do pico de força (A e B), atividade mioelétrica (C e D) e espessura muscular (E e F) para o exercício rosca de bíceps e extensão de tríceps respectivamente. \* representa diferença significativa  $P<0,05$ .

**Número de Repetições:** Foi verificada uma progressiva redução no número de repetições na distribuição de séries contínuas para ambos os exercícios. Para a distribuição de séries agrupadas, foi verificada progressiva redução no número de repetições até a quarta série (similar a distribuição de séries contínuas). Entretanto, um maior número de repetições foi observado na quinta série do exercício rosca de bíceps no cabo e na quinta e sexta séries do exercício extensão de tríceps na polia, quando comparado com a distribuição de séries contínuas (Figuras 13A e 13B). As comparações entre as distribuições são apresentadas na tabela 2. Foi verificado maior número de repetições totais para ambos os exercícios no modelo diluído. Para o exercício rosca de bíceps na polia: Séries Contínuas  $53\pm 7$  repetições; Séries Agrupadas  $60\pm 7$  repetições ( $P<0,001$ ;  $d=1,0$  [moderado efeito];  $\Delta\%=11,6\%$ ). Para o exercício tríceps na polia: Séries Contínuas  $59\pm 8$  repetições; Séries Agrupadas  $65\pm 8$  repetições ( $P<0,001$ ;  $d=0,75$  [pequeno efeito];  $\Delta\%=9,2\%$ ).

**Percepção Subjetiva de Esforço (PSE):** Foi observada maior PSE após a distribuição de séries contínuas quando comparada a distribuição de séries agrupadas somente para o exercício rosca de bíceps na polia (Séries Contínuas:  $9,37\pm 1,06$  IEP x Séries Agrupadas:  $8,12\pm 1,96$  IEP;  $P=0,026$ ;  $d=0,79$  [pequeno efeito];  $\Delta\%=13,3\%$ ). Não foi observada diferença na PSE após a distribuição de séries contínuas quando comparado a distribuição de séries agrupadas para o exercício extensão de tríceps na polia (Séries Contínuas:  $8,87\pm 1,36$  IEP x Séries Agrupadas:  $8,31\pm 1,74$  IEP;  $P=0,27$ ;  $d=0,35$  [pequeno efeito];  $\Delta\%=6,3\%$ ).

**Resposta Afetiva ao Exercício (RAE):** Para o exercício rosca de bíceps na polia foi observada redução da RAE entre o início e o final de ambas as condições. Para a distribuição de séries contínuas (Pré:  $3,31\pm 1,92$  x Pós:  $0,37\pm 2,55$ ;  $P=0,001$ ,  $d=1,30$  [moderado efeito];  $\Delta\%=-88,8\%$ ). Para a distribuição de séries agrupadas

(Pré:  $3,37 \pm 1,50$  x Pós:  $0,62 \pm 2,72$ ;  $P=0,006$ ,  $d=1,25$  [moderado efeito];  $\Delta\%=81,6\%$ ). Para o exercício tríceps na polia, também foi observada redução da RAE entre o início e o final de ambas as distribuições. Para a distribuição de séries contínuas (Pré:  $3,31 \pm 1,92$  x Pós:  $0,25 \pm 2,95$ ;  $P=0,003$ ,  $d=1,22$  [moderado efeito];  $\Delta\%=92,4\%$ ). Para a distribuição de séries agrupadas (Pré:  $3,37 \pm 1,50$  x Pós:  $0,25 \pm 2,51$ ;  $P=0,002$ ,  $d=1,50$  [moderado efeito];  $\Delta\%=92,5\%$ ). Apesar da redução da RAE em ambos as distribuições, não foi observada diferença significativa entre as distribuições no início e logo após o término de ambos os exercícios.



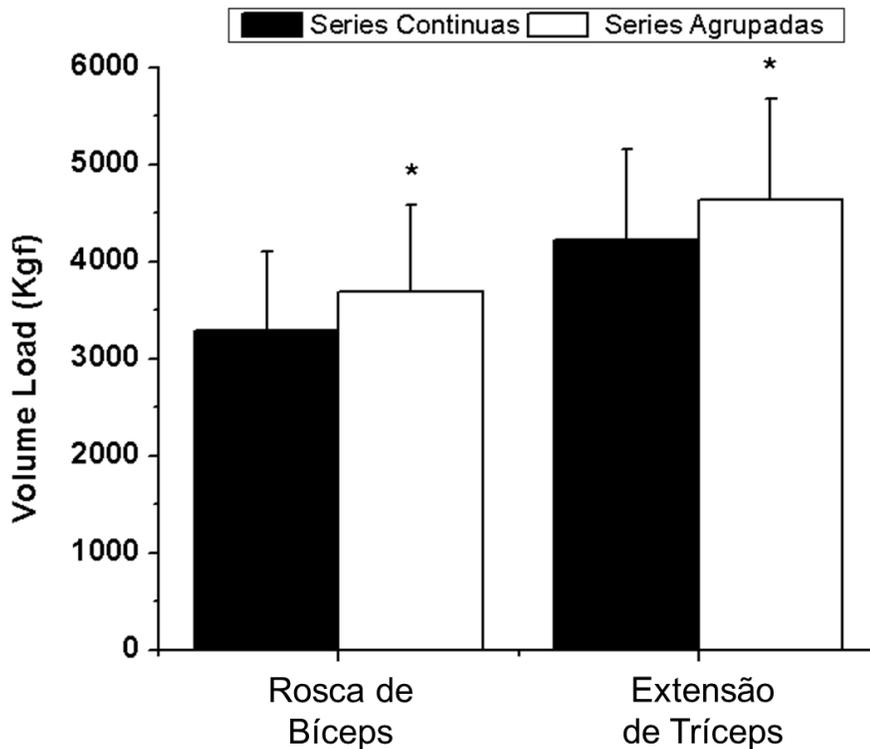
**Figura 10:** Média±desvio padrão do número de repetições ao longo das séries para o exercício (A) rosca de bíceps na polia e (B) extensão de tríceps na polia. “C” representa diferença significativa para a distribuição de séries contínuas em cada série específica e “G” representa diferença significativa para a distribuição de séries agrupadas em cada série específica.

**Tabela 1:** Comparação do número de repetições em cada série entre as distribuições de séries contínuas e agrupadas.

Comparação	Valor de <i>P</i>	Tamanho do Efeito	$\Delta\%$
Rosca de bíceps na polia			
1C x 1A	1,000	-	-
2C x 2A	1,000	0,50 [pequeno]	5,1%
3C x 3A	1,000	0,35 [pequeno]	7,5%
4C x 4A	1,000	0,48 [pequeno]	12,5%
5C x 5A	<0,001*	3,97 [grande]	43,4%
6C x 6A	1,000	0,41 [pequeno]	10,9%
7C x 7A	1,000	0,06 [trivial]	1,8%
8C x 8A	1,000	0,57 [pequeno]	13,7%
Extensão de tríceps na polia			
1C x 1A	1,000	-	-
2C x 2A	1,000	0,47 [pequeno]	1,0%
3C x 3A	1,000	0,12 [trivial]	2,2%
4C x 4A	1,000	0,04 [trivial]	1,4%
5C x 5A	0,001*	2,37 [grande]	33,6%
6C x 6A	0,003*	1,23 [moderado]	25,6%
7C x 7A	1,000	0,20 [trivial]	6,4%
8C x 8A	1,000	0,06 [trivial]	1,7%

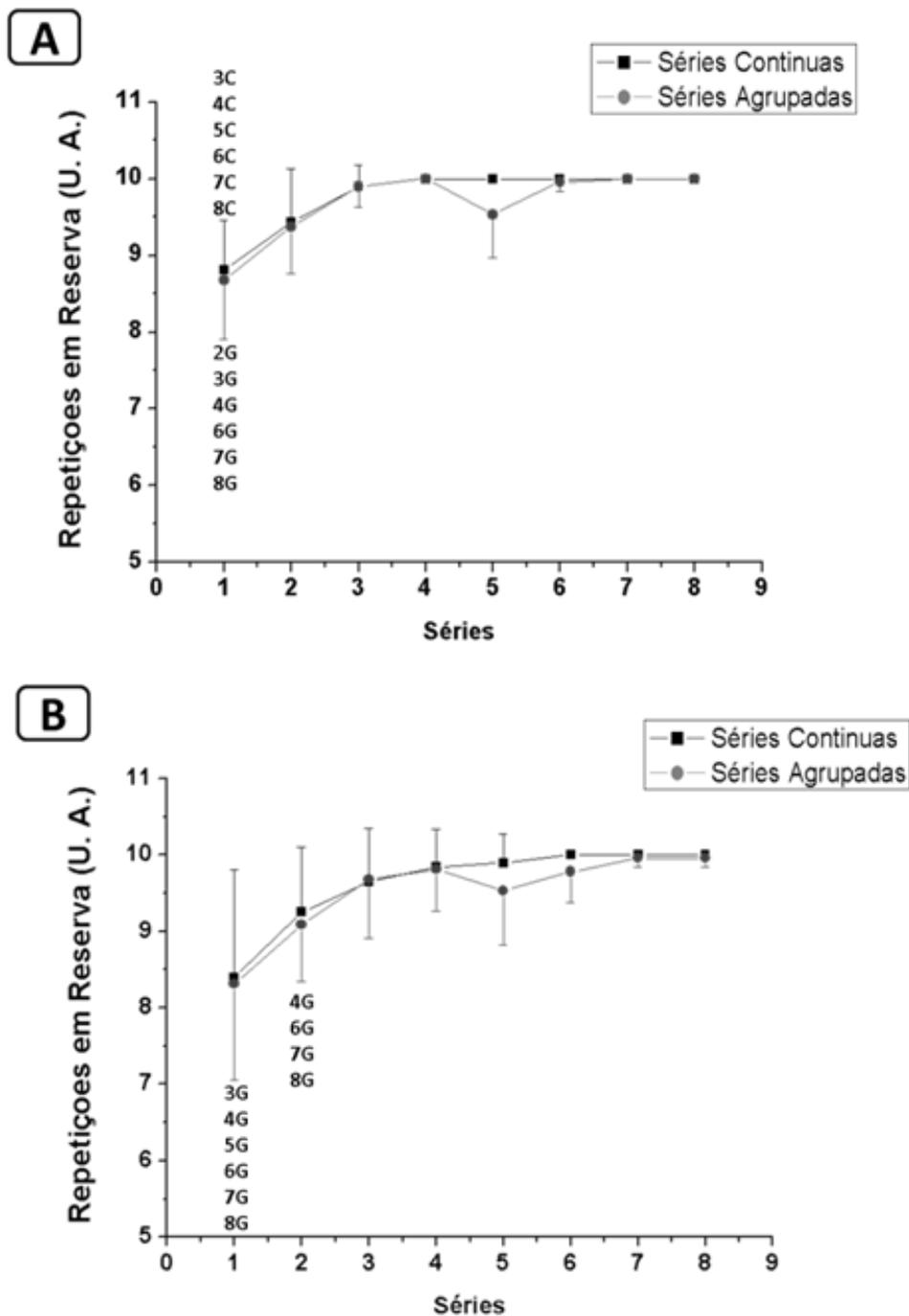
\*representa diferença significativa entre as distribuições contínua (C) e agrupada (A).

