

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

SAULO RODRIGO SAMPAIO SOARES

**EFEITOS DE DIFERENTES INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SESSÕES
DE TREINAMENTO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E
HIPERTROFIA DOS FLEXORES DO COTOVELO EM INDIVÍDUOS TREINADOS**

BRASÍLIA
2018

SAULO RODRIGO SAMPAIO SOARES

**EFEITOS DE DIFERENTES INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SESSÕES
DE TREINAMENTO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E
HIPERTROFIA DOS FLEXORES DO COTOVELO EM INDIVÍDUOS TREINADOS**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Educação Física (PPGEF-FEF) da Universidade de Brasília (UnB).

Orientador: Prof^o. Dr. Martim F. Bottaro Marques

BRASÍLIA
2018

Dedico este trabalho a minha família por todo o incentivo e ajuda necessários para que este sonho fosse possível. Gratidão eterna. Obrigado também aos amigos de Aracaju –SE e Brasília – DF pela compreensão e motivação ao longo de todo o processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda honra, vitórias e desafios apresentados a mim. Gratidão eterna aos meus pais Paulo Antônio Pereira Soares e Edsandra Sampaio Soares pelo apoio incondicional em todos momentos deste longo processo. Os ensinamentos, conselhos, palavras de carinho e perseverança foram imprescindíveis e sempre carregados de amor, paciência, fé e sabedoria. Concluir esta etapa da minha vida não seria possível sem vocês por perto. À minha querida e paciente irmã Sâmea Rafaela Sampaio Soares pelo apoio incondicional, amor e amizade. De fato, não poderia haver melhor conselheira de vida e amiga que você. Muitíssimo obrigado!

Agradecimento especial ao Professor e orientador Martim Francisco Bottaro Marques cuja figura icônica inspira àqueles que o circundam e que, com certeza, exerce fascínio pelo teor emblemático de grande pesquisador dentro e fora da Faculdade de Educação Física e da UnB. Obrigado pelos ensinamentos, elogios, críticas, paciência e respeito. Muitíssimo obrigado pela oportunidade de concretizar um sonho e percorrer um caminho de crescimento pessoal e profissional. Gratidão por me oportunizar estar ao lado das melhores mentes e estudiosos do treinamento de força. Agradecimentos ao Professor Paulo Gentil pelos ensinamentos, aconselhamentos, confiança na minha pessoa e pela participação ativa na minha formação acadêmica profissional.

Por fim, e não menos importante, agradeço imensamente àqueles cujo caminho de vida se cruzaram com o meu durante este processo. Aqui, chamá-los-ei carinhosamente de amigos que, de toda sorte de importância, exerceram suas influências direta ou indiretamente motivando, aconselhando, criticando, apoiando minhas decisões ajudando e perseverando comigo em todos os momentos. Obrigado Flávia “Flavinha” Medeiros, José Américo “Boneco”, Diogo Ferreira, Hugo Paulista, João Batista, Caio Vieira, Marisa Ferreira, Rodrigo Andrade, Amanda Henrique dos Santos, Fernando Henrique, André Soares. Obrigado aos amigos do Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força da UnB e aos professores e funcionários da pós-graduação da Faculdade de Educação Física. Agradecimentos especiais a todos os amigos e colegas de trabalho da Academia Malhart. Meu muito obrigado a todos os amigos de infância de Aracaju-SE: Wesley, Guilherme, Wagner, Daniel Carlos, Mateus, Thiago Henrique, Paulo Gil e João Henrique. A todos da família CCPA. Todos foram com seus exemplos fatores de motivação e resiliência na caminhada. Gratidão eterna.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem
perder o entusiasmo.”

(Winston Churchill)

Resumo

O treinamento de força (TF) é uma peça fundamental nos programas de atividade física que objetivam melhorias no desempenho esportivo, aumentos na força e massa muscular, e reabilitação nas mais diversas populações e níveis de condicionamento físico. Sabe-se que as adaptações positivas de um programa de treino dependem de um balanço adequado entre estresse e recuperação e, para isso, técnicos, preparadores físicos, atletas e entusiastas devem levar em consideração os efeitos do intervalo de recuperação entre sessões de TF nas adaptações a médio e longo prazo. O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre sessões de TF nas adaptações neuromuscular e hipertrofia dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados. Um total de 23 homens treinados (25 ± 5 anos) foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais: 1) G168h no qual todos os sujeitos treinaram a cada 168 horas, e 2) G72h no qual os sujeitos treinaram a cada 72 horas de intervalo entre sessões. Todos os sujeitos realizaram um treino pros músculos flexores do cotovelo em banco Scott acoplado ao dinamômetro isocinético durante 8 sessões. O protocolo isocinético consistiu de 4 séries de 6 repetições no modo Exc/Conc com $120^{\circ}.s^{-1}$ e $60.s^{-1}$ para as ações excêntrica e concêntrica, respectivamente. Foi adotado 2 minutos de intervalo entre séries. A força muscular foi avaliada através do teste de pico de torque isométrico (PT_{isom}) para os flexores do cotovelo antes do início das sessões 1, 4 e 8, enquanto a massa muscular (EM) dos flexores do cotovelo foi medida pré e pós 8 sessões de treino por meio de ultrassom. O desempenho das sessões foi avaliado pelas médias concêntrica e excêntrica do PT e TT (trabalho total). PT_{isom} aumentou para ambos os grupos na 8ª sessão ($p < 0,05$), sem apontar diferenças entre grupos ($p > 0,05$). Não houve alterações para EM após 8 sessões de treino para G168h e G72h ($p > 0,05$). Não foram detectadas alterações para PT concêntrico e excêntrico e TT excêntrico. Contudo, TT concêntrico aumentou significativamente apenas em G168h na 8ª sessão sem mudanças para G72h. Os achados mostraram, a princípio, existir um efeito positivo do intervalo de recuperação de 168 horas no desempenho muscular de homens treinados após 8 sessões de treino.

Palavras chaves: Treinamento de força, intervalo de recuperação, desempenho e adaptações neuromusculares.

Abstract

Strength training (ST) has a fundamental importance in physical activity programs that aimed improvements in sports performance, increases in strength and muscle mass, and rehabilitation in the most diverse populations and levels of physical conditioning. It is well known that the positive adaptations resulting from a training program depend on an adequate balance between stress and recovery and in this sense, coaches, physical trainers, athletes and enthusiasts should take into account the effects of the recovery interval between ST sessions on muscle adaptations in the medium and long term. The aim of the present study was to investigate the effects of different recovery intervals between TF sessions on neuromuscular adaptations and hypertrophy of the elbow flexors in trained individuals. A total of 23 trained men (25 ± 5 years) were randomly divided into two experimental groups: 1) G168h in which all subjects trained every 168 hours, and 2) G72h in which the subjects trained every 72 hours between sessions. All subjects underwent a workout on the elbow flexor muscles in Scott bench attached to the isokinetic dynamometer during 8 training sessions. The isokinetic protocol consisted of 4 sets of 6 repetitions in Exc / Conc mode with $120^\circ \cdot s^{-1}$ and $60^\circ \cdot s^{-1}$ for eccentric and concentric muscle actions, respectively. It was used 2 minutes interval between sets. Muscle strength was assessed by the isometric torque peak test (PT_{isom}) for the elbow flexors before the 1st, 4th and 8th sessions, while the muscle mass of the elbow flexors was measured before and after 8th session through ultrasonography (MT). The performance of the sessions was evaluated by the concentric and eccentric means of PT and TT (total work) during each session. PT_{isom} increased for both groups in the 8th session ($p < 0.05$), without differences between groups ($p > 0.05$). There were no changes to MT after 8 training sessions in G168h and G72h ($p > 0.05$). No changes were detected for concentric and eccentric PT and eccentric TT. However, concentric TT increased significantly only in G168h in the 8th session without changes to G72h. The findings suggest, at first, a positive effect of the 168-hour recovery interval on the muscle performance of trained men after 8 training sessions.

Keywords: Strength Training, recovery interval, performance and neuromuscular adaptation

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1. Respostas Adaptativas ao Dano Muscular Induzido por Exercício.....	13
3.1.1. Efeito da Carga Repetida e Recuperação Neurimuscular.....	13
3.1.2. Estudos Crônicos com Seres Humanos e Modelo Animal.....	18
3.1.3. Uma recuperação insuficiente pode alterar negativamente a expressão muscular de sínteses de proteínas?.....	20
3.2. Frequência de Treino.....	22
3.2.1. Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Não Treinados.....	22
3.2.2. Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Treinados.....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1. Amostra	34
4.1.1. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	34
4.2. Delineamento Experimental	35
4.3. Procedimentos para Coleta de Dados	37
4.3.1. Protocolo de Treinamento de Força	37
4.3.2. Avaliação Antropométrica	39
4.3.3. Avaliação da Dor Muscular Tardia	39
4.3.4. Avaliação para Prontidão de Treino.....	40
4.3.5. Avaliação da Espessura Muscular	41

4.3.6. Avaliação do Pico de Torque	
Isométrico.....	43
4.4. Procedimentos Estatísticos	44
5. RESULTADOS.....	45
5.1. Amostra.....	45
5.2. Pico de Torque Isométrico.....	45
5.3. Pico de Torque Médio Concêntrico e Excêntrico.....	46
5.4. Trabalho Total Concêntrico e Excêntrico.....	46
5.5. Espessura Muscular.....	47
5.6. Dor Muscular Tardia e Prontidão de Treino.....	48
6. DISCUSSÃO	49
7. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXO I.....	65
ANEXO II.....	66
ANEXO III.....	69

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é uma peça fundamental em programas de atividade física e reabilitação. Como intervenção é frequentemente usado para melhorar a força e desempenho muscular de indivíduos idosos (Taaffe *et al.* 1999; Kieran. *et al.* 2008; Ramírez-Campillo. *et al.* 2014; Borde *et al.* 2015), adultos saudáveis (Schoenfeld *et al.* 2015; Thomas e Burns 2016), crianças (Faigenbaum *et al.* 2002) e atletas (Hoffman *et al.* 1990; DeRenne *et al.* 1996; Ronnestad *et al.* 2011). Para maximizar os resultados, os programas de TF devem ser baseados em princípios científicos que considerem a manipulação e combinação de diversas variáveis, tais como: número de séries; intervalo entre séries; carga; velocidade de execução; ordem e escolha dos exercícios; frequência de treino semanal e intervalo de recuperação entre sessões de treino (Tan 1999; ACSM 2002; Kraemer e Ratamess 2004; Wernbom *et al.* 2007; ACSM 2009).

