

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Educação Física

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

EFEITOS DE DIFERENTES VOLUMES DE TREINO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES  
NEUROMUSCULARES DE HOMENS JOVENS DESTREINADOS

CRISTIANO CAVEDON UGHINI

Porto Alegre

2014

CRISTIANO CAVEDON UGHINI

EFEITOS DE DIFERENTES VOLUMES DE TREINO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES  
NEUROMUSCULARES DE HOMENS JOVENS DESTREINADOS

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências do Movimento  
Humano da Escola de Educação Física da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2014

CRISTIANO CAVEDON UGHINI

EFEITOS DO VOLUME DO TREINAMENTO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES  
NEUROMUSCULARES DE HOMENS JOVENS

Comissão de Avaliação:

Prof. Dr. Alexandre Simões Dias - UFRGS

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore - UFRGS

Prof. Dr. Paulo Gentil - UnB

Porto Alegre

2014

## RESUMO

O treinamento de força (TF) é o método mais efetivo para aumentar tanto a força como a massa muscular. Com o intuito de potencializar os efeitos deste treino, algumas variáveis agudas como a intensidade, o tempo de intervalo entre as sessões de treinamento, a seleção e ordem dos exercícios, bem como o volume de treinamento (VT) devem ser controladas. O VT, por sua vez, tem sido foco de diversos estudos objetivando verificar a efetividade de protocolos com um baixo volume (BV) de treinamento. Todavia, os achados na literatura sobre a influência do volume de TF nas adaptações neuromusculares demonstram resultados variados dependendo da musculatura analisada, verificando assim que cada grupo muscular responde de maneira diferente. Visto que a literatura não esclareceu os efeitos do VT no músculo peitoral maior, o presente estudo objetivou avaliar as respostas de 12 semanas de treinamento de baixo volume (BV) e alto volume (AV) nas adaptações neuromusculares do peitoral maior. A fim de realizar tal objetivo, 15 homens jovens, destreinados há pelo menos 3 meses em força, realizaram um BV e AV do exercício voador, utilizando para tal os lados dominante e não dominante, os quais foram randomizados de forma pareada. O modelo de periodização adotado foi linear, iniciando com 20-18 repetições máximas (RM) e finalizando com 10-8 RM. Mensurações de força, como a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e teste de uma repetição máxima (1RM), bem como eletromiografia (EMG) e espessura muscular (EM) das porções clavicular e esternocostal do peitoral maior foram realizadas pré e pós-treinamento. Os resultados demonstraram que houve um incremento significativo ( $p < 0,05$ ) em todas as variáveis após o período de treinamento para ambos os volumes de treino, todavia ao se comparar tais aumentos entre os volumes não foram observadas diferenças significativas (1RM =  $44,8 \pm 13,8\%$  no grupo BV e de  $41,4 \pm 14,5\%$  no grupo AV; EM clavicular =  $17,3 \pm 6,2\%$  no grupo BV e  $16,4 \pm 5,4\%$  no grupo AV, EM esternocostal =  $20,7 \pm 10,5\%$  no grupo BV e  $20,8 \pm 8,9\%$  no grupo AV; CIVM =  $27,1 \pm 10,6\%$  no grupo BV e  $31,0 \pm 16,0\%$  no grupo AV; EMG =  $26,7 \pm 10,0\%$  no grupo BV e  $27,5 \pm 7,4\%$  no grupo AV). Assim, os resultados acima indicam que o TF com BV é tão efetivo quanto um treinamento de AV para incrementos de adaptações neuromusculares do peitoral maior em homens destreinados após 12 semanas de intervenção.

Palavras-chave: volume de treino; baixo volume; adaptação neuromuscular; treino de força

## ABSTRACT

The strength training (ST) is the most effective method to enhance strength and muscle mass. Intending to potentiate the ST effects, acute variables as intensity, interval rest between sets, exercise selection and order, as well as the training volume (TV) must be controlled. The TV has been focus of several studies that aim to evaluate the efficacy of protocols with low volume (LV). However the findings in the literature about the LV influence in neuromuscular factors show different results depending on the investigated muscles, demonstrating that each muscle group responds in different ways. Regarding that literature do not clarify the TV effects in pectoralis major muscle, the aim of this study was to evaluate the neuromuscular adaptations to 12 weeks of ST with LV or high volume (HV) in the pectoralis major. Fifteen untrained (3 months) men were randomly assigned to perform one or three sets of pec deck exercise. Paired randomization was made, having 7 subjects training with LV in dominant arm and other 8 subjects training with LV in the non dominant arm. The periodization model adopted was the linear model, starting with 18-20 maximal repetition (RM) and ending with 8-10RM. Mensuration of strength (MIVC and 1MR), electromyography (EMG) and muscle thickness (MT) of clavicular and sternocostal portions of pectoralis major were realized pre and post-training. The results show a significant increase in all variables after the training period for both groups, however when the results of both groups was compared, there were no significant differences (1RM =  $44,8 \pm 13,8\%$  in LV group and  $41,4 \pm 14,5\%$  in HV group; MT clavicular =  $17,3 \pm 6,2\%$  in LV group and  $16,4 \pm 5,4\%$  in HV group; MT sternocostal =  $20,7 \pm 10,5\%$  in LV group and  $20,8 \pm 8,9\%$  in HV group; MIVC =  $27,1 \pm 10,6\%$  in LV group and  $31,0 \pm 16,0\%$  in HV group; EMG =  $26,7 \pm 10,0\%$  in LV group and  $27,5 \pm 7,4\%$  in HV group). Therefore, the results seems to indicate that both training methodologies (HV and LV) are effective for enhance neuromuscular adaptations of major pectoralis of untrained men after 12 weeks of training.

Key words: training volume; low volume; neuromuscular adaptation; strength training.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Desenho experimental simplificado do estudo.....	36
<b>Figura 2</b> - Posicionamento do sujeito durante o teste de 1RM.....	28
<b>Figura 3</b> - Posicionamento dos sujeitos durante o teste de CIVM.....	30
<b>Figura 4</b> - Posicionamento dos eletrodos para a captação do sinal EMG.....	31
<b>Figura 5</b> - Posicionamento do sujeito durante a coleta de EM.....	32
<b>Figura 6</b> - Posicionamento do sujeito durante a coleta da EM.....	34
<b>Figura 7</b> - Cargas referentes a cada microciclo durante as 12 semanas de treinamento.....	38
<b>Figura 8</b> - Número de repetições referentes a cada microciclo durante as 12 semanas de treinamento.....	39
<b>Figura 9</b> - Volume de treinamento do exercício voador ao longo dos 5 microciclos de treinamento.....	41
<b>Figura 10</b> - Mudanças relativas na força dinâmica máxima (1RM) após as 12 semanas de treinamento. ....	42
<b>Figura 11</b> - Mudanças relativas na CIVM durante as 12 semanas de treinamento.....	44
<b>Figura 12</b> - Mudanças relativas no sinal eletromiográfico do peitoral maior após 12 semanas de treinamento.....	44
<b>Figura 13</b> - Mudanças relativas na EM da porção clavicular durante as 12 semanas de treinamento.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Periodização das doze semanas de treinamento.....	34
<b>Tabela 2</b> - Valores de composição corporal pré treinamento.....	37
<b>Tabela 3</b> - Valores absolutos de força dinâmica máxima (1RM) pré treinamento e após 12 semanas de treinamento.....	41
<b>Tabela 4</b> - Valores absolutos de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) antes, após 6 e após 12 semanas de treinamento.....	42
<b>Tabela 5</b> - Valores absolutos de eletromiografia (EMG) pré-treinamento, após 6 e após 12 semanas de treinamento.....	43
<b>Tabela 6</b> - Valores absolutos da espessura muscular da porção clavicular e esternocostal antes, após 6 e após 12 semanas de treinamento.....	45

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

1RM - uma repetição máxima

AV - alto volume

BV - baixo volume

cm - centímetros

CIVM - contração isométrica voluntária máxima

CSA - área de secção transversa

DP - desvio padrão

EM - espessura muscular

EMG - eletromiografia

Hz - hertz

ICC - índice de correlação intraclassa

Kg - quilograma

mm - milímetros

mapk - *mitogen-activated protein kinase*

mTOR - *mammalian target of rapamycin*

MHz - megahertz

RM - repetições máximas

TF - treinamento de força

VT - volume de treino

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo Geral:.....	12
2.2 Objetivos Específicos .....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
3.1 Treinamento de força:.....	13
3.2 Variáveis do treino de força: .....	14
3.3 Volume de treino:.....	15
3.4 Influência do VT nas respostas neuromusculares de pessoas treinadas: ....	15
3.5 Influência do VT nas respostas neuromusculares de pessoas destreinadas: 16	
3.5.1 Ganhos neuromusculares otimizados com AV:.....	17
3.5.2 Ganhos neuromusculares similares entre BV e AV: .....	19
3.5.3 Ganhos neuromusculares dependentes da musculatura: .....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1 Problema da Pesquisa:.....	25
4.2 Definição Operacional das Variáveis: .....	25
4.2.1 Variáveis Independentes:.....	25
4.2.2 Variáveis Dependentes: .....	25
4.3 Delineamento da Pesquisa: .....	25
4.4 População:.....	25
4.4.1 Amostra:.....	26
4.4.2 Cálculo amostral: .....	26
4.4.3 Critérios de Inclusão: .....	26
4.4.4 Critérios de Exclusão: .....	26
4.4.5 Critérios de Perda: .....	27
4.5 Protocolos de Avaliação: .....	27
4.6 Procedimentos Metodológicos:.....	28
4.6.1 Teste de Uma Repetição Máxima: .....	28
4.6.2 Contrações Isométrica Voluntárias Máximas: .....	30
4.6.3 Eletromiografia: .....	31
4.6.4 Espessura Muscular:.....	32

4.6.5 Treinamento:.....	33
4.7 Análise Estatística: .....	36
5. RESULTADOS .....	37
5.1 Caracterização da Amostra: .....	37
5.2 Treinamento - Carga, Repetições e Volume:.....	37
5.3 Teste de 1RM: .....	40
5.4 Força Isométrica Voluntária Máxima (CIVM): .....	41
5.5 Ativação EMG Máxima: .....	43
5.6 Espessura Muscular: .....	44
6. DISCUSSÃO: .....	47
6.1 Força muscular: .....	47
6.2 EMG .....	51
6.3 Espessura Muscular: .....	53
6.4 Aplicações Práticas .....	56
7. CONCLUSÃO:.....	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	58
9. ANEXO – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	66
9. ANEXO II – JUSTIFICATIVA PESSOAL E ACADÊMICA .....	68

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) tornou-se uma das mais populares formas de exercício para melhora da aptidão física de indivíduos, principalmente por ser o método mais efetivo para aumentar a força e a massa muscular (SOONESTE et al., 2013). Com o intuito de potencializar os efeitos deste TF, algumas variáveis agudas como a intensidade, o tempo de intervalo entre as sessões de treinamento, a seleção e ordem dos exercícios, bem como o volume de treinamento (VT) devem ser controladas (KRAEMER e RATAMESS, 2004).

O VT, por sua vez, tem sido foco de diversos estudos visto que o mesmo é uma das variáveis que mais interfere no tempo total da sessão de treinamento. Isto é decorrência de sua definição, visto que o VT é estimado a partir da multiplicação do número de séries, de repetições e de séries realizadas em cada exercício (HASS *et al.*, 2001; BOTTARO *et al.*, 2011; MARSHALL *et al.*, 2011). Assim, pesquisas têm buscado verificar a efetividade de um baixo volume (BV) de treinamento (CANNON e MARINO, 2010; GALVÃO e TAAFE, 2005; SOONESTE et al., 2013; RADAELLI et al., 2013). Tal efetividade, se comprovada, conseguirá diminuir o tempo reservado para a prática de exercícios físicos, aumentando a aderência dos praticantes (MUNN et al., 2005; GALVÃO e TAAFE, 2005), visto que sessões de treino que ultrapassem uma hora por sessão apresentam maior chance de abandono (HASS et al., 2000). Todavia, os achados na literatura sobre a influência do volume de TF nos fatores neuromusculares demonstram resultados variados dependendo da musculatura analisada, demonstrando assim que cada grupo muscular responde de maneira diferente.

Os estudos originais e de revisão nesta área, ao investigar sujeitos treinados, demonstram uma superioridade dos resultados obtidos com alto volume (AV) no aumento das adaptações neuromusculares, tanto nos membros inferiores, como nos membros superiores (KRAEMER et al., 1997; SCHLUMBERGER et al., 2001; RHEA et al., 2002; RHEA et al., 2003; KEMMLER et al., 2004; KRIEGER, 2010; GARBER et al., 2011; MARSHALL et al., 2011).

Por outro lado, estudos com sujeitos destreinados apresentam resultados contraditórios referentes ao volume ótimo de treino (SOONESTE et al., 2013). Ao investigar os efeitos de diferentes VT nestes sujeitos, alguns estudos demonstram maiores aumentos de força, de atividade eletromiográfica e de adaptações morfológicas com AV (GALVÃO e TAAFE, 2005; SOONESTE et al., 2013), enquanto outros apresentam semelhança entre BV e AV nos ganhos neuromusculares (CANNON e MARINO, 2010; BOTTARO et al., 2011; RADAELLI et al., 2013). Além disso, em um mesmo estudo, encontram-se adaptações

neuromusculares distintos, revelando adaptações diferenciadas entre BV e AV de acordo com a musculatura analisada; demonstrando que cada musculatura parece se adaptar de maneira diferente ao volume utilizado (PAULSEN et al., 2003; McBRIDE et al., 2003; HUBURG et al., 2007; RONNESTAD, et al. 2007; BOTTARO et al., 2011; HANSSEN et al., 2012). Conforme Sooneste e colaboradores, em 2013, tais inconsistências na literatura podem não estar apenas ligadas ao VT, mas também às diferenças individuais, como a variabilidade individual, condição física corporal, nutrição e período de sono.

Assim, a fim de reduzir a variabilidade intersujeitos para verificar os efeitos do VT, bem como estudar um músculo ainda não estudado morfológicamente, objetivou-se neste estudo analisar os efeitos de um programa de TF com diferentes VT na função neuromuscular do peitoral maior, utilizando-se para isso indivíduos destreinados, em que um dos hemilados (direito e esquerdo) treinou utilizando BV e o hemilado contralateral treinou utilizando AV.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral:**

Comparar os efeitos de 12 semanas de um programa de TF com alto (três séries) e baixo volume (uma série) na função neuromuscular do músculo peitoral maior em homens destreinados.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar e comparar os valores pré e pós-período de treinamento das condições alto volume e baixo volume, bem como os valores entre os grupos nas seguintes variáveis:

- a) A espessura muscular do peitoral maior - porção clavicular e porção esternocostal;
- b) O pico de torque isométrico máximo de flexão horizontal do ombro;
- c) O sinal eletromiográfico máximo do peitoral maior durante as contrações isométricas;
- d) Os valores de uma repetição máxima (1RM) do exercício voador.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Treinamento de força:

O treinamento de força (TF) tornou-se uma das mais populares formas de exercício para melhora da aptidão física de indivíduos, principalmente por ser o método disponível mais efetivo para aumentar a força muscular, mantendo e/ou aumentando a massa magra (CANNON e MARINO, 2010; SOONESTE et al., 2013).

Segundo Fleck e Kraemer (2006), os benefícios observados em um programa de TF, são decorrentes principalmente de adaptações neurais e morfológicas. Estas adaptações neurais, que predominam em fases iniciais de treinamento, estão relacionados aos processos de aumento da ativação da musculatura agonista, diminuição da coativação da musculatura antagonista, inibição dos mecanismos reflexos protetores e um aumento coordenativo dos músculos envolvidos no exercício, bem como às unidades motoras desses músculos ativados (GABRIEL et al., 2006). Dentre tais adaptações neurais, o incremento da ativação dos músculos agonistas é uma das de maior importância. Este incremento da ativação é referente ao aumento do recrutamento de unidades motoras, assim como ao aumento da frequência de disparo das unidades motoras e sincronização desses disparos. Tais ganhos neurais citados previamente, relativos ao TF, podem ser verificados por um aumento da atividade elétrica muscular, através da eletromiografia (EMG). Segundo De Luca (1997), a EMG é o estudo da função muscular com base na atividade elétrica da musculatura analisada. Quando o treinamento induz um aumento na quantificação do sinal EMG durante uma contração voluntária máxima, entende-se que houve um aumento na ativação das unidades motoras, consistindo na combinação entre o aumento do recrutamento das unidades motoras e da frequência de disparos (KOMI, 2003; AAGAARD, 2003).

