

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE  
FORÇA REALIZADOS ATÉ A FALHA MUSCULAR NAS RESPOSTAS  
AGUDAS NEUROMUSCULARES E PERCEPTIVAS EM HOMENS  
TREINADOS**

SÁVIO ÁLEX ALMEIDA DA SILVA

Brasília  
2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE  
FORÇA REALIZADOS ATÉ A FALHA MUSCULAR NAS RESPOSTAS  
AGUDAS NEUROMUSCULARES E PERCEPTIVAS EM HOMENS  
TREINADOS**

SÁVIO ÁLEX ALMEIDA DA SILVA

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Educação Física pelo programa de Pós-Graduação em Educação física da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Martim Bottaro

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Celes

Brasília  
2020

## **AGRADECIMENTOS**

Sem desmerecer todas as etapas do mestrado, externar meus sentimentos de agradecimento a todos que estiveram envolvidos na elaboração e execução desse projeto sem cometer injustiças foi um grande desafio.

Agradeço aos meus familiares, por se fazer presente na minha formação humana e acadêmica sempre estando presente nos momentos necessários.

Agradeço imensamente aos meus avôs, Dolores e Joaquim, apesar de todas as dificuldades aceitaram cuidar de mim durante toda a minha infância. Um casal de analfabetos que sempre me incentivaram a estudar.

Agradeço aos meus pais, Iris e Nilson, por sempre me apoiarem nas minhas escolhas, sempre me incentivarem e todo o suporte dado.

Agradeço a minha companheira Stephanny, por estar presente durante todo esse processo de formação.

Agradeço ao meu orientador Martim por mais uma oportunidade. Obrigado imensamente pela liberdade, confiança e principalmente pela paciência.

Meu muito obrigado, ao meu coorientador Rodrigo Celes, sua participação foi fundamental para a elaboração desse projeto.

Agradeço aos membros do laboratório de força, Filipe Dinato, Lucas, Denis, Amilton, Alexandre, Macalé, Adriana e entre outros. Todas as discussões científicas, caronas e apoio logístico foram importantes para minha formação acadêmica.

Ao meu amigo “vicsino” (Victor Macedo). Obrigado por toda ajuda na criação da interface Phyton.

Ao “Rafilsk” (Rafael Cunha), uma pessoa indescritível. Obrigado por sempre está disponível.

Agradeço aos todos os voluntários que se disponibilizaram o seu tempo.

Ao programa de fomento de bolsa da CAPES.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Investigar as respostas agudas de três protocolos de treinamento de força (TF) na extensão unilateral de joelho em homens treinados. **MÉTODOS:** 9 sujeitos ( $23,3 \pm 3,0$  anos;  $87,1 \pm 10,6$  kg;  $178,9 \pm 5,4$  cm; e  $4,5 \pm 2,3$  anos de experiência em TF) em ordem contrabalanceada realizaram 3 protocolos experimentais: 1) protocolo de repetições máximas (PRMa); 2) protocolo de repetições submáximas (PRSu); e 3) protocolo de repetições combinadas (PRCb). O PRCb foi composto 4 séries submáximas seguidas por 2 séries máximas, enquanto que o PRMa e PRSu realizaram 6 séries na sua respectiva intensidade. Antes e após cada protocolo experimental foi mensurada a área de secção transversa (AST) do reto femoral (RF) e do vasto lateral (VL). A percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S) e percepção afetiva (P-AFT) foram medidas 15 minutos após cada protocolo experimental. Adicionalmente o volume-carga (VOCA) foi calculado. Análise da variância (ANOVA) de medidas repetidas foi utilizada para avaliar possíveis interações. **RESULTADOS:** O VOCA do PRCb (2003,9 kg) foi maior que o de PRSu (1749,4 kg) ( $p < 0,05$ ). Não foi encontrada diferença significativa no VOCA entre o PRCb e o PRMa (1909,4 kg) ( $p > 0,05$ ). Todos os protocolos aumentaram a AST do VL e RF no momento pós ( $p < 0,05$ ). O aumento da AST no RF foi maior para o PRMa (19,2%) e PRCb (14,1%) quando comparado ao PRSu (10,3%) ( $p < 0,05$ ). Não foi encontrada diferença significativa no RF entre o PRCb e o PRMa ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença entre PRMa (19%), PRSu (10,9%) e PRCb (14,6%) na AST do VL. A PSE-S foi superior para o PRMa (8,9) em comparação ao PRSu (5,2) e PRCb (6,9) ( $p < 0,05$ ). Além disso, o PRCb foi maior que PRSu na PSE-S ( $p < 0,05$ ). **CONCLUSÕES:** Os resultados sugerem que a combinação entre séries

máximas e submáximas (i.e., método combinado) pode ser uma estratégia interessante para praticantes de TF, visto que esse protocolo apresentou as mesmas respostas na AST aguda e de volume de treino que o PRMa, no entanto uma menor PSE-S.

**Palavras chaves:** Treinamento de força, séries máximas, séries submáximas, séries combinadas.

## ABSTRACT

**PURPOSE:** To investigate the acute responses of three strength training (ST) protocols in unilateral knee extension in trained men. **METHODS:** 9 subjects ( $23.3 \pm 3.0$  years;  $87.1 \pm 10.6$  kg;  $178.9 \pm 5.4$  CM; and  $4.5 \pm 2.3$  years of experience in ST) in counterbalance fashion performed 3 experimental protocols: 1) maximum repetitions protocol (PRMa); 2) 6 submaximal repetitions protocol (PRSu); and 3) mixed repetitions protocol (PRMd) The PRCb was composed of 4 submaximal sets, followed by 2 maximum sets, whereas PRMa and PRSu performed 6 sets in their respective intensity. Before and after each experimental protocol it was measured in the cross-sectional area (CSA) of the rectus femoris (RF) and vastus lateralis (VL), the session rate of perceived exertion (SRPE) and the perceived affective responses (AFT) were evaluated 15 minutes after each experimental protocol, additionally the volume-load (VOL) was calculated. The repeated measures variance analysis (ANOVA) was used to evaluate possible interactions. **RESULTS:** The VOL of PRMd ( $2003.9 \pm 517.5$  kg) was higher ( $p < 0.05$ ) than PRSu ( $1749.4 \pm 494$  kg). There was no significant difference in VOL between PRMd and PRMa ( $1909.4$  kg) ( $p > 0.05$ ). All protocols increased the CSA of the VL and RF at the post moment ( $p < 0.05$ ). The increase in CSA in RF was greater for PRMa (19.2%) and PRMd (14.1%) when compared to PRSu (10.3%) ( $p < 0.05$ ). No significant difference was found in the RF between PRMd and PRMa ( $p > 0.05$ ). There was no difference between PRMa (19%), PRSu (10.9%) and PRMd (14.6%) in VL. SRPE was higher for PRMa (8.9) compared to PRSu (5.2) and PRMd (6.9) ( $p < 0.05$ ). In addition, PRMd was higher than PRSu in SRPE ( $p < 0.05$ ). **CONCLUSIONS:** The results suggest that the combination of maximum and submaximal sets (e.g., mixed method) can be an interesting

strategy for TF practitioners, since this protocol presented the same responses in acute CSA and volume-load as PRMA, however a smaller PSE-S.

**Keywords:** Strength training, maximum sets, submaximal sets, mixed sets.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delineamento do estudo. ....	29
Figura 2. Realização do protocolo experimental no exercício de extensão unilateral do joelho. ....	31
Figura 3. Tabela de percepção de esforço de repetições em reserva (PSE-RIR). .....	32
Figura 4. Encoder rotativo acoplado ao eixo de rotação da cadeira extensora.	33
Figura 5. A e B Posicionamento do voluntário para realização da medida de AST. B utilização da fita esparadrapo. ....	35
Figura 6. Exemplo das imagens ultrassonográficas captadas. A antes do protocolo experimental e B após protocolo experimental. C e E análise do reto femoral e vasto lateral, respectivamente no software image-J.....	36
Figura 7. Escala de percepção subjetiva de esforço CR-10.....	38
Figura 8. Escala de percepção de afetividade.....	39
Figura 9. Valores de média e desvio padrão do número de repetições realizado nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu), e combinado (PRCb). * Maior que PRCb e PRSu ( $p < 0,05$ ); & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ); † Maior que PRMa e PRSu ( $p < 0,05$ ). ....	42

Figura 10. Valores de média e desvio padrão do volume-carga (Kg) da sessão realizado nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ). ..... 45

Figura 11. Valores de média e desvio padrão da percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S) nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \* Maior que PRSu e PRCb ( $p < 0,05$ ); & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ). ..... 47

Figura 12. Valores de média e desvio padrão da percepção afetiva nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). ..... 48

Figura 13. Valores de média e desvio padrão da área de secção transversa do músculo reto femoral nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \*\* Maior que o pré ( $p < 0,05$ ); ¥ Maior que o PRSu ( $p < 0,05$ ). ..... 50

Figura 14. Valores de média e desvio padrão da área de secção transversa do músculo vasto lateral nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \*\* Maior que o pré ( $p < 0,05$ ). ..... 51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas e nível de treinamento dos participantes (n=9). .....	41
Tabela 2. Valores da média e desvio-padrão do número de repetições a cada série nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). .....	43
Tabela 3. Valores da média e desvio-padrão do volume-carga realizado na 1 a 4 série e durante a 5 e 6 séries e o volume-carga total nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb) (n=9). .....	44
Tabela 4. Valores da média e desvio-padrão da percepção subjetiva da sessão (PSE-S), impulso de treinamento (IMPT) e a percepção de afetividade (P-AFT) nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). .....	46
Tabela 5. Valores da média, desvio-padrão e tamanho de efeito (TE) da área de secção transversa do músculo reto femoral antes e após os protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb) (n=9). .....	49
Tabela 6. Valores da média, desvio-padrão e tamanho do efeito (TE) da área de secção transversa do músculo vasto lateral antes e após os protocolos de	

repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado  
(PRCb) (n=9)..... 51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AST – Área de secção transversa

FEF/UnB - Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília

H<sup>+</sup> - Hidrogênio

P<sub>i</sub> - Fosfato inorgânico

PRCb - Protocolo de repetições combinadas

PRMa - Protocolo de repetições máximas

PRSu - Protocolo de repetições submáximas

PSE-RIR - Percepção subjetiva de esforço de repetições em reserva

PSE-S – Percepção subjetiva de esforço da sessão

RF – Reto femoral

RM – Repetição máxima

RMs – Repetições máximas

TE - Tamanho do efeito

TF - Treinamento de força

VL – Vasto lateral

α - Alfa

β - Beta

$\eta_p^2$  - Eta-quadrado parcial

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS E O MÉTODOS AVANÇADOS DE TREINAMENTO .....	19
2.2. RACIONALIDADE E ADAPTAÇÕES INICIAIS DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS	21
2.3. REPETIÇÕES MÁXIMAS E INCHAÇO MUSCULAR.....	22
2.4. REPETIÇÕES MÁXIMAS E PERCEPÇÃO SUJETIVA DE ESFORÇO DA SESSÃO .....	24
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. AMOSTRA .....	27
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
3.3. PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS .....	29
3.4. ANTROPOMETRIA.....	33
3.5. TESTE DE CARGA (10 RM) .....	34
3.6. ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA.....	34
3.7. VOLUME-CARGA DAS SESSÕES DE TREINAMENTO.....	36
3.8. RESPOSTAS PERCEPTIVAS.....	37
3.9. ANÁLISES ESTÁTISITICAS.....	39
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA .....	41
4.2. DESEMPENHO MUSCULAR (NÚMERO DE REPETIÇÕES) .....	41
4.3. DESEMPENHO MUSCULAR (VOLUME-CARGA) .....	43
4.4. RESPOSTAS PERCEPTIVAS.....	45
4.5. ALTERAÇÕES AGUDAS DA ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA .....	48
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>

<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>60</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>75</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) ou musculação é reconhecido por ser uma das melhores formas de treinamento físico para promover aumentos na força e massa muscular através de diversas alterações agudas e crônicas no sistema neuromuscular <sup>1,2</sup>. Baseados em evidências científicas ou de origem empírica, diversos métodos de treinamento tem sido empregados para otimizar esses objetivos <sup>3-5</sup>. Esses métodos usualmente manipulam as variáveis agudas do treinamento como a intensidade, o volume-carga, a ação muscular, a ordem dos exercícios, o intervalo de recuperação entre séries, a velocidade de execução e entre outros. Uma maneira de manipular a intensidade do TF e conseqüentemente, interferir nas respostas adaptativas do exercício é a utilização ou não de séries com repetições máximas (i.e., até a falha muscular concêntrica momentânea) <sup>6</sup>.

As séries com repetições máximas podem ser definidas como o momento quando os músculos não podem produzir torque suficiente para vencer a resistência externa além de um ângulo específico da articulação <sup>7,8</sup>. Estudos que compararam o efeito agudos do uso de repetições máximas *versus* repetições submáximas demonstraram que o treino até a falha muscular prejudica a capacidade de produção de potência muscular <sup>9,10</sup>, provoca uma maior depleção nas vias energéticas <sup>11</sup>, aumenta o tempo de recuperação entre sessões <sup>10,12,13</sup> de treino, além de não aumentar as respostas agudas de ativação muscular <sup>14,15</sup>. Na mesma linha, estudos que avaliaram as adaptações crônicas reportaram que a utilização de repetições máximas não produz ganhos adicionais na força e massa muscular em jovens (treinados ou destreinados) ou idosos desde que o volume-carga do protocolo de treinamento submáximo seja similar <sup>6,14,16-22</sup>.

A manipulação da intensidade do treino por meio de repetições máximas ou submáximas têm sido utilizadas primariamente para ganhos de força e massa muscular. No entanto, a inicialização do anabolismo muscular é um processo complexo e dependente da interação de diversos mecanismos. Experimentos *in vitro* mostraram que uma célula muscular hidratada (i.e., inchaço muscular) pode ativar as vias envolvidas na síntese proteica <sup>23</sup>. Interessantemente, bioprodutos (i.e., H<sup>+</sup>; Pi, entre outros) do meio extra e intracelular favorece o influxo de líquidos no músculo <sup>24</sup>. Evidências prévias têm demonstrado que o inchaço muscular está associado ao volume-carga <sup>25,26</sup>. Na mesma linha, Gorostiaga e colegas <sup>27</sup> reportaram que o treinamento até a falha muscular pode gerar um maior estresse metabólico <sup>27</sup>. Assim, especula-se que o TF até a falha pode ocasionar um maior inchaço muscular devido a sua associação com estresse metabólico, contudo suas respostas ainda são desconhecidas.