As adaptações positivas de um programa de TF resultam de um ajuste fino entre estresse e recuperação muscular (Issurin 2010). Tem sido mostrado que após uma sessão de TF ocorre microlesões (ie.: dano muscular) pelas quais o músculo precisa passar por um período de recuperação tecidual e por toda a resposta inflamatória decorrente deste processo. Além disso, para que ocorra crescimento muscular (ie.: hipertrofia) a interação entre fatores como estresse mecânico, metabólico e o dano muscular exerce papel importante no processo de hipertrofia (Schoenfeld 2010). Em meados da década de 90 e início dos anos 2000, pesquisas mostraram que o dano muscular (DM) induzido por exercício resistido de alta intensidade compromete negativamente a produção de força e a capacidade de recuperação muscular por mais de 96 horas em indivíduos não treinados (Newham *et al.* 1987; Clarkson 1992; Gibala *et al.* 1995; Nosaka e Newton 2002; Nosaka e Newton 2002; Chen e Nosaka 2006; Newton *et al.* 2008; Flores *et al.* 2011; Paulsen *et al.* 2012). Em 2011, estudo do nosso Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força (LPTF) verificou que indivíduos não treinados, após realizarem treino máximo para os músculos flexores do cotovelo, tiveram sua capacidade de produzir força máxima comprometida e demoraram mais de 96 horas para se recuperarem (Flores *et al.* 2011). Nesse mesmo período, pesquisadores finlandeses mostraram que indivíduos treinados também não foram capazes de recuperar a força muscular dos extensores do joelho aos níveis normais nem os marcadores indiretos de DM após 96 h (ex.: creatina kinase, dor muscular tardia e inchaço muscular) de um treino máximo para membros inferiores (Ahtiainen *et al.* 2011). Um dado interessante deste estudo foi que, de acordo com a

escala de percepção subjetiva para prontidão de treino, os participantes não se encontravam aptos a repetirem o mesmo treino após seis dias (144 horas) de recuperação.

Recentemente, Soares *et al.* (2015) investigaram o *time course* da recuperação neuromuscular após um treino máximo para os flexores do cotovelo em indivíduos treinados. Os voluntários do estudo realizaram um protocolo de treino constituído por oito séries máximas com uma carga avaliada para 10 RM. Os resultados mostraram que o PT isométrico dos flexores do cotovelo retornou aos valores de basais 48 horas após exercício. Para Chen e Nosaka (2006), atletas só conseguem repetir um treino de alta intensidade para os flexores do cotovelo após 72 horas se houver uma redução de 10 – 20% na carga. Assim, os resultados dos estudos agudos de recuperação neuromuscular são controversos e apontam para a necessidade de identificar qual o momento de recuperação ideal que possa resultar num ajuste fino entre estresse e recuperação para que ocorram as adaptações neuromusculares crônicas do TF.

No dia a dia, quando os objetivos são ganhos de força e massa muscular, percebe-se que praticantes de TF comumente realizam frequências de três ou mais vezes por semana e, não raro, os mesmos grupamentos musculares são treinados novamente no auge da dor muscular tardia (48 - 72 horas), do processo inflamatório e com baixos níveis de força e desempenho (Armstrong 1984; Newham *et al.* 1987; Gibala *et al.* 1995; Tee *et al.* 2007; Schoenfeld 2010; Brentano e Martins Kruehl 2011; Paulsen *et al.* 2012). Não obstante, essa prática pode comprometer as adaptações neuromusculares do TF, sendo que a mesma encontra embasamento teórico nas recomendações para frequência de treino do Colégio Americano de Medicina de Esporte (ACSM 2002; ACSM 2009) para praticantes de nível intermediário, avançado e atletas. Por exemplo, dados de meta-análises têm mostrado que indivíduos treinados se beneficiam em termos de ganhos de força quando treinam determinado grupamento muscular duas vezes por semana (Rhea *et al.* 2003), enquanto, outros dados apontam que duas e três vezes por semana produzem efeitos similares em atletas (Peterson *et al.* 2004). Vale ressaltar que estas recomendações para frequência de treino desconsideram as respostas agudas do exercício resistido na habilidade de recuperação do desempenho da força e, conseqüentemente, no intervalo de recuperação entre as sessões de TF nas adaptações em longo prazo. Sobre esse aspecto, precauções devem ser tomadas, pois, a literatura vem mostrando que uma recuperação inadequada entre estímulos altera desfavoravelmente o balanço de síntese proteica no músculo podendo, assim, comprometer os resultados de um programa de TF (Coffey *et al.* 2007; Margonis *et al.* 2007; De Souza *et al.* 2011; Alves Souza *et al.* 2014).

Diante destas evidências, acreditamos que um adequado intervalo de recuperação entre sessões de TF gere melhores respostas no desempenho muscular da sessão e, conseqüentemente, nas adaptações neuromusculares em longo prazo. Assim sendo, para nosso conhecimento, há escassez de estudos sobre os efeitos do intervalo de recuperação entre sessões de TF nos ganhos de força e massa muscular em indivíduos treinados.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo é investigar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre sessões de treinamento de força nas adaptações neuromusculares e hipertrofia dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre sessões de treinamento de força nas respostas agudas das sessões.

3. REVISÃO DE LITERATURA

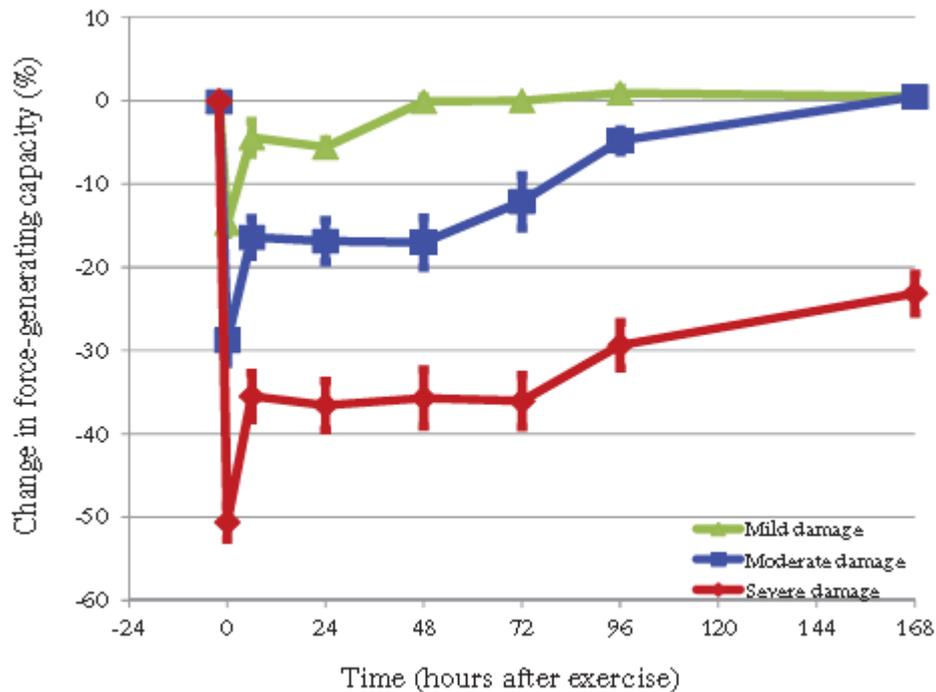
3.1. Respostas Adaptativas ao Dano Muscular Induzido por Exercício Resistido

3.1.1. Efeito da Carga Repetida e Recuperação Neuromuscular

A ocorrência do dano muscular (DM) está associada à prática de atividade ou exercício físico intenso, no qual o indivíduo não está acostumado a realizar e que envolve ciclos de alongamento e encurtamento dos músculos, normalmente característicos de ações musculares excêntricas (MacDougall *et al.* 1995; Morgan e Allen 1999; Clarkson e Hubal 2002). Para Morgan e Allen (1999) a expressão “dano muscular” representa toda mudança na estrutura íntima do músculo responsável pela incapacidade de produzir força. Além da redução na capacidade de produzir força e no tempo prolongado de recuperação (Gibala *et al.* 1995), o DM é frequentemente caracterizado por aumento no plasma sanguíneo de enzimas intramusculares como creatina Kinase (CK), enzimas do citoesqueleto (ex. desmina e distrofina), proteínas contráteis (troponina I, mioglobulinas e miosinas de cadeia pesada), influxo de proteínas extracelulares (ex. fibronectina e albumina), inchaço, rigidez e dor muscular tardia (DMT), necrose miofibrilar, aumento na atividade de células do sistema imune, citocinas inflamatórias e células satélites (Armstrong 1984; Newham *et al.* 1987; Tee *et al.* 2007; Schoenfeld 2010; Brentano e Martins Kruehl 2011; Paulsen *et al.* 2012).