Já os fatores morfológicos para o incremento da força, por sua vez, compreendem adaptações hipertróficas, diretamente das fibras musculares. Assim, a hipertrofia muscular é resultante de um aumento na síntese de proteínas contráteis de actina e miosina dentro da miofibrila, assim como um aumento no número de miofibrilas dentro de uma fibra. Os filamentos de actina e miosina são adicionados à periferia de cada miofibrila aumentando seu tamanho (BADILLO, 2001; FOLLAND e WILLIAMS, 2007). Essas alterações na área da fibra são dependentes de inúmeros fatores, como a capacidade de resposta do indivíduo ao treino, a intensidade e a duração do programa, assim como a condição física do indivíduo antes do início do treinamento (CAMPOS et al., 2002). Para a avaliação da hipertrofia muscular,

estudos têm utilizado técnicas de imagens, como o ultrassom, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética.

Apesar de revisar as adaptações neuromusculares do TF, a periodização deste tipo de treino é um processo complexo que também requer conhecimento de variáveis e princípios da área. Dentre as variáveis citadas anteriormente, têm-se algumas como principais (KRAEMER *et al.*, 1983): períodos de recuperação, seleção e ordem dos exercícios e volume de treino.

### **3.2 Variáveis do treino de força:**

Período de recuperação é uma variável diz respeito aos intervalos tanto entre as séries de um exercício, quanto de um exercício para o outro, ou ainda entre as sessões de treino. Sabe-se também que ela está estritamente relacionada à intensidade da sessão de treino, aos objetivos do treinamento e à condição do indivíduo. Segundo Smilios e colaboradores, em 2003, de acordo com os objetivos do treinamento, o período de intervalo pode variar desde oito minutos (para exercícios de potência) até 30 segundos de repouso entre as séries para exercícios de resistência muscular.

Já a seleção e ordem dos exercícios, por sua vez, consistem na sequência em que os exercícios serão executados em um programa de treinamento. Os exercícios que movimentam uma única articulação (mono-articulares) são frequentemente utilizados para isolar grupos musculares específicos (HASS *et al.*, 2001). Entretanto, exercícios multi-articulares exigem uma maior coordenação inter e intramuscular (FLECK e KRAEMER *et al.*, 2006) e, de uma forma geral, quanto à ordem dos exercícios, estes devem vir antes dos exercícios mono-articulares em uma sessão de treino (HASS *et al.*, 2001).

Intensidade é a variável referida por muitos pesquisadores da área como uma das mais importantes, e pode ser avaliada como o percentual de uma repetição máxima (1RM), e para que se consiga um incremento de força muscular deve-se treinar com no mínimo 60% de 1RM (McDONAGH, *et al.*, 1984). Esta variável corresponde à carga que será utilizada nos exercícios que, por sua vez, é inversamente proporcional ao número de repetições, ou seja, quanto mais alta é a intensidade (carga), menor o número de repetições e vice-versa (SHIMANO *et al.*, 2006).

As variáveis descritas anteriormente têm sido amplamente investigadas, e conclusões baseadas em evidências já estão bem descritas na literatura; todavia o volume de treino

necessário para otimizar as adaptações neuromusculares ainda permanece inconclusivo (ACSM, 2009, CANNON e MARINO, 2010).

### **3.3 Volume de treino:**

O volume de treino (VT) é um dos principais fatores do treinamento de força. Ele pode ser representado através de uma fórmula ( $VT = S \times R \times C$ ) que consiste na multiplicação do número de séries, das repetições e da carga externa (BOTTARO et al., 2011). Dentre essas variáveis presentes na equação, a que apresenta uma grande controvérsia de resultados sobre a força e hipertrofia muscular é o número de séries executada.

Já que o VT integra diversas variáveis utilizadas para a execução de exercícios, os resultados encontrados na literatura sobre o VT são vantajosos tanto para a periodização e manipulação do treinamento, como para a comparação de protocolos similares com equivalências de frequências e intensidades relativas (PETERSON et al., 2010).

Dentre as variáveis utilizadas para periodização do treinamento, visando aumentar a força máxima, é sugerido que o VT é uma das mais importantes durante a fase inicial do treinamento de força (TAN et al., 1999). Além disso, investigações têm sugerido que o VT é um preditor crítico de respostas adaptativas ao treinamento de força (MARX et al., 2001; ROONESTAD et al., 2007).

### **3.4 Influência do VT nas respostas neuromusculares de pessoas treinadas:**

Treinadores físicos, a fim de alcançarem melhores resultados em periodizações de TF, têm buscando diferentes estratégias de treinamento, utilizando-se das inúmeras variáveis de treinamento para aperfeiçoar os resultados já obtidos por seus alunos (atletas). Dentre as variáveis utilizadas, a que apresenta escassas conclusões baseadas em evidências científicas é o volume de treino (ACSM, 2009, CANNON e MARINO, 2010).

Os estudos de revisão encontrados na literatura, que observaram os efeitos de diferentes VT em sujeitos treinados, sugerem uma superioridade dos resultados obtidos com AV, em consequência da maior adaptação neuromuscular ocasionada quando comparado a um BV, independente da musculatura avaliada (RHEA et al., 2003; KRIEGER, 2010; GARBER et al., 2011).

Já os estudos originais desta área, por sua vez, estão explicitados no quadro 1, demonstrando novamente maiores adaptações neurais e morfológicas com treinamentos que

envolvam um maior volume por sessão, tanto para membros superiores quanto para membros inferiores.

Quadro 1. Resultados dos estudos avaliando pessoas treinadas.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Resultados</b>
Kraemer et al., 1997	43 homens jovens treinados	14 semanas; 3x semana; 8 - 12 RM; treinamento de membros inferiores	↑ 1RM de agachamento em AV e BV. Todavia os aumentos em AV foram maiores que em BV
Kraemer et al., 1997	24 jogadoras de tênis jovens (≈ 8 anos de prática)	9 meses; 2-3x semana; 4 - 15 RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ 1RM de MS e MI em AV e BV. Todavia os aumentos em AV foram maiores que em BV
Schlumberger et al., 2001	27 mulheres jovens treinadas (3 - 6 meses)	6 semanas; 2x semana; 6 - 9 RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ 1RM de supino e extensão joelho em AV e BV. Todavia os aumentos em AV foram maiores que em BV
Rhea et al., 2002	16 homens jovens treinados (2 anos)	12 semanas; 3x semanas; 4 - 10 RM; treinamento de leg press	↑ 1RM somente no grupo AV no exercício leg press
Kemmler et al., 2004	71 mulheres treinadas pós-menopáusicas (2 anos)	12 semanas; 2x semana; 65-95% 1RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ 1RM somente no grupo AV em todos os exercícios: tanto em MS como em MI
Marshall et al., 2011	32 homens jovens treinados (2 anos)	6 semanas; 2x semana; 80% 1RM; treinamento de agachamento	↑ 1RM de agachamento em AV e BV. Todavia os aumentos em AV foram maiores que em BV

Legenda: 1RM = uma repetição máxima; BV: baixo volume; AV: alto volume; MS = membros superiores; MI = membros inferiores.

Assim, parece haver uma maior efetividade dos treinamentos realizados com AV em sujeitos treinados (SOONESTE et al., 2013). Desta forma, buscou-se focar e direcionar a busca literária para estudos que tenham investigado os efeitos do VT na população que ainda não apresenta resultados conclusivos referentes ao VT ideal, os indivíduos destreinados.

### **3.5 Influência do VT nas respostas neuromusculares de pessoas destreinadas:**

Os estudos originais e de revisão a respeito de VT, ao investigarem amostras formadas por sujeitos destreinados, apresentam resultados contraditórios referentes ao volume ótimo

de treino (SOONESTE et al., 2013). Assim, ao verificar os efeitos de diferentes volumes de treino nestes sujeitos, alguns estudos demonstram maiores aumentos de força, de atividade eletromiográfica e de adaptações morfológicas com AV (MUNN et al., 2005; SOONESTE et al., 2013), sugerindo que protocolos com múltiplas séries sejam executados nos momentos iniciais do treinamento.

Já em outra parcela dos estudos, por sua vez, os resultados apresentam semelhança entre os ganhos neurais e morfológicos com BV e AV (CANNON e MARINO, 2010; RADAELLI et al., 2013), demonstrando assim a efetividade de protocolos mais curtos, que utilizam um volume baixo de treino.

Além disso, em um mesmo estudo, são encontrados resultados neuromusculares variados, mostrando diferenças e semelhanças entre ganhos de força e hipertrofia nas condições BV e AV de acordo com as musculaturas analisadas (McBRIDE et al., 2003; PAULSEN et al., 2003; GALVÃO e TAAFE, 2005; HUMBURG et al., 2007; RONNESTAD, et al. 2007; BOTTARO et al., 2011; HANSSEN et al., 2012; RADAELLI et al., 2014), demonstrando assim que as adaptações neuromusculares parecem ocorrer de maneira variável em cada músculo, ou seja, são músculo-dependentes.

Assim, os estudos que serão abordados nos tópicos abaixo revisarão e detalharão os achados na literatura atual sobre indivíduos destreinados, classificando-os de acordo com os resultados obtidos.

### **3.5.1 Ganhos neuromusculares otimizados com AV:**

Diversos são os estudos encontrados na literatura demonstrando uma melhora significativa com a implementação de protocolos que utilizam um AV de treinamento em indivíduos destreinados (Quadro 2). Munn e colaboradores, em 2005, treinaram a musculatura flexora de cotovelo de 112 homens e mulheres divididos entre BV (uma série) e AV (3 séries), por 6 semanas. Os resultados obtidos demonstram que ambos os grupos aumentaram a força e a circunferência dos flexores de cotovelo, todavia o grupo AV ganhou mais força que o grupo BV. Ainda assim, os autores sugerem que os ganhos obtidos pela amostra que treinou com BV são expressivos (25% de ganho da força inicial e aumento da circunferência igual ao AV), obtendo resultados também satisfatórios e reduzindo a chance de desistência, pelo menor tempo da sessão de treino. Com tais afirmações, os autores concluem que apesar das três séries predispor maiores ganhos, protocolos com menor

volume devam ser utilizados quando o objetivo for diminuir o tempo da sessão de treino e aumentar a aderência.

Seguindo a mesma linha de investigação, Sooneste e colaboradores (2013) treinaram homens jovens que realizaram diferentes volumes de treino de maneira bissemanal, por 12 semanas. Os dois lados do membro superior realizavam flexão do cotovelo, todavia um lado adotava um AV de treino (3 séries) e o outro lado treinava com BV (uma série). Os sujeitos tiveram sua área de secção transversa (CSA) e teste de 1RM avaliados. Baseado nos dados encontrados, os autores recomendam um protocolo de 3 séries (AV) para indivíduos destreinados, tendo em vista que houve diferenças significativas entre os protocolos no aumento da CSA (AV>BV), apesar do teste de 1RM permanecer aumentado, mas sem diferenças significativas entre os protocolos. Ainda assim, os autores recomendam que protocolos de BV sejam intercalados com protocolos AV para assegurar a aderência dos participantes.

Quadro 2. Estudos avaliando os resultados otimizados com alto volume de treinamento em pessoas destreinadas.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Resultados</b>
Munn et al., 2005	112 homens e mulheres jovens destreinados (mínimo 3 meses)	6 semanas; 3x semana; 6 - 8 RM; treinamento de flexão cotovelo	↑ 1RM e CIRC de flexores de cotovelo em AV e BV. Todavia os aumentos no 1RM em AV foram superiores ao BV
Sooneste et al., 2013	8 homens (mínimo 12 meses)	12 semanas; 2x semana; 80% 1RM; flexão de cotovelo	↑ 1RM e CSA em AV e BV. Todavia os aumentos da CSA em AV foram superiores ao BV

Legenda: 1RM = uma repetição máxima; BV: baixo volume; AV: alto volume; MS = membros superiores; MI = membros inferiores; CIRC = circunferência; CSA = área de secção transversa.

De acordo com os resultados observados pelos autores acima, o treinamento com BV (uma série) é efetivo para ganhos neuromusculares. Todavia, os ganhos são otimizados ao se utilizar protocolos com AV, parecendo haver um limiar mínimo de VT para que ocorram as adaptações neuromusculares nas musculaturas avaliadas.

Ainda assim, é possível notar que não houve uma vantagem expressiva dos protocolos com AV, visto que somente em uma das avaliações feita pelos autores foi otimizada com este tipo de treino. Além disso, os autores propõem a utilização de BV para aumentar a aderência

dos praticantes aos protocolos de exercício, demonstrando assim os benefícios provenientes deste tipo de treino.

### **3.5.2 Ganhos neuromusculares similares entre BV e AV:**

Na literatura consultada, somente 2 estudos foram encontrados nesta perspectiva. Dentre os estudos, observou-se que Cannon e Marino (2010) avaliaram as adaptações neuromusculares decorrentes de 10 semanas de treinamento trissemanal de BV (uma série) e AV (três séries) em mulheres jovens e idosas, realizando exercícios de extensão e flexão de joelho. Os resultados obtidos demonstraram um aumento significativo do volume muscular, do valor de 1RM, da CIVM e da atividade eletromiográfica dos extensores do joelho em ambos protocolos, mas sem diferenciar-se significativamente entre BV e AV, independentemente da idade. Assim, os autores concluem que em etapas iniciais de treinamento, um aumento no volume de treino não provoca uma maior predisposição das adaptações neuromusculares - desde que a carga de treino seja suficientemente intensa - indicando que neste período, o número de séries exerce uma função secundária.

Radaelli e colaboradores, em 2013, recrutaram 20 mulheres idosas para o estudo. As participantes executaram um treinamento para os principais grupos musculares com BV volume (uma série) e AV (3 séries). Os resultados encontrados demonstram um aumento em todas as variáveis neuromusculares analisadas, porém sem diferenças significativas entre os grupos após o período de treinamento. Os resultados demonstram que protocolos de BV são tão eficientes quanto os protocolos de AV, conseguindo obter resultados semelhantes em um menor tempo total de treino, facilitando a aderência dos praticantes.

Quadro 3. Estudos avaliando os resultados otimizados com baixo volume de treinamento em pessoas destreinadas.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Resultados</b>
Cannon e Marino, 2010	16 mulheres jovens e 15 idosas. Todas destreinadas	10 semanas; 3x semana; 50 - 75% 1RM; treinamento de membros inferiores	↑ similar do 1RM, CIVM, EMG e volume muscular de MI em AV e BV, independente da idade
Radaelli et al., 2013	20 mulheres idosas destreinadas (3 meses)	13 semanas; 2x semana; 20 - 10RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ similar do 1RM, CIVM, EMG e EM dos flexores do cotovelo e extensores do joelho com AV e BV

Legenda: 1RM = uma repetição máxima; BV: baixo volume; AV: alto volume; MS = membros superiores; MI = membros inferiores; CIRC = circunferência; CSA = área de secção transversa.

Assim, os dados dos estudos acima citados sugerem que protocolos utilizando um AV de treino não facilitam um ganho neuromuscular adicional quando comparados aos protocolos de BV. Além disso, cabe salientar a importância prática destes achados, visto que protocolos com BV demandam menos tempo de execução, aumentando a aderência dos sujeitos ao treinamento.