Com o intuito de aumentar o volume-carga e conseqüentemente as respostas crônicas do TF, os praticantes de têm utilizado repetições máximas no entanto o seu uso pode interferir diretamente no desempenho muscular resultando na queda do número de repetições das séries subsequentes <sup>10,28,29</sup>. Desta forma, treinos utilizando repetições máximas não necessariamente são capazes de apresentar um maior o volume-carga da sessão de treino quando comparado a treinos com repetições submáximas<sup>29</sup>. Considerando as evidências presentes acerca do treinamento até a falha muscular, praticantes tem utilizado uma estratégia que poderia aumentar o volume-carga por meio da combinação entre séries com repetições máximas e submáximas. Por exemplo: realizar as três primeiras séries com repetições submáximas e última ou as duas últimas séries com repetições máximas. Este modelo de treinamento vem sendo

chamado de método combinado essa estratégia de treinamento parece ser interessante para otimizar as respostas anabólicas sem gerar prejuízo no volume-carga. Contudo, as respostas agudas de volume-carga desse modelo de treinamento ainda são escassas.

O monitoramento do estresse fisiológico da sessão (i.e., carga interna) é uma importante ferramenta para minimizar riscos de lesões e ou *overtraining*<sup>30</sup>. Diversos marcadores têm sido empregados para quantificar a carga interna de uma sessão de TF, como a percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S), respostas metabólicas, hormonais, imunes e marcadores cardiovasculares<sup>12,28,31</sup>. Contudo, não existe um padrão-ouro para mensurar a carga interna<sup>31</sup>. A PSE-S por ser um método válido, de baixo e custo e fácil aplicabilidade se tornou um dos métodos mais populares para quantificação da carga interna<sup>32,33</sup>. As respostas da PSE-S são afetadas por fatores como a carga levantada<sup>32,34</sup>, volume-carga<sup>35</sup> e programas de TF realizados até a falha muscular ou não<sup>28,29,36</sup>. No entanto, as respostas de PSE-S em TF utilizando o modelo combinado ainda não foram investigadas.

Assim, sabendo que as respostas agudas do volume-carga, inchaço muscular e carga interna (i.e., estresse fisiológico) podem interferir diretamente nas adaptações neuromusculares, o melhor conhecimento das respostas dessas variáveis após os diferentes modelos de TF até a falha ou não podem auxiliar numa melhor prescrição desse modelo de treinamento em praticantes avançados de TF. Nesse sentido, objetivo do presente estudo é investigar as alterações agudas provenientes de protocolos de TF com séries máximas, séries submáximas e um modelo combinado no volume-carga, área de secção

transversa (i.e., inchaço muscular), percepção subjetiva de esforço e percepção afetiva em homens treinados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS E O MÉTODOS AVANÇADOS DE TREINAMENTO

O treinamento de força (TF) é considerado um método eficaz para aumentos na força e massa muscular <sup>1</sup>. Para evitar um platô e maximizar esses ganhos diversos, métodos de treinamento têm sido propostos para pessoas com experiência em musculação <sup>3</sup>. Em grande maioria estes métodos de treinamento foram propostos de origem empírica, com o intuito de intensificar as sessões de treinamento. Para isso, profissionais da área em geral manipulam as variáveis agudas do TF. Repetições forçadas, repetições negativas, *drop-set*, pirâmide crescente, pirâmide decrescente, *fascia stretch training* (FST-7), *german volume training* (GVT), superset, pré-exaustão, *bi-set*, *tri-set*, super lento, seis-vinte, pausa-descanso, pico de contração, *set 21*, *cluster set*, além de recursos externos como uso de manguitos para gerar restrição de fluxo sanguíneo são alguns dos métodos de TF avançados propostos para intensificar as sessões de treino.

Grande parte desses métodos quando elaborados tem como objetivo um caráter fatigante e conseqüentemente uma maior acumulação de metabólicos. Para isso, geralmente esses modelos de treinamento realizam repetições até a falha muscular concêntrica para atingir esse objetivo. Interessantemente, as primeiras publicações sobre o treinamento de força foram sobre uma estratégia de treinamento com a utilização de repetições máximas. Thomas DeLorme <sup>37</sup>, indagado pela lenta recuperação dos combatentes de guerra, propôs um método de treinamento para acelerar a recuperação ou melhorar a qualidade de vida dos soldados. O método era constituído de 3 séries progressivas: 1) 1 série com 50%

das 10 repetições máximas (RMs); 2) 1 série com 75% dos 10 RMs; 3) 1 série de 10 repetições até a falha muscular.

Os estudos iniciais que avaliariam a interferência da fadiga muscular utilizando as repetições máximas mostraram vantagem na utilização da mesma quando comparados com protocolos menos fatigantes (i.e., séries submáximas) na capacidade de produzir força <sup>38 39</sup>, contudo esses estudos também apresentaram um maior volume-carga da sessão. Os estudos que compararam séries máximas e séries submáximas não demonstraram ganhos adicionais na força e massa muscular seja em sujeitos jovens ou idosos, destreinados ou treinados, quando o volume-carga das sessões era equalizado <sup>6,14,16-22</sup>.

Em grande parte, os métodos avançados de TF ainda não foram estudados. Os achados de Angleri e colegas <sup>4</sup> ajudam a entender e uma possível explicação quanto aos métodos avançados de TF e as adaptações crônicas de força e massa muscular. Os pesquisadores recrutaram trinta e dois homens altamente treinados para realizar os seguintes protocolos: 1) Tradicional (3–5 séries de 6–12 repetições a 75% 1-RM); 2) pirâmide crescente (3–5 séries de 6–15 repetições a 65–85% 1-RM); e 3) drop-set (3–5 séries a ~50–75% 1-RM). A respeito do delineamento, em um membro inferior os voluntários realizam o protocolo tradicional enquanto no outro os voluntários realizaram drop-set ou pirâmide crescente. O volume-carga dos protocolos foi equalizado. Como resultado, os autores reportaram que os métodos de pirâmide crescente e drop-set não trazem ganhos adicionais de força e massa muscular quando comparado ao protocolo tradicional. Os achados de Angleri e colegas <sup>4</sup> e os estudos que avaliaram as séries máximas <sup>6,14,16-21</sup> demonstraram que treinos

com caráter mais fatigantes não são necessariamente mais interessantes e por isso, podem ser evitados.

## **2.2. RACIONALIDADE E ADAPTAÇÕES INICIAIS DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS**

A racionalidade que é utilizada para prescrever a utilização de repetições até a falha muscular está no fato de que: 1) um número maior de unidades motoras é ativado; e 2) um maior estresse metabólico é promovido <sup>7,40</sup>.

A respeito da ativação muscular, Sundstrup et al. <sup>15</sup> avaliaram a ativação muscular através de eletromiografia de superfície (EMG) durante séries com repetições máximas no exercício de elevação lateral. Os autores reportaram que existe um platô de 3-5 repetições na EMG antes da falha muscular ocorrer. Interessantemente, Nobrega e colegas reportaram que independente do percentual de cargas utilizado, baixas ou altas, o comportamento de ativação muscular avaliado por EMG é similar quando se comparar séries de repetições máximas e submáximas <sup>14</sup>.

Já ao observar as evidências quanto ao estresse metabólico, Gorostiaga et al. <sup>27</sup> compararam as respostas agudas de dois protocolos distintos, 5 séries de 10 máximas *versus* 10 séries de 5 submáximas realizados no exercício *leg press*, no lactato sanguíneo e muscular. Ambos os protocolos foram capazes de aumentar os valores dos marcadores de estresse metabólicos. Contudo, os valores do protocolo máximo foram superiores ao protocolo submáximo mesmo com o volume-carga similar entre eles.

Vale destacar que outras adaptações fisiológicas demonstram desvantagem na utilização de repetições máximas. Já foi visto que séries

máximas ocasionam maior resposta hemodinâmica <sup>41</sup>, diminuição na secreção de hormônios anabólicos <sup>38</sup>, aumento na secreção de hormônios catabólicos <sup>42</sup> além de necessitar de um maior tempo de recuperação muscular entre sessões de treinamento <sup>10,13</sup> quando comparado com séries submáximas.

### **2.3. REPETIÇÕES MÁXIMAS E INCHAÇO MUSCULAR**

Vieira e colegas <sup>25</sup> compararam ações musculares concêntricas e excêntricas no inchaço muscular realizadas no exercício de extensão unilateral do joelho em dinamômetro isocinético. Para isso, foi recrutado uma amostra mista (i.e., homens e mulheres) de doze voluntários. Inicialmente os voluntários realizavam 50 repetições concêntricas a  $120^{\circ}\cdot s^{-1}$  em um lado e, posteriormente, no membro contralateral os voluntários realizavam ações excêntricas com o trabalho total similar ao realizado nas ações concêntricas. Foi utilizado a espessura muscular para avaliar o inchaço muscular do vasto lateral antes de iniciar o primeiro protocolo e imediatamente após cada protocolo do estudo. Os autores reportaram que a ação muscular concêntrica foi a única capaz de promover inchaço muscular. Interessantemente, os autores encontraram uma associação entre o trabalho total realizado do protocolo concêntrico e o inchaço muscular ( $r=0,76$ ).

Jenkins e colaboradores <sup>26</sup> recrutaram uma amostra mista de dezoito sujeitos com experiência em treinamento de força para analisar as alterações agudas da área de secção transversa (AST) dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) em 2 protocolos de TF (80% de 1 RM e 30% de 1RM) no exercício de extensores do joelho. Ambos protocolos foram realizados até a falha muscular e foram compostos por 3 séries. Os autores reportaram que houve um

aumento do momento pós para o pré para ambos os músculos em e protocolos. O protocolo que treinou à 30% de 1 RM atingiu um maior volume-carga apresentou um maior aumento agudo da AST quando comparado com o protocolo 80%. No entanto, a influência das diferentes cargas não foi explicada, uma vez que houve uma diferença no volume-carga dos protocolos.

Os achados de Muddle e colaboradores <sup>43</sup> ajudam a explicar a interferência de diferentes cargas no inchaço muscular. Os autores compararam contrações isométricas com diferentes percentuais alto (70%) e baixo (30%) da máxima contração isométrica (70 e 30%) em vinte e três homens com experiência em treinamento de força. Ambos os protocolos eram realizados até falha voluntária, quando os voluntários não conseguiam sustentar o torque alvo. A integral do tempo sob tensão (i.e., volume-carga) foi similar entre protocolos. Como resultados foram reportados que ambos os protocolos foram capazes de aumentar do momento pós para o pré a AST, no entanto, sem diferenças entre eles. Esses resultados reforçam a ideia que as alterações agudas AST estão relacionadas ao volume-carga e não ao percentual de carga utilizado.

As alterações osmóticas do meio extracelular para os meio intracelular podem alterar a função e as estruturas das células musculares <sup>44</sup>. Argumenta-se que a hidratação celular, proveniente do TF ativa as proteínas-G, desencadeando processos celulares como ativação das vias mTOR e as MAPK <sup>23</sup>. Recentemente, Hirono e colaboradores <sup>45</sup> publicaram dados promissores quanto a medida aguda da hiperemia através do ultrassonografia. Os autores compararam a relação entre hiperemia imediatamente após a primeira sessão de TF e hipertrofia muscular após 6 semanas de TF usando a EM através de

ultrassonografia. Foi encontrada uma correlação positiva significativa entre o hiperemia aguda e a hipertrofia muscular ( $r=0,443$ ;  $p=0,039$ ).

#### **2.4. REPETIÇÕES MÁXIMAS E PERCEPÇÃO SUJETIVA DE ESFORÇO DA SESSÃO**

Santos e colegas <sup>29</sup> avaliaram a influência de séries máximas (repetições até a falha concêntrica) e submáximas (interrupção baseada na velocidade). Para isso, foram recrutadas doze mulheres com experiência em TF para realizar o exercício de agachamento com a carga fixa de 10 RMs. As voluntárias foram orientadas a executar a fase concêntrica do movimento em máxima velocidade intencional. As voluntárias realizaram 2 protocolos: 1) 4 séries máximas; e 2) 4 séries submáximas, ambos protocolos com 2 minutos de intervalo entre as séries. A percepção subjetiva de esforço da sessão foi tomada 30 minutos após cada protocolo experimental. Como resultado foi reportado uma maior PSE-S para o protocolo máximo quando comparado ao protocolo submáximo ( $5,25 \pm 1,23$  vs  $3,79 \pm 1,85$ ).

Fonseca e colegas <sup>36</sup>, em um delineamento cruzado compararam 2 protocolos de TF em vinte e dois homens no exercício de agachamento. O protocolo máximo realizou 4 séries com a carga de 12RMs já o protocolo submáximo realizou 8 séries com a 50% da carga de 12 RMs. O volume-carga da sessão foi equalizado entre os protocolos enquanto a PSE-S foi tomada 30 minutos após cada protocolo. Os autores reportaram observaram uma maior PSE-S no protocolo máximo quando comparado ao submáximo ( $4,0 \pm 0,98$  vs  $3,5 \pm 0,6$ ).

Shibata e colegas <sup>28</sup> compararam dois protocolos do exercício de agachamento, com e sem falha muscular, nas alterações hormonais, lactato sanguíneo e na PSE-S em 10 homens com experiência em TF. O protocolo máximo consistia na realização de 3 séries até a falha muscular com 75% de 1 RM enquanto o protocolo submáximo realizava o exercício com a mesma carga, mais distribuía o número de repetições alcançado no protocolo máximo no dobro de séries, ou seja, em seis séries. Os marcadores hormonais e metabólico foram mensurados antes e após cada protocolo e a PSE-S foi tomada 30 minutos após. A PSE-S foi maior para o protocolo máximo quando comparado ao protocolo submáximo ( $8,3 \pm 1,2$  vs  $4,1 \pm 1,4$ ). Essa mesma tendência de aumento para o protocolo máximo ocorreu para os marcados hormonais e metabólico.