O auge do DM acontece por volta de 24 a 48 horas pós-treino, quando a redução na capacidade de produzir força coincide com o aumento do processo inflamatório, aumento no plasma sanguíneo de miofibrilas necróticas e maior expressão de células satélites (Paulsen *et al.* 2012). Segundo Paulsen *et al.* (2012), a baixa redução na capacidade de produzir força (<20% dos valores pré-exercício) associou-se a pouca ou nenhuma anormalidade morfológico-histológica. Ao contrário, estudos que verificaram alta queda na função muscular (>50%) também reportaram acúmulo de leucócitos e degradação miofibrilar (Paulsen *et al.* 2012). Ainda segundo Paulsen *et al.* (2012), o DM pode ser classificado quanto à capacidade de recuperação da força muscular, aqueles indivíduos que são capazes de recuperar sua força em até 48 horas o DM é classificado como leve, entre 2 a 7 dias é considerado moderado e, duração acima de 1 semana é classificado como severo (Figure 1).

Figura 1 – Recuperação da capacidade de produzir força.



Fonte: Paulsen *et al.* (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev.*, v. 18, p. 52.

Embora o dano muscular induzido por exercício resistido (DMIER) seja uma consequência fisiológica decorrente da sessão de treino, sabe-se que o músculo esquelético possui uma alta capacidade adaptativa. Um exemplo disso é que ao longo do tempo, sessões repetidas produzem um efeito protetor e uma menor suscetibilidade ao DM. Esta resposta adaptativa é comumente definida como “*repeated bout effect*” ou “efeito da carga repetida” (Ingalls *et al.* 2004; Newton *et al.* 2008; Philippou *et al.* 2009).

Um dos estudos pioneiros a investigar esse efeito foi o estudo de Chen e Hsieh (2001) no qual o objetivo foi verificar os efeitos de sete dias consecutivos de treinamento isocinético excêntrico máximo nos indicadores de DM e nas respostas inflamatórias. Vinte e dois homens em idade colegial foram divididos em dois grupos: treinamento excêntrico (ET; n=12) e controle (C; n=10). Todos os voluntários (ET e C) se exercitaram com um protocolo de 30 repetições de contrações voluntárias isocinéticas excêntricas máximas (ECC1) para os flexores do cotovelo do braço não dominante com velocidade angular de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$. O ET executou o mesmo protocolo de treino nos seis dias consecutivos (ECC2 a ECC7) após ECC1. Circunferência do braço, amplitude de movimento e força isométrica voluntária máxima foram medidas antes, imediatamente após e a cada 24h por sete dias consecutivos a ECC1. Para a resposta inflamatória ao exercício foram investigadas as concentrações

plasmáticas de CK, lactato desidrogenase (LDH), número de leucócitos e IL-1 β e IL-6. A DMT foi medida antes e durante os sete dias consecutivos. Os resultados mostraram significativas alterações em ECC1 para a maior parte das medidas em ambos os grupos. Não houve aumento em nenhum marcador de DM a partir de ECC2 até ECC7 no grupo ET. Os autores concluíram que treinos excêntricos sucessivos não exacerbam o DM e a resposta inflamatória após ECC1. Os efeitos adaptativos ao DMIE podem ocorrer dentro de 24h após o treino (Chen e Hsieh 2001).

Outro interessante estudo foi conduzido por Nosaka e Newton (2002) no qual os autores investigaram se sessões adicionais de exercícios excêntricos exacerbam o DM. Os voluntários do estudo foram orientados a executar com um dos braços três séries com dez repetições excêntricas com carga avaliada para 50% da contração isométrica voluntária máxima (Situação: SIMPLES). Duas semanas mais tarde, o mesmo protocolo foi aplicado no braço oposto com a exceção que sessões adicionais foram executadas dois e quatro dias após a primeira (Situação: REPETIDA). Força isométrica máxima (FIM), amplitude de movimento (AM), CK e circunferência do braço reduziram de forma semelhante nas duas situações. Quando se excluiu as mudanças nos momentos imediatamente após o segundo e quarto dia da situação REPETIDA, não foram encontradas diferenças para FIM, AM, CK e dor muscular tardia.

A parceria entre Chen e Nosaka (2006) investigou a possibilidade de indivíduos treinados realizarem treinos máximos (100% da intensidade) ou próximos do máximo após três dias de recuperação do primeiro treino. Marcadores de DM como FIM, AM, circunferência do braço, DMT e proteínas musculares no plasma sanguíneo foram coletadas ao longo da recuperação. Ao final do estudo, além de não terem verificado alterações nos marcadores de DM entre a primeira e terceira coletas, os autores concluíram que mesmo em indivíduos treinados só é possível treinar com 100% da intensidade, ora com ajuda de terceiros ora com reduções de 10 a 20% da carga após 72 horas.

Mais tarde, Ahtiainen *et al.* (2011) investigaram a influência de um TF de alta intensidade na expressão muscular de receptores androgênicos (AR) e na concentração de fatores de crescimento e reparo tecidual, como por exemplo, (IGF)-IEa e MGF por meio de biópsia do músculo vasto lateral da coxa. Além destes fatores, outros marcadores de dano muscular (força isométrica, dor muscular, inchaço e CK) foram investigados antes e após 48h de intervalo. O interessante deste estudo foi que indivíduos treinados realizaram um protocolo de treino bastante comum em programas de ganhos de massa muscular, por exemplo, o treino consistia de cinco séries com carga avaliada para 10 RM no *leg press* e quatro séries com

carga de 10 RM para o agachamento. Após dois dias de recuperação, a força isométrica máxima declinou enquanto a DMT, CK, inchaço muscular e expressões de IGF-IEa e MGF foram significativamente aumentadas quando comparados aos valores pré-exercício (Ahtiainen *et al.* 2011). Os indivíduos foram indagados quanto à percepção de desgaste físico (PRNT) ocasionado pelo treino ao longo de sete dias de recuperação. Foi relatado para os pesquisadores que o mesmo treino não seria repetido antes que seis dias de repouso fossem completados.

Chen *et al.* (2010) testaram a hipótese se exercícios excêntricos repetidos após longo período de recuperação continuariam a oferecer os efeitos protetivos contra o DM. Quinze homens jovens, sem experiência em TF, foram submetidos a um protocolo de trinta contrações excêntricas voluntárias máximas para os flexores do cotovelo em dinamômetro isocinético. A cada quatro semanas de intervalo, uma sessão do mesmo protocolo foi repetida do total de quatro. Os marcadores de DM medidos foram: força concêntrica e isométrica voluntária máxima dos flexores do cotovelo, AM, circunferência do braço, DMT e marcadores sanguíneos de dano nos momentos PRE, imediatamente após e ao longo de 120 h de recuperação de cada sessão. O decréscimo da força e AM no momento imediatamente após a quarta sessão foi significativamente menor quando comparadas às outras sessões. Ao final do estudo foi concluído que a primeira sessão de treino conferiu as maiores adaptações ao DM, porém, adaptações crônicas foram induzidas quando o exercício foi executado mais que três vezes.

Ide *et al.* (2013) submeteram oito indivíduos (três mulheres e cinco homens) com experiência de pelo menos um ano de TF a um protocolo intenso de exercícios resistidos excêntricos. Os voluntários realizaram quatro séries de 8 a 10 ações excêntricas máximas com uma carga de 80% de 1 RM excêntrico, 1 minuto de intervalo entre séries, frequência semanal de duas vezes por semana durante 7 semanas. Importante relatar que no estudo foram usados apenas exercícios multiarticulares para membros inferiores (*leg press* 45°) e superiores (supino com barra e remada na máquina). As respostas inflamatórias para CK, proteína C reativa e quantidade de neutrófilos foram coletadas através de amostras de sangue antes do protocolo de treino e em diferentes momentos ao longo do estudo. Foi mostrado que o treino excêntrico induziu DM e aumentou as respostas inflamatórias apenas nas primeiras semanas de treino com subsequente atenuação.

Em resumo, as evidências anteriormente citadas mostraram que as adaptações ao DMIER podem ocorrer precocemente dentro de 24 horas após o treino e, mesmo que sessões de alta intensidade sejam repetidas antes da completa recuperação, o DM não é exacerbado

com subsequente atenuação (Chen e Hsieh 2001; Nosaka e Newton 2002; Nosaka e Newton 2002; Chen e Nosaka 2006; Chen *et al.* 2009). Até o presente momento, há dois pontos que vêm sendo discutidos pelos pesquisadores para explicar o porquê do DM não é exacerbado: 1) A presença da dor muscular tardia priva os sujeitos de produzirem força voluntária máxima o suficiente para exacerbar o DM (Clarkson 1992; Croisier *et al.* 1999); e 2) É possível que a redução na capacidade de produzir força máxima não tenha relação com a dor muscular tardia ou com a perda no *drive* neural (Newham *et al.* 1983; Hubal *et al.* 2006).

Contudo, indivíduos não treinados são os que apresentam maior declínio na capacidade de produzir força voluntária máxima e maior tempo de recuperação após um DMIER (Flores *et al.* 2011). Em Flores *et al.* (2011) homens e mulheres destreinadas executaram um protocolo de oito séries máximas com carga avaliada para 10 RM para os flexores do cotovelo. Os voluntários foram avaliados nos momentos pré, imediatamente após, 24, 48, 72 e 96 horas para os seguintes marcadores indiretos de DM: pico de torque (PT), inchaço e DMT. O auge da DMT se deu no momento 48 horas pós-exercício e permaneceu com seus valores aumentados em relação ao pré por até 96 horas após. Em relação ao PT, verificou-se que a capacidade de produzir força voluntária máxima continuou reduzida mesmo após 96 horas.