### **3.5.3 Ganhos neuromusculares dependentes da musculatura:**

Como vimos até este ponto da revisão de literatura, estudos com sujeitos destreinados apresentam resultados contraditórios referentes ao volume ótimo de treino (SOONESTE et al., 2013). Isto é claramente visto em situações que, em um mesmo estudo, encontram-se resultados neuromusculares distintos, revelando adaptações diferenciadas entre BV e AV de acordo com a musculatura analisada; demonstrando que cada musculatura parece se adaptar de maneira diferente ao volume utilizado (McBRIDE et al., 2003; PAULSEN et al., 2003; GALVÃO e TAAFE, 2005; HUMBURG et al., 2007; RONNESTAD, et al. 2007; BOTTARO et al., 2011; HANSSEN et al., 2012; RADAELLI et al., 2014).

Tais informações são vistas por McBride e colaboradores (2003), que investigaram os efeitos de um TF em diversas variáveis, dentro delas a EMG e o teste de 1RM. Os sujeitos eram homens e mulheres que se voluntariaram a realizar um treinamento de flexão do cotovelo e de *leg-press* com BV (uma série) ou AV (seis séries), durante 12 semanas,

realizados de forma bissemanal. Os resultados não se mostraram significativamente diferentes para os membros inferiores. Já para os membros superiores, por sua vez, os resultados apresentaram diferenças significativas no músculo bíceps braquial, aumentando a atividade eletromiográfica e a força do mesmo após o protocolo AV. Assim, os dados sugerem que, nos membros superiores, um protocolo com AV seja necessário para otimizar os ganhos neuromusculares, enquanto um protocolo de BV parece ser suficiente para os membros inferiores.

Visando analisar os efeitos de um BV (uma série) e AV de treinamento (três séries), Paulsen e colaboradores, em 2003, recrutaram homens jovens para treinar durante seis semanas, de maneira trissemanal, e compararam os incrementos nos testes de 1RM e nas CIVM dos exercícios de *leg press* e supino. Os resultados dos testes de força demonstraram adaptações superiores para protocolos utilizando um AV, quando comparados ao protocolo com BV para a musculatura dos membros inferiores. Já para os membros superiores, os resultados foram maiores do que a condição pré, mas sem diferenças significativas entre os protocolos. Os autores especulam, similarmente como outros artigos, que há um limiar inferior de estímulo para os membros superiores, visto que treinos com menos séries produzem efeitos similares aos de mais séries. Todavia, os mesmos ressaltam que os membros superiores, apesar de se beneficiarem com BV, talvez precisem de uma frequência semanal maior de treino quando comparados aos membros inferiores. Tal afirmação foi explicada pelas diferentes utilizações destas musculaturas nas atividades de vida diária, em que os músculos dos membros inferiores atuam de forma antigravitacional, sendo normalmente mais ativados, exigidos e treinados ao longo do dia; assim já estariam com uma adaptação neuromuscular prévia.

Galvão e Taafe, em 2005, treinaram homens e mulheres idosas com BV (uma série) e AV (três séries), realizando exercícios de membros inferiores e superiores por 20 semanas, de maneira bissemanal. Os sujeitos foram avaliados em relação à sua CIVM de extensão de joelho e 1RM de todos os exercícios executados durante o treinamento. Os autores sugerem, através dos dados encontrados, que os protocolos de BV e AV são suficientes para incrementar a força de maneira significativa em relação ao momento pré-treinamento, todavia parte dos valores encontrados entre os grupos variaram significativamente, demonstrando maiores ganhos de 1RM nos indivíduos participantes do protocolo de AV em alguns exercícios.

Humburg e colaboradores, em 2007, treinaram homens e mulheres destreinados durante 9 semanas com uma série (BV) ou 3 séries (AV) de múltiplos exercícios de força. Todavia, neste estudo, o mesmo sujeito realizava ambos os protocolos, respeitando um período de destreino (10 semanas) entre os diferentes volumes estabelecidos, para minimizar os efeitos da variabilidade individual. Os sujeitos tinham sua força avaliada através do teste de 1RM para os exercícios de rosca bíceps, supino e extensão de joelho. Os resultados demonstram um aumento significativo nos valores de 1RM para os exercícios de membros superiores no protocolo de AV. Apesar de ambos os protocolos aumentarem a força muscular, os membros inferiores não diferiram significativamente entre BV e AV. Os autores sugerem assim que o tempo dispendido para se completar um programa de treinamento com AV seria válido, pois otimizaria os ganhos obtidos de força.

Já Roonestad e colaboradores (2007) recrutaram homens jovens para a comparação de um TF de BV (uma série) e AV (três séries) por 11 semanas, de maneira trissemanal. Eles realizaram exercícios para membros superiores e inferiores: *leg press*, extensão do joelho, flexão do joelho, supino, remada baixa, puxada alta, rosca bíceps e desenvolvimento. E foram avaliados através dos testes de 1RM para todos os exercícios acima citados. Todos os resultados obtidos no teste de 1RM dos membros superiores foram somados (obtendo assim um valor único representativo), assim como os resultados obtidos nos membros inferiores. Os resultados demonstram que protocolos com AV são superiores aos protocolos de BV para ganhos de força e massa muscular para membros inferiores, enquanto não existem diferenças entre os aumentos encontrados nos dois protocolos para membros superiores. A explicação dos autores para tal resposta se baseia no treinamento prévio adquirido pelos membros inferiores em decorrência das atividades de vida diária. Assim, como já discutido anteriormente, musculaturas previamente treinadas tem uma maior adaptação neuromuscular em resposta a um volume de treino elevado. Por outro lado, os membros superiores seriam vistos como uma musculatura destreinada, gerando adaptações neuromusculares mais facilmente.

Seguindo a mesma linha de investigação, Bottaro e colaboradores, em 2011, investigaram o efeito de um TF com BV (uma série) e AV (três séries) na EM e na CIVM de homens jovens. Estes foram treinados de maneira bissemanal realizando os exercícios de extensão do joelho e flexão do cotovelo por 12 semanas. Após o período de treino, os dados demonstraram que os membros superiores respondem similarmente para protocolos com BV ou AV. Já os membros inferiores mantiveram a sua EM inalterada, enquanto a CIVM

aumentou somente para o grupo AV. Com tais informações, os autores sugerem que os membros superiores possuem um limiar de excitabilidade mais baixo do que os membros inferiores, gerando adaptações neuromusculares significativas mesmo com um menor volume de treinamento.

Já em 2012, Hanssen e colaboradores avaliaram após 11 semanas os efeitos do treinamento com BV e AV na força e hipertrofia do trapézio e do quadríceps. Para isto foram recrutados homens que mantiveram uma rotina de três treinos por semana. Os resultados demonstraram que os ganhos de força e hipertrofia foram maiores significativamente nos membros inferiores para protocolos com AV, enquanto nos membros superiores, ambos os volumes de treinamento causaram aumentos significativos das variáveis em relação ao momento pré, mas sem haver diferenças entre os protocolos utilizados.

Radaelli e colaboradores, em 2014, deram sequência ao estudo prévio e recrutaram 20 mulheres idosas para verificar os efeitos de um TF mais longo, de 20 semanas. As participantes executaram um treinamento para os principais grupos musculares com BV (uma série) ou AV (3 séries). Os resultados encontrados demonstram um aumento em todas as variáveis neuromusculares analisadas, porém com diferenças significativas entre os grupos após o período de treinamento para as variáveis 1RM e EM nos membros inferiores. Os resultados demonstram que protocolos de BV são tão eficientes quanto os protocolos de AV para a musculatura dos membros superiores em indivíduos destreinados, enquanto que os membros inferiores parecem ser mais responsivos à maiores volumes de treino nesta mesma população em períodos mais longos.

Assim, considerando todos os estudos citados nos subtópicos acima para a população destreinada, os dados apresentam-se contraditórios. Isto pode ser decorrência de gênero, idade, nível de atividade física, qualidade nutricional, qualidade e quantidade de sono. Além disso, na maioria dos casos, é avaliada somente uma ou duas musculaturas de cada região (membros inferiores ou superiores), sendo que os resultados são constantemente extrapolados, sendo descritos como representativos de toda a região corporal. Tal extrapolação, como descrita na literatura, é falha, pois cada musculatura se adapta de uma maneira diferente como verificamos nos artigos relatados acima. Isto ocorre até mesmo dentro de determinado grupo muscular, como o quadríceps, no qual o vasto lateral se adapta diferentemente ao reto femoral, por exemplo, após um mesmo estímulo proporcionado (RADAELLI et al., 2013). Com isso, torna-se necessário a investigação de novas

musculaturas, mapeando a necessidade de volume de treino para cada músculo, para otimizar os resultados obtidos em treinamentos futuros.

Quadro 4. Estudos avaliando os benefícios tanto com baixo como com um alto volume de treinamento em pessoas destreinadas, variando de acordo com a musculatura analisada.

<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Resultados</b>
McBride et al., 2003	28 homens e mulheres jovens destreinados (6 meses)	12 semanas; 2x semana; leg-press e flexão de cotovelo	↑ similar da CIVM e 1RM de MI com AV e BV. Todavia os aumentos de 1RM e CIVM nos MS foram maiores com um AV
Paulsen et al., 2003	18 homens destreinados	6 semanas; 3x semana; 7RM; treinamento de MS e MI	↑ similar da CIVM e 1RM de MS com AV e BV. Todavia os aumentos de 1RM e CIVM nos MI foram maiores com um AV
Galvão e Taafe, 2005	28 homens e mulheres idosos (mínimos 12 meses)	20 semanas; 2x semana; 8 RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ 1RM em AV e BV. Todavia alguns aumentos do 1RM em AV foram superiores ao BV
Rønnestad et al., 2007	21 homens jovens destreinados (12 meses)	11 semanas; 3x semana; 7 - 10 RM; treinamento de MS e MI	↑ similar do 1RM, CIVM e CSA em MS com AV e BV. Todavia os aumentos de 1RM, CIVM e CSA nos MI foram maiores com um AV
Humburg et al., 2007	29 homens e mulheres jovens destreinados (12 meses)	9 semanas; 3x semana; 6 - 12 RM; treinamento de flexão cotovelo, leg press e supino	↑ similar do 1RM em MI com AV e BV. Todavia os aumentos nos MS foram maiores com um AV
Bottaro et al., 2011	24 homens jovens destreinados	12 semanas; 2x semana; 12 - 8RM; extensão joelho e flexão cotovelo	↑ similar da CIVM e EM de MS com AV e BV. Todavia a EM se manteve nos MI e a CIVM aumentou somente com um AV
Hanssen et al., 2012	21 homens destreinados	11 semanas; 3x semana; 7 - 10RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ similar do 1RM de MS com AV e BV. Todavia os aumentos de 1RM nos MI foram maiores com um AV
Radaelli et al., 2014	20 mulheres idosas destreinadas (3 meses)	20 semanas; 2x semana; 20-8RM; treinamento de membros superiores e inferiores	↑ similar do 1RM, CIVM, EMG e EM nos MS e MI com AV e BV. Contudo as variáveis 1RM e EM foram otimizadas com um AV nos MI

Legenda: 1RM = uma repetição máxima; BV: baixo volume; AV: alto volume; MS = membros superiores; MI = membros inferiores; CIRC = circunferência; CSA = área de secção transversa.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Problema da Pesquisa:**

Considerando os argumentos referidos anteriormente levantou-se a seguinte questão: após a realização de 12 semanas de treinamento de força há diferença significativa entre as adaptações neuromusculares dos diferentes hemilados do peitoral maior, treinados mutuamente com uma ou três séries do exercício voador?

### **4.2 Definição Operacional das Variáveis:**

#### **4.2.1 Variáveis Independentes:**

Exercício de flexão horizontal de ombro, realizado no aparelho voador, com colunas de peso independentes, executado em duas condições distintas para ambos hemilados do corpo de cada sujeito:

- a) Flexão horizontal do ombro realizado de maneira unilateral com baixo volume (uma série).
- b) Flexão horizontal do ombro realizado de maneira unilateral com alto volume (três séries).

#### **4.2.2 Variáveis Dependentes:**

- a) Espessura muscular do peitoral maior – partes esternocostal e clavicular
- b) Pico de torque isométrico máximo de flexão horizontal do ombro
- c) 1RM do exercício voador
- d) Sinal eletromiográfico máximo do peitoral maior

### **4.3 Delineamento da Pesquisa:**

O presente estudo é do tipo semi-experimental e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (336.226).

### **4.4 População:**

Constituída de homens jovens com idades entre 18 e 30 anos, que não praticavam treinamento de força (destreinados) há pelo menos 3 meses antes do início da pesquisa.

#### **4.4.1 Amostra:**

A amostra foi do tipo não aleatória voluntária. As estratégias adotadas para o recrutamento da amostra foram as seguintes: a) foi enviado um e-mail para todos os alunos do curso de graduação e pós-graduação da ESEF/UFRGS; b) cartazes e anúncios foram colocados pela escola; c) por meio de comunicação oral e indicação.

Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação, sendo-lhes posteriormente entregue um documento individual em que é manifestado o interesse em participar do estudo (termo de consentimento livre e esclarecido), devendo esse ser assinado (Anexo 1). Os voluntários compareceram em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de coleta de dados e posteriormente nos dias e horários de treinamento.

#### **4.4.2 Cálculo amostral:**

O cálculo amostral foi realizado considerando cada variável dependente do estudo: 1RM, EMG, EM e CIVM. Os artigos utilizados para o cálculo amostral são descritos abaixo:

Artigo 1: Sooneste e colaboradores (2013): foi utilizado para o cálculo do "n amostral" tendo por base a variável 1RM, resultando em um "n" de 15 indivíduos.

Artigo 2: Pinto e colaboradores (2013): foi utilizado para o cálculo do "n amostral" tendo por base a variável EMG, resultando em um "n" de 10 indivíduos.

Artigo 3: Bottaro e colaboradores (2011): foi utilizado para o cálculo do "n amostral" tendo por base as variáveis espessura muscular e pico torque isométrico, resultando em um "n" de 11 indivíduos.

O cálculo foi realizado através do programa PEPI versão 4.0, no qual foi adotado um nível de significância de  $p \leq 0.05$ , com um poder de 90%. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias obtidas para as variáveis dependentes, o maior valor do cálculo realizado demonstrou a necessidade de um "n" de 15 indivíduos.

#### **4.4.3 Critérios de Inclusão:**

- Ser do sexo masculino
- Ter de 18 a 30 anos
- Possuir índice de massa corporal (IMC) de 20 a 24,9 kg/m<sup>2</sup>

#### **4.4.4 Critérios de Exclusão:**

- Limitação física que impedia as avaliações físicas

-Não apresentar doença cardiorrespiratória e/ou neuromuscular que prejudique ou inviabilize a execução dos testes

- Não ter realizado nenhum tipo de treinamento de força nos três meses anteriores ao início do estudo

#### **4.4.5 Critérios de Perda:**

- Sujeitos que não consigam finalizar todas as avaliações propostas

- Sujeitos que tiverem três faltas consecutivas ou mais de quatro faltas até o término do treinamento

#### **4.5 Protocolos de Avaliação:**

Inicialmente os sujeitos foram pareados de acordo com o seu lado dominante, que foi determinado pelo relato de qual mão era utilizada para arremessar um objeto ao longe. Assim, após a realização do pareamento, para garantir o mesmo percentual de participantes treinando com o braço dominante em ambos os grupos, foi realizada uma randomização pareada, de forma que 7 sujeitos realizaram 3 séries com o membro dominante e outros 8 com o membro não dominante.

Assim sendo, os indivíduos compareceram à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 28 diferentes dias, para as coletas de dados gerais. Em quatro destes diferentes dias foram realizadas as avaliações neuromusculares iniciais e finais, e em outros 24 dias foram executadas as sessões de treinamento, sendo duas sessões por semana. Os dias de avaliação estão resumidos na figura 6 e ocorreram conforme a descrição a seguir:

1° dia: Foram apresentados os objetivos e os detalhes metodológicos do estudo e, posteriormente, solicitada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Realizou-se uma breve entrevista, para obtenção de dados necessários.