A respeito da interferência de múltiplos protocolos até a falha muscular, Vasquez et al. <sup>46</sup> avaliaram o efeito de 3 protocolos realizados até a falha muscular no exercício de agachamento a 50%, 70% e 90% de 1 RM. A PSE-S foi tomada através da tabela de Borg, 30 minutos após cada protocolo. Como resultado, foi reportado que a PSE-S foi similar entre todos os protocolos (50% 1RM=  $16,7 \pm 2,2$ ; 70% 1RM=  $16,5 \pm 1,6$ ; e 90% 1RM=  $17,4 \pm 1,5$ ) no entanto, o protocolo que treinou à 50% 1RM apresentou um maior número de repetições ( $36,6 \pm 9,4$ ) quando comparado aos demais protocolos, além disso o protocolo 70% 1 RM ( $15,6 \pm 5$ ) foi maior que o de 90% 1 RM ( $5,9 \pm 2,9$ ). Esses resultados sugerem que protocolos que são realizados até a falha muscular podem apresentar um efeito de confusão.

Para minimizar o efeito confunditório quando se compara 2 ou mais protocolos até a falha muscular, tem sido sugerido do impulso do treino que nada mais é que o produto da PSE-S por um marcado de carga externa (p.ex., volume-

carga ou número de repetições). Pensando nisso, Martorelli e colegas <sup>47</sup> recrutaram doze homens com experiência em TF para realizar três protocolos diferentes de TF nos exercícios agachamento e supino: 1) Protocolo potência composto por 5 séries de 6 repetições em 50% 1RM, 2 minutos de descanso (submáximo); 2) Protocolo hipertrofia composto por 5 séries máximas 75% 1RM, 2 minutos de descanso; e 3) Protocolo força composto por 5 séries máximas 90% 1RM, 3 minutos de descanso. A PSE-S, o impulso do treino, marcadores hormonais e metabólicos foram mensurados. O protocolo hipertrofia apresentou um maior volume-carga quando comparado aos demais protocolos, outra diferença entre os protocolos no volume-carga foi que o protocolo potência foi maior que o protocolo força. A PSE-S foi superior no protocolo hipertrofia e força foi maior que o protocolo potência. Os resultados do impulso de treinamento foram diferentes da PSE-S, pois o protocolo hipertrofia foi superior aos demais, mas sem diferenças entre o protocolo potência e o protocolo força. O cortisol e o lactato sanguíneo apresentaram um resultado similar aos resultados do impulso de treino, no qual o protocolo hipertrofia foi superior aos protocolos potência e força.

### 3. MATERIAIS E METÓDOS

#### 3.1. AMOSTRA

Através do software G\*power (versão 3.1.9.2) foi realizado um cálculo amostral “a priori” de ANOVA de medidas repetidas, no qual foi estimado uma amostra de 7 voluntários. Foram levadas em considerações as seguintes especificações: 1) alfa de 0,05; 2) power ( $1 - \beta$ ) de 0,8; e 3) tamanho do efeito (TE) de 0,43. O TE foi baseado em estudo similar <sup>26</sup>. Foram recrutados dezoito voluntários para participar deste estudo de forma voluntária. Destes dois não atenderam ao critério de inclusão (dificuldades em realizar o exercício com amplitude mínima), um desistiu de participar da pesquisa enquanto que seis voluntários tiveram suas participações suspensas devido a pandemia de coronavírus. Logo concluíram e participaram de todo o protocolo experimental nove voluntários. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: I- ser homem com idade entre 18 a 30 anos; II- realizar treinamento de força sem interrupções há pelo menos 1 ano; III conseguir realizar o exercício de extensão unilateral de joelho; IV- não apresentar diabetes, doenças cardiovasculares, e hipertensão; V- não apresentar doenças que possam ser agravadas com o treinamento de força; VI- não apresentar histórico recente de lesões (<6 meses) osteomioarticular e/ou neuromuscular envolvendo os membros inferiores; e VII- não estar fazendo uso de droga sintética anabólica (DSA). Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: I- Dores osteomioarticular anormais durante os protocolos de treinos; II- fazer uso de suplementos alimentares durante o período de pesquisa. Além disso, durante o período de participação neste projeto, foi solicitado aos voluntários não realizar exercícios de membros inferiores. Também foram orientados a manter seus hábitos alimentares, de sono, e de

ingestão de líquidos. Os voluntários responderam questionários sobre experiência em TF (anexo 1), e um questionário internacional de atividade física (IPAQ). Os participantes assinaram e concordaram com sua participação por meio do termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (anexo 2). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário do Distrito Federal (CAAE: 31793520.5.0000.5650).

### **3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

Com o intuito de investigar as alterações agudas de sessões de TF utilizando séries com repetições máximas, submáximas ou combinadas durante o exercício de extensão unilateral do joelho nas respostas neuromusculares e perceptivas, os voluntários compareceram em cinco encontros no laboratório de Treinamento de Força da Universidade de Brasília. Todas as visitas tiveram o horário padronizado (+/- 1 h). Durante a primeira visita os voluntários preencheram os questionários e o termo de consentimento livre e esclarecido, logo em seguida foi realizado um teste de carga de 10 RMs no exercício de extensão unilateral do joelho. Ao final foi realizada uma familiarização com as seguintes tabelas: Percepção de repetições de reserva (PSE-RIR); percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S); e percepção afetiva. No segundo encontro foi realizada a confirmação da carga do teste de 10 RMs e novamente uma familiarização com as tabelas do primeiro encontro. Nos encontros posteriores em ordem contrabalanceada foram realizadas as três sessões experimentais dos protocolos de treinamento: 1) repetições máximas, 2) repetições submáximas, e 3) modelo combinado. O intervalo entre protocolos experimentais adotado foi de no mínimo 72 horas e no máximo de 168 horas.

Antes e após cada protocolo experimental foi mensurada a área de secção transversa (AST). Enquanto que a PSE-S e a percepção afetiva foram tomadas 15 min após cada o protocolo. A figura 1 elucida o delineamento do presente projeto.

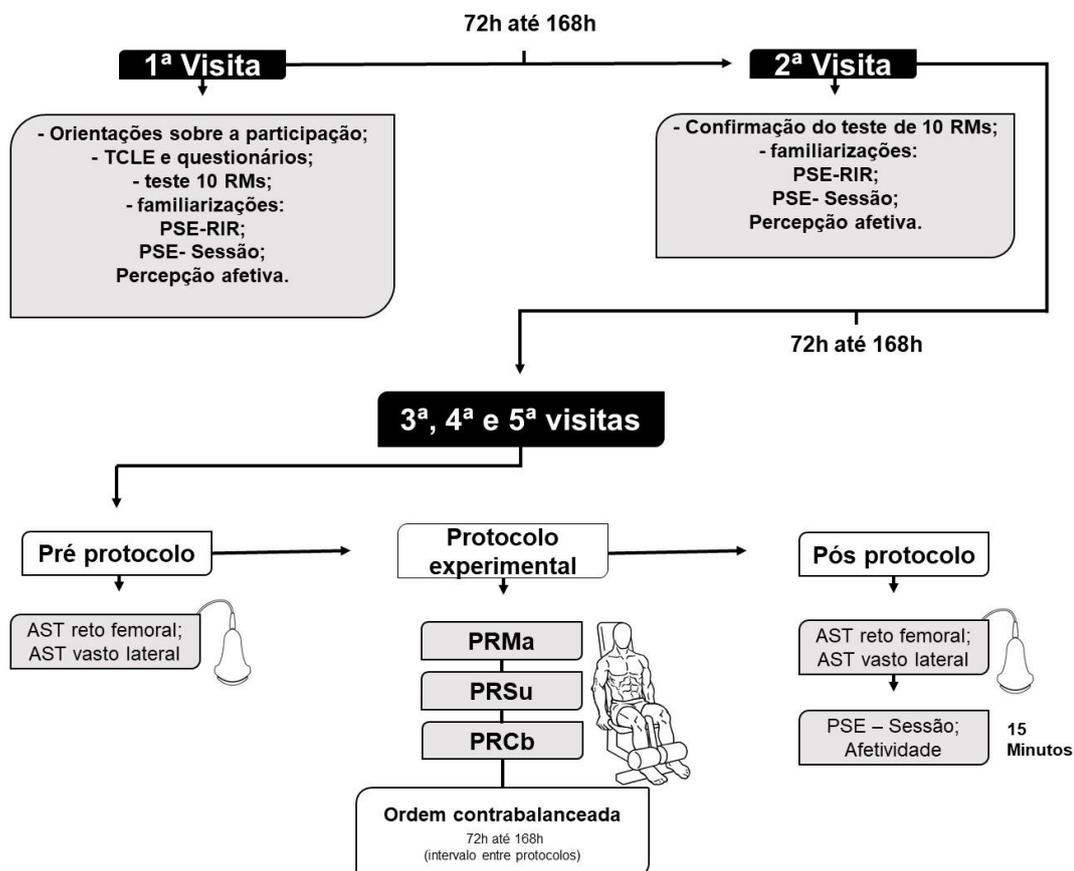


Figura 1. Delineamento do estudo.

### 3.3. PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS

Todos os indivíduos realizaram três sessões de protocolos de treinamento na cadeira extensora (righetto fitness, high on system, Campinas-SP). Todos os protocolos foram realizados com a perna direita (figura 2). Os três protocolos foram os seguintes: 1) protocolo de séries com repetições máximas (PRMa, 6 séries de repetições máximas até a falha concêntrica), 2) protocolo de repetições

submáximas (PRSu, 6 séries de repetições submáximas até atingir 7 na PSE-RIR), 3) protocolo combinado (PRCb, 4 séries de repetições submáximas até atingir 7 na PSE-RIR e 2 séries máximas até a falha concêntrica). O intervalo de recuperação entre séries foi de dois minutos <sup>48,49</sup>. A carga dos protocolos experimentais foi definida por meio do teste de dez repetições máximas (10RMs). A carga foi mantida durante todas as séries. Dois minutos antes de cada protocolo experimental foi realizado um aquecimento na cadeira extensora. O aquecimento foi constituído por 1 série de 10 repetições com com 50% da carga de 10 RMs.

Foram adotados os seguintes critérios para caracterização de falha muscular concêntrica: 1) o voluntário produzir torque, no entanto não conseguir realizar o movimento articular; e 2) perda de amplitude de movimento (i.e., interrupção do protocolo ao realizar 2 repetições com um movimento articular menor que 70 graus). Para os protocolos de repetições submáximas a intensidade do treinamento foi controlada através da tabela de percepção subjetiva de esforço (PSE) de repetições em reserva (PSE-RIR) criada por Hackett et al. <sup>50</sup>. A tabela de PSE-RIR apresenta valores normativos que variam de 10 (esforço máximo, não realizaria mais nenhuma repetição) à 1 (realizaria nove repetições). Os voluntários foram orientados a realizar uma autorregulação da intensidade para encerrassem as séries submáximas em 7 da PSE-RIR (i.e., 3 repetições em reserva). A autorregulação através da PSE-RIR tem se mostrado um instrumento válido e eficaz para a regulação de intensidade <sup>51-54</sup>. Um modelo da tabela de PSE-RIR é apresentado na figura 3. Os voluntários foram familiarizados com um metrônomo digital durante as duas visitas para

executarem o exercício com uma cadência de 2 segundos na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica.



Figura 2. Realização do protocolo experimental no exercício de extensão unilateral do joelho.

<b>Percepção</b>	<b>Descrição do esforço percebido</b>
10	Esforço máximo
9	1 repetição em reserva
8,5	1-2 repetições em reserva
8	2 repetições em reserva
7,5	2-3 repetições em reserva
7	3 repetições em reversa
5-6	4-6 repetições em reserva
3-4	Esforço baixo
1-2	Baixo ou nenhum esforço

Figura 3. Tabela de percepção de esforço de repetições em reserva (PSE-RIR).

Para auxiliar no controle dos protocolos experimentais foi acoplado um encoder rotativo incremental Omron E6B2-CWZ6C 2000P/R 2M, conectado em um microcontrolador ESP32 no eixo de rotação da cadeira extensora que codifica o movimento de rotação em sinais digitais (figura 4). Esses sinais foram processados pelo microcontrolador para encontrar a posição angular do eixo em função do tempo. O modelo utilizado fornece 2000 pulsos por rotação, o que permite uma resolução de 0,18 graus. Os dados foram transmitidos (via USB) para uma interface desenvolvida em linguagem de programação Python, através

desta interface foi possível visualizar momentos articulares durante toda a amplitude do movimento e em todos os protocolos. Além disso, um atuador vibratório (sonorizador) foi utilizado para fornecer um feedback sonoro, para os voluntários, da amplitude máxima do movimento na fase concêntrica e excêntrica. Esse atuador foi conectado no microcontrolador e configurado para vibrar quando o ângulo processado ultrapassa uma posição angular mínima ou máxima predefinida. Essas posições foram definidas em  $100^\circ$  (limite inferior) e  $30^\circ$  (limite superior) de extensão do joelho.



Figura 4. Encoder rotativo acoplado ao eixo de rotação da cadeira extensora.

### 3.4. ANTROPOMETRIA

Para a caracterização da amostra foram realizadas mensuração da estatura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC). A massa corporal foi

aferida através de uma balança digital com resolução de 50 g (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP). A mensuração da estatura foi realizada utilizando-se de um estadiômetro com resolução de 0,1 cm (Sanny, modelo Profissional, São Bernardo do Campo, SP) fixado na parede. O IMC foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

### **3.5. TESTE DE CARGA (10 RMs)**

O teste de 10 RMs foi conduzido através de tentativa e erro. Antes de se iniciar as tentativas foram realizados dois aquecimentos : 1) oito a dez repetições com 40% da carga de 10 RMs estimada; 2) descanso de 60 segundos com alongamento leve, seguido de seis a oito repetições com 60% da carga de 10RMs estimada; 3) após 60 segundos, iniciou-se as tentativas até encontrar a carga de 10 RMs. Foram permitidas até 3 tentativas e sempre que necessário o peso foi ajustado entre 5–10% para encontrar a carga adequada. O máximo peso levando em 10 repetições foi adotado como a carga de treinamento.