Indivíduos treinados mostram ser capazes de produzir força máxima mesmo após um DMIER (Soares *et al.* 2015). Assim como Flores *et al.* (2011), Soares *et al.* (2015) submetem indivíduos treinados a um protocolo de TF de oito séries máximas com uma carga avaliada para 10 RM em exercícios multiarticulares (remada unilateral na máquina) vs. uniarticular (rosca scott unilateral com halter) para os flexores do cotovelo. O objetivo foi investigar a recuperação muscular através dos marcadores indiretos de DM (ex.: PT, inchaço e DMT) nos momentos pré, imediatamente após, 24, 48, 72 e 96 horas. Cabe ressaltar que os voluntários possuíam experiência média de 6 anos de TF, estavam acostumados a realizar 12 séries semanais por grupamento muscular numa rotina *Split* com frequência de seis vezes por semana. Na situação de exercício multiarticular, a DMT voltou aos valores de pré somente após 72 horas de recuperação, enquanto os valores para PT retornaram logo após 24 horas. Na situação uniarticular, a DMT permaneceu significativamente elevada após 72 horas quando comparada ao pré. Porém, o PT retornou aos valores basais após 48 horas de recuperação.

Similarmente, Ferreira *et al.* (2017) verificaram que indivíduos treinados com experiência média de quatro anos de TF também recuperam a capacidade produzir força voluntária máxima com altos índices de DMT. Os voluntários realizaram a um treino com oito séries com carga uma intensidade correspondente a 90% de 10RM para diferentes exercícios

de supino. O estudo teve como objetivo avaliar a recuperação muscular ao longo de 96 horas pós-treino entre os diferentes tipos de exercício de supino (ex: supino no Smith, supino com halteres e supino com barra). Para DMT do músculo peitoral maior, todos os voluntários recuperaram em 96 horas pós-exercício, enquanto o PT dos músculos adutores do ombro retornou aos valores iniciais em 72 horas de recuperação. Para DMT dos extensores do cotovelo, os valores retornaram ao momento pré após 72 horas de recuperação, enquanto o PT levou apenas 48 horas para recuperar. Estes resultados indicam que em indivíduos treinados: 1) a recuperação da DMT está desassociada com a recuperação da capacidade de produzir força voluntária máxima; e 2) Indivíduos treinados são capazes de produzirem 100% da força máxima com elevados índices de DMT. Segundo Andersen *et al.* (2012), a resposta para produção de força com elevados índices de DMT é devida às adaptações centrais quanto à percepção da dor após TF. Os autores verificaram que a DMT nos músculos treinados é significativamente melhorada em grupos de treino do que em controle sem exercício.

Até o presente momento, os estudos apontaram que a DMT, a capacidade de produção de força máxima e a PRNT são um dos principais marcadores indiretos de dano muscular e recuperação, respectivamente. De acordo com Soares *et al.* (2015) e Ferreira *et al.* (2017), indivíduos treinados com vasta experiência não possuem um curso temporal de recuperação da mesma forma que indivíduos destreinados. Recentemente, Ferreira *et al.* (2017) mostraram que há uma dissociação entre o curso temporal para a recuperação da força máxima, capacidade de produção de trabalho e a PRNT após uma sessão de TF. Para os autores, técnicos e preparadores físicos devem utilizar com cautela a capacidade de produzir força máxima e a PRNT como marcadores de recuperação do desempenho muscular.

3.1.2. Estudos Crônicos com Seres Humanos e Modelo Animal

Em longo prazo, menos se sabe sobre o papel do DMIER nos ganhos de força e massa muscular (Schoenfeld 2012; Schoenfeld e Contreras 2013). Apesar de existirem poucas evidências, alguns achados mostraram que o papel da inflamação músculo-esquelética associada ao DMIER influencia a expressão de genes, resultando no fortalecimento do tecido e proteção contra novos danos (Ochi *et al.* 2011). Entretanto, outros estudos verificaram que o aumento da massa muscular pode ocorrer na ausência de DM e com inexpressivas respostas inflamatórias ao exercício. (Flann *et al.* 2011; Alves *et al.* 2013).

Para iniciar esta discussão, pode-se citar o estudo de Ochi *et al.* (2011) no qual os pesquisadores investigaram os efeitos de sessões repetidas de treinamento excêntrico nos

ganhos de massa muscular e aumentos nos níveis de citocinas e fatores de crescimento (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , miostatina e folistatina) usando um dinamômetro isocinético adaptado para ratos. Os pesquisadores hipotetizaram que sessões repetidas de treinamento excêntrico, efetivamente causariam aumentos no tamanho do músculo e na força em associação com mudanças nas citocinas e fatores de crescimento muscular (IL-6, miostatina e folistatina). Neste estudo, foi usado um modelo animal de treino para induzir dano durante 10 e 20 dias de treinamento excêntrico dos músculos flexores plantares (gastrocnêmios). Trinta e quatro ratos da raça Wistar foram divididos em dois grandes grupos: grupo excêntrico (EXC) e grupo controle (CONT). Ratos do grupo EXC foram treinados a cada dois dias por dez dias (EXC5: 5 sessões em 10 dias com 48h de intervalo) ou vinte dias (EXC10: 10 sessões em 20 dias) após as medidas de torque isométrico. No grupo CONT foram realizadas apenas as medidas de torque isométrico a cada dois dias (CONT5: cinco ou CONT10: 10 vezes no total). Após nove semanas de treinamento, foi medido o peso total dos ratos, área de secção transversa do músculo gastrocnêmio medial, expressão de proteínas relacionadas à hipertrofia muscular e fatores de crescimento e citocinas inflamatórias.

Ao final do estudo, o peso úmido do músculo gastrocnêmio medial não aumentou significativamente após cinco sessões de treinamento, enquanto, no grupo que treinou com dez sessões de treinamento excêntrico, o aumento foi significativo e foi acompanhado de aumento na área de secção transversa. A expressão de IL-6 foi elevada nos grupos EXC5 e EXC10, sem diferenças para TNF- α e IL-10. Miostatina e folistatina mostraram diferenças significativas para EXC10 em relação a CONT10. Os resultados mostraram que sessões repetidas de treinamento excêntrico durante vinte dias causaram aumentos no tamanho e na força muscular com elevações na IL-6 e folistatina e decréscimo na miostatina (Ochi *et al.* 2011).

Em contrapartida, Flann *et al.* (2011) confrontou os resultados de Ochi *et al.* (2011). O objetivo do estudo foi testar a hipótese do dano muscular sintomático ser necessariamente precursor do remodelamento muscular. Os sujeitos foram divididos em dois grupos experimentais: adaptados ao treino (AT) e os não adaptados (NAT). Durante três semanas o grupo AT realizou um protocolo de treino adaptativo ao estímulo dos exercícios que seriam adotados no estudo com a finalidade de evitar dano muscular. O grupo NAT não realizou a fase inicial adaptativa. Ambos os grupos participaram de oito semanas de um protocolo de alta intensidade de ações musculares excêntricas em ciclo ergômetro com duração total de 20 minutos por sessão e três vezes por semana. Os resultados mostraram que o grupo NAT experimentou sinais de DM, dor muscular tardia e altos níveis de CK no sangue em relação ao

AT. Interessantemente os ganhos de força e massa muscular não foram diferentes entre os dois grupos (AT=25%; NAT=26%). Também foram registradas níveis similares de fatores de crescimento tipo IGF-1EA mRNA em ambos os grupos. Para os autores, os resultados sugeriram que o remodelamento muscular pode ser iniciado independentemente da presença de dano ao músculo (Flann *et al.* 2011).

Segundo Alves *et al.* (2013), o protocolo de treino mais eficiente é aquele capaz de promover ganhos funcionais com menos dano ao tecido. Os autores verificaram significativo aumento na CK após uma sessão de treino constituída apenas por ações concêntricas, enquanto, nos demais grupos, que realizaram 10 sessões de treino num espaço de três semanas, essa resposta estava minimizada. Além disso, não foram encontradas alterações sanguíneas para TNF- α e cortisol para todos os grupos indicando assim uma ausência do processo inflamatório ou uma alteração no padrão fisiológico do estresse (Alves *et al.* 2013). Para Peake *et al.* (2005), não há efeitos positivos sem algum tipo de perturbação celular na rede de sinalizações moleculares que são responsáveis pelos ganhos em parâmetros funcionais, incluindo as moléculas envolvidas nos processos de inflamação e dano ao tecido.

3.1.3. Uma recuperação insuficiente pode alterar negativamente a expressão muscular de sínteses de proteínas?

Até o presente momento, a literatura científica vem mostrando que o DM não é exacerbado após sucessivas ações excêntricas e que as adaptações musculares positivas ao TF podem ou não vir correlacionadas com aumentos nas respostas inflamatórias ao DMIER (Flann *et al.* 2011; Ochi *et al.* 2011). Todavia, ainda permanece a preocupação quanto a recuperação muscular, principalmente, quando vêm à tona registros que o excesso de volume de treino, carga excessiva e recuperação insuficiente resultam em comprometimento da síntese de proteínas e atrofia muscular (Coffey *et al.* 2007; De Souza *et al.* 2011; Alves Souza *et al.* 2014).

Num primeiro momento, pesquisadores brasileiros do Departamento de Morfologia da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) investigaram os efeitos de um programa de TF com carga excessiva e recuperação muscular insuficiente sobre a área de secção transversa, tipologia de fibra e expressão do conteúdo de miosina de cadeia pesada (MHC) (De Souza *et al.* 2011). O estudo foi realizado com ratos da raça Wistar que foram divididos em dois grupos: treinado (GT) e sedentário (GS). O protocolo do GT foi elaborado para induzir um acumulativo estresse muscular e resultar em atrofia dos músculos flexores plantares. Para

isso, os ratos do GT foram submetidos a um protocolo de treino de 12 semanas, com frequência de cinco vezes por semana e sobrecarga que chegava a atingir 150% da massa corporal. Os resultados mostraram uma redução no número de fibras Tipo I e II com consequente redução nas expressões de MHCI e MHCIIa em GT. No segundo momento, os pesquisadores avaliaram os ganhos de massa muscular e expressão de proteínas relacionadas à atrofia muscular (Alves Souza *et al.* 2014). Os achados mostraram que a área de secção transversa das fibras musculares dos flexores plantares reduziram 17% para o GT quando comparado ao GS que não treinou. Em relação à expressão de proteínas, no GT foi encontrado um aumento significativo de 20% na expressão de proteínas catabólicas (MAFbx) e uma redução na expressão das proteínas anabólicas (MyoD 27%; myogenin 29%; IGF-I 43%) quando comparado ao GS (Alves Souza *et al.* 2014).