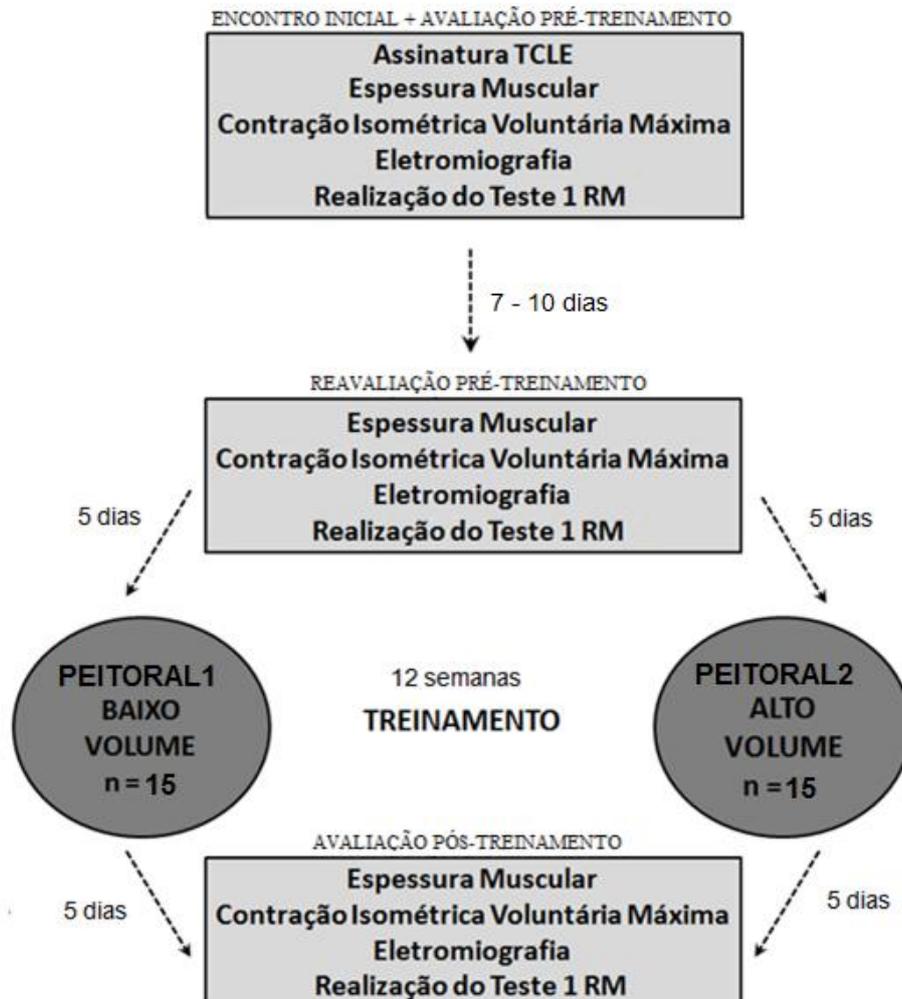
2° dia: Os sujeitos executaram as avaliações de 1RM, de ultrassonografia (US), de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), de eletromiografia (EMG), e de 1RM. Todos os testes foram realizados com os dois hemilados do membro superior.

3° dia: Após duas semanas de descanso, todas as avaliações supracitadas foram reavaliadas.

4° - 27° dia: Após cinco dias de descanso, o treinamento de baixo e alto volume iniciou.

28º dia: Cinco dias após o período de treinamento finalizar, as avaliações neuromusculares foram reavaliadas.

Figura 1. Fluxograma simplificado do estudo.



#### 4.6 Procedimentos Metodológicos:

##### 4.6.1 Teste de Uma Repetição Máxima:

A força muscular dinâmica foi determinada por meio do teste de 1RM no exercício voador. O teste foi realizado no equipamento Taurus (São Paulo, Brasil), o qual apresenta duas colunas de pesos independentes, com a resolução das cargas de 2,5 quilogramas. O teste foi realizado de maneira unilateral, randomizando a ordem de teste dos membros superiores.

Durante cada teste, os indivíduos foram posicionados, partindo da posição sentada com os membros superiores em posição anatômica, ombros abduzidos em 90° e cotovelos flexionados em 90°. Para assegurar uma mesma amplitude de movimento durante os testes, foi utilizado um delimitador de amplitude projetado pelo próprio grupo de pesquisa, garantindo uma excursão de movimento de 80-90°. Visando manter o sujeito estável e bem posicionado, velcros foram utilizados ao redor do tórax para fixar o sujeito ao equipamento, e um apoio externo, dado pelas mãos do pesquisador, foi realizado para evitar uma movimentação compensatória com o lado oposto (ver figura 1).

Figura 2. Posicionamento do sujeito durante o teste de 1RM.



O valor de 1RM foi determinado como a maior carga com que o indivíduo conseguiu realizar apenas uma repetição na amplitude correta dentro da cadência determinada. Para garantir o adequado controle do tempo de execução de movimento durante o teste, foi utilizado um metrônomo Quartz (Brasil) e o tempo para as fases concêntrica e excêntrica foi estabelecido em 2 segundos.

Visando selecionar a carga inicial de teste, foi utilizado um coeficiente de 30% em relação à massa corporal do sujeito para a primeira tentativa. Após a primeira tentativa, caso houvesse mais de uma repetição realizada, a carga era redimensionada através dos fatores de correção propostos por Lombardi, em 1989 (Quadro 1). Assim, o teste era novamente realizado para a verificação da carga e, se esta não equivalesse ao máximo do indivíduo, o mesmo procedimento era repetido até que a carga de 1RM fosse obtida. No máximo 5

tentativas foram realizadas e, caso necessário, uma nova sessão de teste era executada em outro dia. Os indivíduos foram familiarizados com o exercício voador anteriormente aos testes de força dinâmica, com cargas entre 5% a 15%. O critério adotado para estimar a correta familiarização do sujeito era quando o mesmo executasse o movimento dentro do tempo proposto, durante 10 repetições seguidas.

Quadro 1 – constantes de estimativa de 1RM – adaptado de Lombardi (1989).

Repetições Executadas	Fator de Correção
2	1,07
3	1,10
4	1,13
5	1,16
6	1,2
7	1,23
8	1,27
9	1,32
10	1,36

#### 4.6.2 Contrações Isométrica Voluntárias Máximas:

As CIVM foram realizadas visando mensurar a força de flexão horizontal do ombro de maneira unilateral. Para isso utilizou-se um dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkokoma, EUA), o qual é calibrado de acordo com as instruções do fabricante. O ângulo articular de flexão horizontal do ombro utilizado foi de 120° (BRUNNSTROM, 1987) e o de cotovelo de 180° (sendo que 180° refere-se ao ombro e cotovelo completamente estendidos). As CIVM foram executadas de maneira unilateral (figura 2). Os sujeitos receberam instruções a fazerem a contração “tão rápido e forte quanto possível” (SAHALY *et al.*, 2001). Duas CIVM com duração de cinco segundos foram executadas e um intervalo de dois minutos foi dado entre elas para minimizar os efeitos da fadiga.

Figura 3. Posicionamento dos sujeitos durante o teste de CIVM.



#### 4.6.3 Eletromiografia:

O sinal EMG do músculo peitoral maior (um dos principais músculos exigidos durante a execução do movimento de flexão horizontal) foi coletado durante as CIVM. Para a coleta do sinal EMG foi utilizado um eletromiógrafo Miotool 400, (Miotec - Equipamentos Biomédicos, Brasil). O equipamento é composto por um sistema de quatro canais, 2000 Hz por canal. Foram utilizados eletrodos de superfície, com configuração bipolar (Medtrace, EUA).

A colocação e posicionamento dos eletrodos seguiram os padrões indicados por Clemons e Aaron (1997). Para a colocação dos eletrodos foi feita a tricotomia da pele e a abrasão da mesma com álcool. Esse procedimento foi realizado para retirar as células mortas e reduzir a impedância da pele. Em seguida, os eletrodos foram posicionados sobre o músculo avaliado. A distância intereletrodos foi de 20 mm. O nível de resistência entre os eletrodos foi medido e controlado antes de cada sessão com um multímetro digital, devendo manter-se abaixo de 3000 Ohms (DE LUCA, 1997). O eletrodo de referência foi posicionado sobre a clavícula (figura 3). Utilizou-se folhas de transparência para facilitar e ratificar o correto local de obtenção da EMG após as avaliações iniciais (NARICI et al., 1989). Nelas, pontos de referência (marcas na pele, saliências ósseas, etc.) foram marcados, ajudando para que a aquisição das imagens futuras fosse o mais fidedigna possível em relação à marcação anterior.

Figura 4. Posicionamento dos eletrodos para a captação do sinal EMG.



Além disso, para a correta obtenção dos dados, o sinal eletromiográfico foi sincronizado com a curva da CIVM. O sinal EMG captado pelo eletromiógrafo foi armazenado no *software* MiotecSuite (Miotec, equipamentos biomédicos, Brasil), para posterior análise. Foi realizada a filtragem digital do sinal utilizando-se filtros do tipo Passa-banda Butterworth, de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. As curvas do sinal eletromiográfico foram recortadas (em uma janela de 1 segundo) durante o platô da CIVM. O valor da raiz quadrada da média (RMS) foi obtido neste intervalo. A CIVM que apresentou o maior valor de pico de torque foi selecionada para a análise do sinal eletromiográfico.

#### **4.6.4 Espessura Muscular:**

Para a avaliação da espessura muscular (EM) do peitoral maior, partes clavicular e esternocostal, utilizou-se um equipamento de ultrassom (Toshiba, NEMIO XG, Japão). Para tal, aplicou-se um gel solúvel em água sobre um transdutor de alta frequência (7,5MHz), o qual foi posicionado perpendicularmente à musculatura avaliada. Durante a avaliação da EM, os sujeitos permaneceram relaxados, porém com o ombro abduzido em 90°, com o braço e antebraço apoiados (figura 4).

Figura 5. Posicionamento do sujeito durante a coleta de EM.



O ponto para a avaliação da EM (marcados através de uma caneta dermatográfica) dos diferentes músculos analisados ocorreu da seguinte forma:

a) peitoral maior parte clavicular: 5 centímetros abaixo da terça parte entre a distância da borda medial da clavícula até a junção da clavícula com o acrômio.

b) peitoral maior parte esternocostal: 35% da distância entre a borda do esterno até a junção da clavícula com o acrômio.

Através da ultrassonografia, foram obtidas quatro imagens dos músculos de interesse. Na imagem, identificou-se o tecido muscular compreendido entre as interfaces com o osso e o tecido adiposo, medindo a sua espessura com o cursor (GOMES *et al.*,2010). Após a mensuração da EM inicial utilizou-se novamente folhas de transparência para facilitar e ratificar o correto local de obtenção das imagens, gerando confiabilidade para as imagens que foram coletadas após 6 e 12 semanas.

#### **4.6.5 Treinamento:**

O treinamento dos sujeitos foi conduzido por um período de 12 semanas, com a frequência bissemanal, com no mínimo 48 horas de descanso entre as sessões. Foi exigida frequência mínima de 80% durante o treinamento (foi mantido uma frequência de 92%), sem que ocorressem três faltas consecutivas. O exercício de interesse do presente estudo foi o voador (flexão horizontal do ombro), realizado de maneira unilateral, nas condições de alto e baixo volume.

Para se estimar a primeira carga treino, foi utilizado um coeficiente de 15% em relação à massa corporal, valor este obtido em um estudo piloto no próprio laboratório.

Para obter um maior controle e evitar diferenças significativas entre o número de repetições executadas nos diferentes hemilados, a intensidade foi determinada por repetições máximas e não a partir de percentual de 1RM (Tabela 1). O aumento da carga foi realizado em uma taxa incremental de 0,5 quilogramas caso o indivíduo fosse capaz de completar duas ou mais repetições acima do estipulado no microciclo de treinamento. No treinamento com AV, caso o indivíduo realizasse somente o número mínimo de repetições exigidas em uma das séries, a carga era reduzida em 0,5 quilogramas para assegurar as repetições máximas exigidas no microciclo (exemplo: no primeiro microciclo o indivíduo realizou 18 repetições com 9,5 quilogramas durante primeira série. Assim, era subtraído 0,5 quilograma da carga inicial, resultando em 9,0 quilogramas, para assegurar um mínimo de 18 repetições na segunda série).

Antes de cada sessão de treinamento, foi realizado um aquecimento com 10-15 repetições com 50% da carga de treino. A ordem de realização dos protocolos foi alternada a cada sessão de treino, alternando a ordem: BV/AV e AV/BV. Todos os treinamentos foram acompanhados pelo pesquisador, para assegurar a correta execução e segurança. O mesmo não encorajou verbalmente nem ajudou fisicamente o sujeito. A velocidade de execução foi controlada por um metrônomo, utilizando-se 2 segundos por fase de movimento (concêntrica e excêntrica).

Além disso, durante cada sessão de treinamento, os indivíduos foram posicionados, partindo da posição sentada com os membros superiores em posição anatômica, ombros abduzidos em 90° e cotovelos flexionados a 90°. Para assegurar uma mesma amplitude de movimento, foi utilizado um delimitador de amplitude projetado pelo próprio grupo de pesquisa, garantindo uma excursão de movimento de 80-90° (figura 5).

Figura 6. Posicionamento do sujeito durante o treinamento.



Visando manter o sujeito estável e bem posicionado, velcros foram utilizados ao redor do tórax para fixar o sujeito ao equipamento, e um apoio externo, dado pelas mãos do pesquisador, era realizado para evitar qualquer movimentação compensatória com o lado oposto (ver foto).

Durante cada sessão, a carga utilizada bem como as repetições executadas foram anotadas, para posterior cálculo do volume de treinamento.

Tabela 1 – Periodização das doze semanas de treinamento:

MICROCICLOS	SEMANAS	REPETIÇÕES MÁXIMAS	INTERVALOS (AV)
1º	1 <sup>a</sup> - 2 <sup>a</sup>	18-20	1'-2'
2º	3 <sup>a</sup> - 4 <sup>a</sup>	15-17	1'-2'
3º	5 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	12-14	1'-2'
4º	7 <sup>a</sup> , 8 <sup>a</sup> e 9 <sup>a</sup>	10-12	2'-3'
5º	10 <sup>a</sup> , 11 <sup>a</sup> e 12 <sup>a</sup>	8-10	2'-3'

#### **4.7 Análise Estatística:**

Para a análise dos dados coletados foi utilizada estatística descritiva, utilizando-se da média e do desvio padrão. A normalidade, homogeneidade e esfericidade foram testadas através dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Mauchly, respectivamente. Após os dados mostrarem normalidade e homogeneidade, comparou-se os mesmos por meio da ANOVA *two-way* (tempo x grupo) para medidas repetidas (com valores absolutos), com o teste de *post hoc* de Bonferroni. Quando um valor significativo de F foi observado, uma ANOVA *two-way*, com *post hoc* de Bonferroni, foi utilizada para identificar diferenças. O nível de significância utilizado em todos os procedimentos estatísticos foi de 0,05, sendo estes realizados no *software* SSPS, versão 14.0 para Windows.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Caracterização da Amostra:

As características físicas da amostra estudada estão demonstradas na Tabela 2. Ao total quinze sujeitos finalizaram o estudo e não foi verificada a ocorrência de nenhum tipo de lesão ao longo do período de treinamento.

Tabela 2. Valores de composição corporal pré treinamento (média e desvio padrão).

	<b>Idade (anos)</b>	<b>Estatura (cm)</b>	<b>MC Pré (kg)</b>	<b>%G Pré</b>
<b>Média</b>	24,13	180,0	75,72	14,59
<b>DP</b>	3,14	7,97	10,67	5,62

DP = desvio padrão; MC = massa corporal; %G = percentual de gordura.

### 5.2 Treinamento - Carga, Repetições e Volume:

Todos os dados referentes às 12 semanas de treinamento apresentam-se normais, homogêneos e esféricos ( $p > 0,05$ ) e estão abaixo descritos.

A magnitude de carga utilizada em cada microciclo de treinamento foi calculada através da média de massa levantada em cada sessão. Os resultados demonstraram que em todos os microciclos, a carga absoluta de treinamento foi semelhante ( $p > 0,05$ ) entre os grupos BV e AV no exercício do voador. Todavia, os valores da carga utilizada em cada microciclo, se elevaram significativamente dentro de cada grupo ( $p < 0,05$ ) (figura 7).