### **3.6. ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA**

As alterações agudas da área de secção transversa (AST) do reto femoral (RF) e do vasto lateral (VL) foram mensuradas por meio de imagens ultrassonográficas. Para isso foi utilizado um ultrassom portátil (marca GE Healthcare; modelo LOGIQ E) de modo B com uma probe de multifrequência (12L-RS; 5–13 MHz). Os voluntários foram posicionados deitados em decúbito dorsal em uma maca com os joelhos levemente flexionados, e as pernas relaxadas. Foram utilizadas fitas no tornozelo para amenizar possíveis

movimentos da perna. Todas as imagens panorâmicas foram realizadas no ponto médio da coxa entre borda superior da patela e espinha íliaca antero superior <sup>26,55</sup>. Antes de dar início a avaliação, foi realizado uma marcação com caneta semipermanente de um plano perpendicular a coxa e em eixo longitudinal para como medida de avaliação. Para auxiliar o avaliador foi utilizado uma fita esparadrapo sobre a marcação da caneta (Figura5b). Para otimizar o acoplamento das imagens foi utilizado gel de transmissão solúvel em água aplicado a pele. As configurações do aparelho foram pré-estabelecidas (frequência: 10 MHz; ganho 41 dB) para a otimização das imagens enquanto a profundidade da sonda foi padronizada individualmente levando em consideração a espessura da coxa do voluntário. O avaliador realizou o mínimo de pressão sobre a pele com a sonda. As imagens ultrassonográficas foram realizadas antes e cinco minutos após cada protocolo experimental



Figura 5. A e B Posicionamento do voluntário para realização da medida de AST. B utilização da fita esparadrapo.

Para quantificar a área (i.e., cm<sup>2</sup>) das imagens capturadas foi utilizado o software Image-J (National Institute of Health, USA, version 1.47). Antes das análises, cada imagem foi calibrada individualmente no software em pixel/cm utilizando a função de linha reta do Image-J. A determinação da AST do RF e VL foi feita utilizando uma a função polígono do software, foi circulada toda área do músculo de interesse sem incluir o limite das fáscias. A figura 6 exemplifica como foi realizada a análise das imagens. Todas as avaliações foram feitas pelo mesmo avaliador.

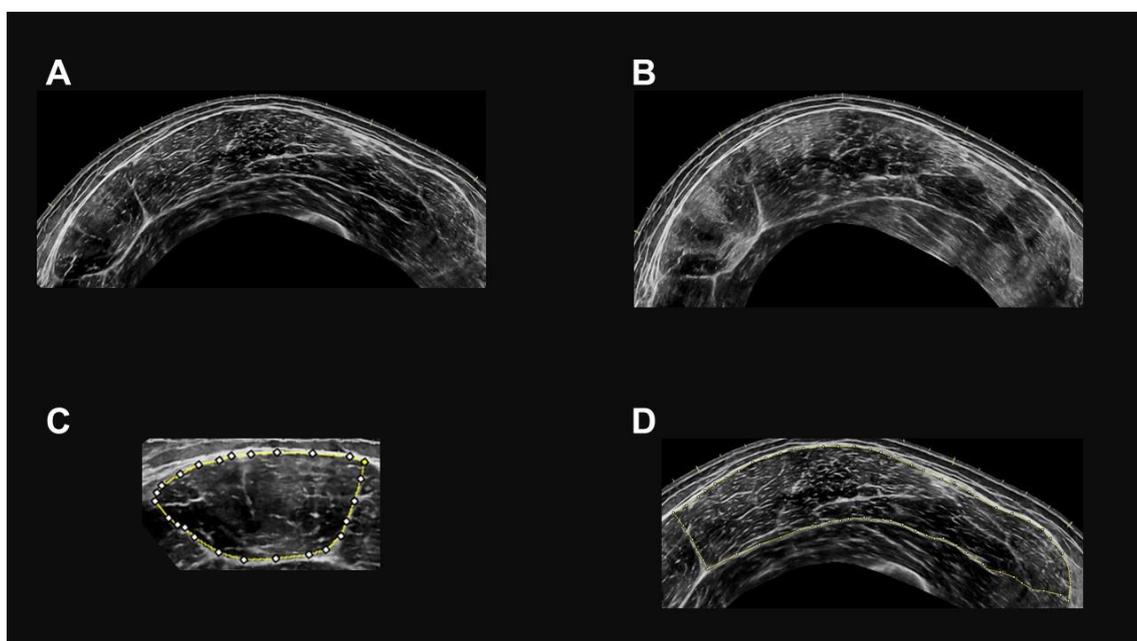


Figura 6. Exemplo das imagens ultrassonográficas captadas. A antes do protocolo experimental e B após protocolo experimental. C e D análise do reto femoral e vasto lateral, respectivamente no software image-J.

### 3.7. VOLUME-CARGA DAS SESSÕES DE TREINAMENTO

O volume-carga de cada protocolo de avaliação foi quantificado por meio da fórmula: número total de repetições X carga total da sessão de treinamento<sup>56</sup>.

### **3.8. RESPOSTAS PERCEPTIVAS**

Quinze minutos após o término de cada sessão de exercício, os voluntários classificaram a sua percepção de esforço de toda a sessão de TF com base na escala de Borg<sup>32</sup> respondendo à pergunta “Como foi o seu treino? Números de zero a dez na escala foram usados para classificar a intensidade de toda a sessão de treino (figura 7). Os voluntários indicaram verbalmente um número na escala que indica o quão difícil foi o esforço sentido durante a sessão de treinamento. Adicionalmente o impulso de treinamento (IMPT) foi calculado (PSE-S X número de repetições)<sup>57</sup>.

<b><i>Como foi seu treino?</i></b>	
<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>0</b>	Repouso
<b>1</b>	Muito, muito fácil
<b>2</b>	Fácil
<b>3</b>	Moderado
<b>4</b>	Um pouco difícil
<b>5</b>	Difícil
<b>6</b>	-
<b>7</b>	Muito Difícil
<b>8</b>	-
<b>9</b>	-
<b>10</b>	Máximo

Escala de Borg (Borg, Hassmen & Lagerstrom, 1987) adaptada por Foster (1998).

Figura 7. Escala de percepção subjetiva de esforço CR-10.

Para avaliar a percepção de prazer ou desprazer foi utilizado a tabela de afetividade proposta por Hardy e Rejeski <sup>58</sup>. A escala apresenta valores normativos que variam de -5 até +5. Os valores de -5 até -1 representam desprazer, o valor 0 representa uma resposta neutra enquanto que valores +1 até +5 que representam respostas prazerosas (figura 8). Quinze minutos após cada protocolo experimental foi perguntado aos voluntários: “Como foi seu treino?”. A escala de afetividade foi tomada quinze minutos após cada protocolo experimental.

+5	Muito Bom
+4	
+3	Bom
+2	
+1	Razoavelmente Bom
0	Neutro
-1	Razoavelmente Ruim
-2	
-3	Ruim
-4	
-5	Muito Ruim

Figura 8. Escala de percepção de afetividade.

### 3.9. ANÁLISES ESTÁTISITICAS

As análises dos dados foram realizadas através de estatística descritiva e inferencial, utilizando-se os procedimentos de média e desvio padrão. Para inferir a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Foi realizado uma análise de variância (ANOVA) fatorial de medidas repetidas 3x2 (protocolo X tempo) para a variável AST. Para a comparação do volume-carga e respostas perceptivas foi realiza uma ANOVA *one-way* 3 x 1 (protocolos x variável). Para o número de repetições realizadas em cada séries foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas 3x6 (protocolo X tempo). Havendo interações foi utilizado o teste *post hoc* de Fisher. Estas análises foram realizadas no

*Software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) for Windows versão 22 e o nível de significância adotado foi de  $\alpha \leq 0,05$ . Adicionalmente foi realizado um teste de tamanho de efeito de *Cohen's d* para verificar a magnitude da AST do reto femoral e do vasto lateral. Foram utilizados os seguintes pontos para determinar a magnitude do efeito: 1)  $<0,35$  para trivial; 2)  $0,35 - 0,8$  para pequeno; 3)  $0,8-1,5$  para moderado; e 4)  $>1,5$  para grande <sup>59</sup>. O cálculo foi realizado no Microsoft Excel (versão 2016) e foi utilizado a seguinte fórmula <sup>60</sup> :

$$TE = \text{Média dos pós} - \text{Média do pré} / \text{Desvio padrão (DP) agrupado}$$

$$\text{Onde o DP agrupado} = \sqrt{((SD_1^2 + SD_2^2)/2)}$$

Através das medidas dos momentos pré protocolos experimentais foram calculados o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e coeficiente de variação (CV%) da AST do reto femoral e do vasto lateral. O ICC foi realizado no SPSS versão 22, enquanto que o CV% foi calculado no Microsoft Excel (versão 2016) levando em consideração a seguinte fórmula <sup>61</sup>:

$$CV = (ETM / \text{média}) \times 100.$$

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

A tabela 1 apresenta as características físicas e o nível de treinamento dos voluntários.

Tabela 1. Características físicas e nível de treinamento dos participantes (n=9).

Variável	Média	Desvio Padrão	ICC
Idade	23,3	3,0	
Massa Corporal (kg)	87,1	10,6	
Estatura (cm)	178,9	5,4	
Experiência em TF (anos)	4,5	2,3	
10 RMs CE unilateral (kg)	48,3	7,4	0,99

TF – Treinamento de força; RMs – teste de repetições máximas; CE – Cadeira extensora.

### 4.2. DESEMPENHO MUSCULAR (NÚMERO DE REPETIÇÕES)

Houve um efeito principal na interação protocolo X momento na análise do número de repetições ( $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,75$ ). O número de repetições e as interações dentro de cada momento entre os protocolos é apresentado na figura 9. A 1ª série ( $10,3 \pm 0,6$ ) do PRMa apresentou um maior número de repetições quando comparada a 1ª série dos PRSu ( $7,2 \pm 0,7$ ;  $p < 0,001$ ) e o PRCb ( $7,2 \pm 0,7$ ;  $p < 0,001$ ). Ao analisar a 2ª série de todos os protocolos foi observado que o PRMa ( $7,8 \pm 1,1$ ) foi superior ao PRSu ( $6,7 \pm 0,4$ ;  $p = 0,03$ ). A 5ª série do PRCb foi superior ao demais protocolos (PRMa,  $p < 0,001$ ; PRSu,  $p = 0,001$ ). A 6ª novamente foi superior aos demais protocolos (PRMa,  $p = 0,004$ ; PRSu,  $p = 0,016$ ).

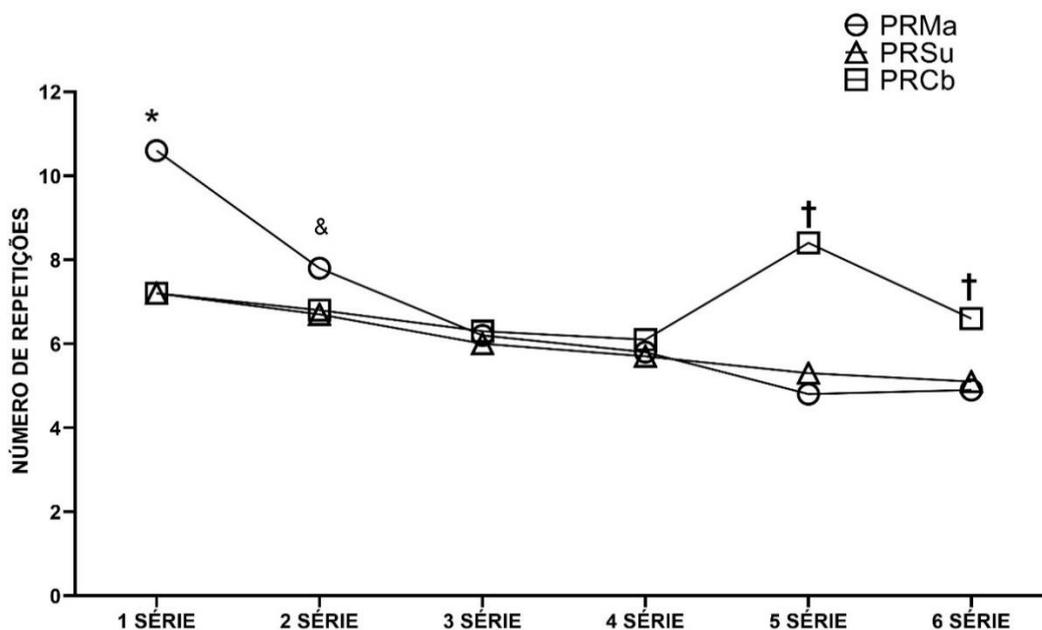


Figura 9. Valores de média e desvio padrão do número de repetições realizado nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu), e combinado (PRCb). \* Maior que PRCb e PRSu ( $p < 0,05$ ); & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ); † Maior que PRMa e PRSu ( $p < 0,05$ ).

Os valores do número de repetições encontrados a cada série dos três protocolos experimentais estão apresentados na tabela 2. O Número de repetições do PRMa da 1ª série ( $10,3 \pm 0,6$ ) foi significativamente maior que todas as séries subsequentes ( $p < 0,05$ ). Esse resultado se repete na 2ª série ( $7,8 \pm 1,1$ ), 3ª série ( $6,2 \pm 0,8$ ), 4ª ( $5,8 \pm 0,7$ ) e 5ª ( $4,8 \pm 0,6$ ) do PRMa no qual todas a respectiva série é superior as séries subsequentes ( $p < 0,05$ ). No PRSu o número de repetições da 1ª série ( $7,2 \pm 0,7$ ) e 2ª ( $6,7 \pm 0,4$ ) série foi superior as séries subsequentes ( $p < 0,05$ ). A 3ª série ( $6 \pm 0,7$ ) do PRsu foi superior a 5ª ( $5,3 \pm 0,8$ ) e 6ª ( $5,1 \pm 0,8$ ) série ( $p < 0,05$ ). A 2ª série ( $6,7 \pm 0,4$ ) e 4ª série ( $5,7 \pm 0,9$ ) do protocolo PRSu foram maiores que a 6ª série ( $5,1 \pm 0,8$ ) ( $p < 0,05$ ). A 5ª série ( $8,4 \pm 1,1$ ) do PRCb foi maior que todas as séries ( $p < 0,05$ ). A 1ª série ( $7,2 \pm 0,7$ ) do PRCb foi

superior a 2<sup>a</sup> ( $6,8 \pm 0,7$ ), 3<sup>a</sup> ( $6,3 \pm 0,7$ ), 4<sup>a</sup> ( $6,1 \pm 0,8$ ) e 6<sup>a</sup> séries ( $6,6 \pm 0,9$ ) ( $p < 0,05$ ). Por fim, a 2<sup>a</sup> série do PRCb foi maior na 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2. Valores da média e desvio-padrão do número de repetições a cada série nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb).