Estes achados sugerem que um desequilíbrio entre estímulo e recuperação podem aumentar a relação catabolismo / anabolismo e potencialmente conduzir à atrofia músculo – esquelética (Seene *et al.* 2004). Contudo, o mecanismo molecular exato que regula esta condição de atrofia durante o TF com excessiva sobrecarga permanece desconhecido. Teoricamente, a atrofia muscular induzida por um volume excessivo de treino pode estar associada com alterações de proteínas que regulam a massa muscular, incluindo os fatores de atrofia muscular F – Box (MAFbx, também chamado de atrogina – 1), fatores de crescimento tipo insulina (IGF – 1), fatores regulatórios miogênicos (MRFs [MyoD, Myf – 5, miogenina e MRF4]); no entanto, esta hipótese precisa ser testada. A MAFbx, uma ubiquitina E3 ligase, é conhecida por ser um potente regulador da proteólise muscular através da via da ubiquitina – proteossomal (Bodine *et al.* 2001; Gomes *et al.* 2001).

Segundo Bodine *et al.* (2001), a expressão de MAFbx é estimulada quando o nervo muscular é cortado, o que resulta em paralisia e atrofia severa; este gene é regulado durante imobilização muscular e tratamento com glicocorticóide, indicando a importância do papel da MAFbx na atrofia muscular. Ao contrário, os MRFs (i.e., MyoD e miogenina) e IGF – 1 são considerados como os dois maiores reguladores anabólicos do músculo esquelético. Os MRFs são uma superfamília de fatores de transcrição que regulam vários genes específicos do músculo esquelético (Olson 1993). Similarmente, o IGF – 1 tem sido caracterizado como um forte agente anabólico por causa de sua atuação em duas vias diferentes durante TF: a) estimulando as células satélites a proliferar e a se diferenciar durante o processo compensatório de hipertrofia muscular (Adams e McCue 1998); b) ativando vias de sinalização através da fosfatidil-inositol 3 – Kinase (PI3K) / AKT / mTOR (alvo de

rapamicina em mamíferos) / P70S6 – Kinase; os quais são importantes no processo de regulação de síntese de proteínas e, mais tardiamente, em hipertrofia muscular (Glass 2005).

Coffey *et al.* (2007) examinaram as mudanças nas via de sinalização dos fatores de crescimento e inflamação após um programa de TF com alta frequência em ratos da raça Sprague Dawley. O experimento consistiu da realização de um protocolo de TF desenhado para gerar um somatório de respostas de sinalização das vias bioquímicas ao exercício (i.e., 4 sessões de três séries de dez repetições de agachamento a cada 3 horas de recuperação). Os resultados apontaram que o regime de treinamento suprimiu de forma aguda a expressão de mRNA para IGF-1 e a fosforilação da AKT, um efeito que perdurou por 48 horas após a última sessão de exercícios. Também houve um coordenado aumento na expressão de fatores de necrose de tumor alfa. Os autores concluíram que a alta frequência de TF prolonga a ativação transitória das cascatas de sinalização inflamatórias, concomitante com a supressão dos mediadores anabólicos do músculo.

Com as medições das vias de sinalização celular dos processos moleculares anabólicos e catabólicos, parece-nos viável sugerir que a recuperação neuromuscular entre sessões de TF e não o volume semanal de treino, deve ser o fator principal para a correta prescrição da frequência semanal de treinos. Entretanto, há hipóteses a favor de altas frequências de TF sugerindo que os aumentos na síntese de proteínas musculares na horas e dias seguintes ao treinamento poderia permitir uma melhor compreensão da plasticidade muscular através de um programa de TF (Damas *et al.* 2015; Dankel *et al.* 2017).

3.2. Frequência de Treino

3.2.1. Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Não Treinados

Segundo Wernbom *et al.* (2007) e o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) dos anos de 2002 e 2009 (ACSM 2002; ACSM 2009), a frequência de treino é definida como a quantidade de vezes que determinado grupamento muscular é treinado por semana e, depende em geral, da manipulação de outras variáveis como: volume, intensidade, escolha de exercícios, nível de condicionamento, habilidade de recuperação e quantidade de grupamentos musculares envolvidos na sessão. Na prática, preparadores físicos e entusiastas do TF têm manipulado apenas o volume e a quantidade de grupamentos musculares envolvidos na sessão como forma de delinear a frequência de treino semanal.

Um dos primeiros estudos que buscou investigar os efeitos de diferentes frequências de treino nos ganhos de força é datado de 1981. A responsabilidade da pesquisa ficou a cargo de G. McKenzie Gillam do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Jacksonville, Alabama (EUA). McKenzie (1981) submeteu 75 jovens universitários sem experiência prévia em TF a realizar um protocolo experimental de 18 séries com 100% da carga para uma repetição máxima (1RM) no exercício de supino com barra livre durante nove semanas. Os participantes foram locados em grupos que apenas se distinguiam pela frequência de treino: 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 vezes por semana. Significativas melhoras na força muscular foram observadas nos indivíduos que treinaram por cinco vezes semanais quando comparado com os demais grupos que treinaram menos vezes. Contudo, McKenzie (1981) não verificou diferenças entre o grupo que treinou uma e duas vezes, nem para quem treinou três e quatro vezes.

Graves *et al.* (1988) conduziram um interessante estudo no qual recrutaram e submeteram indivíduos não treinados a 18 semanas de TF antes do período de coleta propriamente dito. Nesta fase inicial pré-estudo, os voluntários foram divididos em grupos que treinariam por três ($n = 23$) ou duas vezes ($n = 18$) semanais. O treinamento consistiu de uma série com carga para sete a dez repetições máximas até a falha concêntrica no exercício de extensão de joelhos bilateral. Após este período, iniciou-se a fase de estudo de 12 semanas no qual os sujeitos que treinavam numa frequência de três vezes foram orientados a reduzir para duas ($n = 9$), uma ($n = 7$) e zero ($n = 2$) vezes por semana, enquanto os sujeitos que treinavam por duas vezes, tiveram sua frequência reduzida para uma ($n = 12$) e zero ($n = 11$) vezes por semana. A intensidade do treinamento foi mantida em uma série com carga para 7 a 10 repetições máximas por toda a duração do estudo. Quando os sujeitos conseguiram realizar mais de 10 repetições, a carga foi aumentada em 5%. Foi mostrado que os sujeitos que treinaram por três vezes obtiveram aumentos significativos de 25,8% na força isométrica dos extensores do joelho quando comparados aos 16,7% do grupo duas vezes. No grupo orientado a parar completamente o treinamento, houve uma perda de 68% na força isométrica, enquanto os valores de força para os demais grupos que reduziram para duas ou uma vez por semana não foram estatisticamente significativos. A partir destes resultados, os autores ressaltaram a possibilidade da intensidade do treinamento ser mais importante que a frequência de treino para manutenção da força muscular em indivíduos jovens previamente destreinados.

Posteriormente, Braith *et al.* (1989) buscaram determinar a efetividade de um regime de TF realizado duas ou três vezes por semana nos ganhos de força dos extensores do joelho. Cento e dezessete voluntários sedentários foram aleatoriamente divididos em um dos dois

grupos experimentais (G2x; G3x) ou no grupo controle (C). No geral, 44 indivíduos treinaram por 10 semanas e 47 por 18 semanas, enquanto 26 sujeitos serviram como controle e não treinaram. Do mesmo modo que Graves *et al.* (1988), Braith *et al.* (1989) submeteram os voluntários de seu estudo ao mesmo protocolo de TF constituído de uma série com carga para sete a dez repetições máximas no exercício de extensão dos joelhos. Grupos que treinaram G3x aumentaram significativamente a força isométrica (10 semanas = 21,2%; 18 semanas = 28,4%) quando comparados ao G2x (10 semanas = 13,5%; 18 semanas = 20,9%). Ao final do estudo, os autores recomendaram que, caso não fosse possível treinar com frequências mais altas, os indivíduos que desejassem treinar por duas vezes na semana obteriam no mínimo 80% dos ganhos de força do grupo que treinou três vezes.

Outras evidências verificaram a eficácia de frequências tão baixas quanto uma vez por semana em promover ganhos de força em indivíduos não treinados (Graves *et al.* 1990; Ohmori *et al.* 2010). Em 1990, Graves *et al.* (1990) observaram que ações isométricas para os músculos extensores lombares forneceram estímulo suficiente para ganhos de força isométrica em indivíduos sedentários que treinaram uma vez durante 12 semanas. Em 2010, pesquisadores japoneses mostraram que treinos de uma vez a cada duas semanas promoveram aumentos na força isométrica dos extensores do joelho em indivíduos não treinados após oito semanas de treinamento (Ohmori *et al.* 2010). Outros achados também confirmaram que treinos de uma vez por semana podem ser tão eficientes quanto duas ou três vezes para aumentos de força nos músculos extensores lombares (Carpenter *et al.* 1991) e cervicais (Pollock *et al.* 1993).