**Carga total levantada:** Foi verificado maior carga total levantada na distribuição de séries agrupadas para ambos os exercícios realizados. Para a rosca de bíceps na polia:  $P < 0,001$ ;  $d = 0,46$  [pequeno efeito];  $\Delta\% 10,8\%$ . Para a extensão de tríceps na polia:  $P < 0,001$ ;  $d = 0,41$  [pequeno efeito];  $\Delta\% 8,88\%$  (Figura 11).



**Figura 11:** Média±desvio padrão da carga total levantada. \*Representa diferença significativa entre sessões para o mesmo exercício ( $P<0,001$ ).

**Repetições em Reserva (RER):** Para o exercício rosca de bíceps na polia na distribuição de séries contínuas foi verificado aumento dos valores da escala de RER entre a primeira e a terceira série em diante. Já para a distribuição de séries agrupadas foi observado aumento a partir da segunda série em diante com exceção da quinta série (Figura 12A). Para o exercício extensão de tríceps na polia, não foram observadas diferenças na distribuição de séries contínuas. Já para a distribuição de séries agrupadas, foi observado aumento dos valores da escala de RER da primeira para a terceira série em diante e da segunda série para a quarta série em diante, com exceção da quinta série (Figura 12B). Não foram observadas diferenças significantes entre condições em nenhuma das séries dos exercícios analisados.



**Figura 12:** Média±desvio padrão do valor de repetições em reserva ao longo das séries para o exercício (A) rosca de bíceps na polia e (B) extensão de tríceps na polia. “C” representa diferença significativa para distribuição de séries contínuas em cada série específica e “G” representa diferença significativa para a distribuição de séries agrupadas em cada série específica.

## 2.8. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar as respostas neuromusculares, as respostas subjetivas e a espessura muscular em uma sessão de treinamento de força para o bíceps e tríceps com distribuição de séries contínuas e agrupadas. Foi observado que o número de repetições, a atividade muscular, a espessura muscular, a percepção subjetiva de esforço e as repetições em reserva são afetadas de forma diferente entre a distribuição de séries contínuas e a distribuição de séries agrupadas. Os resultados sugerem que a distribuição de séries contínuas causaram um efeito mais severo no sistema neuromuscular devido a queda no número de repetições, pico de força e atividade muscular, associada ao maior aumento da espessura muscular e a maior percepção de esforço nos exercícios realizados. Por outro lado, a distribuição agrupada manteve a atividade mioelétrica e teve menor efeito na espessura muscular e repetições realizadas.

Diferente da hipótese inicial, os resultados do presente estudo demonstraram que ambas as condições reduziram de forma similar o pico de força nos exercícios testados. Aparentemente, a realização das séries múltiplas conduzidas até a falha muscular concêntrica foram os principais fatores responsáveis pela fadiga. Os resultados obtidos na distribuição de séries contínuas corroboram com estudos prévios que demonstraram redução no número de repetições [40, 53], pico de força após a realização de séries múltiplas para o mesmo exercício. Possivelmente, os mesmos fatores foram responsáveis pela redução no pico de força na distribuição de séries agrupadas; entretanto, a explicação para tais resultados deve ser cautelosa visto que até o momento não foram encontrados estudos investigando tal distribuição. Apesar da diferença na distribuição das séries contínuas e agrupadas, foi observado uma queda similar no pico de força em ambos os exercícios. É possível que as variáveis comuns em ambas as condições (ex. número de séries, repetições, intensidade e amplitudes de movimento) tiveram maior influência no acúmulo de fadiga que a distribuição das séries na sessão de treinamento [21, 27, 28, 42, 54, 55].

A realização da distribuição de séries contínuas para o mesmo grupo muscular tem sido associada com a redução do desempenho em medidas força-dependentes [35, 40, 53, 56]. Ratamess et al., [53] observaram redução de 27% na carga total levantada entre a primeira e quinta série do exercício supino reto, utilizando 10 repetições a 75% de 1RM e 2 minutos de intervalo entre séries. Uma possível explicação para a redução do desempenho de repetições na distribuição de séries contínuas é o acúmulo de subprodutos do sistema anaeróbio e a redução do pH intracelular que juntos podem inibir o acoplamento excitação-contração [38, 55]. Os mecanismos responsáveis pelo desempenho na distribuição de séries agrupadas permanecem incertos. Um modelo previamente investigado que se assemelha ao presente estudo é o método de séries pareadas [13, 14, 24], também conhecido como treino agonista-antagonista [42]. Nesse modelo os exercícios para grupos musculares antagônicos são realizados alternadamente série à série. Os estudos prévios que investigaram o modelo de séries pareadas demonstraram maior eficiência (trabalho realizado por unidade de tempo) e manutenção de desempenho de força e potência [13, 14, 24]. Assim, a distribuição de séries agrupadas parece ser um método intermediário entre a distribuição de séries contínuas e pareadas em relação ao número de repetições e carga total levantada.

Foi verificada queda da atividade mioelétrica do bíceps braquial e do tríceps braquial na distribuição de séries contínuas e manutenção da atividade mioelétrica após a distribuição de séries agrupadas. Tais resultados corroboram em partes com a hipótese inicial. Os resultados da distribuição de séries contínuas corroboram estudos prévios que indicam redução da atividade mioelétrica após a realização de séries múltiplas para o mesmo grupo muscular [57-59]. A fadiga causada pela realização de séries múltiplas para o mesmo grupo muscular tem demonstrado reduzir a atividade dos músculos envolvidos na sessão. O progressivo acúmulo de metabólitos do sistema glicolítico tem demonstrado inibir o acoplamento excitação-contração e reduzir a velocidade de condução do potencial de ação que conseqüentemente reduzem a amplitude e a frequência do sinal eletromiográfico respectivamente [38, 55]. Além do impacto local, o acúmulo de

metabólitos da contração muscular podem estimular quimio e nociceptores musculares e articulares do tipo III e IV que podem levar à uma inibição do comando central para a musculatura [60]. Desta forma, ambos os mecanismos de fadiga central e periférica podem ter sido responsáveis pela redução da atividade mioelétrica dos músculos investigados.

Por outro lado, os resultados da distribuição de séries agrupadas assemelham-se aos resultados encontrados em estudos que investigaram as séries pareadas (treino agonista-antagonista) e não observaram redução da atividade mioelétrica após a sessão de treinamento [13, 14, 24]. Robbins et al., [13, 14] demonstraram não haver diferença na atividade mioelétrica do peitoral maior, deltóide anterior, latíssimo do dorso e trapézio durante a realização do supino reto e remada, ambos realizados de forma balística [13] ou com sobrecargas para 4RM [14] quando comparados nos métodos de séries tradicional e pareadas. Os principais mecanismos apontados pelos autores são redução do período de frenagem do músculo antagônico, a co-ativação e o histórico contrátil, que simultaneamente afetariam ambos os exercícios [11-14, 24]. Aparentemente, a manutenção da atividade mioelétrica sugere que a distribuição de séries agrupadas apresenta menor grau de fadiga quando comparado com a distribuição de séries contínuas.

Ambas as distribuições de séries promoveram o aumento na espessura do bíceps e do tríceps braquial. Adicionalmente, corroborando a hipótese, a espessura de ambos os músculos após a distribuição contínua foi maior que a distribuição agrupada. Apesar de não termos mensurado diretamente, possivelmente, o estresse metabólico, o dano tecidual ou uma combinação destes fatores promoveram os resultados encontrados. O aumento na espessura muscular pode ser resultado do acúmulo de água (edema) no meio intra e extracelular. Devido a diferença entre a pressão sistólica e diastólica durante a contração muscular as veias são ocluídas, enquanto as artérias continuam a transferir sangue para os músculos em exercício. Esse efeito mecânico de bombeamento aumenta a concentração do plasma intramuscular e

consequentemente por gradiente de pressão aumenta o plasma no interstício e no meio intracelular [10]. O aumento na espessura muscular pode também ter sido causado pela característica anaeróbia láctica das condições. A produção de ATP pela glicólise anaeróbia provoca uma série de mudanças metabólicas e bioquímicas no meio intra e extracelular [61]. Dentre esses subprodutos, o acúmulo de osmólitos (lactato, fosfato inorgânico e hidrogênio) podem ter aumentado o transporte passivo de água para o interior da célula de acordo com o gradiente de concentração (osmose) [10].

A percepção subjetiva de esforço (PSE) reportada após a realização do exercício rosca de bíceps foi superior (pequeno efeito) na distribuição contínua quando comparado à distribuição de séries agrupadas. Tais resultados corroboram em parte a hipótese inicial. Os fatores metabólicos e os fatores locais de aferência dos fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi e mecânorreceptores articulares e da pele contribuem para a PSE reportada [62]. Além de tais influências, foi observado maior edema do bíceps braquial na distribuição contínua em comparação à distribuição agrupada, o que sugere maior acidose metabólica e dano tecidual, fatores que podem aumentar a PSE reportada após a sessão [63]. Entretanto, apesar do similar tamanho de efeito sugerir maior PSE na distribuição contínua, não foi observada diferença entre as condições. Desta forma, apesar das possíveis relações entre a PSE e o efeito metabólico e tensional do exercício, estudos prévios demonstraram que a PSE não foi influenciada pela ordem e pelo tipo de exercício realizado [64-66], sendo principalmente sensível às variações da sobrecarga utilizada nos exercícios [48, 67, 68], portanto, quando esforços máximos são realizados (RMs) respostas similares são encontradas [63].

A escala baseada nas repetições em reserva foi inicialmente proposta por Hackett et al., [69] para o controle da intensidade do treinamento de força. Esta escala foi desenvolvida devido ao fato que os praticantes de TF não reportam esforço máximo “10” nos índices de esforço percebidos mesmo quando repetições até a falha concêntrica são realizadas [70]. Portanto, a escala de RER tem sido

aceita como mais precisa e específica no controle da intensidade das séries no TF [50, 69, 70]. No presente estudo a escala foi utilizada para comparar o esforço realizado em cada uma das séries dos protocolos testados e para garantir que o esforço máximo (ou próximo do máximo) fosse realizado em todas as séries.