Protocolo (n = 9)	1 <sup>a</sup> Série	2 <sup>a</sup> Série	3 <sup>a</sup> Série	4 <sup>a</sup> Série	5 <sup>a</sup> Série	6 <sup>a</sup> Série	TOTAL
PRMa	$10,3 \pm 0,6$	$7,8 \pm 1,1^a$	$6,2 \pm 0,8^{ab}$	$5,8 \pm 0,7^{abc}$	$4,8 \pm 0,6^{abcd}$	$4,9 \pm 0,7^{abcd}$	$39,8 \pm 3,5$
PRSu	$7,2 \pm 0,7$	$6,7 \pm 0,4^{ab}$	$6 \pm 0,7^{ab}$	$5,7 \pm 0,9^{ab}$	$5,3 \pm 0,8^{abc}$	$5,1 \pm 0,8^{abcd}$	$36 \pm 3,6$
PRCb	$7,2 \pm 0,7^e$	$6,8 \pm 0,7^{ae}$	$6,3 \pm 0,7^{abe}$	$6,1 \pm 0,8^{abe}$	$8,4 \pm 1,1$	$6,6 \pm 0,9^{ae}$	$41,4 \pm 3,7$

<sup>a</sup> Menor que a 1 série ( $p < 0,05$ );

<sup>b</sup> Menor que a 2 série ( $p < 0,05$ );

<sup>c</sup> Menor que a 3 série ( $p < 0,05$ );

<sup>d</sup> Menor que a 4 série ( $p < 0,05$ );

<sup>e</sup> Menor que a 5 série ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. DESEMPENHO MUSCULAR (VOLUME-CARGA)

Para uma melhor compreensão do PRCb em comparação aos demais protocolos foram realizadas duas subanálises adicionais do volume-carga: 1) compilado do volume-carga da 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série; 2) compilado da 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> séries. Essas subanálises do PRMa, PRSu e PRCb estão apresentados na tabela 3. O volume-carga total da sessão é apresentado na tabela 3 e figura 10. Foi encontrando um efeito principal entre protocolos compilado da 1 a 4 série ( $p = 0,005$ ;  $\eta_p^2 = 0,47$ ). O PRMa apresentou um maior volume-carga no compilado da 1 a 4 série ( $1442,8 \pm 298,4$  kg) quando comparado com protocolo o PRSu

(1239,4 ± 322,8 kg) e ao PRCb (1283,9 ± 366,8 kg) (p=0,009; p=0,028; respectivamente). Foi encontrado um efeito principal entre protocolos no compilado da 5ª e 6ª séries (p=0,001;  $\eta_p^2 = 0,7$ ). O volume-carga compilado da 5ª e 6ª séries do PRCb (720 ± 164,6 kg) foi superior ao demais protocolos (PRMa, p<0,001; PRSu, p=0,002). A análise do volume-carga da sessão apresentou um efeito principal (p=0,028;  $\eta_p^2 = 0,37$ ). O PRCb (2003,9 ± 517,5 kg) apresentou um volume-carga total de treino maior quando comparado ao PRSu (1749,4 ± 494 kg) (p=0,008).

Tabela 3. Valores da média e desvio-padrão do volume-carga realizado na 1 a 4 série e durante a 5 e 6 séries e o volume-carga total nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb) (n=9).

	PRMa	PRSu	PRCb
VOLUME-CARGA (1ª a 4ª série) (kg)	1442,8 ± 298,4*	1239,4 ± 322,8	1283,9 ± 366,8
VOLUME-CARGA (5ª e 6ª séries) (kg)	466,7 ± 146,7	510 ± 179,8	720 ± 164,6†
VOLUME-CARGA TOTAL (kg)	1909,4 ± 429,7	1749,4 ± 494	2003,9 ± 517,5&

\* Maior que PRSu e PRCb (p<0,05);

† Maior que PRMa e PRSu (p<0,05);

& Maior que PRSu (p<0,05).

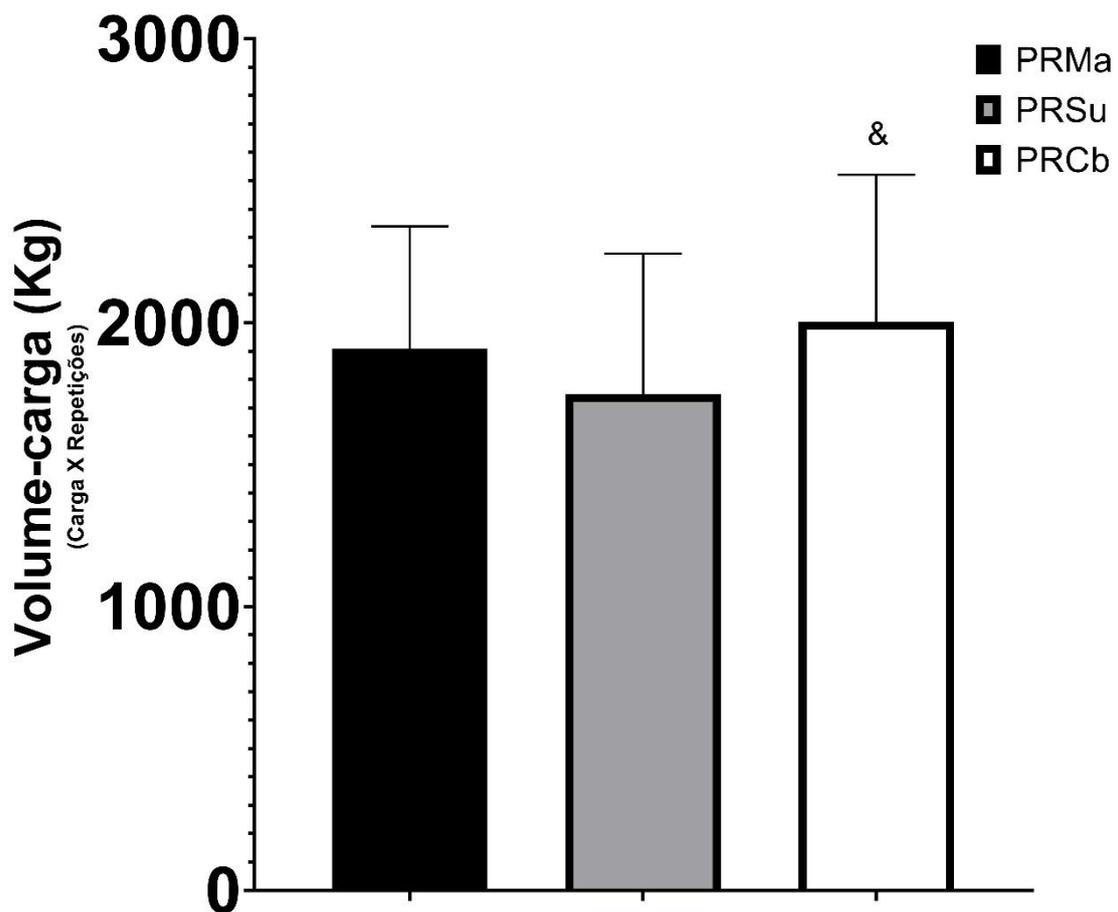


Figura 10. Valores de média e desvio padrão do volume-carga (Kg) da sessão realizado nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4. RESPOSTAS PERCEPTIVAS

Os valores da PSE-S apresentaram valores estatisticamente diferentes como pode ser observado na tabela 4 e na figura 11. Foi encontrando um efeito principal entre os protocolos ( $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,67$ ). O protocolo PRMa ( $8,9 \pm 0,8$ ) apresentou uma PSE-S significativamente maior do que os PRSu ( $5,2 \pm 1$ ) e PRCb ( $6,9 \pm 1,9$ ) ( $p < 0,001$ ;  $p = 0,015$ ; respectivamente). Além disso, o PRCb foi maior que PRSu na PSE-S ( $p = 0,037$ ). Os valores do IMPT são apresentando na

tabela 4. Houve uma interação principal ( $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,62$ ). O IMPT do PRMa ( $357,6 \pm 86,7$ ) foi maior que do PRSu ( $186,4 \pm 46,8$ ) e PRCb ( $286,4 \pm 105,7$ ) ( $p = 0,001$ ;  $p = 0,041$ , respectivamente). Além disso, o IMPT do PRCb foi superior ao PRSu ( $p = 0,02$ ). Os resultados da percepção afetiva são exibidos na tabela 4 e na figura 12, o teste de efeito principal não reportou diferença entre os protocolos ( $p = 0,16$ ;  $\eta_p^2 = 0,21$ ).

Tabela 4. Valores da média e desvio-padrão da percepção subjetiva da sessão (PSE-S), impulso de treinamento (IMPT) e a percepção de afetividade (P-AFT) nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb).

	PRMa	PRSu	PRCb
PSE-S (au)	$8,9 \pm 0,8^*$	$5,2 \pm 1$	$6,9 \pm 1,9^{\&}$
IMPT (au)	$357,6 \pm 86,7^*$	$186,4 \pm 46,8$	$286,4 \pm 105,7^{\&}$
P-AFT (au)	$3,6 \pm 0,9$	$4,4 \pm 0,6$	$4 \pm 0,9$

\* Maior que PRSu e PRCb ( $p < 0,05$ );

& Maior que PRSu ( $p < 0,05$ );

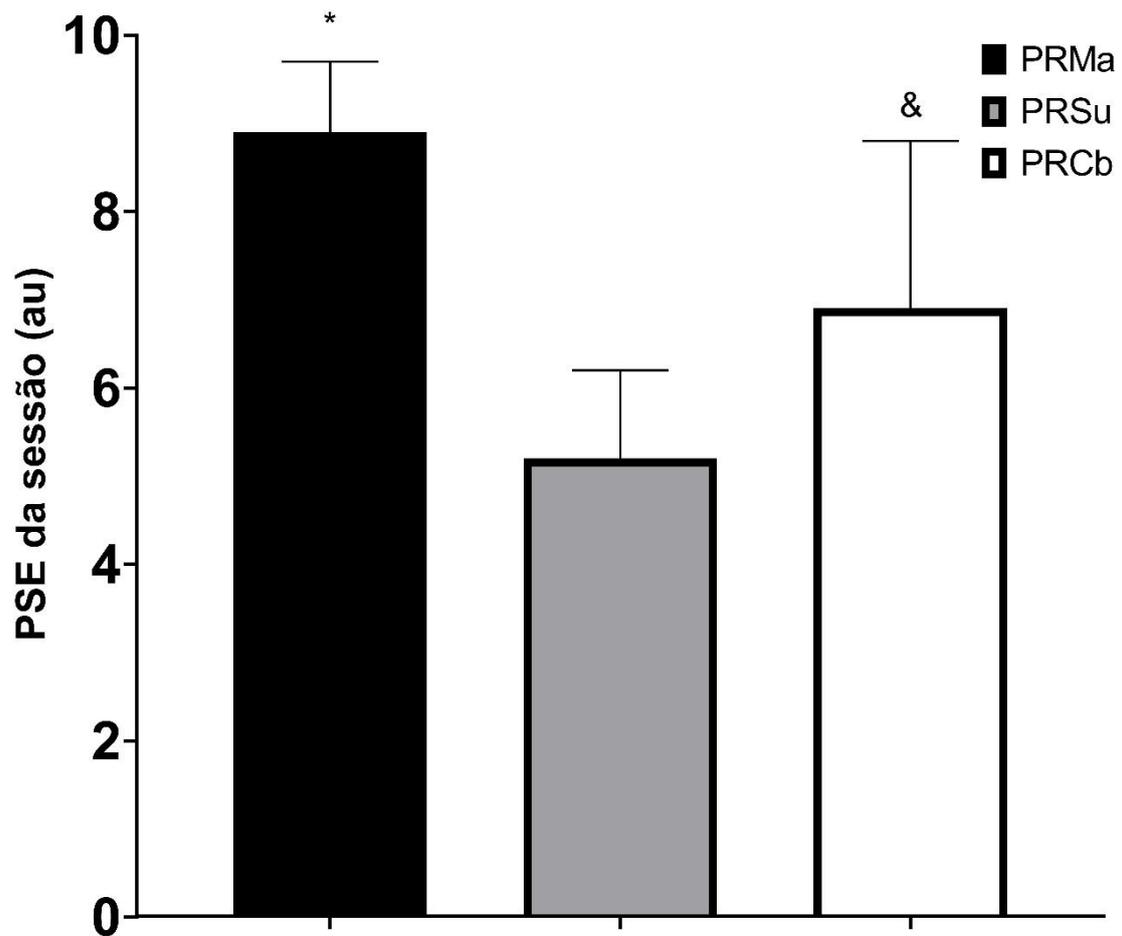


Figura 11. Valores de média e desvio padrão da percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S) nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \* Maior que PRSu e PRCb ( $p < 0,05$ ); & Maior que PRSu ( $p < 0,05$ ).

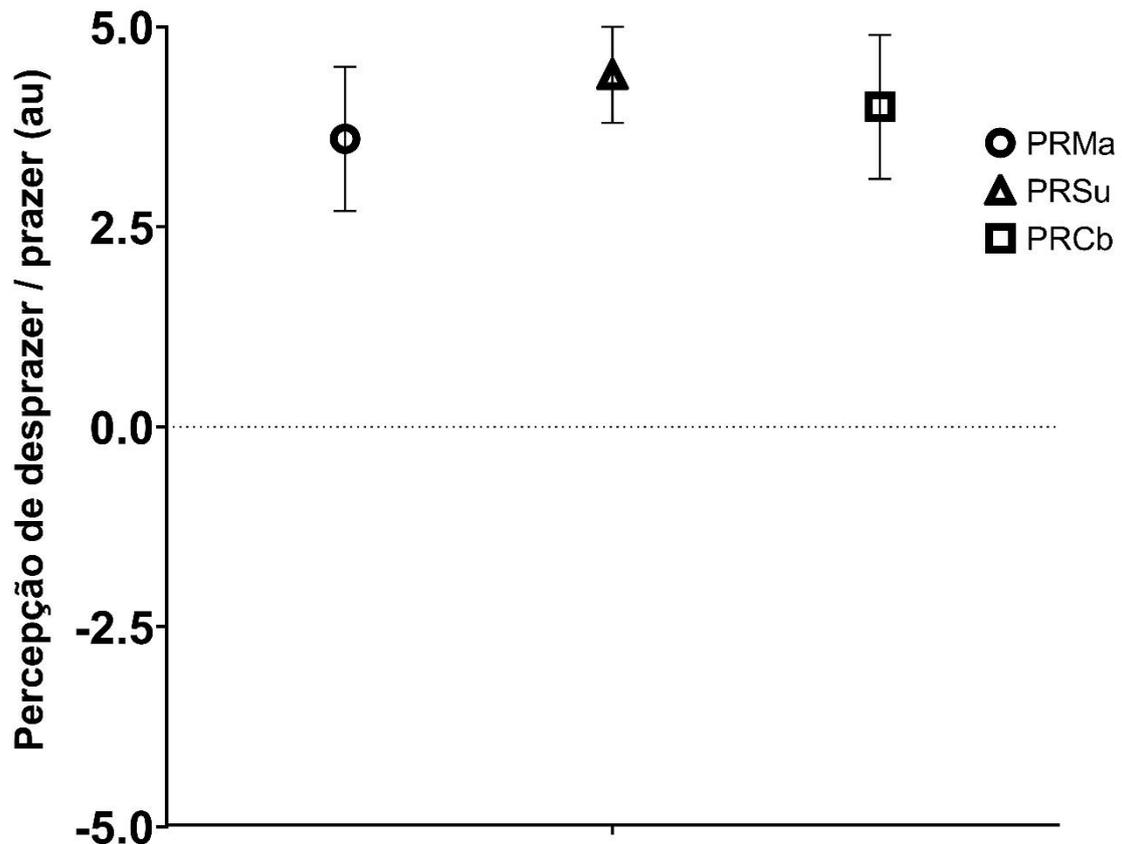


Figura 12. Valores de média e desvio padrão da percepção afetiva nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb).