No princípio, estes estudos (McKenzie 1981; Graves *et al.* 1988; Braith *et al.* 1989; Graves *et al.* 1990) contribuíram com aplicações práticas para o delineamento de programas de TF. Contudo, não é possível isolar os efeitos da frequência de treino nos ganhos de força e massa muscular, pois, nestes estudos, não houve o controle adequado do número de sessões nas diferentes condições de frequência, nem mesmo houve uma padronização das características individuais de cada sessão. A partir deste momento, trabalhos posteriores preocuparam-se em equalizar o volume de treino pela quantidade de sessões totais.

No final da década de 90, Carroll *et al.* (1998) compararam os efeitos de diferentes regimes de frequência de treino nos ganhos de força e nas alterações relativas às isoformas de miosina de cadeia pesada (MCP I, IIa, IIx). A força foi avaliada no teste de 1 RM de agachamento e nos testes isométrico e isocinético para os extensores do joelho no dinamômetro Cybex 6000 *Testin and Rehabilitation System* (Lumex, New York, USA). Oito mulheres e nove homens universitários com menos de seis meses de experiência em TF

participaram do estudo. Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em grupos que treinaram por duas (G2x) ou três vezes (G3x) na semana. Curiosamente, os autores preocuparam-se em relatar o intervalo entre sessões de cada grupo. Por exemplo, as sessões do G2x foram separadas por três dias (72 horas; Segundas e quintas), enquanto no G3x, o intervalo entre sessões foi de 2 dias (48 horas; Segundas, Quartas e Sextas). Ao todo, foram realizadas 18 sessões para cada grupo. Em relação ao protocolo de treino, os voluntários foram submetidos a um treino de alta intensidade com repetições máximas executadas até a falha concêntrica e intervalo de três minutos entre e exercícios (ex.: meio agachamento, extensão de joelhos, flexão de joelhos, supino, puxada, elevação lateral e abdominal).

Ao final do estudo, os G2x e G3x aumentaram de forma similar a força para 1RM do agachamento, porém, os ganhos foram maiores para o G2x nos testes isométricos e isocinético no dinamômetro isocinético. Houve aumento significativo na MCP Ila no G2x quando comparado ao G3x após 18 sessões. Os autores concluíram que quando o volume total é equalizado entre os grupos, não há diferenças nos ganhos de força de 1RM no agachamento. Como limitações do estudo de Carroll *et al.* (1998) pode-se citar a falta de detalhes essenciais sobre a caracterização do protocolo de treino como, por exemplo, velocidade de execução para ação concêntrica e excêntrica, intensidade, número de repetições, amplitude de movimento e ordem de exercícios.

Candow e Burke (2007) buscaram equalizar o volume de treino com diferentes frequências nos ganhos de força e massa muscular de homens e mulheres. Vinte e nove voluntários destreinados (23 mulheres; 6 homens) foram aleatoriamente divididos em dois grupos: a) G2x (n = 15; 12 mulheres, 3 homens) que treinou duas vezes por semana e executou 3 séries de 10 repetições com 60-90% de 1RM até a falha concêntrica em 9 exercícios; e b) G3x (n = 14, 11 mulheres, 3 homens) que treinou por três vezes semanais e realizou o mesmo protocolo que o grupo G2x. Pré e pós-testes de seis semanas, a massa magra foi avaliada pela técnica de absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA) e a força pelo teste de 1 RM nos exercícios de supino e agachamento. Ambos os grupos aumentaram a massa magra (2,2%) e força no supino e agachamento (22-30% e 28%, respectivamente) com o treinamento sem, contudo, nenhuma diferença entre grupos. Os resultados sugeriram que o volume de treino pode ser mais importante que a frequência no desenvolvimento de força e massa muscular de indivíduos inicialmente não treinados.

Um dado interessante do estudo foi o relato do volume total de treino após o período de seis semanas. O volume foi calculado multiplicando o número de séries pelo número de repetições e pela carga em cada exercício. Ao final, obtiveram-se os valores médios por

sessão de $2022,45 \pm 67,2$ (kg) e $2194,34 \pm 69,5$ (kg) para os grupos G2x e G3x respectivamente, sem diferenças significativas. Outro ponto positivo foi o relato dos autores na discussão sobre a recuperação entre as sessões que, embora os grupos tenham treinado com diferentes intervalos de recuperação, os resultados para os ganhos de força e massa muscular foram similares e sem diferenças entre grupos. O G2x treinou as terças e quintas com uma relação 48-96h, enquanto o G3x as segundas, quartas e sextas com 48-72h. Cabe ressaltar que Candow e Burke (2007) foram os primeiros a apresentar uma tímida discussão sobre a importância da recuperação neuromuscular entre sessões até o presente momento.

Os estudos citados (McKenzie 1981; Graves *et al.* 1988; Braith *et al.* 1989; Graves *et al.* 1990; Candow e Burke 2007) até aqui fundamentaram as recomendações para frequência de treino do ACSM dos anos 2002 e 2009 (ACSM 2002; ACSM 2009) para indivíduos não treinados. Após 2 anos da publicação das últimas recomendações do ACSM (2009), pesquisadores iranianos também investigaram os efeitos de diferentes frequências de TF nos ganhos de força muscular, resistência e composição corporal em indivíduos não treinados (Arazi e Asadi 2011). Foram encontrados resultados similares após um período de 8 semanas de TF com volume equalizado comparando 1 vez vs. 2 vezes vs. 3 vezes semanais, e não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas nos ganhos de força entre os grupos experimentais (Arazi e Asadi 2011). Em 2015, estudo de nosso laboratório corroborou com os achados de Candow e Burke (2007) e Arazi e Asadi (2011) no qual trinta indivíduos não treinados (23 ± 3 anos) experimentaram ganhos similares quando o volume de treino para uma ou duas vezes por semana foi equalizado (Gentil *et al.* 2015). Nesse trabalho, Gentil *et al.* (2015) mostraram que a EM dos flexores do cotovelo aumentou 5,46 e 7,05% para os indivíduos que treinaram uma e duas vezes por semana, respectivamente, sem diferenças significativas entre si. Não houve diferenças entre os grupos para os ganhos de força isocinética (6,66% e 12,86% para G1x e G2x, respectivamente) após 10 semanas de treinamento.

Até o presente momento, percebe-se que os estudos com indivíduos não treinados que investigaram baixas frequências e volume semanal equalizado não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos ganhos de força e massa muscular (Candow e Burke 2007; Arazi e Asadi 2011; Gentil *et al.* 2015). Fica claro que em indivíduos não treinados, quando o volume de treino semanal é equalizado, a manipulação da frequência de treino não tem importância. Contudo, ainda não está claro se aumentos na frequência de treino resultariam em ganhos maiores que duas e três vezes por semana (Schoenfeld *et al.* 2016). O modelo teórico para o uso de altas frequências de treino se baseia nos aumentos das respostas agudas

de síntese de proteínas miofibrilar observadas após cada sessão de TF (Damas *et al.* 2015), o qual foi recentemente proposto por Dankel *et al.* (2017). Por exemplo, após um curto período de adaptação (i.e., 5 sessões), Damas *et al.* (2015) demonstraram que as respostas de síntese de proteína miofibrilar foi aumentada acima dos valores pré-exercício 24 horas após sessão de TF, mas retornou aos valores iniciais após 48 horas após. Em seu estudo Barcelos *et al.* (2018) hipotetizaram que expor o mesmo grupamento muscular a altas frequências de treino poderia induzir um maior número de elevações na síntese de proteínas miofibrilares, aprimorando com isso os ganhos em hipertrofia muscular. Para os autores, uma alta frequência de treino pode, conseqüentemente, resultar num trabalho total de treino (i.e., séries*repetições*carga) maior na semana (Barcelos *et al.* 2018). A hipótese de (Barcelos *et al.* 2018) é suportada por quatro recentes metanálises as quais vêm reportando que aumentos no volume semanal de treino (o que influencia diretamente o trabalho total) produzem benefícios nos ganhos de força (Ralston *et al.* 2017; Grgic *et al.* 2018) e massa muscular (Schoenfeld *et al.* 2016; Schoenfeld *et al.* 2017).

Neste sentido, o objetivo de Barcelos *et al.* (2018) foi comparar os efeitos do TF com frequências de cinco (TF5), três (TF3) ou duas (TF2) vezes semanais na força e hipertrofia muscular em indivíduos jovens não treinados. Participaram um total de 20 participantes que tiveram uma das pernas randomicamente designadas para TF5, enquanto a outra para TF3 ou TF2. 1 RM e área de secção de transversa (AST) foram avaliadas pré-exercício, após 4 (P4) e 8 (P8) semanas. Os resultados apontaram semelhanças entre os protocolos nos ganhos de 1RM e AST em P4 e P8 vs. pré-exercício. Foram concluídos três pontos importantes: 1) frequência de cinco vezes semanais no qual o mesmo grupo é exercitado não promove ganhos em força e hipertrofia muscular quando comparado a frequências menores (duas e três vezes) em indivíduos jovens não treinados; 2) com aproximadamente metade das sessões de treinamento realizadas durante o mesmo período de tempo (i.e., 8 semanas), as baixas frequências de treino induzem aumentos similares em força e hipertrofia quando comparadas às altas; 3) baixas frequências de treino podem ser capazes de engajar um número maior de pessoas na prática do TF e, conseqüentemente, contribuir para uma maior aderência ao programa de treino.

Percebe-se pelos achados de Barcelos *et al.* (2018) uma discordância das recentes metanálises as quais os autores identificaram uma acentuada relação dose-resposta por meio do qual aumentos no volume de treino produzem maiores ganhos na força muscular (Ralston *et al.* 2017; Grgic *et al.* 2018) e hipertrofia (Schoenfeld *et al.* 2016; Schoenfeld *et al.* 2017). Na discussão do estudo foi verificado que as altas frequências de treino resultam em curto

período de recuperação neuromuscular entre sessões, a qual, os autores especularam que pode comprometer a progressão do trabalho total semanal. Adicionalmente, foi demonstrado que uma progressão mais lenta no trabalho total sessão por sessão vista no grupo alta frequência (TF5: 1,37% vs. TF3: 2,13% vs. TF2: 2,24%) pôde equiparar o progresso no treinamento dos demais grupos ao final das 8 semanas do estudo (Barcelos *et al.* 2018).