Corroborando com a hipótese inicial, foi observado que o índice de esforço percebido foi menor nas séries iniciais sugerindo que a série não foi conduzida à falha concêntrica na décima repetição apesar de 10RM terem sido utilizadas. É sabido existir uma variação normal dos níveis de força que podem explicar tais resultados. Tal variação está relacionada a fatores biológicos e psicológicos como sono, nutrição, estresse e motivação [70]. Entretanto, após a segunda série em ambos os protocolos os sujeitos reportaram esforços máximos até o término de ambas as sessões sugerindo que os sujeitos realizaram a série até a falha concêntrica independentemente do número de repetições e condição realizada. Entretanto, a escala de RER não pode ser confundida com a PSE tradicionalmente realizada ao final da sessão. A escala RER apresenta uma estimativa imediata do esforço realizado em uma série de um determinado exercício [50], enquanto que a PSE apresenta um valor global de todo esforço realizado na sessão de treinamento [63].

Foi observada uma redução similar no prazer após a realização de ambos os exercícios em ambas as condições. Assim como a PSE, as alterações metabólicas, a aferência dos proprioceptores e a experiência prévia do exercício influenciam o prazer percebido [71]. Assim, a intensidade do exercício tem sido proposta como principal influente no prazer percebido no exercício. No presente estudo, ambos os exercícios e distribuições de séries foram realizados com a intensidade máxima através do uso de repetições até a falha muscular concêntrica. Portanto, é sugerido que uma mudança do prazer para desprazer ocorre a medida que a intensidade aumenta [71].

O presente estudo apresenta algumas limitações. O número de séries e a intensidade utilizada foram selecionadas para adequar-se às práticas de indivíduos recreacionalmente treinados em força (com o objetivo de aumentar da

massa muscular); portanto, os resultados não podem ser generalizados para outros objetivos ou populações. As imagens da ultrassonografia e o sinal eletromiográfico foram coletados em pontos específicos do ventre muscular; é possível que valores diferentes fossem encontrados em diferentes pontos de coleta.

## **2.8. CONCLUSÃO**

O presente estudo conclui que a distribuição de séries contínuas e agrupadas afetam diferentemente o sistema neuromuscular. A distribuição de séries contínuas causa um efeito mais severo no sistema neuromuscular devido à queda no número de repetições, pico de força e atividade muscular, associada ao maior aumento na espessura muscular e percepção de esforço nos exercícios realizados. Por outro lado, a distribuição de séries agrupadas mantém a atividade mioelétrica e tem menor efeito na espessura muscular e repetições realizadas.

### **3. EXPERIMENTO 2 – EFEITO DE DIFERENTES DISTRIBUIÇÕES DE CARGA ENTRE SESSÕES DE TREINAMENTO DE FORÇA NAS NAS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES, SUBJETIVAS E ESPESSURA MUSCULAR DE HOMENS TREINADOS**

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

O entendimento dos efeitos neuromusculares que cada uma das variáveis do treinamento de força causa no sistema neuromuscular é essencial [72]. Entre as variáveis manipuláveis no treinamento de força, o número de séries realizadas em uma sessão pode afetar agudamente o nível de fadiga neuromuscular e conseqüentemente a distribuição do volume de treinamento durante a semana. Recentemente, a literatura científica tem sugerido que a diluição do número de séries em mais sessões ao longo da semana favorecem as adaptações neuromusculares do treinamento de força [26, 73-78]. Segundo os autores, o menor nível de fadiga entre as sessões e a maior carga total levantada na semana seriam os principais mecanismos responsáveis por esses resultados [26, 76, 77].

Essa fadiga pode ser causada por uma redução na capacidade de produção de força das fibras musculares e por uma redução da ativação dos músculos exercitados na sessão e entre sessões para o mesmo grupo muscular [55, 59, 79-81]. Estudos prévios indicaram que o desempenho neuromuscular é reduzido logo após a uma sessão de treinamento de força, porém, retorna aos níveis basais entre 3 e 48 horas de recuperação dependendo da manipulação da sessão de treinamento [55, 59, 82, 83]. Entretanto, permanece em questão qual o efeito de diferentes distribuições de séries para o mesmo grupo muscular no desempenho neuromuscular e na espessura muscular de indivíduos experientes com o treinamento de força.

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **3.2.1. OBJETIVO GERAL**

Comparar o efeito agudo e a recuperação 24h após sessões de treinamento de força para o bíceps braquial com diferentes distribuições no número de séries.

### **3.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Comparar o pico de força em uma contração voluntária máxima isométrica (CVMI) de flexão do cotovelo previamente, logo após e 24 horas após quatro distribuições do número de séries: COND1 (8 séries), COND2 (8 séries realizadas 24 h após a COND1), COND3 (16 séries) e CTRL.
2. Comparar atividade mioelétrica do bíceps braquial em uma contração voluntária máxima isométrica (CVMI) previamente, logo após e 24 horas após quatro distribuições do número de séries: COND1 (8 séries), COND2 (8 séries realizadas 24 h após a COND1), COND3 (16 séries) e CTRL.
3. Comparar espessura muscular do bíceps braquial através da ultrassonografia em uma contração voluntária máxima isométrica (CVMI) previamente, logo após e 24 horas após quatro distribuições do número de séries: COND1 (8 séries), COND2 (8 séries realizadas 24 h após a COND1), COND3 (16 séries) e CTRL.
4. Comparar o desempenho através da carga total levantada (produto das séries, repetições e sobrecarga no exercício rosca de bíceps) nas três distribuições do número de séries: COND1 (8 séries), COND2 (8 séries realizadas 24 h após a COND1), COND3 (16 séries).
5. Comparar a percepção subjetiva de esforço 30 minutos após as quatro distribuições do número de séries: COND1 (8 séries), COND2 (8 séries realizadas 24 h após a COND1), COND3 (16 séries) e CTRL.

### **3.3. HIPÓTESES**

1. Será observada uma redução do pico de força durante a CVMI logo após e 24 horas após as três distribuições do número de séries semanais. Adicionalmente, a maior redução será observada na condição 3.

2. Será observada redução da atividade mioelétrica em uma contração voluntária máxima isométrica logo após as três distribuições do número de séries semanais.
3. Será observado aumento da espessura muscular logo após as três distribuições do número de séries semanais. Adicionalmente, os maiores aumentos serão observados na condição 3.
4. Será observado maior CTL na sessão de 16 séries se comparada à condição 1 e 2. Adicionalmente é esperado maior número de repetições e CTL na soma da condição 1 e 2 se comparada à condição 3.
5. Será observada maior percepção subjetiva de esforço após a condição 3 se comparada com as condições 1 e 2.

### **3.4. JUSTIFICATIVA**

Novas evidências científicas têm sugerido que diluir as séries por grupo muscular ao longo da semana favorecem o acúmulo de carga total levantada e as adaptações neuromusculares decorrentes do treinamento de força [26, 73, 74, 76-78]. Entretanto, no momento, pouco sabe-se sobre o efeito que diferentes distribuições de séries causam no desempenho neuromuscular e na espessura muscular. O melhor entendimento das distribuições de séries propostas nesse estudo irá auxiliar a prescrição do treinamento de força.

### **3.5. REVISÃO DE LITERATURA**

A literatura científica tem proposto uma relação em forma de sino entre o número de séries executadas por grupo muscular e o aumento da força e hipertrofia muscular [22, 27-29, 84, 85]. Apesar de programas de treinamento de séries únicas causarem aumento da força, foi demonstrado por Krieger [86] uma diferença 48% superior no tamanho de efeito para o ganho de força nos estudos utilizando séries múltiplas em comparação com aqueles empregando série única. Posteriormente, o mesmo autor demonstrou 40% maior tamanho de efeito na hipertrofia muscular nos estudos utilizando séries múltiplas em comparação com séries únicas [22].

A relação entre a carga de treinamento e o tempo de recuperação entre sessões pode determinar a montagem e a frequência do treinamento de força. Hacket et al [29] através de um questionário realizado com 127 fisiculturistas competitivos observou que 68% dos respondentes reportaram utilizar somente uma sessão de treinamento por grupo muscular. Os demais reportaram treinar o mesmo grupo muscular por duas vezes na semana. Schoenfeld et al [45] compararam em sujeitos treinados os modelos de treinamento de levantadores de peso (7 séries de 3RM) com modelos de treino de fisiculturistas (3 séries de 10RM). Os mesmos exercícios foram utilizados em ambos os grupos e o volume total de treino foi equalizado. Ambos os grupos realizaram 3 sessões de treino na semana, entretanto o grupo utilizando modelo de treino de fisiculturistas realizou todos os exercícios para o mesmo grupo muscular em uma única sessão (um treino com alto volume para cada grupo muscular). Já o grupo utilizando o modelo de treino de levantadores de peso dividiu os exercícios ao longo da semana, realizando três treinos para todos os grupos musculares com volume baixo. Após 8 semanas, os resultados revelaram que ambos os grupos apresentaram hipertrofia do bíceps braquial (~12% para ambos os grupos) sem diferir estatisticamente. Ambos os grupos apresentaram aumento da força mensurada através de 1RM para os exercícios supino reto e agachamento. Entretanto, para o exercício supino reto o grupo que realizou o modelo de treinamento de levantadores de peso apresentou maior aumento percentual em relação ao pré teste. Possivelmente, o maior aumento da força observada se deva ao fato do grupo ter utilizado sobrecargas específicas para o aumento da força máxima (3RM).

Recentemente, Schoenfeld et al. [78] compararam o efeito de treinar rotinas divididas ou sessões para o corpo todo. O volume total foi equalizado em ambas as condições. Ambos os grupos apresentaram melhoras significantes nas medidas de hipertrofia dos flexores e extensores de cotovelo e vasto lateral e aumentaram a força nos testes de 1RM nos exercícios supino reto e agachamento. Entretanto, para todas as medidas apresentadas o grupo que realizou as sessões de treino

para o corpo todo (três sessões na semana) obteve maior tamanho de efeito em comparação com o grupo de rotinas divididas (sessão única).

Similarmente aos estudos de Schoenfeld et al [45, 78], McLester et al [87] demonstraram maiores aumentos na força e hipertrofia em sujeitos treinados utilizando uma frequência de três sessões na semana quando comparada com uma sessão na semana com volume equalizado. Adicionalmente, utilizando uma frequência de treinamento menos comum Raastad et al [88] compararam a divisão do volume total de treino em três ou seis sessões na semana em levantadores de peso com pelo menos 6 meses de experiência em competições de nível nacional (Noruega). O volume total, os exercícios e a intensidade foram idênticos em ambos os grupos. Após 15 semanas de treinamento o aumento na sobrecarga levantada para 1RM no agachamento e supino reto foram maiores no grupo que realizou a frequência de seis vezes na semana em comparação com o grupo que realizou o treinamento com frequência menor ( $11\pm6$  vs.  $5\pm3\%$  e  $11\pm4$  vs.  $6\pm3\%$ , respectivamente). Adicionalmente o aumento na área de secção transversa do quadríceps também foi maior no grupo de maior frequência semanal ( $4.2\pm4.3$  vs.  $0.6\pm1.6\%$ ).