#### 4.5. ALTERAÇÕES AGUDAS DA ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA

As medidas de área de secção transversa apresentaram alto índice de confiabilidade. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e o percentual de coeficiente de variação (CV%) do reto femoral foi de 0,98 e 4,1% respectivamente. Os valores do ICC e CV% do vasto lateral foi de 0,97 e 3,7% respectivamente. Na tabela 5 e figura 13 são apresentados os valores da área de secção transversa (AST) do reto femoral (RF) antes e após os protocolos experimentais. Houve um efeito principal entre os protocolos ( $p=0,027$ ;  $\eta_p^2$

=0,36). Todos os protocolos de treinamentos apresentaram um aumento agudo significativo na AST do RF após o treino ( $p < 0,001$ ). O PRMa (19,2%) e o PCOb (14,1%) foram superiores na AST do RF quando comparado ao PRSu (10,5%) ( $p = 0,032$ ;  $p = 0,012$ ; respectivamente).

Tabela 5. Valores da média, desvio-padrão e tamanho de efeito (TE) da área de secção transversa do músculo reto femoral antes e após os protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb) ( $n = 9$ ).

Protocolo	PRÉ (cm <sup>2</sup> )	PÓS (cm <sup>2</sup> )	DELTA (%)	TE
PRMa	15,1 ± 1,9	18 ± 2,2 <sup>**‡</sup>	19,2	1,4
PRSu	15,3 ± 1,9	16,9 ± 1,6 <sup>**</sup>	10,5	0,9
PRCb	15,6 ± 1,6	17,8 ± 1,6 <sup>**‡</sup>	14,1	1,4

<sup>\*\*</sup> Maior que o pré ( $p < 0,05$ );

<sup>‡</sup> Maior que o PRSu ( $p < 0,05$ ).

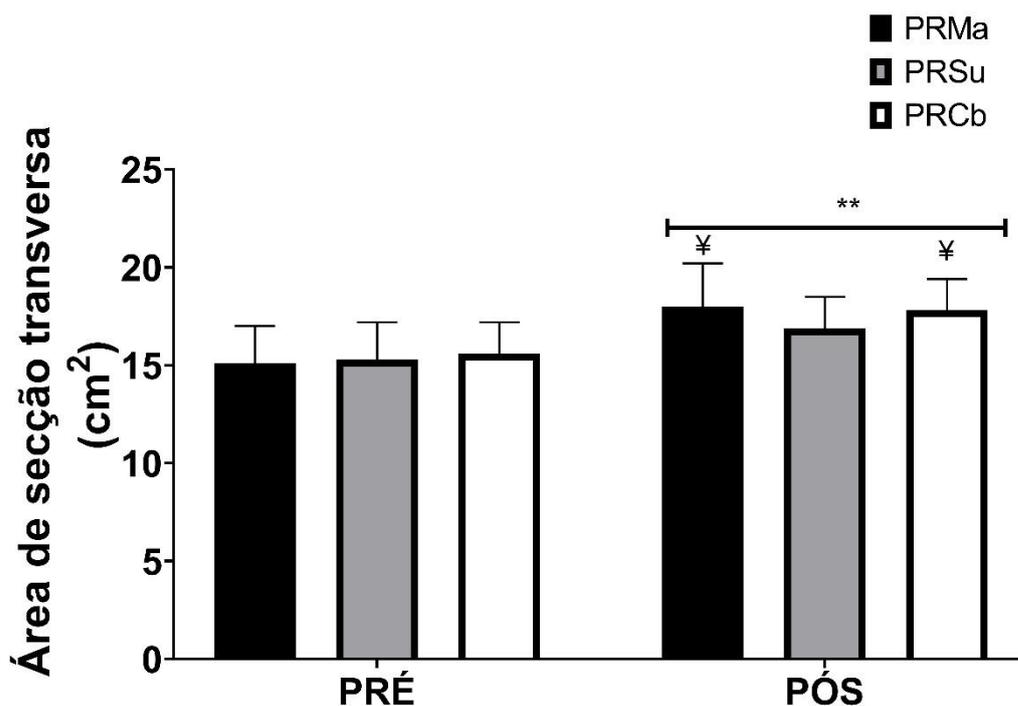


Figura 13. Valores de média e desvio padrão da área de secção transversa do músculo reto femoral nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \*\* Maior que o pré ( $p < 0,05$ ); † Maior que o PRSu ( $p < 0,05$ ).

Os Valores da AST do vasto lateral (VL) antes e após os protocolos experimentais estão contidos na tabela 6 e na figura 14. Não houve interação entre os protocolos ( $p = 0,28$ ;  $\eta_p^2 = 0,15$ ). Todos os protocolos de treinamentos apresentaram diferenças significativas no momento pós em relação ao momento pré na AST do VL ( $p < 0,001$ ).

Tabela 6. Valores da média, desvio-padrão e tamanho do efeito (TE) da área de secção transversa do músculo vasto lateral antes e após os protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb) (n=9).

Protocolo	PRÉ (cm <sup>2</sup> )	PÓS (cm <sup>2</sup> )	DELTA (%)	TE
PRMa	38,9 ± 5,2	46,3 ± 6,5 **	19	1,1
PRSu	40,4 ± 6,1	44,8 ± 8,2 **	10,9	0,6
PRCb	39,1 ± 4,9	44,8 ± 5,1 **	14,6	1,4

\*\* Maior que o pré (p<0,05).

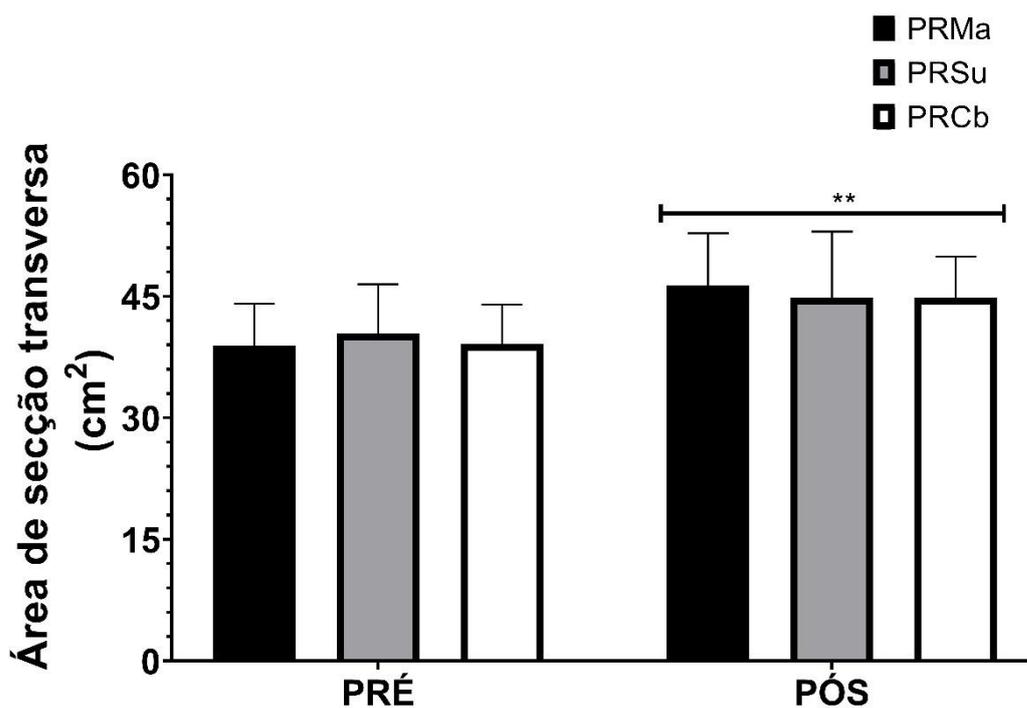


Figura 14. Valores de média e desvio padrão da área de secção transversa do músculo vasto lateral nos protocolos de repetições máximas (PRMa), repetições submáximas (PRSu) e combinado (PRCb). \*\* Maior que o pré (p<0,05).

## 5. DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi comparar três protocolos experimentais envolvendo séries com repetições máximas e submáximas quanto ao desempenho muscular, a alteração na área de secção transversa (AST), na percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-S) e na percepção de afetividade do exercício de extensão unilateral do joelho em jovens praticantes de TF. O principal achado deste estudo foi que o protocolo de repetições combinadas (PRCb) proposto pelo presente estudo apresentou um maior volume-carga quando comparado ao protocolo de repetições submáximas (PRSu). Outro resultado interessante foi que o PRCb apresentou uma menor PSE-S quando comparado ao protocolo de repetições máximas (PRMa) apesar de atingir o mesmo volume-carga da sessão. Todos os protocolos aumentaram a AST dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL), no entanto o protocolo PRMa e PRCb foram superiores ao PRSu nos aumentos da AST do RF.

O presente estudo apresentou o método combinado com o intuito de otimizar o volume de treino. Este método é baseado na manutenção do desempenho muscular nas séries iniciais (i.e., utilização de séries submáximas) e utilização de esforços máximos nas séries finais. Os nossos resultados demonstram a eficiência do método uma vez que o volume-carga das séries finais (i.e., 5 e 6 séries) foram maiores no protocolo combinado quando comparado aos volumes-cargas produzidos nos protocolos máximos e submáximo. Além disso, nossos resultados reforçam que o uso de séries máximas (i.e., repetições até a falha concêntrica) não necessariamente acarreta um maior volume-carga na sessão de treino. A presença de fadiga muscular em múltiplas séries e conseqüentemente uma queda de performance é um processo

multifatorial. A interação de fenômenos a nível central como uma diminuição na taxa de disparos dos motoneurônios e periféricos como o acúmulo de bioproductos (lactato, H<sup>+</sup>, P<sub>i</sub> e etc) estão diretamente associados com perca de desempenho <sup>62</sup>.

A comparação dos resultados do volume-carga do presente estudo com outros estudos é limitada, uma vez que os estudos que comparam séries máximas vs submáximas se preocuparam em equalizar o volume-carga da sessão, uma vez que o mesmo tem uma relação direta com os aumentos nas respostas agudas e crônicas dos programas de TF <sup>4,63-67</sup>. No entanto, a intensidade do submáximo é controlada apenas na(s) primeira(s) série(s). Por exemplo, Shibata e colegas em seu delineamento compararam 3 séries máximas a 75% 1RM vs 6 séries submáximas. O total de repetições executadas no protocolo máximo foi dividido em 6 séries para realizar o protocolo submáximo. Enquanto, podemos garantir um esforço submáximo iniciais, não se pode dizer o mesmo nas séries finais. Pois, é sabido que mesmos esforços submáximo a depender da manipulação das outras variáveis agudas do TF, podem gerar um acúmulo de fadiga, refletindo numa queda do desempenho muscular <sup>29</sup>. Logo, para o controle adequado da intensidade de programas submáximos em séries múltiplas é necessário a utilização de ferramentas adicionais, como o uso da escala de percepção de repetições em reserva, utilizada no presente estudo.

Também controlando a intensidade do protocolo submáximo, Santos <sup>29</sup> e colegas avaliaram a influência de séries máximas (repetições até a falha concêntrica) e submáximas (interrupção baseada na velocidade). Para isso, foram recrutadas 12 mulheres com experiência em TF para realizar o exercício de agachamento com a carga fixa de 10 RMs. As voluntárias foram orientadas a

executar a fase concêntrica do movimento em máxima velocidade intencional. As voluntárias realizaram 2 protocolos: 1) 4 séries máximas; e 2) 4 séries submáximas, ambos protocolos com 2 minutos de intervalo entre as séries. Durante a realização do protocolo máximo, as voluntárias foram orientadas a realizar o maior número de repetições até a falha muscular. Enquanto, no protocolo submáximo a série era interrompida quando a voluntária perdia 20% da velocidade inicial. Os autores reportaram que o volume-carga foi similar entre protocolos, máximo e submáximo, o mesmo reportado no presente estudo durante as 6 séries.

Entretanto, ao considerar apenas o volume-carga das 4 primeiras séries do presente estudo, encontramos um resultado diferente de Santos e colegas <sup>29</sup>. No presente estudo, o PRMa foi superior aos protocolos submáximos no volume-carga considerando apenas as 4 primeiras séries. As discrepâncias entre resultados podem ser explicadas pelas diferenças na escolha dos exercícios <sup>68</sup> e pela velocidade de execução realizada <sup>69</sup>. Santos e colegas optaram pela utilização de exercícios multiarticulares com velocidades máximas, fatos esses que geram um maior estresse e conseqüentemente uma maior fadiga quando comparado aos exercícios uniarticulares, unilateral e com velocidade controlada utilizados no presente estudo.

As alterações na área de secção transversa (AST) dos músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) mostram-se em similaridade com as já apresentadas na literatura científica <sup>26,43</sup>. O inchaço muscular agudo é resultado do aumento de fluxo sanguíneo após um estímulo muscular (i.e., hiperemia) um processo complexo que envolve a interação de processos mecânicos, metabólicos e fatores derivados do endotélio <sup>70</sup>. O aumento do fluxo sanguíneo

faz com que o gradiente de concentração extracelular seja maior que o intracelular, aumentando a pressão osmótica e fazendo com que o fluido acumulado infiltre na célula muscular <sup>24</sup> .