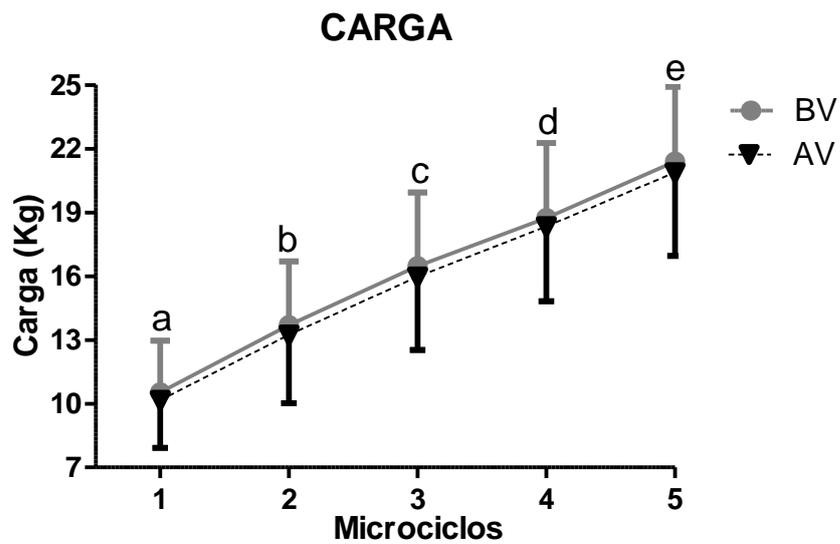


Figura 7. Carga média por série (em quilogramas) referentes a cada microciclo durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume; Letras diferentes correspondem às diferenças estatísticas entre os microciclos, dentro do mesmo grupo.

Já o número de repetições realizadas em cada microciclo do treinamento, foi calculado através da média de repetições realizadas em cada sessão microciclo. A análise estatística demonstrou haver um efeito do tempo ( $p < 0,05$ ), todavia sem efeito do grupo nesta variável ( $p > 0,05$ ). (figura 8).

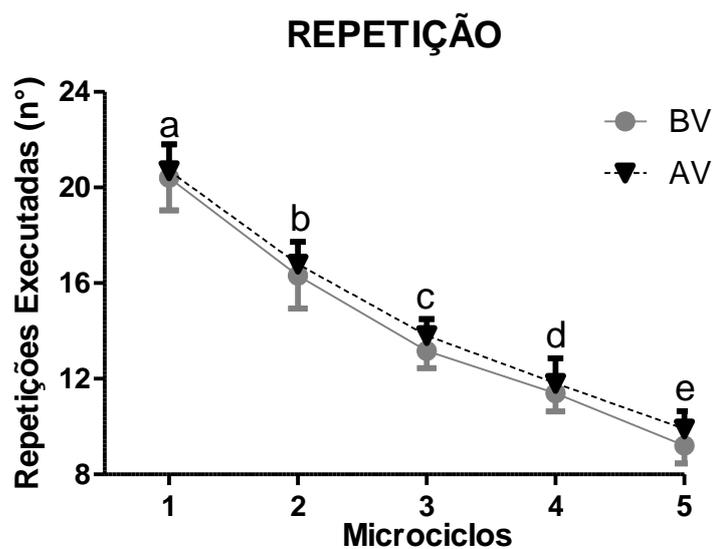


Figura 8. Repetições médias executadas por série em cada microciclo durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume; Letras diferentes correspondem às diferenças estatísticas entre os microciclos, dentro do mesmo grupo.

O volume total de treinamento foi calculado através da fórmula: repetições x séries x carga (HASS *et al.*, 2001; MARSHALL *et al.*, 2011). Os resultados demonstraram que em todos os microciclos do estudo o volume do treinamento do grupo AV foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que o do grupo BV (figura 9).

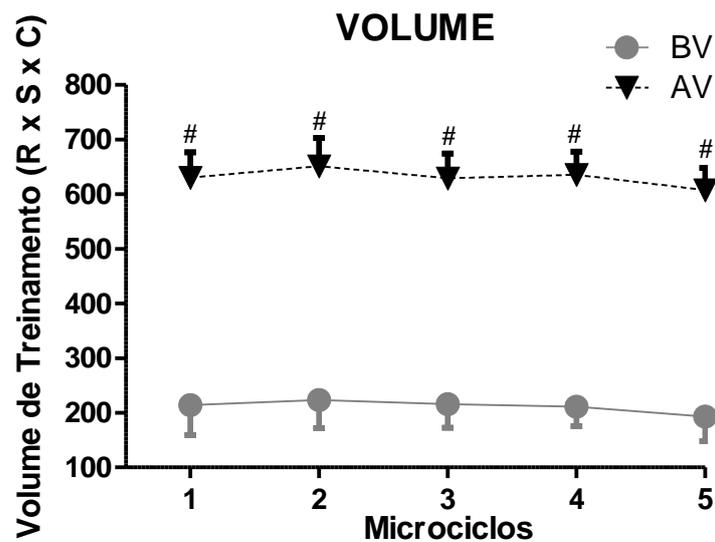


Figura 9. Volume de treinamento do exercício voador ao longo dos 5 microciclos de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume; # Significativamente maior do que o grupo BV ( $p < 0,05$ ); R = repetição; S = séries; C = carga.

### 5.3 Teste de 1RM:

Os dados do teste de 1RM apresentam-se normais, homogêneos e esféricos ( $p > 0,05$ ). Para demonstrar a reprodutibilidade desta avaliação, calculamos o índice de correlação intraclasse (ICC), os quais se apresentaram significativos (ICC 1RM direito = 0,94; ICC 1RM esquerdo = 0,95) ( $p < 0,05$ ).

Os valores absolutos de 1RM do exercício voador pré e pós-treinamento estão apresentados na tabela 3. No momento pré-treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação aos valores de 1RM do exercício voador ( $p > 0,05$ ). Contudo, foi observado um efeito significativo do tempo em ambos os grupos nos valores de 1RM após o período de treinamento ( $p < 0,05$ ), embora sem efeito significativo do grupo ( $p > 0,05$ ).

Os incrementos relativos do 1RM após as 12 semanas de treinamento foram de  $44,8 \pm 13,8\%$  no grupo BV e de  $41,4 \pm 14,5\%$  no grupo AV (Figura 10).

Tabela 3. Valores absolutos de força dinâmica máxima (1RM) pré treinamento e após 12 semanas de treinamento (média ± desvio padrão).

1 RM Voador (kg)		
GRUPO	PRÉ	PÓS 12
BV (n=15)	20,4 ± 4,9	30,0 ± 6,6*
AV (n=15)	20,7 ± 4,9	29,7 ± 6,3*

\* Significativamente diferente do valor pré (\*  $p < 0,05$ );

BV: baixo volume; AV: alto volume.

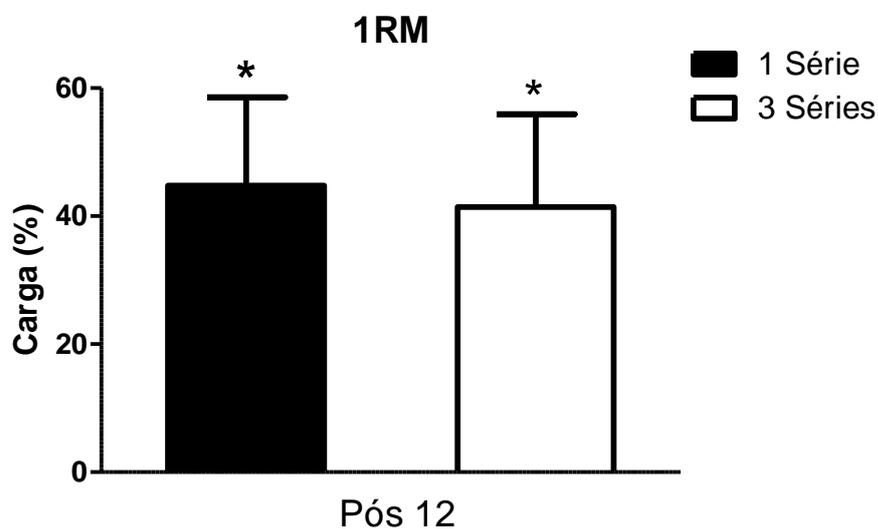


Figura 10. Mudanças relativas na força dinâmica máxima (1RM) após as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume. \* Significativamente diferente do valor pré (\* =  $p < 0,05$ ).

#### 5.4 Força Isométrica Voluntária Máxima (CIVM):

Os dados do teste de CIVM apresentam-se normais, homogêneos e esféricos ( $p > 0,05$ ). O ICC desta avaliação apresentou-se significativo, demonstrando a reprodutibilidade da medida (ICC CIVM do lado direito = 0,81; ICC CIVM do lado esquerdo = 0,81) ( $p < 0,05$ ).

Os valores absolutos de CIVM pré, pós 6 e pós-treinamento estão apresentados na tabela 4. A análise estatística realizada, nos momentos pré, pós 6 e pós treinamento, não

demonstrou diferença significativa entre os grupos com relação aos valores iniciais de CIVM ( $p > 0,05$ ). Todavia, o efeito do tempo em ambos os grupos demonstrou-se significativo ( $p < 0,05$ ).

Ao longo do estudo a CIVM aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em ambos os grupos após 6 semanas ( $10,9 \pm 8,3\%$  no grupo BV e  $9,6 \pm 10,0\%$  no grupo AV) e após 12 semanas ( $27,1 \pm 10,6\%$  no grupo BV e  $31,0 \pm 16,0\%$  no grupo AV) (Figura 11).

Tabela 4. Valores absolutos de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) antes, após 6 e após 12 semanas de treinamento (média  $\pm$  desvio padrão).

<i>Contração Isométrica Voluntária Máxima</i>			
GRUPO	PRÉ	PÓS 6	PÓS 12
BV (n=15)	71,2 $\pm$ 21,7	78,6 $\pm$ 23,1*	88,8 $\pm$ 22,3**
AV (n=15)	70,0 $\pm$ 23,7	76,8 $\pm$ 26,5*	89,5 $\pm$ 26,4**

\* Significativamente diferente do valor pré ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativamente diferente do valor pós 6 ( $p < 0,05$ ); BV: baixo volume; AV: alto volume.

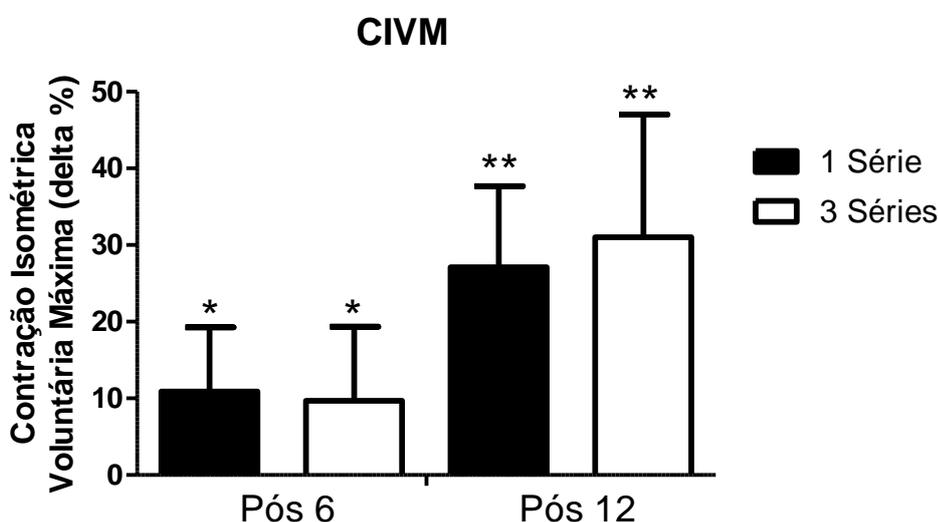


Figura 11. Mudanças relativas na CIVM durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume. \* Significativamente diferente do valor pré ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativamente diferente do valor pós 6 ( $p < 0,05$ ).

### 5.5 Ativação EMG Máxima:

Os dados de ativação eletromiográfica máxima apresentam-se normais, homogêneos e esféricos ( $p > 0,05$ ). Os ICCs da eletromiografia do peitoral maior se apresentaram significativos (ICC peitoral direito = 0,68; ICC peitoral esquerdo = 0,69) ( $p < 0,05$ ).

Os valores absolutos de EMG pré, pós 6 e pós-treinamento estão apresentados na tabela 5. No momento pré-treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação aos valores de eletromiografia do peitoral maior ( $p > 0,05$ ). O mesmo foi observado para o valores após 6 semanas de treinamento, em que os valores de EMG do grupo AV não foram significativamente maiores ( $p > 0,05$ ) do que no grupo BV. Porém, após 12 semanas do início do treinamento foi observado um efeito significativo do tempo, em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ).

A EMG aumentou, sem significância ( $p > 0,05$ ), em ambos os grupos após 6 semanas ( $20,5 \pm 14,1\%$  no grupo BV e  $16,7 \pm 10,1\%$  no grupo AV). Por outro lado, após 12 semanas, a EMG aumentou de maneira significativa ( $p < 0,05$ ) ( $26,7 \pm 10,0\%$  no grupo BV e  $27,5 \pm 7,4\%$  no grupo AV) (Figura 12).

Tabela 5. Valores absolutos de eletromiografia (EMG) pré treinamento, após 6 e após 12 semanas de treinamento (média  $\pm$  desvio padrão).

<i>Eletromiografia (mV)</i>			
GRUPO	PRÉ	PÓS 6	PÓS 12
BV (n=15)	212,1 $\pm$ 93	239,4 $\pm$ 118,1	264,4 $\pm$ 127,1*
AV (n=15)	192,9 $\pm$ 85	210,3 $\pm$ 75,1	241,4 $\pm$ 96,5*

\* Significativamente diferente do valor pré (\*  $p < 0,05$ );

BV = baixo volume; AV = alto volume.

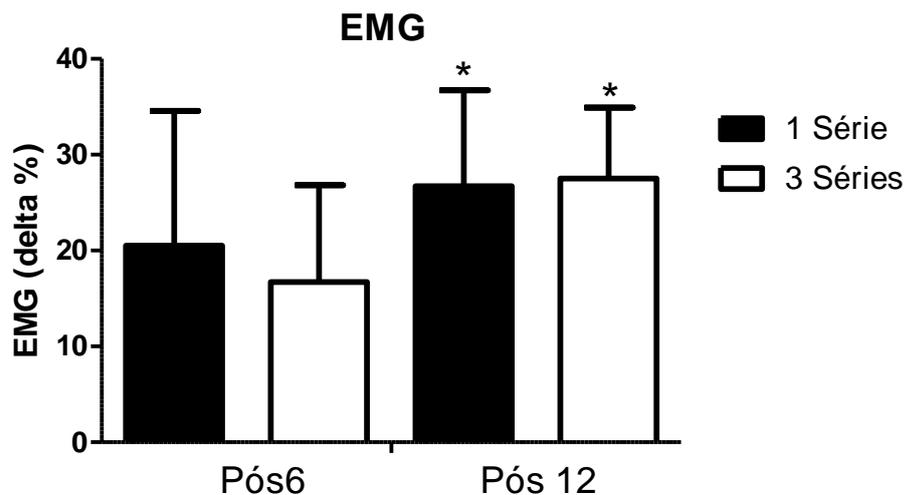


Figura 12. Mudanças relativas no sinal eletromiográfico do peitoral maior durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e erro padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume; EMG = eletromiografia. \* Significativamente diferente do valor pré (\* =  $p < 0,05$ ).

### 5.6 Espessura Muscular:

Os dados de espessura muscular apresentam-se normais, homogêneos e esféricos ( $p > 0,05$ ). Os ICCs da porção clavicular e esternocostal apresentaram-se significativos (ICC clavicular direito = 0,96; ICC clavicular esquerdo = 0,93; ICC esternocostal direito = 0,90; ICC esternocostal esquerdo = 0,92) ( $p < 0,05$ ).