Recentemente Brigatto et al., [73] compararam os ganhos de força no exercício supino reto e agachamento e a hipertrofia do quadríceps, bíceps braquial e tríceps braquial após 8 semanas de treinamento de força realizados com frequências de 1 ou 2x por semana com cargas equalizadas. Foi observado similar ganho de força e hipertrofia nas avaliações realizadas, entretanto, o tamanho do efeito das medidas sugeriu um efeito superior ao treinamento de maior frequência. Resultados similares foram observados nos estudos de Zaroni [75] e Machado [89]. Zaroni [75] comparou a divisão de volume semanal em 5 ou 1 sessão de treinamento de força para o mesmo grupo muscular. Já Machado [89], comparou 3 ou 2 sessões de treinamento de força na mesma semana para cada grupo muscular. Apesar do ganho de hipertrofia e força máxima não apresentar diferenças significantes, ambos observaram tamanhos de efeito superiores nas maiores frequências de treinamento. Adicionalmente, a carga total levantada nos

grupos de maior frequência foi significativamente maior em todas as comparações. Coletivamente estes estudos suportam a ideia de que estímulos mais frequentes e com sessões menos extensas parecem ser mais efetivas para promover as adaptações neuromusculares provenientes do treinamento de força. Entretanto, o efeito entre sessões e a recuperação entre sessões para o mesmo grupo muscular ainda foi pouco estudada.

### **3.6. MÉTODO**

#### **3.6.1. DESENHO EXPERIMENTAL**

O presente estudo investigou o efeito de diferentes divisões do número de séries semanais e na espessura muscular, desempenho de força máxima isométrica e atividade mioelétrica do membro superior. Quatro divisões no número de séries foram testadas: (i) 8 séries de 10RM de rosca de bíceps em uma única sessão semanal (COND1); (ii) 8 séries de 10RM de rosca de bíceps 24 horas após a condição I (COND2), (iii) dezesseis séries de 10RM de rosca de bíceps em uma única sessão semanal (COND3); (iv) e controle (CTRL). O desempenho foi avaliado através da carga total levantada (CTL), força máxima isométrica, atividade mioelétrica e espessura muscular. Adicionalmente foi recordado a percepção subjetiva de esforço (PSE) dos sujeitos durante o período de coleta de dados.

#### **3.6.2. AMOSTRA**

O tamanho da amostra foi justificado através de uma análise prévia dos dados obtidos em um estudo piloto em que a força voluntária isométrica máxima foi avaliada. O calculo amostral foi realizado através do software G\*Power, utilizando um tamanho de efeito de 0,8 (obtido no estudo piloto) , alfa de 0,05 e um poder (1- $\beta$ ) de 0,8 e indicou a necessidade de 6 sujeitos. No total, 13 sujeitos recrutados na academia W7 (São Paulo, SP) foram voluntários para participar dessa pesquisa (Idade  $27 \pm 6$  anos, massa corporal total  $89,0 \pm 15,1$  kg, altura  $179 \pm 8$  cm, 10RM na rosca de bíceps  $28,84 \pm 8$  kg).

Somente foram recrutados aqueles que atendessem os seguintes critérios de inclusão: (i) homens saudáveis (ii) ter entre 18 e 40 anos, (iii) praticante de treinamento de força por no mínimo 1 ano e frequência de pelo menos 3 vezes por semana (com experiência no exercício testado), (iv) sem qualquer acometimento osteomioarticular nos membros superiores (lesão ou cirurgia prévia).

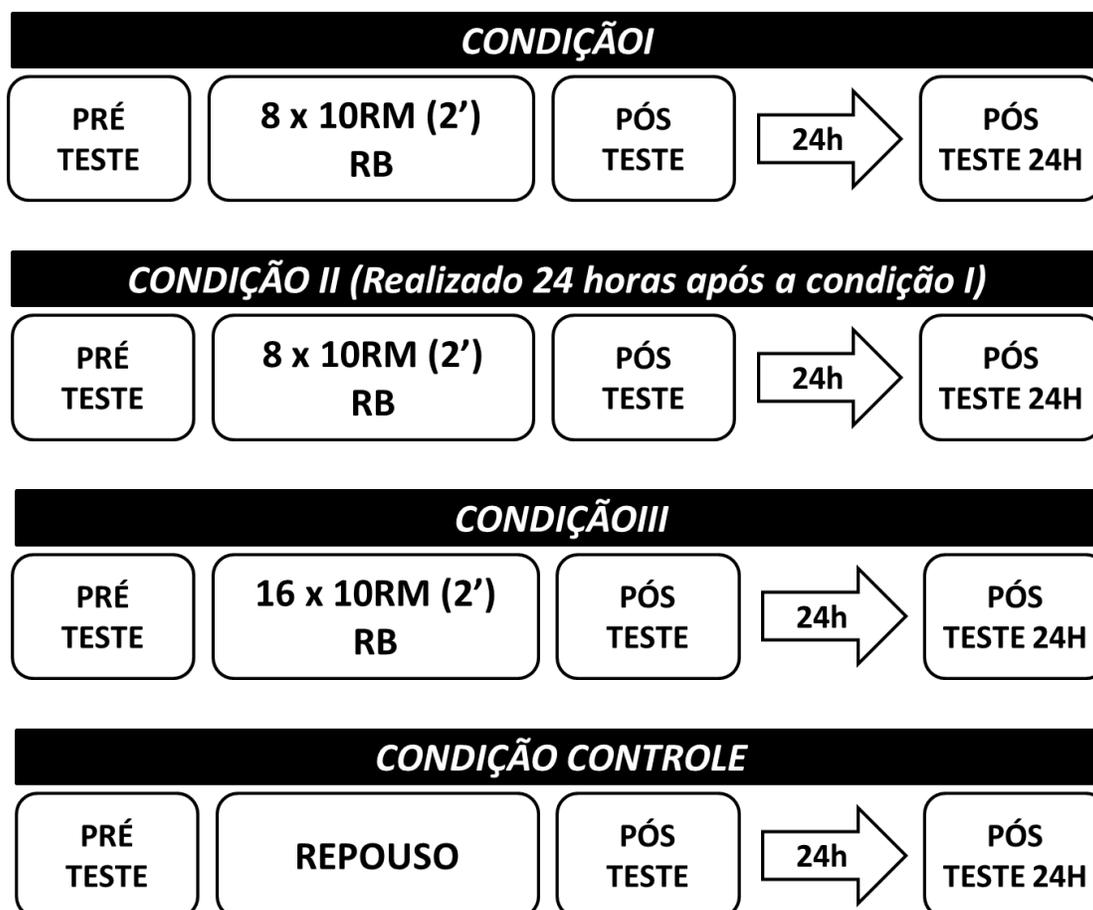
Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião entre os responsáveis pelo estudo e os sujeitos, na qual foram esclarecidos de forma clara e detalhada os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Protocolo #67/2016). A metodologia proposta foi formulada respeitando resoluções 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os voluntários foram submetidos às mesmas condições biomecânicas específicas do exercício rosca de bíceps na polia (RB). Os procedimentos foram imediatamente interrompidos caso qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário. Caso os voluntários referissem sintomas durante ou após a coleta dos dados, seriam encaminhados a Unidade de Saúde mais próxima ou ao hospital de preferência do sujeito (Convênio Médico), para receberem os cuidados adequados. Entretanto, este procedimento não foi necessário.

### **3.6.3. PROCEDIMENTOS**

Os sujeitos foram orientados a manter sua rotina normal de atividades durante o período de coleta de dados e abstiveram-se de exercícios físicos planejados para os membros superiores diferentes daqueles exigidos nos procedimentos experimentais. Todas as sessões foram realizadas no período da tarde para evitar alterações fisiológicas possivelmente decorrentes do ciclo circadiano. Na primeira visita ao laboratório, foram obtidos os dados pessoais por meio de um questionamento oral como nome, idade, histórico de treinamento, dominância manual, definido através da preferência em escrever [41]. Todos os procedimentos foram explicados ao sujeito e o mesmo assinou o TCLE; então os

sujeitos foram familiarizados com todos os procedimentos experimentais. Adicionalmente, a primeira visita serviu para a determinação da sobrecarga utilizada para 10 repetições máximas (10RM) no exercício RB unilateral.

As sessões seguintes serviram para comparar as três estratégias de divisão do número de séries na semana de TF e a sessão controle: (i) 8 séries de 10RM de rosca de bíceps em uma única sessão semanal; (ii) 8 séries de 10RM de rosca de bíceps 24 horas após a condição I, (iii) dezesseis séries de 10RM de rosca de bíceps em uma única sessão semanal; (iv) e controle (Figura 10). As condições I e II foram realizadas em dias consecutivos e em um dos membros; o controle e a condição III também foram realizadas consecutivamente no outro membro do sujeito, porém os “pares” de condições foram aleatorizados. As coletas iniciaram as segundas feiras e encerraram nas quartas feiras.



**Figura 14:** Desenho representativo do experimento 2.

### ***DETALHAMENTO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS:***

**1. *Condição I e Condição II:*** Na condição I, foram realizadas duas visitas ao laboratório. Durante a primeira visita, o sujeito realizou uma sessão de treinamento composta por 8 séries de 10RM no exercício RB. O intervalo entre séries foi de 2 minutos e a falha concêntrica foi garantida em todas as séries. Previamente, logo após a sessão e 24 horas após a sessão, os sujeitos foram testados para uma CVMI onde foram coletados os dados referentes ao pico de força e a atividade mioelétrica. Adicionalmente, foi realizada a ultrassonografia do bíceps braquial. A condição II foi realizada 24 horas após a condição e foi composta pelos mesmos procedimentos experimentais.

**2. *Condição III e Controle:*** No controle os sujeitos permaneceram sentados no laboratório por 30 minutos e realizaram o mesmo protocolo de avaliação que as demais condições. Na condição III, os sujeitos visitaram o laboratório em 2 ocasiões. Durante a primeira visita o sujeito realizou uma sessão de treinamento composta por 16 séries de 10RM no exercício RB. O intervalo entre séries foi de dois minutos e a falha concêntrica foi garantida em todas as séries. Previamente, logo após a sessão e 24 horas após a sessão, os sujeitos foram testados para uma CVMI onde foram coletados os dados referentes ao pico de força e a atividade mioelétrica. Adicionalmente, foi realizada a ultrassonografia do bíceps braquial.