3.2.2. Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Treinados

Um dos primeiros estudos sobre frequência de treino com indivíduos treinados foi realizado por Mclester *et al.* (2000) e fundamentou as recomendações para frequência do ACSM de 2002 e 2009 (ACSM 2002; ACSM 2009) para este público. Nesse estudo, os autores compararam os efeitos de um programa de TF constituído de uma e três vezes por semana com volume equalizado nos ganhos de força e massa muscular após 12 semanas. Os voluntários foram aleatoriamente divididos em dois grupos: uma vez por semana com três séries por exercício (G1x) e três vezes por semana com uma série por exercício (G3x). A intensidade utilizada foi de 80% de 1RM com dois minutos de intervalo entre séries. Quando os sujeitos no G1x realizavam 10, 9 e 8 repetições para a primeira, segunda e terceira séries, respectivamente, a carga era aumentada em 2,3 a 9,1 kg afim de que as repetições na primeira série caíssem para cinco. No G3x, quando os sujeitos realizavam 10 repetições, a carga era aumentada na mesma proporção (2,3 a 9,1 kg) afim de que as repetições caíssem para três. Todas as séries foram executadas até a falha concêntrica. No pré e pós-teste foram avaliados a força máxima em todos os exercícios (1RM) e massa muscular (dobras cutâneas). O protocolo de TF consistiu dos seguintes exercícios: supino reto, extensão de cotovelos, elevação lateral, puxadas, flexão de cotovelos, leg press, extensão de joelhos na máquina, flexão de joelhos e flexão plantar na máquina.

Os resultados não mostraram diferenças significativas para os ganhos de força nos exercícios de membros superiores entre os grupos. No entanto, houve diferença nos ganhos apenas para os exercícios de leg press (46,1%) e flexão de joelhos (47,2%) no grupo G3x quando comparado com o G1x (22,3%, 25,2%, respectivamente). Para massa muscular medida pela técnica de três dobras de Jackson & Pollock não foi detectada diferença entre os grupos. Surpreendentemente, Mclester *et al.* (2000) inovaram no estudo e abordaram os sujeitos quanto à percepção subjetiva para dor muscular tardia antes do início de cada sessão de treino. A preocupação dos autores foi em identificar como se comportava a recuperação muscular entre os protocolos. Os pesquisadores verificaram que o G1x obtinha valores mais

altos para DMT quando comparado ao G3x, porém, sem diferenças significativas. Foi concluído que ambos os grupos se recuperaram de maneira similar aos estímulos do treinamento. Uma limitação que pode ter comprometido os resultados de Mclester *et al.* (2000) foi a divisão mista entre homens e mulheres nos grupos experimentais. Ao final do estudo, sete sujeitos foram excluídos das análises finais e o G1x ficou composto por sete homens e duas mulheres, enquanto no G3x, cinco homens e quatro mulheres. Embora não haja diferenças nos ganhos de força após 10 semanas entre homens e mulheres não treinados (Gentil 2016), o G1x pareceu ser mais experiente com $6,3 \pm 4$ anos, e o G3x menos com $4,2 \pm 2,8$ anos.

Recentemente, Schoenfeld *et al.* (2015) investigaram os efeitos de se treinar os grupos musculares uma vez usando uma rotina dividida de treino (G1x; n = 10) vs. três vezes por semana usando uma rotina de treino de corpo todo (G3x; n = 10) nos ganhos de força e massa muscular em homens jovens treinados ($4,5 \pm 3,1$ anos de experiência). No G1x, voluntários foram submetidos a um protocolo de TF que consistiu em realizar múltiplos exercícios para 2 a 3 grupamentos musculares por sessão, enquanto o G3x realizou uma rotina com um exercício por grupamento muscular para todo os grupos musculares treinados em cada sessão. Assim como os estudos anteriores (Carroll *et al.* 1998; Mclester *et al.* 2000; Candow e Burke 2007; Gentil *et al.* 2015), os autores equalizaram o volume de séries semanal. A força (1RM no supino e agachamento) e massa muscular (EM dos flexores e extensores do cotovelo e vasto lateral) foram testadas pré e pós oito semanas de treinamento. O treino consistiu na realização de 2 a 3 séries por exercício com 8 a 12 repetições máximas até a falha concêntrica e intervalo de 90 segundos entre séries. Nenhuma diferença significativa foi verificada nos ganhos de força de 1RM entre grupos. Na EM a única diferença significativa entre grupos foi detectada nos flexores do cotovelo para o grupo G3x (6,5%) em relação a G1x (4,4%). Os autores concluíram que ganhos superiores de hipertrofia são mais perceptíveis em programas de treino com alta frequência semanal.

Além da conclusão questionável dos autores, uma das limitações do estudo foi a possibilidade de que a mudança do estímulo possa ter interferido nos ganhos de massa muscular em favor do G3x, visto que os dezesseis voluntários estavam habituados a se exercitarem com rotinas divididas. Outro ponto questionável, a EM foi medida apenas na porção média de cada músculo, visto que haveria a possibilidade da hipertrofia ter ocorrido também nas regiões proximais e distais do músculo (Wakahara *et al.* 2013; Schoenfeld *et al.* 2015). Ao contrário dos estudos de Candow e Burke (2007) e Mclester *et al.* (2000), não

houve relatos e, nem mesmo foi discutido sobre recuperação neuromuscular dos sujeitos após o período de intervenção.

Mais tarde, Thomas e Burns (2016) selecionaram sete mulheres e doze homens com experiência média de $4,2 \pm 3.2$ anos para se exercitarem com alta (G3x) e baixa frequência de treino semanal (G1x) durante oito semanas. O G3x realizou um protocolo de TF de corpo todo com três séries por exercício totalizando nove séries semanais por grupamento muscular, enquanto no G1x, os voluntários completaram as nove séries em uma única sessão de treino. Para o G1x, foi adotada uma rotina dividida em três dias: 1) peitoral maior, deltoide e tríceps braquial; 2) costas e bíceps; e 3) quadríceps, posteriores de coxa, panturrilhas e abdominais. O treino foi realizado com 12 repetições com uma carga inicial de 75-85% de 1RM e intervalo entre 1-2 minutos entre séries. Os sujeitos foram orientados a treinarem até a falha concêntrica em cada série. Uma vez que fossem realizadas mais de 12 repetições, aumentou-se em 3% a carga dos exercícios. Após oito semanas, houve melhoras na massa muscular de 1,9% e 2,0% para G3x e G1x, respectivamente. Foram detectadas alterações positivas no 1RM de supino e agachamento no grupo G3x na ordem de 11% e 21%, respectivamente, enquanto no G1x houve aumentos de 7% e 24% para o supino e agachamento, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas entre grupos. Os dados mostraram que quando o volume de treino semanal é equalizado, ambas as frequências (G1x e G3x) resultam em ganhos similares de força e massa muscular em homens e mulheres experientes em TF.

Para Dankel *et al.* (2017), atletas e praticantes de TF têm elevadas as taxas de síntese de proteínas por no mínimo de 24, 36 e 48 horas de duração após exercício. A magnitude e duração destas respostas de síntese de proteínas parecem estar bloqueadas em indivíduos treinados (Damas *et al.* 2015). Se teoricamente 4 séries por grupamento muscular executadas até a falha concêntrica já podem ser suficientes para suscitar um aumento nas taxas de proteínas musculares após exercício, então, um número menor de séries pode ser ainda mais efetivo em reduzir a fadiga prolongada e permitir que o mesmo grupo muscular seja treinado mais frequentemente (Dankel *et al.* 2017). A hipótese gira em torno da ideia de que quanto mais o estímulo é repetitivo, mais o mesmo promoveria um balanço positivo de síntese de proteínas, e com isso indivíduos treinados poderiam ser beneficiados em termos de hipertrofia muscular quando mantivessem constante o volume de treino semanal e, por conseguinte, o distribuíssem em mais sessões de treino ao longo da semana (Dankel *et al.* 2017). Ou seja, a ideia central é de evitar que indivíduos treinados realizassem séries “desnecessárias” para a hipertrofia muscular.

Para testar esta hipótese preconizada por Dankel *et al.* (2017), pesquisadores da Universidade de Greenwich no Reino Unido compararam os efeitos de 2 volumes de treino equalizados semanalmente com diferentes frequências nos ganhos de força e potência muscular e na composição corporal (Yue *et al.* 2018). Dezoito indivíduos treinados recreacionalmente foram randomicamente distribuídos em dois grupos experimentais: 1) baixo volume por sessão com alta frequência semanal (BV-FS; n = 9) que treinou 4 vezes (i.e., Segundas e Quintas; Terças e Sextas); e 2) alto volume por sessão com baixa frequência (AV-FS; n = 9) que treinou 2 vezes (i.e., Segundas e Quintas). Ambos os grupos treinaram por um período de 6 semanas. Os treinos foram organizados em rotinas divididas (*split routines*) por grupamento muscular: a) peitoral, deltoides e flexores do cotovelo; b) costas, extensores do cotovelo e pernas. Participantes foram testados pré e pós experimento para força máxima, potência muscular de membros superiores, massa livre de gordura, circunferência dos membros e espessura muscular. Comparado com os valores pré-exercício, ambos os grupos aumentaram a massa livre de gordura e a espessura muscular do vasto medial, mas apenas o AV-FS aumentou a circunferência dos braços, a espessura muscular dos flexores do cotovelo e reduziu a gordura corporal. Ambos os grupos aumentaram a força nos exercícios de supino e agachamento, bem como a potência de membros superiores (Yue *et al.* 2018).