Os valores absolutos de EM pré, pós 6 e pós-treinamento estão apresentados na tabela 6. No momento pré-treinamento não foi observada diferença significativa entre os grupos com relação aos valores de espessura muscular do peitoral maior, tanto para a porção clavicular, quanto para a porção esternocostal ( $p > 0,05$ ). Contudo, observou-se um efeito significativo do tempo, em ambos os grupos e momentos, na espessura muscular após o período de treinamento ( $p < 0,05$ ).

A EM da porção clavicular aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em ambos os grupos após 6 semanas ( $8,3 \pm 5,1\%$  no grupo BV e  $8,1 \pm 4,8\%$  no grupo AV) e após 12 semanas ( $17,3 \pm 6,2\%$  no grupo BV e  $16,4 \pm 5,4\%$  no grupo AV) de treinamento (Figura 13).

O mesmo foi verificado para a EM da porção esternocostal, a qual aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em ambos os grupos após 6 semanas ( $10,4 \pm 6,8\%$  no grupo BV

e  $10,3 \pm 6,9\%$  no grupo AV) e após 12 semanas ( $20,7 \pm 10,5\%$  no grupo BV e  $20,8 \pm 8,9\%$  no grupo AV) de intervenção (Figura 14).

Tabela 6. Valores absolutos da espessura muscular da porção clavicular e esternocostal antes, após 6 e após 12 semanas de treinamento (média  $\pm$  desvio padrão).

<i>Espessura Clavicular (mm)</i>			
GRUPO	PRÉ	PÓS 6	PÓS 12
BV (n=15)	15,6 $\pm$ 2,3	16,9 $\pm$ 2,5*	18,3 $\pm$ 2,5**
AV (n=15)	15,2 $\pm$ 2,8	16,7 $\pm$ 3,0*	17,9 $\pm$ 3,15**

<i>Espessura Esternocostal (mm)</i>			
GRUPO	PRÉ	PÓS 6	PÓS 12
BV (n=15)	10,9 $\pm$ 2,0	11,9 $\pm$ 2,2*	12,9 $\pm$ 2,2**
AV (n=15)	10,7 $\pm$ 1,9	11,6 $\pm$ 2,1*	12,7 $\pm$ 2,1**

\* Significativamente diferente do valor pré (\* =  $p < 0,05$ ); \*\* Significativamente diferente do valor pós 6 (\*\* =  $p < 0,05$ ); BV: baixo volume; AV: alto volume.

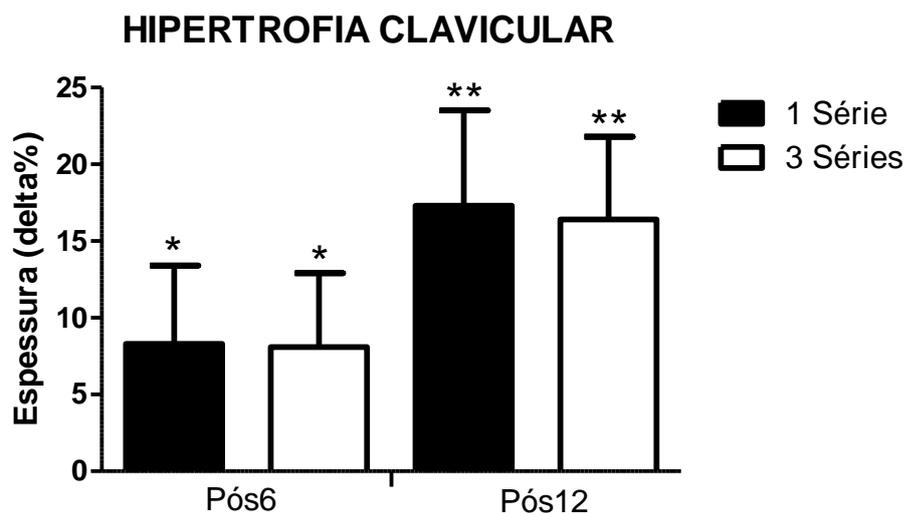


Figura 13. Mudanças relativas na espessura muscular da porção clavicular durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV:

baixo volume; AV: alto volume. \* Significativamente diferente do valor pré ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativamente diferente do valor pós 6 ( $p < 0,05$ ); BV: baixo volume; AV: alto volume.

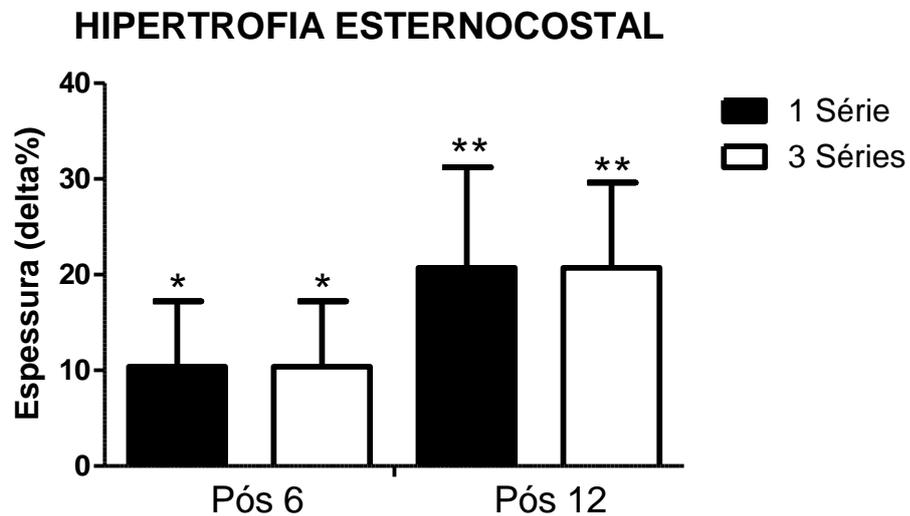


Figura 14. Mudanças relativas na espessura muscular da porção esternocostal durante as 12 semanas de treinamento. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão; BV: baixo volume; AV: alto volume. \* Significativamente diferente do valor pré ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativamente diferente do valor pós 6 ( $p < 0,05$ ); BV: baixo volume; AV: alto volume.

## **6. DISCUSSÃO:**

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de 12 semanas de um programa de TF com baixo (uma série) e alto volume (três séries) na função neuromuscular do músculo peitoral maior em homens destreinados. Os achados do presente estudo indicam que protocolos que utilizem tanto um BV quanto um AV de treinamento promovem, em homens jovens destreinados, os mesmos ganhos de força máxima dinâmica e isométrica. Tal afirmação pode ser feita, pois variáveis como intensidade do treinamento, velocidade de execução, tempo de intervalo, frequência semanal e variabilidade individual foram minimizadas, garantindo que as diferenças encontradas sejam decorrentes em sua maioria do volume de treinamento. A seguir, são discutidas as principais variáveis (dependentes) do estudo.

### **6.1 Força muscular:**

Os achados do presente estudo indicam que protocolos que utilizem tanto um BV quanto um AV de treinamento promovem, em homens jovens destreinados, os mesmos ganhos de força máxima dinâmica e isométrica no movimento de flexão horizontal do ombro. Tais achados vão ao encontro de diversos estudos da literatura que propuseram uma intervenção com um período similar de treinamento, porém tendo treinado diferentes grupos musculares (PAULSEN et al., 2003; ROONESTAD et al., 2007; BOTTARO et al., 2011; HANSSEN et al., 2012; RADAELLI et al., 2013; RADAELLI et al., 2014).

Ao comparar os resultados do presente estudo com a literatura consultada que realizou testes de força isométrica, nota-se que os incrementos obtidos foram similares e significativos em sua totalidade. Todavia, com relação aos estudos que realizaram testes de força dinâmica, também foram observados incrementos significativos mensurados no teste de 1RM, contudo com um ganho de força percentual menos expressivo ao término do estudo. No presente estudo o ganho de força dinâmica foi de  $44,8 \pm 13,8\%$  no grupo BV e de  $41,4 \pm 14,5\%$  no grupo AV. Já no estudo de Paulsen e colaboradores (2003), foram observados incrementos entre 14 e 16%. Tal discrepância pode ser explicada pelo tempo de treinamento, visto que a diferença do tempo de treinamento entre os estudos foi de 6 semanas, podendo diminuir as adaptações neuromusculares. Na mesma linha de raciocínio, Roonestad e colaboradores, em 2007, e Hanssen e colaboradores, em 2012, encontraram aumentos de força dinâmica máxima mais próximas ao do presente estudo, entre 24% e 34% nos grupos

que treinaram com baixo e alto volume. Nestes casos, as pequenas variações encontradas em relação aos resultados do presente estudo podem ser decorrentes da periodização do treinamento não ter sido similar, visto que tais estudos treinaram durante 11 semanas e com uma intensidade de 7 a 10 repetições máximas. Já os incrementos relatados por Radaelli e colaboradores, em 2013, comparados com os do presente estudo, apresentaram valores menores nos ganhos de força dinâmica (25,1% no grupo BV e 26,6% no grupo AV), mesmo com o tempo de treinamento sendo de 13 semanas. Tal diferença pode ser explicada tanto pelo fato dos autores terem investigado uma musculatura diferente (flexores de cotovelo), como pelo fato da amostra estudada. No presente estudo, foram estudados homens jovens, diferindo da investigada por Radaelli et al., (2013), em que mulheres idosas foram a amostra da pesquisa. Assim, pesquisas feitas com sexos diferentes podem causar resultados distintos, visto que Lemmer e colaboradores, em 2000, demonstraram a influência da idade na produção de força dinâmica (1RM) após 9 semanas de TF, em que idosos aumentaram seu 1RM, porém em menores proporções que indivíduos jovens. Todavia, tais diferenças entre os resultados são diminuídas quando observamos os valores encontrados por Radaelli e colaboradores, em 2014, com resultados de 40,7% no grupo BV e 42,8% no grupo AV. Tal semelhança de resultados com os do presente estudo pode ser explicado pela diferença do tempo de treinamento utilizado, ao invés das mesmas 13 semanas utilizadas no estudo anterior, os autores agora utilizaram 20 semanas de treinamento. Assim, as divergências anteriormente relatadas foram compensadas pelo aumento do tempo de treinamento.

Recomendações prévias sobre o volume de treinamento ideal sugerem que em um período inicial de treinamento, baixos volumes podem ser tão efetivos quanto altos volumes para induzir incrementos significativos na força. Contudo, após os sujeitos atingirem determinado limiar de treinamento, incrementos no volume utilizado podem beneficiar os ganhos de força (ACSM 2009). Esta afirmação reforça a ideia que variações no volume de treinamento são determinantes para os contínuos ganhos de força muscular após os meses iniciais de treinamento (MARX et al., 2001).

Sabe-se que nos períodos iniciais de treinamento de força, as adaptações neurais são responsáveis pelo aumento rápido na força muscular em indivíduos sedentários (SOONESTE et al. 2013). Tais adaptações são decorrentes de diversos mecanismos descritos na literatura, como mudanças na transmissão neural (aumentando a atividade dos neurônios no córtex motor primário), na descarga máxima de potenciais de ação, diminuição do intervalo entre os disparos do potencial de ação, dentre outras (CARROLL et al., 2011; GABRIEL et al., 2006).

Além disso, adaptações morfológicas, como alterações na arquitetura muscular (tamanho do músculo, ângulo de penação e comprimento muscular), também ocorrem como parte do processo adaptativo, otimizando os ganhos de força (FOLLAND e WILLIAMS, 2007), e tal hipertrofia pode ocorrer mais rapidamente do que antes descrito na literatura, visto que Seynnes e colaboradores (2007) mostraram, pela primeira vez, que as mudanças no tamanho dos músculos são detectadas depois de apenas três semanas de treino. Portanto, a hipertrofia muscular parece contribuir para os ganhos de força mais cedo do que anteriormente relatado.

Contudo, cabe ressaltar que alguns estudos na literatura vão de encontro aos presentes achados, demonstrando que protocolos de AV otimizam os ganhos de força (MUNN et al., 2005; HUMBURG et al., 2007; McBRIDGE et al., 2003 e Galvão e Taafe, 2005). Nestes estudos a periodização da intensidade do treinamento não foi similar à utilizada no corrente estudo, sendo que a carga de treino, desde as sessões iniciais até o final do estudo, foi de 8 - 12 repetições máximas, o que pode ter influenciado a diferença entre os resultados. Além disto, a comparação de resultados obtidos em tais estudos é dificultada, pois sabe-se que algumas particularidades, como as características dos sujeitos, seleção dos exercícios, tempo de intervalo e velocidade de execução podem influenciar as respostas neuromusculares ao treinamento de força. Tais discrepâncias, juntamente com a diferença da musculatura avaliada, podem explicar as diferenças encontradas ao se comparar os estudos.

Como exemplo, todos os artigos anteriormente citados utilizaram em suas amostras tanto homens quanto mulheres. É compreensível que homens têm a capacidade de aumentar a força absoluta para um patamar maior que as mulheres, na média; porém não é claro se os ganhos relativos de força (percentual de ganho do momento antes para o momento após exercício) são diferentes entre os sexos. Hubal e colaboradores, em 2005, demonstraram que mulheres ganharam mais força isométrica (CVM - 22 vs 16%, respectivamente) e dinâmica (1RM - 64 vs. 40%, respectivamente) do que os homens após 12 semanas de treinamento de força. Isto ocorre provavelmente porque mulheres têm valores iniciais de força menores do que homens, tendo assim uma janela de treinamento maior.

Em relação aos incrementos diferenciados entre a força isométrica ( $27,1 \pm 10,6\%$  no grupo BV e  $31,0 \pm 16,0\%$  no grupo AV) e dinâmica máxima ( $44,8 \pm 13,8\%$  no grupo BV e de  $41,4 \pm 14,5\%$  no grupo AV) achadas no presente estudo após as 12 semanas de treinamento supostamente deve-se ao padrão de avaliação. Sabe-se que avaliações que necessitem de contrações musculares isométricas e dinâmicas demonstram diferentes padrões neurais de

atividade (PINCIVERO *et al.*, 2006), e diferenças no recrutamento de cada músculo que compõe os grupamentos musculares (PINCIVERO *et al.*, 2000). Estas características podem ter provocado essa diferença entre os resultados de força dinâmica e isométrica (RADAELLI *et al.*, 2014). Além disso, um aumento da força isométrica após um período de TF não é similar em todos os ângulos ao longo da amplitude de movimento da articulação, além do que ainda pode ocorrer uma mudança no ângulo ótimo de produção de força devido à alteração na relação comprimento tensão das fibras musculares (NARICI *et al.*, 2005). Assim o teste isométrico em apenas um ângulo, como no presente estudo, pode ter subestimado os ganhos de força isométrica (NARICI *et al.*, 2005).

Por fim, cabe ressaltar a possibilidade de ter ocorrido um efeito cruzado durante o período de treinamento, uma vez que houve exercícios unilaterais durante o treinamento, o que poderia alterar os valores de força dos hemilados do corpo por causa da interação entre os hemisférios cerebrais (SOONESTE *et al.*, 2013). Tal interação foi demonstrada por Howard e Enoka (1991) em um de seus estudos, no qual uma das principais observações ocorreu no teste que utilizou eletroestimulação na musculatura contralateral do membro que estava realizando a extensão do joelho. A partir da eletroestimulação da musculatura extensora direita ocorreram incrementos na força produzida também pela musculatura extensora esquerda, havendo então uma facilitação para gerar força devido ao *feedback* recebido. Esses resultados vão ao encontro da ideia de integração neural, pois a facilitação de um dos membros foi causada por uma estimulação no membro homólogo. Assim, ao observar os resultados do presente estudo, algum percentual da força produzida pelo protocolo de AV poderia ser transferido para o membro treinado com BV. Cabe ressaltar que resultados encontrados em um estudo de Marx e colaboradores, 2001, demonstraram que a magnitude do efeito cruzado é aproximadamente 7,8% da força inicial do membro não treinado. Contudo, a magnitude do efeito cruzado de um membro treinado com AV para um membro também treinado, todavia com um BV ainda permanece desconhecido. Assim, torna-se difícil determinar quanto de efeito cruzado ocorreu no presente estudo. Contudo, este efeito provavelmente foi inferior ao valor de 7,8% sugerido no estudo anterior, visto que isto ocorreu em um membro destreinado e no presente estudo ambos os membros treinaram. Assim, se um possível efeito cruzado somou-se às adaptações neuromusculares ainda é uma hipótese que permanece especulativa.