Anteriormente na literatura foi reportado que diferentes percentuais de carga não interferem no inchaço muscular desde que volume-carga seja similar <sup>43</sup> assim, um maior volume-carga acarreta maior inchaço muscular <sup>25,26</sup>. No entanto, a influência das repetições até a falha muscular no inchaço muscular ainda era desconhecida. Os resultados do presente estudo mostraram que o TF até a falha muscular em parte parece contribuir para o aumento AST de forma aguda. Uma vez que no PRMa foi superior ao PRSu no RF mesmo com o volume-carga similar. Contudo não foram encontradas diferenças significativas entre os protocolos na AST do VL. Por outro lado, ao analisar a magnitude TE de cada protocolo na AST do VL, foi observado um comportamento similar ao encontrado no RF. O PRMa apresentou um maior TE (1,1 = moderado) quando comparado ao PRSu (0,6 = pequeno). A diferença entre os protocolos PRMa e PRSu pode ser atribuído pelos achados Sjogaard e Saltin <sup>24</sup>. Esses autores reportaram que as maiores concentrações de lactato no meio extra e intracelular favorece o influxo de líquidos para a célula muscular. No presente estudo não foram mensurados marcadores de stress metabólico, no entanto estudos que compararam repetições máximas vs submáximas com volume-carga equalizado demonstram que repetições até a falha muscular apresentam maior estresse metabólico <sup>27,28</sup>.

Em meio a confrontação do PRMa e PRSu ao analisarmos os resultados do PRCb no inchaço muscular podemos fazer algumas inferências quanto a interação do volume-carga e as repetições até a falha muscular nas alterações

agudas da AST. Os resultados do presente estudo elucidam que realizar repetições máximas ocasiona um maior inchaço, contudo poderíamos esperar que PRMa fosse superior ao PRCb uma vez que o primeiro realizou 6 séries máximas enquanto o PRCb realizou apenas 2 séries máximas (ambos com o mesmo volume-carga). Uma alternativa lógica para explicar essa similaridade entre o PRMa e PRCb pode ser os resultados reportados por Bucnker e colegas<sup>71</sup>. Os pesquisadores investigaram se um músculo, após realizar 4 séries máximas, poderia aumentar o inchaço muscular após realizar mais 2 séries máximas adicionais no exercício de rosca bíceps. O inchaço foi mensurado através da alteração na EM medida antes, após a 4 série e após as 2 séries adicionais. Foi reportado que o músculo previamente “inchado” (i.e., após a 4ª série) não poderia mais aumentar seu tamanho. Ou seja, talvez exista um limite para o inchaço muscular. Em parte, isso poderia explicar a similaridade no resultado entre o PRMa e o PRCb, sugerindo que ambos protocolos atingiram esse limite. Contudo, essa hipótese extrapola o escopo do presente estudo. O inchaço muscular tem se mostrado com um dos mecanismos associado ao processo anabólico<sup>45,72</sup>. Logo, estudos que investiguem a AST aguda entre séries de repetições submáximas e máximas são necessários para um melhor entendimento da interação volume-carga e falha muscular no inchaço muscular.

A percepção subjetiva da sessão (PSE-S) é um método indiscutivelmente popular para quantificar o estresse fisiológico de sessão de TF. Sendo considerada uma medida válida e confiável<sup>32,33</sup>. Evidências anteriores relataram que tanto a carga externa (% 1RM)<sup>32,34</sup> como o volume-carga<sup>35</sup> interferem na PSE-S. Outra variável que demonstra influência sobre a PSE-S é a realização de repetições até a falha<sup>28,29,36</sup>. Os achados do presente estudo estão em

conformidade ao reportado na literatura, no qual foi observou uma maior PSE-S dos protocolos PRMa e PRCb em relação ao protocolo PRSu (mesmo % de carga e repetições até a falha). Em relação ao exposto, ressalta-se que tanto o protocolo PRMa como o PRCb apresentaram características similares (% carga, volume-carga e repetições até a falha), contudo PSE-S diferentes. Ao realizar todas as seis repetições até a falha, o PRMa apresentou uma maior PSE-S que o PRCb que apenas realizou duas séries máximas. Esse é um relevante achado, uma vez que praticantes de musculação não precisam realizar protocolos tão desconfortáveis afim de otimizar as respostas do treinamento resistido.

Para além da manipulação das variáveis agudas do TF, outros fatores como psicológicos (p.ex., personalidade e motivação) e sociais (p.ex., ambiente) podem interferir na PSE-S <sup>57</sup>. Nessa mesma linha, ao que parece treinamento mais intensos tendem gerar uma menor resposta prazerosa <sup>73</sup>. A respeito disso, Vasquez e colegas <sup>46</sup> demonstraram que TF até a falha muscular pode gerar um efeito de confusão. Os pesquisadores reportaram que diferentes protocolos de TF máximos apresentaram uma resposta similar na PSE-S, contudo, os marcadores diretos de fadiga foram diferentes, além de diferentes volume-carga. Para minimizar os efeitos psicossociais na PSE-S, tem sido proposto a utilização do impulso de treinamento (IMPT) (PSE-s X número de repetições) <sup>57</sup>. Recentemente, Martorelli e colegas <sup>47</sup> ao avaliar diferentes protocolos de TF que utilizaram falha muscular, reportaram que o IMPT apresenta uma melhor associação com marcadores fisiológicos (i.e., lactato sanguíneo e cortisol) quando comparada a PSE-S . No presente, estudo a IMPT apresentou resultados similares a PSE-S, baseado nisso acreditamos não haver interferências por fatores psicossociais.

Por fim, não foram encontradas diferenças entre protocolos na escala de afetividade prazer/desprazer. As sensações de prazer/desprazer parece ser uma ferramenta importante para aderência ao exercício <sup>74</sup>. Evidência anterior demonstrou que a resposta afetiva aguda depende da intensidade <sup>73</sup>, logo nos hipotenzávamos que realizar séries máximas poderia ocasionar diferentes respostas, contudo isso não ocorreu. Outro resultado interessante do presente estudo, foi que todos protocolos apresentaram com resultado repostas prazerosas (i.e., entre +1 e +5), e além disso nenhum voluntário reportou uma resposta de desprazer (i.e., entre -5 e -1). Esses resultados podem ser atribuídos ao programa de treinamento que os voluntários estavam realizados antes desse estudo, conforme relatado em questionário todos os participantes estavam realizando programas de TF com múltiplos exercícios e conseqüentemente um maior número de séries.

Este trabalho apresenta limitações que devem ser reconhecidas. A falta de marcadores diretos de fadiga central e periférica não foram mensurados, a falta desses, limita a explicação relacionada aos achados do presente estudo. A outra limitação do presente estudo, devido ao baixo tamanho amostral, não podemos descartar a presença do erro do tipo II.

Este é o primeiro estudo que investiga o método de séries combinadas, sugerimos que futuras investigações sejam feitas com exercícios multiarticulares, além de verificar outras respostas fisiológicas (i.e., marcadores hormonais e marcadores relacionados ao estresse metabólico) e as respostas tardias deste protocolo. Por mais que as recentes evidências científicas têm mostrado uma relação associativa do volume-carga <sup>4,63-67</sup> e da hiperemia aguda

<sup>45</sup> com a hipertrofia muscular, encorajamos futuras investigações do método de séries combinadas nas adaptações crônicas de força e hipertrofia muscular.

## **6. CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo mostraram que não houve diferenças entre os PRMa e PRSu no volume-carga, contudo o PRMa apresentou um maior PSE-S que o PRSu. Em contrapartida o PRCb se mostrou superior aos demais protocolos, uma vez que apresentou uma menor PSE-S quando comparado ao PRMa. Além disso, o PRCb foi mais eficiente para aumentos no volume-carga e inchaço muscular quando comparado PRSu.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-1359. doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb
2. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010;24(10):2857-2872. doi:10.1519/R-20426.1
3. Schoenfeld B. The use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy. *Strength Cond J.* 2011;33(4):60-65. doi:10.1519/SSC.0b013e3182221ec2
4. Angleri V, Ugrinowitsch C, Libardi CA. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(2):359-369. doi:10.1007/s00421-016-3529-1
5. Padilha UC, Vieira A, Vieira DCL, et al. Could inter-set stretching increase acute neuromuscular and metabolic responses during resistance exercise? *Eur J Transl Myol.* 2019;29(4):293-301. doi:10.4081/ejtm.2019.8579
6. Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2016;46(4):487-502. doi:10.1007/s40279-015-0451-

7. Willardson JM. The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):628-631. doi:10.1519/R-20426.1
8. Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-Based Resistance Training Recommendations. *Med Sport.* 2011;15(3):147-162. doi:10.2478/v10036-011-0025-x
9. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(9):1725-1734. doi:10.1249/mss.0b013e318213f880
10. Párraga-Montilla JA, García-Ramos A, Castaño-Zambudio A, et al. Acute and Delayed Effects of a Resistance Training Session Leading to Muscular Failure on Mechanical, Metabolic, and Perceptual Responses. *J Strength Cond Res.* 2018;00(00):1. doi:10.1519/jsc.0000000000002712
11. Gorostiaga EM, Navarro-Amézqueta I, Calbet JAL, et al. Energy metabolism during repeated sets of leg press exercise leading to failure or not. *PLoS One.* 2012;7(7). doi:10.1371/journal.pone.0040621
12. Morán-Navarro R, Pérez CE, Mora-Rodríguez R, et al. Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(12):2387-2399. doi:10.1007/s00421-017-3725-7
13. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, et al. Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2017;37(6):630-639. doi:10.1111/cpf.12348

14. Nobrega SR, Ugrinowitsch C, Pintanel L, Barcelos C, Libardi CA. Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high-and low-intensities on muscle mass and strength. *J Strength Cond Res.* 2018;32(1):162-169.
15. Sundstrup E, Mortensen OS, Jakobsen MD, Andersen LL, Andersen CH, Zebis MK. Muscle activation strategies during strength training with heavy loading vs. repetitions to failure. *J Strength Cond Res.* 2012;26(7):1897-1903. doi:10.1519/JSC.0b013e318239c38e
16. Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Erratum to: Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis(Sports Med, Doi:10.1007/s40279-015-0451-3). *Sport Med.* 2016;46(4):605-610. doi:10.1007/s40279-016-0509-x
17. Martorelli S, Cadore EL, Izquierdo M, et al. Strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women. *Eur J Transl Myol.* 2017;27(2):113-120. doi:10.4081/ejtm.2017.6339
18. Lacerda LT, Marra-Lopes RO, Diniz RCR, et al. Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? *J strength Cond Res.* 2020;34(5):1237-1248. doi:10.1519/JSC.0000000000003438
19. Sampson JA, Groeller H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sport.* 2016;26(4):375-383. doi:10.1111/sms.12445
20. Neves LX da S, Teodoro JL, Menger E, et al. Repetitions to failure versus

- not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. *Exp Gerontol.* 2018;108(March):18-27. doi:10.1016/j.exger.2018.03.017
21. Santanielo N, Nóbrega S, Scarpelli M, et al. Effect of resistance training to muscle failure vs non-failure on strength, hypertrophy and muscle architecture in trained individuals. *Biol Sport.* 2020:333-341. doi:10.5114/biolsport.2020.96317
  22. Carroll KM, Bazyler CD, Bernards JR, et al. Skeletal Muscle Fiber Adaptations Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. *Sports.* 2019;7(7):169. doi:10.3390/sports7070169
  23. Häussinger D. The role of cellular hydration in the regulation of cell function. *Biochem J.* 1996;313(3):697-710. doi:10.1042/bj3130697
  24. Sjogaard G, Saltin B. Extra- and intracellular water spaces in muscles of man at rest and with dynamic exercise. *Am J Physiol.* 1982;243(3):R271-80. doi:10.1152/ajpregu.1982.243.3.R271
  25. Vieira A, Blazeovich A, Souza N, et al. Acute changes in muscle thickness and pennation angle in response to work-matched concentric and eccentric isokinetic exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018;43(10):1069-1074. doi:10.1139/apnm-2018-0055
  26. Jenkins NDM, Housh TJ, Bergstrom HC, et al. Muscle activation during three sets to failure at 80 vs. 30 % 1RM resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(11):2335-2347. doi:10.1007/s00421-015-3214-9
  27. Gorostiaga EM, Navarro-Amézqueta I, Calbet JAL, et al. Blood ammonia

- and lactate as markers of muscle metabolites during leg press exercise. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2775-2785. doi:10.1519/JSC.0000000000000496
28. Shibata K, Takizawa K, Tomabechi N, Nosaka K, Mizuno M. Comparison Between Two Volume-Matched Squat Exercises With and Without Momentary Failure for Changes in Hormones, Maximal Voluntary Isometric Contraction Strength, and Perceived Muscle Soreness. *J Strength Cond Res.* 2019;(25):1. doi:10.1519/jsc.00000000000003279
29. Santos WDN dos, Vieira CA, Bottaro M, et al. Resistance Training Performed to Failure or Not to Failure Results in Similar Total Volume, but With Different Fatigue and Discomfort Levels. *J Strength Cond Res.* 2019;00(00):1. doi:10.1519/jsc.00000000000002915
30. Hiscock DJ, Dawson B, Clarke M, Peeling P. Can changes in resistance exercise workload influence internal load, countermovement jump performance and the endocrine response? *J Sports Sci.* 2018;36(2):191-197. doi:10.1080/02640414.2017.1290270
31. Ian Lambert M, Borresen J. Measuring training load in sports. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5(3):406-411. doi:10.1123/ijsp.5.3.406
32. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):353-358. doi:10.1519/R-13113.1
33. Herman L, Foster C, Maher M, Mikat R, Porcari J. Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African J Sport Med.* 2006;18(1):14. doi:10.17159/2078-

516x/2006/v18i1a247

34. Kraft JA, Green JM, Gast TM. Work distribution influences session ratings of perceived exertion response during resistance exercise matched for total volum. *J Strength Cond Res.* 2014;28(7):2042-2046. doi:10.1519/JSC.0000000000000342
35. Pritchett R, Green J, Wickwire P, Kovacs M. Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. *South African J Sport Med.* 2009;21(1):23-26. doi:10.1016/j.psychsport.2007.04.002
36. Fonseca FS, Costa BD de V., Ferreira MEC, et al. Acute effects of equated volume-load resistance training leading to muscular failure versus non-failure on neuromuscular performance. *J Exerc Sci Fit.* 2020;(xxxx):1-7. doi:10.1016/j.jesf.2020.01.004
37. Todd JS, Shurley JP, Todd TC. Thomas L. delorme and the science of progressive resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):2913-2923. doi:10.1519/JSC.0b013e31825adcb4
38. Izquierdo M, Ibañez J, González-badillo JJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses , strength , and muscle power gains Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses , strengt. 2006. doi:10.1152/jappphysiol.01400.2005
39. Drinkwater EJ, Lawton TW, Lindsell RP, Pyne DB, Hunt PH, McKenna MJ. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):382-388.