### ***AVALIAÇÕES:***

***Teste de 10RM:*** O teste para a determinação de 10 repetições máximas (10RM) foi realizado em cada exercício separadamente e serviu para ajustar a sobrecarga nas demais condições [42]. Os testes de 10RM foram aleatorizados e seguiram as recomendações de Brown e Weir [43]. Cada sujeito teve no máximo 3 tentativas em cada exercício. Foi adotado um intervalo de 5 minutos entre cada tentativa. Não foram permitidas paradas na execução do movimento entre as ações

concêntricas e excêntricas. Somente foram válidas as repetições em que a correta execução dos exercícios foi realizada. Para a rosca de bíceps na polia os sujeitos iniciaram o exercício segurando a barra em uma pegada supinada (palmas das mãos para cima) com os cotovelos estendidos. Então os sujeitos foram orientados a realizar a máxima flexão do cotovelo (ação concêntrica) e retornar a posição inicial (ação excêntrica). A cadência de realização dos exercícios foi auto-selecionada pelos sujeitos. A mesma técnica para o teste de 10RM foi utilizada durante as condições experimentais. Para minimizar erros nos testes foram adotadas as seguintes estratégias: (i) os sujeitos receberam informações sobre a técnica adequada de cada exercício antes dos testes (ii) a execução da técnica do exercício foi monitorada e corrigida se necessário (iii) os sujeitos foram verbalmente encorajados durante os testes.

***Contração Voluntária Máxima Isométrica (CVMI):*** A coleta dos dados foi feita com uma célula de carga devidamente calibrada (EMG Systems do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Para a flexão do cotovelo a célula de carga foi anexada entre cabo do equipamento “cross over” e ao manete reto que os sujeitos utilizaram. Os dados da célula de carga foram amostrados a 2000Hz e integrados aos dados advindos da eletromiografia de superfície. Para ambos os exercícios foram realizadas 3 contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) de 10 segundos com um minuto de intervalo entre as tentativas.

***Eletromiografia Superficial (sEMG):*** Os dados da sEMG foram coletados no braço direito dos sujeitos durante a realização das CVMIs em todos os momentos apresentados nas condições experimentais. A coleta dos dados de sEMG, foi feita com um eletromiógrafo de 6 canais (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Foram utilizados pares de eletrodos ativos de superfície, circulares, autoadesivos, Ag/AgCl com 2 cm de diâmetro, com espaçamento de 2 cm de centro a centro entre os eletrodos, associados à um gel condutor, sendo colocados sobre o músculo bíceps braquial (BB). A localização específica de cada eletrodo foi norteada segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a*

*non-invasive assessment of muscles*) [44]. No músculo BB, os eletrodos foram posicionados na linha entre o acrômio medial e 1/3 de distância da fossa cúbita. O eletrodo de referência foi colocado na clavícula de cada sujeito. Para a colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia seguida de uma leve abrasão da região da pele para remoção das células mortas e redução da impedância. A aquisição dos dados foi feita a uma frequência de amostragem de 2000 Hz.

**Espessura Muscular (Ultrassonografia):** A espessura dos flexores do braço (bíceps braquial e braquial) foi avaliada através de ultrassonografia (Ultrassom B mode, Bodymetrix pro System, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA). Esta técnica foi previamente utilizada para avaliar respostas hipertróficas crônicas [45] e edema imediatamente após a realização de sessões de TF. Adicionalmente, a reprodutibilidade do ultrassom na determinação da espessura muscular é altamente validada pela literatura, inclusive quando comparada com o modelo “padrão ouro” de análise, a ressonância magnética [46, 47].

As medidas foram realizadas no lado direito do corpo em dois locais: músculos flexores do cotovelo (compreendendo o bíceps braquial e braquial). A determinação das regiões anatômicas em que a aquisição das imagens foi realizada e seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al. [47]. Para a avaliação dos músculos selecionados inicialmente foi mensurado o comprimento do segmento braço, adotando como referência a distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. A região analisada corresponde a 60% do comprimento deste segmento, partindo do processo acromial.

**Percepção subjetiva de esforço (PSE):** Foi utilizada a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de 0 a 10 após 10' de cada condição [48]. Desta forma, a mensuração da PSE ofereceu um índice (número/valor) definido como Índice de Esforço Percebido (IEP). Após cada condição experimental foi perguntado a cada sujeito individualmente: “Qual foi a sua sensação de esforço neste treino?”, e por meio da escala de percepção subjetiva de esforço o mesmo indicou um valor de zero a dez, em que zero significou repouso e 10 a máxima intensidade percebida [48, 49].

### 3.6.4. ANÁLISE DOS DADOS

***Eletromiografia Superficial (sEMG):*** Os dados da sEMG foram tratados para posterior comparação e análise conforme preconizado por Winter, através de uma rotina escrita no software Matlab (Mathworks Inc., EUA). O primeiro segundo do sinal foi removido visando evitar possíveis ajustes corporais e então foram utilizados para a análise somente os três segundos seguintes. Os demais segundos também foram descartados visando evitar efeito da fadiga do teste. Então, o processamento do sinal sEMG seguiu a seguinte ordem: os sinais sEMG foram filtrados com um filtro de 4ª ordem, passa banda entre 20-400 Hz, e atraso de fase zero. Foi utilizada a *root-mean square* (RMS) com uma janela de 150ms (RMS EMG) e posteriormente a atividade muscular foi integrada (IEMG). O coeficiente de correlação intraclasse no teste foi de 0,972.

***Força Isométrica Voluntária Máxima (FIVM):*** Os dados da CVMI em cada tentativa foram filtrados por um filtro Butterworth de 4ª ordem, passa-baixa de 10Hz e atraso de fase zero e então o maior pico de força entre as tentativas foi considerado. O coeficiente de correlação intraclasse no teste foi de 0,982.

***Carga Total Levantada:*** O número de repetições foi calculado para em cada série e somado em cada condição. O volume load foi calculado pelo produto do número de repetições, séries e a sobrecarga utilizada em cada exercício/condição foi utilizado.

***Espessura Muscular (Ultrassonografia):*** As análises da espessura muscular foram realizadas pelo software BodyViewProFit™ (Intelametrix, USA). Através da imagem coletada o software forneceu 8 medidas de espessura muscular distribuídos na interface muscular. Esses valores são referentes à distância entre as interfaces em cada um desses pontos. Três imagens para cada músculo e condição foram realizadas. Primeiramente o valor médio dos 8 pontos de cada imagem foi calculado. Caso a média de uma das figuras fosse variasse mais que  $\pm 1$ mm das demais uma nova imagem foi coletada, uma nova média entre as três

imagens foi calculada para posterior análise estatística (média das médias). O coeficiente de correlação intraclasse no teste foi de 0,996.

**Percepção Subjetiva de Esforço:** Os dados foram tabulados e posteriormente analisados estatisticamente.

### 3.6.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Confirmando-se a normalidade dos dados, ANOVAs (4x3) de medidas repetidas com os fatores condição e tempo foram utilizadas para o pico de força, IEMG, DMIT, espessura muscular e volume absoluto. Quando necessário o *post hoc* de *Bonferroni* (com correção) foi utilizado para verificar as diferenças. O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi realizado através da fórmula de Cohen e os resultados basearam-se nos seguintes critérios: <0,35 efeito trivial; 0,35-0,80 pequeno efeito; 0,80-1,50 efeito moderado; e >1,50 grande efeito, para sujeitos treinados recreacionalmente baseado em Rhea [52]. Significância ( $\alpha$ ) de 5% foi utilizada em todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

### 3.7. RESULTADOS

Os sujeitos reportaram utilizar 12 a 20 séries em exercícios para os flexores do cotovelo em suas sessões de treinamento.

Não foram verificadas diferenças no pico de força, IEMG e espessura muscular previamente ao início das condições.

**Pico de Força Isométrica (CVMI):** Não foram verificadas mudanças no pico de força entre os momentos pré, pós e 24h após a condição controle. Foi verificado menor pico de força após a condição I em comparação aos momentos pré ( $P=0,026$ , 95%IC=0,360-9,035,  $d= 0,72$  [efeito pequeno],  $\Delta\%=24,07\%$ ). Foi verificado menor pico de força após a condição II em comparação aos momentos pré ( $P=0,03$ , 95%IC=0,253-8,003,  $d=0,66$  [efeito pequeno],  $\Delta\%=16,27\%$ ) e 24h após a mesma condição ( $P=0,008$ , 95%IC=0,706-6,543,  $d=0,55$  [efeito pequeno],

$\Delta\%=12,5\%$ ). Foi verificado menor pico de força após a condição III se comparados aos momentos pré ( $P=0,015$ ,  $95\%IC=0,701-9,431$ ,  $d=0,82$  [efeito moderado],  $\Delta\%=19,17\%$ ), 24 h após a mesma condição ( $P=0,001$ ,  $95\%IC=1,514-6,916$ ,  $d=0,76$  [efeito pequeno],  $\Delta\%=16,9\%$ ) e após a condição controle ( $P=0,005$ ,  $95\%IC=1,281-9,136$ ,  $d=0,83$  [efeito moderado],  $\Delta\%=20,1\%$ ) (Tabela 3)

**Eletromiografia integrada (IEMG):** Não foram verificadas alterações na IEMG do bíceps braquial nos momentos e condições investigadas (Tabela 3).

**Espessura muscular:** Não foram verificadas mudanças no pico de força entre os momentos pré, pós e 24h após a condição controle. Foi verificado um aumento da espessura muscular após a condição I em comparação aos momentos pré ( $P=0,027$ ,  $95\%IC=0,512-13,029$ ,  $d=1,15$  [efeito moderado],  $\Delta\%=19,47\%$ ), 24h após ( $P=0,041$ ,  $95\%IC=0,90-5,599$ ,  $d=0,85$  [efeito moderado],  $\Delta\%=14,80\%$ ) e controle no mesmo momento ( $P=0,044$ ,  $95\%IC=0,099-11,487$ ,  $d=0,97$  [efeito moderado],  $\Delta\%=13,25\%$ ). Foi verificado um aumento da espessura muscular após a condição II em comparação aos momentos pré ( $P=0,001$ ,  $95\%IC=1,791-8,559$ ,  $d=0,85$  [efeito moderado],  $\Delta\%=14,52\%$ ), 24h após ( $P=0,007$ ,  $95\%IC=0,991-8,481$ ,  $d=0,76$  [efeito moderado],  $\Delta\%=13,25\%$ ) e controle no mesmo momento ( $P=0,028$ ,  $95\%IC=0,384-10,849$ ,  $d=0,98$  [efeito moderado],  $\Delta\%=16,14\%$ ). Foi verificado um aumento da espessura muscular após a condição III em comparação aos momentos pré ( $P<0,001$ ,  $95\%IC=4,456-11,049$ ,  $d=1,43$  [efeito moderado],  $\Delta\%=22,74\%$ ), 24h após ( $P=0,017$ ,  $95\%IC=0,799-12,112$ ,  $d=1,11$  [efeito moderado],  $\Delta\%=21,06\%$ ) e controle no mesmo momento ( $P<0,001$ ,  $95\%IC=2,898-10,569$ ,  $d=1,17$  [efeito moderado],  $\Delta\%=19,26\%$ ) (Tabela 3).