Em suma, os achados deste estudo em relação aos ganhos de força máxima sugerem que durante os três meses iniciais de treinamento, homens jovens podem significativamente

aumentar a sua força dinâmica e isométrica máxima de flexores horizontais de ombro apenas com uma série.

## **6.2 EMG**

Os ganhos de força, especialmente nas semanas iniciais de um programa de treinamento de força, são decorrentes principalmente de adaptações neuromusculares (GABRIEL et al., 2006). Adaptações neuromusculares são essencialmente mudanças na coordenação e aprendizado que facilitam o recrutamento e ativação dos músculos envolvidos durante uma atividade de força e podem ser verificadas por eletromiografia intramuscular e de superfície (FOLLAND e WILLIAMS, 2007).

Com relação ao presente estudo, ambos os grupos, BV e AV, obtiveram ganhos significativos na ativação muscular máxima do peitoral maior após 12 semanas de treinamento, sem diferença entre os grupos. Esse resultado vai ao encontro de estudos da literatura que propuseram uma intervenção com um período similar de treinamento, investigando ativação muscular de outras musculaturas dos membros superiores (RADAELLI et al., 2013; RADAELLI et al., 2014). Contudo, poucos estudos avaliaram os efeitos de diferentes volumes de treinamento na atividade eletromiográfica máxima dos membros superiores.

No presente estudo, no período inicial (6 semanas) não foi observada alteração significativa na ativação da musculatura do peitoral maior, mesmo tendo sido observado ganhos significativos na força dinâmica nestes momentos. Do mesmo modo, McBride e colaboradores, em 2003, não observaram significativas mudanças na atividade EMG do músculo bíceps braquial de homens jovens destreinados após 12 semanas de treinamento com BV (1 série) e AV (6 séries) durante a execução do teste de 1RM de flexão de cotovelo. Isto pode ser explicado, pois mudanças no córtex motor e na organização dos circuitos sinápticos, podem ser responsáveis por ganhos de força nos estágio iniciais do treinamento (CARROL et al., 2011), não sendo estas adaptações perceptíveis por mensurações periféricas, como é o caso da EMG de superfície. Tal informação pode explicar os achados do presente estudo, em que ganhos de força foram observados nos estágio iniciais sem o aumento concomitante da EMG, fato também já verificado por Radaelli e colaboradores, em 2014. Além do mais, é descrito na literatura que mudanças na EMG e na força máxima nem

sempre coincidem ao longo do tempo (HAKKINEN et al., 1987). Folland e Williams (2007) afirmam que esses achados controversos em estudos com eletromiografia podem ser explicados por diversas questões metodológicas da eletromiografia de superfície, como problemas de recolocação dos eletrodos, todavia o presente estudo utilizou-se de folhas de transparência, garantindo um reposicionamento mais fidedigno dos eletrodos.

Em outro estudo, Radaelli e colaboradores, em 2013, observaram que após um treinamento de 13 semanas, tanto uma série quanto três séries, realizados bissemanalmente, induziram aumentos similares na ativação máxima do bíceps braquial após treze semanas de treino ( $24,7 \pm 40,2\%$  para grupo séries simples e  $47,4 \pm 61,1\%$  para grupo séries múltiplas). Estes dados vão ao encontro dos resultados encontrados no presente estudo a respeito do aumento de ativação eletromiográfica máxima após as 12 semanas de treinamento ( $26,7 \pm 10,0\%$  no grupo BV e  $27,5 \pm 7,4\%$  no grupo AV), que não diferiu significativamente entre os grupos.

Em estudos ainda mais longos, como em 2014, em que Radaelli e colaboradores observaram que mesmo após 20 semanas de treinamento com BV e AV, os incrementos na ativação foram similares em ambos os grupos de treinamento, sem diferenciar-se significativamente ( $33,2 \pm 24,4\%$  no grupo série simples e  $56,4 \pm 51,8\%$  para o grupo séries múltiplas).

O aumento na atividade eletromiográfica máxima decorrente do TF, observado também no presente estudo, parece estar relacionado à melhora das adaptações em nível central - como o aumento da atividade dos neurônios no córtex motor primário - e da ativação da musculatura agonista, decorrente de fenômenos conhecidos: sincronização dos potenciais de ação das unidades motoras, maior recrutamento das unidades motoras de alto limiar e aumento da frequência de disparo de potenciais de ação (AAGAARD, 2003).

Em suma, os resultados demonstram que ambos os grupos, BV e AV significativamente aumentaram a ativação EMG máxima do músculo peitoral maior, sem diferença entre os grupos. Assim, os resultados do presente estudo corroboram com a informação de que significativa adaptação neural pode ser obtida a partir da utilização de um pequeno volume de treinamento de força em homens jovens destreinados (CANNON e MARINO, 2010).

### **6.3 Espessura Muscular:**

A mensuração da EM através da ultrassonografia é um método utilizado para verificar as adaptações morfológicas decorrentes de um programa de treinamento de força. Este método apresenta alta reprodutibilidade para a medida da EM decorrente do TF, sobretudo quando a avaliação é realizada pelo mesmo avaliador nos diferentes momentos (ABE et al., 2000). Através deste método observou-se no presente estudo que protocolos que utilizem tanto um BV quanto um AV de treinamento promovem, em homens jovens destreinados, ganhos similares de EM no peitoral maior. Apesar do número reduzido de estudos encontrados que avaliaram as adaptações morfológicas decorrentes de um treinamento de força com volumes variados, o presente achado vai ao encontro de estudos prévios que propuseram uma intervenção com um período similar de treinamento (ROONESTAD et al., 2007; BOTTARO et al., 2011; HANSSSEN et al., 2012; RADAELLI et al., 2013; RADAELLI et al., 2014).

Roonestad e colaboradores, em 2007, encontraram que homens jovens que treinaram por 11 semanas com séries simples e com séries múltiplas obtiveram significativa e similar hipertrofia no músculo trapézio ( $13,9 \pm 2,5\%$  no grupo série simples e  $9,7 \pm 1,4\%$  no grupo séries múltiplas). Em um estudo similar, Bottaro e colaboradores, em 2011, após 12 semanas de treinamento, também observaram que séries simples e séries múltiplas aumentaram significativamente a EM dos flexores do cotovelo de homens jovens ( $7,2\%$  no grupo séries simples e  $5,9\%$  no grupo séries múltiplas), sem diferença significativa entre os aumentos. Na mesma linha de raciocínio, Radaelli e colaboradores, em 2013, encontraram, após um treinamento de 13 semanas, aumentos similares na EM do bíceps braquial com BV e AV ( $11,2 \pm 6,0\%$  no grupo BV e  $12,5 \pm 5,6\%$  no grupo AV). E no estudo mais longo encontrado, Radaelli e colaboradores, em 2014, observaram aumentos similares na EM dos flexores do cotovelo nos grupos que treinaram com alto volume ou baixo volume, após 20 semanas ( $15,9 \pm 5,9\%$  no grupo BV e  $14,5 \pm 4,5\%$  para o grupo alto volume).

Ao comparar os resultados do presente estudo com os de outros estudos, nota-se que no estudo de Radaelli e colaboradores, 2013 foi observado ganhos expressivos e significativos na EM, todavia com uma hipertrofia menos expressiva ao término do estudo ( $11,2 \pm 6,0\%$  no grupo BV e  $12,5 \pm 5,6\%$  no grupo AV), visto que os valores do presente estudo variaram entre 16,4 e 20,8% em ambas as porções do peitoral maior. Tal fato deve-se provavelmente pela amostra estudada no presente estudo, no caso homens jovens, diferindo

da investigada por Radaelli e colaboradores, em 2013 e 2014, que foram mulheres idosas. Pesquisas realizadas com sexos diferentes podem causar resultados distintos, evidenciados em estudos prévios (Ivey et al., 2000, e Hunbal et al., 2005) que encontraram aumentos de volume muscular diferentes entre homens e mulheres após um período de treinamento de força.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, nota-se que no estudo de Bottaro e colaboradores, em 2011, e de Roonestad e colaboradores, em 2007, os autores reportaram os mesmos resultados estatísticos, todavia com uma menor taxa de hipertrofia ao término do estudo (7,2% no grupo BV e 5,9% no grupo AV e  $13,9 \pm 2,5\%$  no grupo BV e  $9,7 \pm 1,4\%$  no grupo AV, respectivamente). Tal fato pode ser explicado tanto pela diferença na musculatura estuda, como pela diferença na periodização de treinamento utilizada por estes autores, diferente da empregada no presente estudo, visto que em ambos os estudos prévios a carga de treino, desde as sessões iniciais, foi de 8 - 12 repetições máximas prescritas, podendo assim diferenciar os resultados obtidos, alterando a intensidade do treino

Cabe ressaltar que medidas laboratoriais também foram avaliadas para se observar o incremento do mecanismo hipertrófico, como no estudo de Hanssen e colaboradores, em 2012, em que homens jovens treinaram com BV ou AV por 11 semanas e os autores analisaram o número de células satélites presentes no músculo trapézio. Esta variável analisada é descrita como facilitadora da hipertrofia muscular e está associada com a co-expressão de vários fatores miogênicos regulatórios. Os autores observaram que o número de células satélites aumentou similarmente em ambos os grupos após o período de treinamento. Assim, um alto volume de treinamento talvez não seja necessário para induzir uma maior sinalização para a hipertrofia muscular em homens jovens. Portanto, sugere-se que em períodos iniciais do treinamento, a hipertrofia muscular pode não ser volume-dependente.

A hipertrofia muscular relatada após um período de treinamento está relacionada com vários mecanismos, como o dano muscular, resposta hormonal e resposta miogênica (mammalian target of rapamycin - mTOR - e mitogen-activated protein kinase - mapk) (SCHOENFELD, 2010). Sendo assim há uma ideia geral de que o estímulo fisiológico necessário para a hipertrofia ocorrer depende de um significativo dano muscular estrutural, o qual pode ser aumentado com um alto volume de treinamento (McDONAGH, et al., 1984). Todavia os dados apresentados, bem como a literatura prévia, indicam que o limiar de dano muscular necessário para promover uma resposta hipertrófica máxima, em sujeitos

destreinados, talvez não necessite um treino de alto volume, desde que a intensidade do treino seja suficiente (OSTROWSKI, et al., 1997).

Alguns achados, por sua vez, vão de encontro ao que a literatura demonstra até o presente momento. Ao analisar os dados encontrados por Sooneste e colaboradores, em 2013, pode-se verificar que após um treinamento de 12 semanas os sujeitos obtiveram um aumento da área de secção transversa (CSA) com BV e AV, todavia os incrementos obtidos pelo grupo AV foram significativamente maiores do que o grupo de BV. Tal situação pode ter ocorrido pelo fato do treinamento ter sido realizado, em sua totalidade, com a carga fixada a 80% de 1RM. Todavia, sabe-se que pessoas conseguem, em uma mesma carga percentual, executar um diferente número de repetições. Com isso, a intensidade de treinamento pode ser diferente para alguns sujeitos, mesmo que eles estejam treinando em um mesmo percentual de RM. Assim, tal discrepância de resultados encontrados pode ter ocorrido pelas diferentes intensidades utilizadas na periodização do treinamento e pelo mesmo não ter sido realizado ao máximo.

No que se refere à hipertrofia muscular, cabe debater a respeito das respostas hormonais ao treinamento de força. Assim, o maior volume existente no protocolo AV poderia gerar um incremento de hormônios anabólicos, possivelmente beneficiando também o membro treinado com BV, visto que as adaptações hormonais são sistêmicas. Entretanto, evidências científicas demonstram que hormônios, apesar de importantes reguladores metabólicos, não são os únicos fatores determinantes da hipertrofia muscular. Assim, a contribuição dos hormônios anabólicos de maneira sistêmica é controversa para o aumento da hipertrofia muscular. Além disso, tal contribuição pode ser considerada baixa em nosso estudo, visto que o treinamento realizado exercitava apenas um pequeno grupo muscular, com pouco volume muscular, possivelmente não causando respostas endócrinas significativas nos sujeitos, não alterando os possíveis efeitos neuromusculares obtidos (SOONESTE et al., 2013).

Em suma, pode ser sugerido que os músculos dos membros superiores têm um limiar de hipertrofia inferior, em que mesmo protocolos de baixo volume conseguem induzir adaptações morfológicas consideráveis. Tal característica pode ser baseada nas atividades de vida diária, pois se percebe que, na maioria da população, os membros superiores são pouco solicitados nas atividades triviais, ao contrário do que geralmente ocorre nos membros inferiores (PAULSEN et al., 2003; BOTTARO et al., 2011). Assim, em estágios iniciais de treinamento

(até 12 semanas), um AV de treinamento parece não induzir ganhos superiores na espessura muscular em homens jovens destreinados do que um BV.

Cabe salientar ainda que entre os estudos pesquisados na literatura, este é o único que verificou os efeitos de diferentes volumes de treino não somente nas adaptações neurais, mas também nas adaptações morfológicas do peitoral maior, utilizando uma metodologia que possibilitou minimizar o efeito da variabilidade individual nos resultados, visto que o mesmo sujeito realizava em um hemilado do membro superior um protocolo de BV e em outro hemilado um protocolo de AV.

#### **6.4 Aplicações Práticas**

Estes achados têm uma aplicação prática para a prescrição de um programa de treinamento de curta duração ou para a prescrição das fases iniciais de um treinamento para homens jovens destreinados em força.

Os resultados do presente estudo demonstraram que treinamento com BV para o músculo peitoral durante 12 semanas parece ser suficiente para indivíduos jovens destreinados incrementarem a força, a EM e a ativação muscular. Isto tem uma importante repercussão, visto que sugerem que treinadores e professores podem programar as rotinas de treinamento de seus alunos iniciantes com uma série, pois além do BV promover um similar ganho a um AV, a realização de uma série promove uma maior adesão em programas de treinamento, reduzindo a chance de desistência, pelo menor tempo da sessão de treino (MUNN et al., 2005; GALVÃO e TAAFE; 2005).

## **7. CONCLUSÃO:**

Os resultados do presente estudo demonstraram que o treinamento de força com duração de 12 semanas com baixo volume é tão efetivo quanto um treinamento com alto volume para incrementos na produção de força dinâmica e isométrica máxima, na espessura muscular e na ativação muscular máxima do peitoral maior de sujeitos jovens destreinados.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AAGAARD, P.; Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Estados Unidos da América, v.31, p.61-67, ago./2003.

ABE, T., DeHOYOS, D.V., POLLOCK, M.L., GARZARELLA, L.; Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal Applied Physiology*, Reino Unido, v.81, n.3, p.174-180, fev./2000.

ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos da América, v.41, p.687-708, fev./2009.

BADILLO, J.J.G.; AYESTARÁN, E.G.; **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo** 2<sup>a</sup>.ed. - Porto Alegre. Artmed: 2001.

BRUNNSTROM, S.; **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Manole, 1987.

BOTTARO, M.; VELOSO, J.; WAGNER, D.; GENTIL, P.; Resistance training for strength and muscle thickness: effect of number of sets and muscle group trained. *Science Sports*, Reino Unido, v.26, p.259-264, mar./2011.

BUFORD, T.W.; ROSSI, S.J.; SMITH, D.B.; WARREN, A.J.; A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.21, n.4, p.1245-1250, mai./2007.

CAMPOS, G.E.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F.C.; MURRAY, T.F.; RAGG, K.E.; RATAMESS, N.A.; KRAEMER, W.J.; STARON, R.S.; Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal Applied Physiology*, Reino Unido, v.88, n.1, p.50-60, 2002.

CANNON, J.; MARINO, F.E.; Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. *Journal os Sports Medicine*, v.28, p.1505-1514, nov./2010.

CARROLL, T.J., SELVANAYAGAM, V.S., RIEK, S., SEMMLER, J.G.; Neural adaptations to strength training: moving beyond transcranial magnetic stimulation and reflex studies. **Acta Physiology (Oxf)**, Inglaterra, v.202, n.2, p.119-140, jun./2011.