doi:10.1519/R-15224.1

40. Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(9):1160-1164. doi:10.1249/00005768-199409000-00014
41. Tajra V, Vieira DCL, Tibana RA, et al. Different acute cardiovascular stress in response to resistance exercise leading to failure versus not to failure in elderly women with and without hypertension – a pilot study. *Clin Physiol Funtional Imaging.* 2015:127-133. doi:10.1111/cpf.12137
42. Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol.* 1993;75(2):594-604. doi:10.1152/jappl.1993.75.2.594
43. Muddle TWD, Magrini MA, Colquhoun RJ, Luera MJ, Tomko PM, Jenkins NDM. Impact of Fatiguing, Submaximal High- vs. Low-Torque Isometric Exercise on Acute Muscle Swelling, and Echo Intensity in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2019;33(4):1007-1019. doi:10.1519/JSC.0000000000003033
44. Finan JD, Guilak F. The effects of osmotic stress on the structure and function of the cell nucleus. *J Cell Biochem.* 2010;109(3):460-467. doi:10.1002/jcb.22437
45. Hirono T, Ikezoe T, Taniguchi M, et al. Relationship Between Muscle Swelling and Hypertrophy Induced by Resistance Training. *J Strength Cond Res.* 2020;(23):1. doi:10.1519/jsc.0000000000003478

46. Vasquez LM, McBride JM, Paul JA, Alley JR, Carson LT, Goodman CL. Effect of resistance exercise performed to volitional failure on ratings of perceived exertion. *Percept Mot Skills*. 2013;117(3):881-891. doi:10.2466/27.29.PMS.117x30z8
47. Martorelli AS, de Lima FD, Vieira A, et al. The interplay between internal and external load parameters during different strength training sessions in resistance-trained men. *Eur J Sport Sci*. 2020;0(0):1-27. doi:10.1080/17461391.2020.1725646
48. Celes R, Brown LE, Pereira MCC, Schwartz FP, Junior VAR, Bottaro M. Gender muscle recovery during isokinetic exercise. *Int J Sports Med*. 2010;31(12):866-869. doi:10.1055/s-0030-1254156
49. Grgic J, Lazinica B, Mikulic P, Krieger JW, Schoenfeld BJ. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(8):983-993. doi:10.1080/17461391.2017.1340524
50. Hackett DA, Johnson NA, Halaki M, Chow CM. A novel scale to assess resistance-exercise effort. *J Sports Sci*. 2012;30(13):1405-1413. doi:10.1080/02640414.2012.710757
51. Helms ER, Cross MR, Brown SR, Storey A, Cronin J, Zourdos MC. Rating of perceived exertion as a method of volume autoregulation within a periodized program. *J Strength Cond Res*. 2018;32(6):1627-1636. doi:10.1519/jsc.0000000000002032
52. Ormsbee MJ, Carzoli JP, Klemp A, et al. Efficacy of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion for the bench press in

- experienced and novice benchers. *J Strength Cond Res.* 2019;33(2):337-345. doi:10.1519/JSC.0000000000001901
53. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(5):1849-1859. doi:10.1007/s00421-011-2167-x
54. Zourdos MC, Goldsmith JA, Helms ER, et al. Proximity to Failure and Total Repetitions Performed in a Set Influences Accuracy of Intrasets Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion. *J Strength Cond Res.* 2019;00(00):1. doi:10.1519/jsc.0000000000002995
55. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Can ultrasound measurements of muscle thickness be used to measure the size of individual quadriceps muscles in people with patellofemoral pain? *Phys Ther Sport.* 2015;16(1):45-52. doi:10.1016/j.ptsp.2014.04.002
56. Haff GG, Ph D. Quantifying Workloads in Resistance Training : A Brief Review. *WwwUkscaOrgUk.* 2010;10(19):31-40.
57. Haddad M, Stylianides G, Djaoui L, Dellal A, Chamari K. Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Front Neurosci.* 2017;11(NOV). doi:10.3389/fnins.2017.00612
58. Hardy CJ, Rejeski WJ. Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect during Exercise. *J Sport Exerc Psychol.* 1989;11(3):304-317. doi:10.1123/jsep.11.3.304
59. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength

- training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):918-920. doi:10.1519/14403.1
60. Morris SB. Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organ Res Methods.* 2008;11(2):364-386. doi:10.1177/1094428106291059
61. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sport Med.* 2000;30(1):1-15. doi:10.2165/00007256-200030010-00001
62. St Clair Gibson A, Lambert MI, Noakes TD. Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sport Med.* 2001;31(9):637-650. doi:10.2165/00007256-200131090-00001
63. Barbalho M, Coswig VS, Steele J, Fisher JP, Paoli A, Gentil P. Evidence for an Upper Threshold for Resistance Training Volume in Trained Women. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(3):515-522. doi:10.1249/MSS.0000000000001818
64. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, et al. *Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men.* Vol 51.; 2019. doi:10.1249/MSS.0000000000001764
65. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1073-1082. doi:10.1080/02640414.2016.1210197
66. Figueiredo VC, de Salles BF, Trajano GS. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training.

- Sport Med.* 2018;48(3):499-505. doi:10.1007/s40279-017-0793-0
67. Scarpelli MC, Nóbrega SR, Santanielo N, et al. Muscle Hypertrophy Response Is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. *J Strength Cond Res.* 2020;i:1. doi:10.1519/jsc.0000000000003558
68. Senna G, Willardson JM, De Salles BF, et al. The effect of rest interval length on multi and single-joint exercise performance and perceived exertion. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):3157-3162. doi:10.1519/JSC.0b013e318212e23b
69. Mazzetti S, Douglass M, Yocum A, Harber M. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1291-1301. doi:10.1249/mss.0b013e318058a603
70. Heres HM, Schoots T, Tchang BCY, et al. Perfusion dynamics assessment with Power Doppler ultrasound in skeletal muscle during maximal and submaximal cycling exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2018;0(0):1-11. doi:10.1007/s00421-018-3850-y
71. Buckner SL, Dankel SJ, Mattocks KT, et al. Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(1):213-224. doi:10.1007/s00421-016-3521-9
72. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength. *PLoS One.* 2012;7(12):1-7.

doi:10.1371/journal.pone.0052843

73. Ribeiro AS, Dos Santos ED, Nunes JP, Schoenfeld BJ. Acute Effects of Different Training Loads on Affective Responses in Resistance-trained Men. *Int J Sports Med.* 2019;40(13):850-855. doi:10.1055/a-0997-6680
74. Williams DM, Dunsiger S, Ciccolo JT, Lewis BA, Albrecht AE, Marcus BH. Acute affective response to a moderate-intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. *Psychol Sport Exerc.* 2008;9(3):231-245. doi:10.1016/j.psychsport.2007.04.002

**ANEXO 1****Questionário**

**ESTE QUESTIONÁRIO FOI ELABORADO COM INTUITO DE CONHECER MELHOR SEU NÍVEL DE EXPERIÊNCIA EM ATIVIDADES FÍSICAS. TODAS AS SUAS RESPOSTAS SERÃO MANTIDAS EM SIGILO.**

Nome Completo: \_\_\_\_\_

1. Prática alguma atividade física (exceto musculação)?

A. Sim ( ) Qual, há quanto tempo, com que frequência e intensidade?

B. Não ( )

2. Prática musculação? \_\_\_\_\_

2.1. Se sim, há quanto tempo? \_\_\_\_\_

3. Tem diagnóstico de alguma lesão osteomuscular?

A. Sim ( ) Qual?

B. Não ( )

4. Faz uso de algum suplemento?

A. Sim ( ) Qual?

B. Não ( )

5. Está ou já fez uso de esteroides androgênicos **anabólicos (anabolizantes)**?

SIM ( )                      NÃO ( )

6. Levando em consideração o período de um ano, houve alguma interrupção no seu programa de treinamento (leve em consideração mais de 20 dias)? Se sim, descreva na linha abaixo.

SIM ( )                      NÃO ( )

---

---

7. Já realizou treinamento até a falha muscular concêntrica para membros inferiores?

---

---

8. No seu atual programa de treinamento para membros inferiores, qual a intensidade dos exercícios?

- (      ) Até a falha muscular
- (      ) Próximo a falha muscular
- (      ) Submáximo

9. Com que frequência semanal, você realiza o treino para membros inferiores?

---

---

10. Na sua atual rotina de treinamento para membros inferiores (com enfoque no quadríceps), quais são os exercícios executados e quantas séries são realizadas?

---

---

---

## ANEXO 2



SGAS 903 Bloco D Lote 79  
70390 030 Brasília DF  
T 55 61 3224 2905  
F55 61 3224 9673

[www.udf.edu.br](http://www.udf.edu.br)  
SEP SUL EQ 704/904 Conj. A  
70390 045 Brasília DF  
T 55 61 3704 8888  
F 55 61 3223 7195

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

*Prezado participante,*

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **“RESPOSTAS NEUROMUSCULARES, METABÓLICA E PERCEPTÍVEIS DE DIFERENTES MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA”**, cujo o responsável é o pesquisador doutor Rodrigo Souza Celes, docente no curso de educação física do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF).

A sua participação se dará por meio de cinco visitas ao laboratório de pesquisa de treinamento de força da Universidade de Brasília. Todas as visitas terão um intervalo mínimo de 72 horas e máximo de 168 horas. A primeira visita tem por intuito elucidar sua participação na pesquisa. Uma vez aceita sua participação, será realizada uma familiarização com o exercício de extensão unilateral do joelho e os protocolos de treinamento. Na segunda visita será novamente uma nova familiarização com os protocolos de treinamento. Estas visitas iniciais terão uma duração média de 30 minutos. Já nas 3 visitas subsequentes de modo contrabalanceado serão realizados protocolos experimentais. Os protocolos são: 1) 6 séries máximas; 2) 6 séries submáximas; e 3) 4 séries iniciais submáximas e 2 séries máximas. Todos os protocolos serão realizados na cadeira extensora de maneira unilateral. Antes e após os protocolos experimentais serão realizadas as medidas de lactato sanguíneo e inchaço muscular e ao final a percepção de esforço. Os protocolos experimentais terão duração média de 90 minutos.

Sua participação é voluntária, ou seja, ela não é obrigatória. Você tem autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento da pesquisa. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a realização dessa da pesquisa. Para que sua participação ocorra é necessário que você esteja realizando musculação a pelo menos 1 ano e tenha entre 18 a 40 anos de idade.

Todos os dados e materiais coletados serão armazenados em um local seguro e confidencial e somente utilizados para essa pesquisa. Qualquer dado que possa identificá-lo será



SGAS 903 Bloco D Lote 79  
70390 030 Brasília DF  
T 55 61 3224 2905  
F 55 61 3224 9673

[www.udf.edu.br](http://www.udf.edu.br)  
SEP SUL EQ 704/904 Conj. A  
70390 045 Brasília DF  
T 55 61 3704 8888  
F 55 61 3223 7195

omitido na divulgação dos resultados da pesquisa. Todos os dados ficarão sob responsabilidade do pesquisador responsável e após o período de 5 anos serão destruídos.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste TCLE.

Todas as despesas relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa), serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Se houver algum dano, comprovadamente decorrente da presente pesquisa, você terá direito à indenização, através das vias judiciais, como dispõem o Código Civil, o Código de Processo Civil, na Resolução nº 466/2012 e na Resolução nº 510/2016), do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Se você aceitar participar, estará contribuindo para um melhor entendimento de diferentes modelos e treinamento de força. Além disso, será possível ter um melhor entendimento do funcionamento do seu corpo durante diferentes protocolos de treinamento.

Apesar de mínimo, poderão existir riscos decorrentes da sua participação. A prática de exercícios físicos promove alterações em diversos sistemas fisiológicos e morfológicos, tais como desconforto muscular, porém jovens fisicamente ativos que realizam musculação a pelo menos 1 anos tem esse risco minimizado devido sua experiência prévia. Além do mais antes de iniciar os protocolos de treinamento será realizado um aquecimento. No entanto, mesmo que improvável a ocorrência de desconfortos musculares que você julgue anormal ou lesões em virtude dos protocolos, o pesquisador ficará responsável pelo seu encaminhamento a uma unidade de pronto atendimento imediato seja ele através de carro próprio ou se necessário através unidades resgate móvel (bombeiros-tel: 193 e samu-tel: 192). Antes e após os protocolos de treinamento será coletado uma pequena amostra sanguínea (25l) do lóbulo orelha. Para evitar qualquer risco de contaminação o pesquisador sempre estará utilizando equipamentos de proteção. Além, disso as lancetas descartáveis serão abertas somente na presença do voluntário.

Os resultados dessa pesquisa serão divulgados no Centro Universitário de Brasília e na Universidade de Brasília, podendo futuramente ser publicados.



SGAS 903 Bloco D Lote 79  
70390 030 Brasília DF  
T 55 61 3224 2905  
F55 61 3224 9673

[www.udf.edu.br](http://www.udf.edu.br)  
SEP SUL EQ 704/904 Conj. A  
70390 045 Brasília DF  
T 55 61 3704 8888  
F 55 61 3223 7195

*“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do UDF. O comitê é formado por um grupo de pessoas que têm por objetivo defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e assim, contribuir para que sejam seguidos padrões éticos na realização de pesquisas”.*

**Telefone do CEP/UDF:** (61) 3704-8851

**E-mail:** [cep@udf.edu.br](mailto:cep@udf.edu.br)

<http://www.udf.edu.br>

**Endereço:** SEP SUL EQ 704/904, Conj. A, cep 70390-030. Brasília-DF.

**Contato com o(a) pesquisador(a) responsável: Rodrigo Souza Celes**

**Telefone: (61) 98134-0377**

**E-mail:** celes.rodrigo@gmail.com

Brasília, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do Pesquisador – **(pesquisador de campo)**

*“Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa intitulada **“RESPOSTAS NEUROMUSCULARES, METABÓLICA E PERCEPTÍVEIS DE DIFERENTES MODELOS DE TREINAMENTO DE FORÇA”** e concordo em participar”.*

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Rubrica pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica participante: \_\_\_\_\_