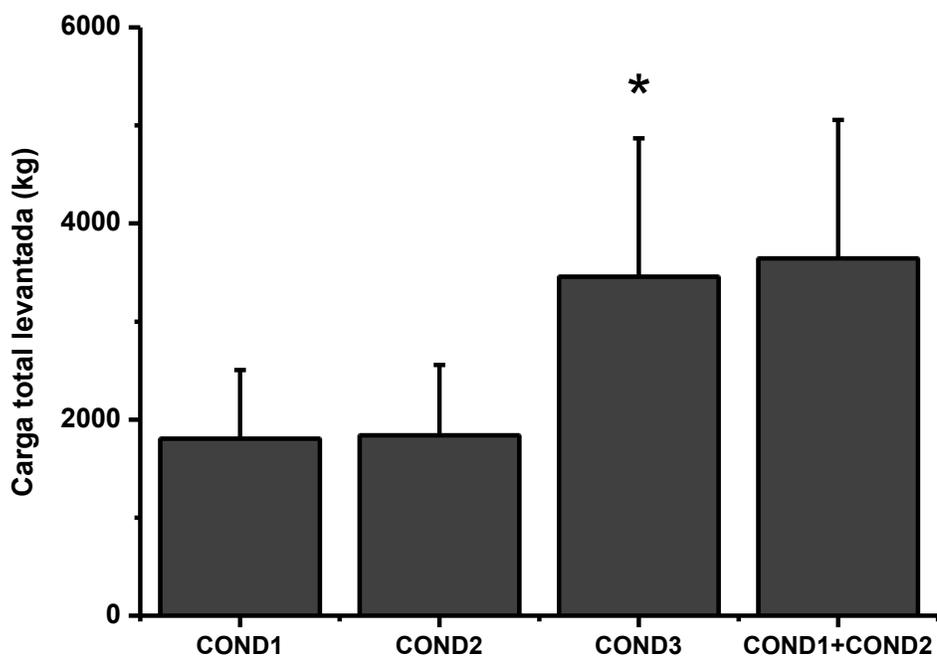
**Tabela 2:** Média  $\pm$  desvio padrão do pico de força, IEMG e espessura muscular.

		Pico de força (kgf)	IEMG ( $\mu$ V.s)	Espessura muscular (mm)
Condição I	Pré	26,8 $\pm$ 6,7	3558 $\pm$ 864	34,4 $\pm$ 5,8
	Pós	22,5 $\pm$ 6,3*	3508 $\pm$ 1052	41,1 $\pm$ 5,8 <sup>#&amp;</sup>
	24h pós	25,7 $\pm$ 5,2	3936 $\pm$ 1462	35,8 $\pm$ 6,6
Condição II	Pré	25,7 $\pm$ 5,2	3936 $\pm$ 1462	35,8 $\pm$ 6,6
	Pós	21,6 $\pm$ 4,2 <sup>#</sup>	3725 $\pm$ 1144	41,0 $\pm$ 8,5 <sup>#&amp;</sup>
	24h pós	25,2 $\pm$ 5,4	3361 $\pm$ 1238	36,2 $\pm$ 7,0
Condição III	Pré	25,7 $\pm$ 5,9	3422 $\pm$ 1484	34,3 $\pm$ 5,4
	Pós	20,6 $\pm$ 5,5 <sup>#&amp;</sup>	3394 $\pm$ 1098	42,1 $\pm$ 5,5 <sup>#&amp;</sup>
	24h pós	24,8 $\pm$ 4,3	3575 $\pm$ 1301	35,6 $\pm$ 6,1
Controle	Pré	26,8 $\pm$ 6,8	3609 $\pm$ 1299	35,1 $\pm$ 5,8
	Pós	25,8 $\pm$ 5,9	3412 $\pm$ 1394	35,3 $\pm$ 6,1
	24h pós	25,7 $\pm$ 5,9	3422 $\pm$ 1484	34,4 $\pm$ 5,4

\* indica diferença significativa com o momento pré na mesma condição # indica diferença significativa com os momentos pré e 24h pós a mesma condição, & indica diferença significativa com a condição controle no mesmo momento.

**Carga total levantada:** Não foi verificada diferença entre a condição I e a condição II. Foi verificada maior CTL na condição III em comparação com a condição I ( $P < 0,001$ , 95%IC=984,2-2321,1,  $d=1,48$  [efeito moderado],  $\Delta\%=91,6\%$ ) e a condição II ( $P < 0,001$ , 95%IC=987,4-22489,1,  $d=1,44$  [efeito moderado],

$\Delta\%=88,6\%$ ); porém não foi verificada diferença entre a condição III e a soma das condições I e II (Figura 15).



**Figura 15:** Média $\pm$ desvio padrão da carga total levantada nas condições experimentais. \*= diferença significativa ( $P<0,001$ ) da condição 3 para as condições 1 e 2.

**Percepção subjetiva de esforço (PSE):** Não foi verificada diferença PSE entre a condição 1 (COND1:  $8,5\pm 1,1$ UA) e a condição 2 (COND2:  $8,3\pm 0,9$ UA). Foi verificada maior PSE na condição 3 (COND3:  $9,3\pm 1,1$ UA) em comparação com a condição 1 ( $P=0,016$ ,  $95\%IC=0,153-1,539$ ,  $d=0,76$  [efeito pequeno],  $\Delta\%=9,4\%$ ) e a condição 2 ( $P=0,006$ ,  $95\%IC=0,296-1,704$ ,  $d=0,99$  [efeito moderado],  $\Delta\%=12,0\%$ ).

### 3.8. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito agudo e a recuperação 24h após sessões de treinamento de força para o bíceps braquial com diferentes

distribuições no número de séries. Foi verificado logo após as condições I, II e III: (i) queda no pico de força máxima isométrica da flexão do cotovelo, (ii) manutenção na IEMG do bíceps braquial durante a CVMI e (iii) aumento da espessura do bíceps braquial; esses valores retornaram aos níveis basais 24h após o término das condições. Foi verificada maior CTL e PSE na condição III quando comparada com as condições I e II. Não foi verificada diferença na CTL e na PSE entre as condições I e II.

Corroborando com a hipótese prévia, as condições I, II e III apresentaram redução do pico de força logo após o término da sessão, adicionalmente, os valores da força retornaram ao baseline 24h após o término das sessões. Essa redução aguda seguida pela recuperação no desempenho de força é corroborada por parte da literatura [74, 84, 90]. McLester et al. [84] compararam a recuperação de uma sessão de treinamento de força para o corpo todo com 3 ou 7 séries de 10RM em cada exercício. Foi observado que o desempenho de repetições máximas foi reduzido 24h após ambas as sessões e retornou ao baseline 48h após a sessão de 3 séries e 72h após a sessão de 7 séries por exercício. Lopes et al. [74], investigando sujeitos recreacionalmente treinados, reportaram uma redução da força, potência e velocidade da barra no supino reto após uma sessão composta por 5 séries de 10 repetições a 70% de 1RM para os exercícios supino reto, inclinado e declinado. As medidas de desempenho analisadas retornaram aos valores basais 24h e 48h após a sessão de treinamento. Raastad e Hallen [90], investigando atletas de modalidades de força, reportaram uma redução aguda na força voluntária máxima isométrica e na força evocada máxima isométrica na extensão do joelho após um protocolo de treinamento de força para os membros inferiores com alta (100% de 3 e 6RM) e moderada intensidade (70% de 3 e 6RM). Todas as medidas retornaram ao baseline 3h após o protocolo de moderada intensidade e 33h após o protocolo de alta intensidade. A diferença entre os resultados obtidos nos estudos apresentados pode ser explicada pelos diferentes protocolos de treinamento e de medida investigados e pelo nível de treinamento dos sujeitos.

Contrária a hipótese prévia, não foi observada mudança na atividade mioelétrica do bíceps braquial em nenhuma das condições investigadas. O presente estudo corrobora em parte com a literatura. Nilson et al. [91] observaram uma manutenção da atividade mioelétrica (Pico do EMG e IEMG) do vasto lateral apesar da significativa redução do torque em 100 contrações isocinéticas máximas sucessivas a 180°/s. Hakkinen et al. [82] observaram uma redução da IEMG do vasto medial e uma manutenção da IEMG do vasto lateral em uma CVMI de extensão do joelho após uma sessão de treinamento de força para os membros inferiores. Tesh et al. [92] observaram um aumento da IEMG do vasto lateral apesar da redução significativa do torque em 32 contrações isocinéticas excêntricas máximas a 180°/s. Segundo os autores [82, 91, 92], a ciclagem das unidades motoras ativas durante a CVMI e a co-existência de fadiga e potencialização são possíveis explicações para a manutenção dos valores de IEMG apesar da significativa queda na força observada.

Foi observado aumento da espessura do bíceps braquial logo após as condições I, II e III. Adicionalmente, foi observada maior espessura do bíceps braquial logo após a condição III quando comparada às condições I, II e controle. Possivelmente o aumento da espessura muscular aconteceu em decorrência de um acúmulo de água no meio intra e extra celular [61]. Esse transporte de água pode ter ocorrido devido ao efeito mecânico de bombeamento de sangue para a região exercitada e devido ao transporte passivo de água devido ao acúmulo de subprodutos da contração muscular (lactato, fosfato inorgânico e hidrogênio) [10, 61]. Portanto, é possível que a combinação das variáveis de carga e a diferença da CTL entre as condições possam explicar o aumento na espessura muscular após as condições.

O presente estudo apresenta algumas limitações. O número de séries e a intensidade utilizada foram selecionadas para adequar-se às práticas de indivíduos recreacionalmente treinados em força (com o objetivo de aumentar da massa muscular); portanto, os resultados não podem ser generalizados para outros objetivos ou populações. As imagens da ultrassonografia e o sinal

eletromiográfico foram coletados em pontos específicos do ventre muscular; é possível que valores diferentes fossem encontrados em diferentes pontos de coleta.