CLEMONS, J.M., AARON, C. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.1, p.82-87, mai./1997.

DE LUCA, C.J.; The use of electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, Holanda, v.13, n.2, p.135-163, abr./1997.

DRAKE, J.D.M.; CALLAGHAN, J.P.; Elimination of electrocardiogram contamination from electromyogram signals: an evaluation of currently used removal techniques. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Estados Unidos da América, v.16, n.2, p.175-187, 2006.

FLECK, J. S., KRAEMER W. J., **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3ª ed. Porto Alegre. Artmed: 2006.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, Estados Unidos da América, 37, n.2, p.145-168, abr./2007.

GABRIEL, D.A.; KAMEN, G.; FROST, G.; Neural adaptations to resistance exercise: Mechanisms and Recommendations for training practices. **Sports Medicine**, Estados Unidos da América, v.36, n.2, p.133-149, mar./2006.

GALVÃO. D.A.; TAAFE, D.R.; Single- vs. multiple-set resistance training: recent developments in the controversy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.18, p.660-667, out./2004.

GALVÃO. D.A.; TAAFE, D.R.; Resistance exercise dosage in older adults: single - versus multiset effects on physical performance and body composition. **Journal of American Geriatric Society**, Estados Unidos da América, v.53, p.2090-2097, jan./2005

GARBER, C.E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M.R.; FRANKLIN, B.A.; LAMONTE, M.J.; LEE, I.M.; NIEMAN, D.C.; SWAIN, D.P.; American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing

exercise. ***Medicine and Science in Sports and Exercise***, Estados Unidos da América, v.43, p.1334-1359, jan./2011.

GOMES, P.S.C., MEIRELLES, C.M., LEITE, S.P., MONTENEGRO, C.A.B., Confiabilidade da medida de espessuras musculares pela ultrassonografia. ***Revista Brasileira de Medicina do Esporte***, Brasil, v.16, n.1, p.41-41, fev./2010a.

HAKKINEN, K., KOMI, P.V., ALEN, M., KAUKANEN, H.; EMG, muscle fiber and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. ***European Journal Applied Physiology***, Reino Unido, v.56, p.419-427, mar./1987.

HANSEN, K.E.; KVAMME, N.H.; NILSEN, T.S.; RONNESTAD, B.; AMBJORSEN, I.K.; NORHEIM, F.; KADI, F.; HALLEN, J.; DREVON, C.A.; RAASTAD, T.; The effect of strength training volume on satellite cells, myogenic regulatory factors, and growth factors. ***Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports***, Dinamarca, v.28,p.1-12, dez./2012.

HASS, C.J.; GARZARELLA, L.; DE HOYOS, D.; POLLOCK, M.L.; Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. ***Medicine and Science in Sports and Exercise***, Estados Unidos da América, v.32, p.235-242, fev./2000.

HASS, C.J.; FEIGENBAUM, M.S.; FRANKLIN, B.A. Prescription of resistance training for healthy populations. ***Sports Medicine***, v.31, n.14, p.953-964, nov./2001.

HEYWARD, V.H., STOLARCZYK, L.M., ***Avaliação da composição corporal aplicada***. 3ª ed. São Paulo. Manole: 2000.

HOWARD, J.D.; ENOKA, R.M.; Maximum bilateral contraction are modified by neurally mediated interlimb effects. ***Journal of Applied Physiology***, Estados Unidos da América, v.70, n.1, p. 306-16, out./1991.

HUBAL, M.J., CLARKSON, P.; Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. ***Medicine and Science in Sports and Exercise***, Estados Unidos da América, v.37, n.6, p.964-972, ago./2005.

HUMBURG, H.; BAARS, H.; SCHRODER, J.; REER, R.; BRAUMANN, K.M.; 1-Set vs. 3-set resistance training: A crossover study. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, Estados Unidos da América, v21, p.578-582, mai./2007.

IVEY, F.M., TRACY, B.L., LEMMER, J.T.; Effects os strength training and detrain on muscle quality: age and gender comparisons. **Journal of Gerontology**, Estados Unidos da América, v.55, p.158-159. mar./2000.

KEMMLER, W.K.; LAUBER, D., ENGELKE, K., WEINECK, J.; Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.18, p.689-694, mai./2004.

KOMI, P.V.; **Strength and Power in sport**, 5a ed., Oxford: Blackwell, 2003.

KRAEMER, W.J.; Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. **National Strength and Conditioning Association**, Estados Unidos da América, v.5, p.8-61, abr./1983.

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

KRIEGER, J.W.; Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.24, p.1150-1159, abr./2010.

LEIS, A.A.; TRAPANI, V.C. **Atlas of Electromyography**. Oxford, NY: Oxford University Press, 2000.

LEMMER, J.T., HURLBUT, D.E., MARTEL, G. F., TRACY, B. L., IVEY, F. M., METTER, E. J., FOZARD, J. L., FLEG, J. L., HURLEY, B. F. Age and gender responses to strength training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Estados Unidos da América, v.32, n.8, p. 1505-1512, nov./2000.

LIANG, H.L.; Removal of EMG contamination from diaphragmatic EMG by nonlinear filtering. **Nonlinear Analysis-theory methods and applications**, Estados Unidos da América, v.63, n.5-7, p.745-753, 2005.

LOMBARDI, V.P., **Beggining weight training: the safe and effective way**. Dubuque, Brown: 1989.

MARSHALL, P.W.; McEWEN, M.; ROBBINS, D.W.; Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in

trainedmales. *European Journal Applied Physiology*, Reino Unido, v.111, p.3007-3016, out./2011.

MARX, J.O.; RATAMESS, N.A.; NINDL, B.C.; GOTSHALK, L.A.; VOLEK, J.S.; DOHI, K.; BUSH, J.A.; GOMEZ, A.L.; MAZZETTI, S.A.; FLECK, S.J.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J.; Low-volume circuit versus high- volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Estados Unidos da América, v.33, p.635-643, nov./2001.

McBRIDE, J.M.; BLAAK, J.B.; TRIPLETT-McBRIDE, T.; Effect of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. *European Journal of Applied Physiology*. Reino Unido, v.90, p.62-632, fev./2003.

McDONAGH, M.J.N., DAVIES, C.T.M., Adaptative response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology*. Reino Unido, v.52, p.139-155, set./1984.

MUNN J.; HERBERT, R.D.; HANCOCK M.J.; GANDEVIA, S.C.V.; Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Estados Unidos da América, v.37, p.1622-1626, mar./2005.

NARICI, M., VROI, G., S., LANDONI, L., MINETTI, A., E., CERRETELLI, P., Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal Applied Physiology*. Reino Unido, v. 59, n.3, p.310-319, mar./1989.

NARICI, M.V., MAGANARIS, C., REEVES, N.; Myotendinous alterations and effects of resistive loading in old age. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Dinamarca, v.15, n.6, p.392-401, dez./2005.

OSTROWSKI, K.J., WILSON, G.J., WEATHERBY, R. MURPHY, P.W., LYTTLE, A.D.; The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos da América, v.11, p.148-154, jun./1997.

PAULSEN, G.; MYKLESTAD, D.; RAASTAD, T.; The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Estados Unidos da América, v.17, p.115-120, set./2003.

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

PINTO, R.S.; CADORE, E.L.; CORREA, C.S.; SILVA, B.G.C.; ALBERTON, C.L.; LIMA, C.S.; MORAES, A.C.; Relationship between workload and neuromuscular activity in the bench press exercise. **Medicina Sportiva**, Itália, v.17, n.1, p.1-6, jan./2013.

PINCIVERO, DM., ALDWORTHET, C., DICKERSON, T., PETRY, C., SCHULTZ, T., Quadriceps-hamstring EMG activity during functional, closed kinetic chain exercise to fatigue. **European Journal of Applied Physiology**. Reino Unido, v.81, n.6, p.504-509, abr./2000.

PINCIVERO, DM., GANDHI, V., TIMMONS, M.K., COELHO, A.J., Quadriceps femoris electromyogram during concentric, isometric and eccentric phases of fatiguing dynamic knee extensions. **Journal of Biomechanics**, Estados Unidos da América, v.39, n.2, p.246-254, jan./2006.

RADAELLI, R.; BOTTON, C.; WILHELM, E.; BOTTARO, M.; LACERDA, F.; GAYA, A.; MORAES, K.; PERUZZOLO, A.; BROWN, L.; PINTO, R.; Low- and high-volume strength induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental Gerontology**, Inglaterra, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2013.04.003>.

RENNIE, M.J.; WACKERHAGE, H.; SPANGENBURG, E.E.; BOOTH, F.W.; Control of the size of the human muscle mass. **Annual Review of Physiology**, Estados Unidos da América, v.66, p.799-828, jul./2004.

RHEA, M.R.; B.A. ALVAR; BURKEIT, L.N.; Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. **Research quarterly for exercise and sport**, Estados Unidos da América, v.73, p. 485-488. nov./2002.

RHEA, M.R.; ALVAR, B.A.; BURKETT, L.N.; BALL, S.D.; A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Estados Unidos da América, V.35, P.456-464, mar./2003.

RONNESTAD, B.R.; EGELAND, W.; KVAMME, N.H.; REFSNES, P.E.; KADI, F.; RAASTAD, T.; Dissimilar effects of one- and three-set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Estados Unidos da América, v.21, p.157-163, jul./2007.

SAHALY, R., VANDEWALLE, H., DRISS, T., MONOD, H., Maximal voluntary force and rate of force developments in human – importance of instruction. ***European Journal of Applied Physiology***. Reino Unido, v.85, n.3, p.345-350, ago./2001.

SALE, D.G.; Neural adaptation to resistance training. ***Medicine and Science in Sports and Exercise***. Estados Unidos da América, v. 20, p.135-145, dez./1998.

SCHOENFELD, B.J.; The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, Estados Unidos da América, v.21, n.21, p.157-163, nov./2010.

SEYNNES, O. R., DE BOER M., NARICI M. V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. ***Journal of Applied Physiology***, v.102, p.368-373, jan./2007.

SHIMANO, T.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; VOLEK, J.S.; FLECK, S.J.; HAKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, Estados Unidos da América, v.20, n.4, p.819-823, jan./2006.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S.P.; Hormonal responses after various resistance exercise protocols. ***Medicine and Science in Sports and Exercise***, Estados Unidos da América, v.35, n.4, p.644-6548, mar./2003.

SOONESTE, H.; TANIMOTO, M.; KAKIGI, R.; SAGA, N.; KATAMOTO, S.; Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, Estados Unidos da América, v.27, n.1, p.8-13, set./2013.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, Estados Unidos da América, v.13, n.3, p.289-304, set./1999.

THOIRS, K., ENGLISH, C.; Ultrasound measures of muscle thickness: intra-examiner reliability and influence of body position. ***Clinical Physiology and Function Imaging***. Estados Unidos da América, v.29, n.6, p.440-446, jan./2009.

WEST, D.W.; KUJBIDA, G.W.; MOORE, D.R.; ATHERTON, P.; BURD, N.A.; PADZIK, J.P.; DE LISIO, M.; TANG, J.E.; PARISE, G.; RENNIE, M.J.; BAKER, S.K.; PHILLIPS, S.M.;

Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signalling in young men. *Journal of Physiology*, Estados Unidos da América, v.587, p.5239-5247, ago./2009.

## 9. ANEXO – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_,

concordo voluntariamente em participar do estudo “EFEITOS DE DIFERENTES VOLUMES DE TREINO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES DE HOMENS JOVENS DESTREINADOS, que me envolverá na participação de um programa de exercícios de força (exercícios em equipamentos de musculação). Entendo que os testes que realizarei têm o objetivo de avaliar a influência de uma série e três séries do exercício voador nos parâmetros neuromusculares e morfológicos, otimizando o treinamento de qualquer indivíduo, facilitando a aderência à prática de programas de treinamento de força. Além disso, receberei uma planilha com os dados encontrados ao longo do estudo. Além disso, receberei de maneira gratuita uma orientação qualificada para um programa de treinamento físico de longa duração. Assim como entendo que realizarei os dois métodos de treinamento, cada um com diferentes lados do corpo.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (rua Felizardo, nº 750, bairro Jardim Botânico), durante o período de 28 encontros, sob a coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e executado pelo mestrando Cristiano Ughini, e estou ciente da realização dos seguintes procedimentos:

- a) Dispor-me a realização do treinamento com diferentes volumes, uma e três séries.
- b) Passar por testes de ultra-sonografia do peitoral maior com o objetivo de avaliar a espessura muscular antes e após o treinamento com diferentes volumes.
- c) Passar por testes de capacidade de produção de força, tanto dinâmica quanto isométrica, antes e após o treinamento com diferentes volumes.
- d) Passar por testes de eletromiografia do peitoral maior antes e após o treinamento com diferentes volumes.
- e) Evitar qualquer alteração consistente nos meus níveis de atividade física, estilo de vida e dieta alimentar durante o período do estudo.

Entendo que durante os testes de esforço poderá haver riscos, desconforto e cansaço muscular temporário, havendo possibilidade de mudanças de minha frequência cardíaca e pressão arterial durante os testes e período de treinamento. Entendo que, como em qualquer

programa de treinamento físico, há possibilidade de lesões musculó-articulares durante o período de testes e treinamento. Porém, estou ciente que posso interromper os testes e o treinamento a qualquer momento, ao meu critério.

Entendo que terei minha participação excluída do estudo caso: Não participar de ao menos 20 sessões de treinamento ou apresente mais do que duas faltas consecutivas; Apresente limitações articulares que limitem a execução do programa de treinamento, podendo ou não colocar minha saúde em risco.

Entendo que tenho liberdade em recusar-me a participar ou retirar o consentimento em qualquer fase do estudo, sem sofrer penalização ou prejuízo e que não haverá qualquer compensação financeira pela minha participação no estudo.

Entendo que não terei nenhum tipo de ressarcimento por possíveis gastos com deslocamento para o local de avaliação e treinamento, além de alimentação no local e próximo ao local de avaliação e treinamento.

Entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e disponíveis somente sob minha autorização escrita. Caso sejam publicados, os dados não serão associados a minha pessoa.

Entendo que, caso julgue ter havido a violação de algum dos meus direitos, poderei fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 33083738.

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o Professor Ronei Silveira Pinto e o mestrando Cristiano Ughini se responsabilizarão por possível assistência pós-testes, quando necessária. Eventuais dúvidas serão esclarecidas a qualquer momento através do telefone (51)33085845, pelo professor Ronei Silveira Pinto e pelo aluno de mestrado Cristiano Ughini.

Estou ciente de que os custos que envolvem o projeto, bem como cada avaliação, serão arcados pelos pesquisadores responsáveis.

Por fim, estou ciente de que uma segunda via do TCLE será entregue a minha pessoa, no momento da assinatura deste termo, pelo pesquisador responsável.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável: \_\_\_\_\_

## 9. ANEXO II – JUSTIFICATIVA PESSOAL E ACADÊMICA

Na totalidade da monografia até o presente momento apresentada me mantive impessoal, sem empregar qualquer opinião ou parcialidade às informações. Todavia, acredito ser válido trazer uma breve descrição dos motivos acadêmicos que me trouxeram até aqui. Ao ler diversos artigos durante a minha graduação, notei que a grande maioria dos estudos que investigam as adaptações neuromusculares dos membros superiores, utilizam-se da técnica de ultrassonografia muscular, mensurando em sua grande maioria apenas a musculatura do bíceps ou do tríceps braquial. Todavia, sabe-se que os grupos musculares se adaptam de maneira diferente (PAULSEN et al., 2003; RADAELLI et al., 2013). Tendo em vista os aspectos citados anteriormente, busquei em meu trabalho de conclusão do curso (TCC) elaborar um protocolo de avaliação que fosse reprodutível e válido para mensurar a musculatura do peitoral maior. Assim, pude verificar agudamente o efeito do volume de treino nesta musculatura (artigo submetido). Como obtivemos os dados de maneira aguda, quis proporcionar sequência ao estudo anterior, verificando os efeitos crônicos do volume de treino na musculatura do peitoral maior, utilizando a mesma técnica desenvolvida.