### 3.9. CONCLUSÃO

O presente estudo conclui que as distribuições de séries testadas causam agudamente redução no pico de força, aumento na espessura muscular e não afetam a atividade mioelétrica do bíceps braquial. Adicionalmente, o aumento na espessura muscular causada pela condição III é maior que as condições I e II. Essas medidas retornaram aos níveis basais 24h após o término das condições. Por fim, a condição III apresenta maior CTL e PSE quando comparada com as condições I e II.

### REFERÊNCIAS

1. McBride, J.M., et al., *Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009. **23**(1): p. 106-110.
2. Baz-Valle, E., M. Fontes-Villalba, and J. Santos-Concejero, *Total number of sets as a training volume quantification method for muscle hypertrophy: A systematic review*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2018: p. 1-9.
3. Monteiro, A.G., et al., *Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009. **23**(4): p. 1321-1326.
4. Schoenfeld, B.J., *The use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy*. Strength Cond J, 2011. **33**(4): p. 60-65.
5. Simão, R., et al., *Exercise order in resistance training*. Sports Med, 2012. **42**(3): p. 251-65.
6. Salles, B.F. and R. Simão, *Bases científicas dos métodos e sistemas de treinamento de força*. Revista UNIANDRADE, 2014. **15**(2): p. 127-133.
7. Farias, D.A., et al., *Maximal strength performance and muscle activation for the bench press and triceps extension exercises adopting dumbbell, barbell, and machine modalities over multiple sets*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2017. **31**(7): p. 1879-1887.
8. Paz, G.A., et al., *Volume load and neuromuscular fatigue during an acute bout of agonist-antagonist paired-set vs. traditional-set training*. J Strength Cond Res, 2017. **31**(10): p. 2777-2784.
9. Schoenfeld, B.J., *Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training*. Sports Medicine, 2013. **43**(3): p. 179-194.
10. Schoenfeld, B.J. and B. Contreras, *The muscle pump: Potential mechanisms and applications for enhancing hypertrophic adaptations*. Strength Cond J, 2013. **0**(0): p. 1-5.

11. Maia, M.F., et al., *Maximal repetition performance, rating of perceived exertion, and muscle fatigue during paired set training performed with different rest intervals*. Journal of Exercise Science & Fitness, 2015. **13**: p. 104-110.
12. Maia, M.F., et al., *Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2014. **28**(9): p. 2529–2535.
13. Robbins, D.W., et al., *The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010. **24**(7): p. 1782-1789.
14. Robbins, D.W., et al., *Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010. **24**(5): p. 1237-1245.
15. Brown, L.E., *Treinamento de força* 2008, Barueri: Manole.
16. Chandler, T.J. and L.E. Brown, *Conditioning for strength and human performance*. Second Edition ed2013: Lippincott Williams & Wilkins.
17. Zatsiorsky, V.M. and W.J. Kraemer, *Ciência e prática do treinamento de força*. 2ª edição ed2008, São Paulo: Phorte Editora.
18. Lima, B.N., et al., *The acute effects of unilateral ankle plantar flexors static-stretching on postural sway and gastrocnemius muscle activity during single-leg balance tasks*. Journal of Sports Science and Medicine, 2014. **13**: p. 564-570.
19. Marchetti, P.H. and C.R. Lopes, *Planejamento e prescrição do treinamento personalizado: do iniciante ao avançado*. Vol. 1. 2014: Editora Mundo.
20. Prestes, J., et al., *Prescrição e periodização do treinamento de força em academias* 2010, São Paulo: Phorte.
21. Bloomer, R.J. and J.C. Ives, *Varying neural and hypertrophic influences in a strength program*. Strength and Conditioning Journal, 2000. **22**(2): p. 30-35.
22. Krieger, J.W., *Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010. **24**(4): p. 1150-1159.
23. Lin, J. and T. Chen, *Diversity of strength training methods: A theoretical approach*. Strength and Conditioning Journal, 2012. **34**(2): p. 42-49.
24. Robbins, D.W., et al., *Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010. **24**(10): p. 2873-2882.
25. Schoenfeld, B.J., D. Ogborn, and J.W. Krieger, *Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis*. Journal of Sports Science, 2016: p. 1-10.
26. Schoenfeld, B.J., D. Ogborn, and J.W. Krieger, *Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis*. Sports Medicine, 2016.
27. Peterson, M.D., M.R. Rhea, and B.A. Alvar, *Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. **18**(2): p. 377-382.
28. Rhea, M.R., et al., *A meta-analysis to determine the dose response for strength development*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2003. **35**(3): p. 456-464.
29. Hackett, D.A., N.A. Johnson, and C.M. Chow, *Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2013. **27**(6): p. 1609-1617.
30. Soares, E.G., C.R. Lopes, and P.H. Marchetti, *Efeitos agudos e adaptações neuromusculares decorrentes da manipulação do volume e da densidade no*

- treinamento de força*. Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida, 2017. **9**(2): p. 1-23.
31. Waller, M., J. Miller, and J. Hannon, *Resistance circuit training: Its application for the adult population*. Strength and Conditioning Journal, 2011. **33**(1): p. 16-22.
  32. Landin, D. and A.G. Nelson, *Early phase strength development: a four-week training comparison of different programs*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2007. **21**(4): p. 1113-1116.
  33. Alcaraz, P.E., J. Sanchez-Lorente, and A.J. Blazevich, *Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2008. **22**(3): p. 667-671.
  34. Schoenfeld, B.J., *The MAX muscle plan* 2013: Human Kinetics.
  35. Ciccone, A.B., et al., *Effects of traditional vs. alternating whole-body strength training on squat performance*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2014. **28**(9): p. 2569-2577.
  36. Halperin, I., S.J. Aboodarda, and D.G. Behm, *Knee extension fatigue attenuates repeated force production of the elbow flexors*. European Journal of Sport Science, 2014.
  37. Gandevia, S.C., *Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue*. Physiological Reviews, 2001. **81**(4): p. 1725-1789.
  38. Halperin, I., D.W. Chapman, and D.G. Behm, *Non-local muscle fatigue: effects and possible mechanisms*. European Journal of Applied Physiology, 2015. **115**(10): p. 2031-2048.
  39. Baker, D. and R.U. Newton, *Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2005. **19**(1): p. 202-205.
  40. Lopes, C.R., et al., *Efeitos do alongamento passivo no desempenho de séries múltiplas no treinamento de força*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2015. **21**(3): p. 168-173.
  41. Maulder, P. and J. Cronin, *Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability*. Physical Therapy in Sport, 2005. **6**: p. 74-82.
  42. Uchida, M.C., et al., *Manual da Musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força*. 4 ed. Vol. 7. 2013, São Paulo: Phorte Editora.
  43. Brown, L.E. and J.P. Weir, *ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power*. Journal of Exercise Physiology, 2001. **4**(3): p. 1-21.
  44. Criswell, E., *Cram's Introduction to Surface Electromyography* 2011: Jones and Bartlett.
  45. Schoenfeld, B.J., et al., *Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2014. **28**(10): p. 2909-2918.
  46. Esformes, J.I., M.V. Narici, and C.N. Maganaris, *Measurement of human muscle volume using ultrasonography*. European Journal of Applied Physiology, 2002. **87**: p. 90-92.
  47. Walton, J.M., N. Roberts, and G.H. Whitehouse, *Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging*. British journal of Sports Medicine, 1997. **31**: p. 59-64.
  48. Day, M.L., et al., *Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. **18**(2): p. 353-358.

49. Uchida, M.C., et al., *Does the timing of measurement alter session-RPE in boxers?* Journal of Sports Science and Medicine, 2014. **13**: p. 59-65.
50. Zourdos, M.C., A. Klemp, and C. Dolan, *Novel resistance training-specific RPE scale measuring repetitions in reserve.* Journal of Strength and Conditioning Research, Ahead of Print.
51. Hardy, C.J. and W.J. Rejeski, *Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise.* Journal of Sport & Exercise Psychology, 1989. **11**: p. 304-317.
52. Rhea, M.R., *Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size.* Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. **18**(4): p. 918-920.
53. Ratamess, N.A., et al., *The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise.* European Journal of Applied Physiol Occupational Physiology, 2007. **100**(1): p. 1-17.
54. Prestes, J., et al., *Prescrição e periodização do treinamento de força em academias.* Vol. 2ª edição. 2016: Phorte.
55. Walker, S., et al., *Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings.* Journal of Electromyography and Kinesiology, 2012. **22**(3): p. 356-362.
56. Martorelli, A., et al., *Neuromuscular and blood lactate responses to squat power training with different rest intervals between sets.* Journal of Sports Science and Medicine, 2015. **14**: p. 269-275.
57. McCaulley, G.O., et al., *Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise.* European Journal of Applied Physiology, 2009. **105**(5): p. 695-704.
58. Ahtiainen, J.P., et al., *Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises.* International Journal of Sports Medicine, 2003. **24**(6): p. 410-418.
59. Linnamo, V., K. Hakkinen, and P.V. Komi, *Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading.* European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 1998. **77**(1-2): p. 176-181.
60. Gomes, W.A., C.R. Lopes, and P.H. Marchetti, *Fadiga central e periférica: uma breve revisão sobre os efeitos locais e não locais no sistema neuromuscular.* Revista do Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida, 2016. **8**(1): p. 1-20.
61. Katch, V.L., W.D. McArdle, and F.I. Katch, *Essentials of exercise physiology* 2011: Lippincott Williams & Wilkins.
62. Watt, B. and R. Grove, *Perceived exertion. Antecedents and applications.* Sports Medicine, 1993. **15**(4): p. 225-241.
63. Tiggemann, C.L., R.S. Pinto, and L.F.M. Krueel, *A percepção de esforço no treinamento de força.* Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2010. **16**(4): p. 301-309.
64. Monteiro, W., R. Simão, and P. Farinatti, *Manipulation of exercise order and its influence on the number of repetitions and effort subjective perception in trained women.* Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2005. **11**(2): p. 143-146.
65. Simão, R., et al., *Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women.* Journal of Strength and Conditioning Research, 2007. **21**(1): p. 23-8.
66. Spreuwenberg, L.P., et al., *Influence of exercise order in a resistance-training exercise session.* Journal of Strength and Conditioning Research, 2006. **20**(1): p. 141-144.

67. Foster, C., et al., *A new approach to monitoring exercise training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2001. **15**(1): p. 109-115.
68. Sweet, T.W., et al., *Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. **18**(4): p. 796–802.
69. Hackett, D.A., et al., *A novel scale to assess resistance-exercise effort*. Journal of Sports Sciences, 2012. **30**(13): p. 1405-1413.
70. Helms, E.R., et al., *Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training*. Strength and Conditioning Journal, 2016. **38**(4): p. 42-49.
71. Parfitt, G. and S. Hughes, *The exercise intensity-affect relationship: Evidence and implications for exercise behaviour*. Journal of Exercise Science & Fitness, 2009. **7**(2 (Suppl)): p. 534-541.
72. Moran-Navarro, R., et al., *Time course of recovery following resistance training leading or not to failure*. Eur J Appl Physiol, 2017. **117**(12): p. 2387-2399.
73. Brigatto, F.A., et al., *Effect of resistance training frequency on neuromuscular performance and muscle morphology after eight weeks in trained men*. Journal of Strength and Conditioning Research, Ahead of print.
74. Lopes, C.R., et al., *Efeito do intervalo entre sessões de exercício de força sobre o desempenho neuromuscular*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2014. **20**(5): p. 402-405.
75. Zaroni, R.S., *Alta frequência de treinamento de força aumenta a espessura muscular em homens treinados*, in *Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano 2018*, Universidade Metodista de Piracicaba: Piracicaba - SP.
76. Colquhoun, R.J., et al., *Training volume, not frequency, indicative of maximal strength adaptations to resistance training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2018. **32**(5): p. 1207-1213.
77. Dankel, S.J., et al., *Frequency: The overlooked resistance training variable for inducing muscle hypertrophy?* Sports Medicine, 2016.
78. Schoenfeld, B.J., et al., *Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2015. **29**(7): p. 1821-1829.
79. Ament, W. and G.J. Verkerke, *Exercise and fatigue*. Sports Medicine, 2009. **39**(5): p. 389-422.
80. Chiu, L.Z.F. and J.L. Barnes, *The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short- and long-term training*. Strength and Conditioning Journal, 2003. **25**(6): p. 42–51.
81. Raastad, T., et al., *Recovery of skeletal muscle contractility and hormonal responses to strength exercise after two weeks of high-volume strength training*. Scand J Med Sci Sports, 2003. **13**(3): p. 159-68.
82. Hakkinen, K., et al., *Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in one day*. European Journal of Applied Physiol Occupational Physiology, 1988. **57**(2): p. 133-139.
83. Linnamo, V., et al., *Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2000. **10**(6): p. 417-424.
84. McLester, J.R., et al., *A series of studies-a practical protocol for testing muscular endurance recovery*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2003. **17**(2): p. 259-273.
85. Radaelli, R., et al., *Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2015. **29**(5): p. 1349-1358.

86. Krieger, J.W., *Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009. **23**(6): p. 1890-1901.
87. McLester, J.R., P.A. Bishop, and M.E. Williams, *Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2000. **14**(3): p. 273-281.
88. Raastad, T., et al., *Powerlifters improved strength and muscular adaptations to a greater extent when equal total training volume was divided into 6 compared to 3 sessions per week*, in *17th annual Congress of the European College of Sport Science 2012*: Belgium.
89. Machado, Y.B., *Efeito crônico de diferentes frequências de treinamento na performance neuromuscular e morfologia muscular em homens treinados em força*, in *Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano 2018*, Universidade Metodista de Piracicaba: Piracicaba-SP.
90. Raastad, T. and J. Hallen, *Recovery of skeletal muscle contractility after high- and moderate-intensity strength exercise*. Eur J Appl Physiol, 2000. **82**(3): p. 206-214.
91. Nilsson, J., P. Tesh, and A. Thorstensson, *Fatigue and EMG of repeated fast voluntary contractions in man*. Acta physiol scand, 1977. **101**: p. 194-198.
92. Tesch, P.A., et al., *Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions*. Acta physiol scand, 1990. **138**(3): p. 263-271.

## 8.ANEXOS

### ANEXO 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Experimento 1)

---

**Projeto:** Este estudo vai investigar qual a melhor maneira de dividir as séries dos exercícios na sessão da musculação. Você deverá comparecer ao laboratório sete vezes em dias diferentes. No primeiro dia será medida sua altura, peso e será preenchido um questionário com seus dados pessoais (nome, idade, tempo de prática de musculação e possíveis lesões). No mesmo dia também testaremos o peso máximo que você consegue levantar nos exercícios rosca de bíceps e cadeira extensora. Você deverá retornar ao laboratório mais seis dias. Testaremos três jeitos diferentes de dividir as séries nos exercícios da musculação. No primeiro jeito, todas as 12 séries de cada exercício serão realizadas em sequencia. No segundo jeito você fará as 12 séries alternando de seis em seis séries nos dois exercícios. O terceiro jeito você deverá vir ao laboratório e permanecer em repouso. Você deverá retornar ao laboratório no mesmo horário no dia seguinte para fazermos uma avaliação nos dois exercícios. Em todo momento será avaliado o desempenho dos exercícios a partir de equipamentos específicos para isso. Vamos te perguntar qual foi a quantidade de esforço realizado em cada condição. Serão utilizados valores de 0 a 10, onde 0 será considerado repouso e 10 o máximo esforço imaginável em um treino de musculação. Também serão coletadas amostras de sangue, antes, imediatamente após, 3 minutos, 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos e 30 minutos após cada treino. E amostras de saliva antes, imediatamente após, 15 minutos e 30 minutos após. Também de pediremos para você nos contar como foi sua alimentação e o seu sono no período da pesquisa através de questionários específicos para isso.

Quando julgar necessário, você poderá acessar as informações sobre os procedimentos, riscos e benefícios relacionados ao estudo. Podendo, em qualquer momento, retirar o seu consentimento e deixando de participar do estudo, sem que haja algum prejuízo. Comprometemos em manter o sigilo e privacidade absoluta de suas informações e indenização por eventuais danos a saúde decorrente da

pesquisa. Poderão ser realizadas imagens como filmagem e / ou fotografia, que poderão ser anexadas ao estudo, com rosto devidamente encoberto. Você será acompanhado pelos responsáveis da pesquisa, bem como por colaboradores qualificados durante todos os procedimentos da pesquisa. Toda e qualquer dúvida sobre o projeto será esclarecida pelo responsável por meio de telefone ou pessoalmente após agendamento. Os resultados do trabalho serão publicados nos meios acadêmicos. Entretanto, os resultados individuais de cada voluntário e sua identificação serão mantidos em sigilo e os seus dados serão somente acessíveis aos pesquisadores envolvidos no trabalho.

---

**Eu:**.....  
.....

**Data de Nascimento:**...../...../.....      **RG**      **Nº**  
:.....

**Endereço** :  
.....  
.....

**Nº**..... **Compl.:**.....  
.....

**Bairro:**.....      **Cidade**  
.....

**CEP**..... **Telefone**  
(.....).....

**E-Mail:**.....

### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro que após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, aceito participar da presente pesquisa.

---

Assinatura do Participante

---

### **CONTATO**

**Pesquisador Responsável:** Dr. Paulo Henrique Marchetti

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7, sala 32

**Telefone:** (019) 3124-1515- ramal 1240

**Comitê de Ética em Pesquisa – CEP**

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7.

**e-mail:** [comitedeetica@unimep.br](mailto:comitedeetica@unimep.br)

### **ANEXO 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Experimento 2)**

---

**Projeto:** Este estudo vai investigar qual a melhor maneira de dividir as séries dos exercícios na semana da musculação. Você deverá comparecer ao laboratório nove vezes em dias diferentes. No primeiro dia será medida sua altura, peso e será preenchido um questionário com seus dados pessoais (nome, idade, tempo de prática de musculação e possíveis lesões). No mesmo dia também testaremos o peso máximo que você consegue levantar nos exercícios rosca de bíceps e cadeira extensora. Você deverá retornar ao laboratório mais oito dias. Nesses oito dias serão testadas quatro condições diferentes de dividir as séries da musculação na semana. A primeira condição consistirá em realizar nove séries para cada um dos exercícios. A segunda condição será testada no dia seguinte e você deverá repetir o mesmo treino do dia anterior. Você deverá retornar ao laboratório no dia seguinte no mesmo horário para fazermos alguns testes específicos nos exercícios. A terceira condição será realizada na semana seguinte. Você deverá fazer 18 séries nos dois exercícios e no dia seguinte deverá retornar novamente para fazermos os testes específicos nos exercícios. A quarta condição será realizada na semana seguinte. Você deverá comparecer ao laboratório três dias seguidos e permanecerá em repouso e realizará os testes nos exercícios quando necessário. Em todo momento será avaliado o desempenho dos exercícios a partir de equipamentos específicos para isso. Vamos te perguntar qual foi a quantidade de esforço realizado em cada condição. Serão utilizados valores de 0 a 10, onde 0 será considerado repouso e 10 o máximo esforço imaginável em um treino de musculação. Também serão coletadas amostras de sangue, antes, imediatamente após, 3 minutos, 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos e 30 minutos após cada treino. E amostras de saliva antes, imediatamente após, 15 minutos e 30 minutos após. Também de pediremos para você nos contar como foi sua alimentação e o seu sono no período da pesquisa através de questionários específicos para isso.

Quando julgar necessário, você poderá acessar as informações sobre os procedimentos, riscos e benefícios relacionados ao estudo. Podendo, em qualquer momento, retirar o seu consentimento e deixando de participar do estudo, sem que

haja algum prejuízo. Comprometemos em manter o sigilo e privacidade absoluta de suas informações e indenização por eventuais danos a saúde decorrente da pesquisa. Poderão ser realizadas imagens como filmagem e / ou fotografia, que poderão ser anexadas ao estudo, com rosto devidamente encoberto. Você será acompanhado pelos responsáveis da pesquisa, bem como por colaboradores qualificados durante todos os procedimentos da pesquisa. Toda e qualquer dúvida sobre o projeto será esclarecida pelo responsável por meio de telefone ou pessoalmente após agendamento. Os resultados do trabalho serão publicados nos meios acadêmicos. Entretanto, os resultados individuais de cada voluntário e sua identificação serão mantidos em sigilo e os seus dados serão somente acessíveis aos pesquisadores envolvidos no trabalho.

---

**Eu:**.....  
.....

**Data de Nascimento:**...../...../.....      **RG**      **Nº**  
:.....

**Endereço** :  
.....  
.....

**Nº**.....**Compl.:**.....  
.....

**Bairro:**.....      **Cidade**  
.....

**CEP**.....**Telefone**  
(.....).....

**E-Mail:**.....

### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro que após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, aceito participar da presente pesquisa.

---

Assinatura do Participante

---

### **CONTATO**

**Pesquisador Responsável:** Dr. Paulo Henrique Marchetti

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7, sala 32

**Telefone:** (019) 3124-1515- ramal 1240

**Comitê de Ética em Pesquisa – CEP**

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7.

**e-mail:** [comitedeetica@unimep.br](mailto:comitedeetica@unimep.br)