Diferentemente de Dankel *et al.* (2017), Yue *et al.* (2018) sugerem que concentrar o volume semanal de treino em poucas sessões pode ser uma estratégia melhor que aumentar a frequência de treino ao longo da semana quando os objetivos são aumentos na massa muscular. Vale ressaltar que em Yue *et al.* (2018), o grupo BV-FS realizou os treinos com um intervalo de recuperação entre sessões de TF de 72 horas para o mesmo grupamento muscular, enquanto em AV-FS no qual foram vistos maiores aumentos na massa muscular, o intervalo entre sessões de TF foi de 168 horas por grupamento muscular. É provável que esta seja uma das explicações para os resultados positivos vistos em AV-FS. No entanto, percebe-se algumas limitações metodológicas que podem comprometer as inferências baseadas nos resultados, por exemplo, o baixo tamanho amostral de 9 participantes incluído em cada grupo experimental pode aumentar o risco de erro do tipo 2. O alto grau de variabilidade entre sujeitos foi detectado e, por conseguinte, limitou a habilidade de detectar diferenças significativas nos principais resultados de desfecho primário do estudo. E, por último, a medida de espessura muscular foi obtida apenas na região central do músculo. Sabe-se que a hipertrofia muscular se manifesta de maneira regional específica, ora sendo mais observada nas regiões proximais e/ou distais por vezes (Wakahara *et al.* 2013).

Brigatto *et al.* (2018) investigaram os efeitos crônicos de treinos de 1 vez vs. 2 vezes por semana no desempenho neuromuscular e nas adaptações morfológicas em homens treinados com o volume de treinos equalizados entre as condições. Participantes foram designados aleatoriamente em 2 grupos experimentais: 1 vez/semana (168h; G1: n = 10), onde cada grupo muscular foi treinado uma vez na semana com 16 séries totais, ou 2 vezes/semana (72h; G2: n = 10) onde cada grupamento muscular foi treinado duas vezes por semana com 8 séries por sessão. Todas as variáveis mantiveram-se constante ao longo das 8 semanas do período de treinamento. Vale ressaltar que os autores tiveram o cuidado de monitorar o volume total de treino de cada sessão de treino. Os resultados não apontaram diferenças significativas entre os grupos para força máxima nos exercícios de agachamento e supino, espessura muscular dos extensores e flexores do cotovelo, ou quadríceps femoral, e nem mesmo para o teste de resistência muscular nos exercícios de agachamento e supino com uma carga de 60% de 1RM. Interessantemente, o tamanho do efeito (*effect size*) favoreceu algumas medidas de desfecho, sugerindo um ligeiro benefício para altas frequências semanais. Os autores concluíram que ambas frequências semanais significativamente melhoraram as adaptações neuromusculares, com mudanças similares entre as condições experimentais (Brigatto *et al.* 2018).

Assim como os estudos anteriores (Brigatto *et al.* 2018; Yue *et al.* 2018), Gomes *et al.* (2018) examinaram as mudanças na massa muscular e na força máxima após um período de 8 semanas de TF com diferentes frequências em indivíduos treinados. Vinte e três sujeitos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: baixa frequência (BF: n = 12) ou alta frequência (AF: n = 11). O grupo BF executou uma rotina de treinos dividida, treinando cada grupamento muscular uma vez na semana, enquanto o AF realizou uma rotina de treino de corpo todo, treinando todos os grupamentos musculares 5 vezes por semana. Ambos os grupos realizaram o mesmo número de séries (i.e., 10 a 15 séries) e exercícios (i.e., 1 a 2 exercícios) por semana, 8 a 12 repetições máxima (i.e., 70 a 80% de 1RM) 5 vezes por semana. Os voluntários foram avaliados para força muscular no teste de 1RM para os exercícios de agachamento e supino, enquanto a massa muscular por meio de DEXA no início e ao final do estudo. Os resultados mostraram que 8 semanas de AF aumentaram força e massa muscular similarmente que BF em indivíduos treinados. Os autores concluíram que treinos com altas frequências semanais não são mais efetivos que os de baixa frequência nos ganhos de força e massa muscular em indivíduos treinados quando o número de séries totais e intensidade são equalizado por semana (Gomes *et al.* 2018).

Percebe-se, até o presente momento, que os estudos mais recentes sobre frequência de treino (Brigatto *et al.* 2018; Gomes *et al.* 2018; Yue *et al.* 2018) não sustentam a hipótese levantada inicialmente por Dankel *et al.* (2017) de que indivíduos treinados se beneficiariam com altas frequência de treino em termos de ganhos de força e massa muscular. Mais um estudo publicado em 2018 por pesquisadores da Universidade do Sul da Flórida na cidade de Tampa- FL comparou os efeitos de treinos realizados com altas (6x) vs. moderadas (3x) frequências semanais nos ganhos de força máxima e composição corporal em indivíduos treinados (Colquhoun *et al.* 2018). No total, 28 indivíduos treinados foram avaliados no início e ao término de 6 semanas de intervenção para força muscular nos exercícios de agachamento, supino e levantamento terra, massa livre de gordura e massa de gordura. Os voluntários do grupo 3x e 6x realizaram treinos equiparados por volume pro corpo todo utilizando exercícios de agachamento, supino e levantamento terra. Os resultados apontaram alterações nas variáveis avaliadas apenas em relação ao tempo, com uma diferença máxima de 0,9% nos ganhos de força no supino sem no entanto apresentar diferenças entre grupos. Segundo (Colquhoun *et al.* 2018), altas frequências (6x) não oferecem benefícios adicionais na força e hipertrofia muscular em relação a treinos com frequências menores (3x) quando o volume e intensidade são equiparados. A recomendação é que técnicos e preparadores físicos devam esperar resultados semelhantes para força e composição corporal entre as frequências de 3x vs. 6x na semana.

Assim como os estudos anteriores, as limitações detectadas foram nas variáveis de recuperação neuromuscular, experiência de treino entre os indivíduos de cada grupo e monitoramento do desempenho em cada sessão.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostra

Um cálculo prévio do tamanho amostral indicou que, pelo menos, 24 participantes fossem requisitados baseando-se nos seguintes fatores: 1) alfa de 0,05; 2) *power* ($1 - \beta$) de 0,95; e 3) *Effect size* (f) de 0,35 para indivíduos treinados recreacionalmente com pelo menos 1 ano mas com menos 5 anos de prática (Rhea 2004). Para este cálculo foi utilizado o programa estatístico *G*Power* versão 3.0.10 (Beck 2013). A amostra do presente estudo foi composta por indivíduos saudáveis na faixa etária entre 18 e 30 anos de idade. Os participantes foram convocados por meio de divulgação em redes sociais, folders, banners de propaganda do estudo e divulgação boca a boca em todo o campus universitário, Faculdade de Educação Física (FEF), Centro Olímpico da Universidade de Brasília, bem como em academias de ginástica da cidade de Brasília. Para compor a amostra do presente trabalho, foram selecionados 24 indivíduos saudáveis do sexo masculino e praticantes de TF que atendessem aos seguintes critérios de elegibilidade: 1) Realizassem frequência mínima de duas vezes e máxima de seis vezes por semana de TF; 2) Tempo de prática de pelo menos doze meses sem interrupção; 3) Experiência mínima de dois anos de prática; 4) Familiarizados com exercícios isolados para os flexores do cotovelo; e 5) Realizassem controle das ações musculares concêntricas e excêntricas durante as rotinas de treino. Além de responderem o Questionário de Prontidão para Atividade Física (*Physical Activity Readiness Questionnaire* – PAR-Q; anexo 1), foram coletadas informações através de uma entrevista semiestruturada acerca das características dos treinos que os voluntários estavam habituados a realizar no dia a dia (ex.: número de séries por grupamento muscular, quantidade de exercícios, ações concêntricas e excêntricas, velocidade de execução, frequência de treino, intervalo entre sessões).

4.1.1. Critérios de e Exclusão

Os participantes excluídos do estudo foram aqueles que faziam uso de medicamentos, suplementos alimentares sem orientação ou supervisão nutricional e possuíam qualquer tipo de comprometimento ósteo-articular nos membros superiores (ex.: artrites, artroses, bursites e tendinites) /ou cardio-metabólico (ex.: hipertensão arterial, arritmias cardíacas, diabetes *mellitus* do tipo I e II, hipercolesterolemia e obesidade) que os impedissem de executar com

eficiência o protocolo de intervenção experimental. A exclusão também se deu por meio de desistência voluntária, frequência inadequada (ex.: menor que 80% do total de sessões) no decorrer do estudo e descumprimento das orientações dadas a respeito das atividades possíveis de realizar fora do ambiente do laboratório.

Os voluntários foram instruídos a não mudarem seus hábitos alimentares e, se fosse detectada alguma mudança abrupta (ex. alimentação vegetariana, vegana, restrição calórica, ingestão de suplementos nutricionais ou uso de substâncias ergogênicas farmacológicas, etc.) os dados destes participantes estariam excluídos das análises. Todos eles foram orientados quanto ao volume, intensidade e características das atividades físicas que pudessem ser realizadas no dia a dia fora do ambiente de controle do presente estudo. O objetivo destas informações foi minimizar, na medida do possível, qualquer tipo de influência que viesse a comprometer a coleta de dados. Os participantes foram devidamente notificados quanto aos procedimentos experimentais, benefícios e riscos dos procedimentos experimentais e tiveram suas dúvidas e questionamentos respondidos antes de lerem e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Por fim, os voluntários do presente estudo foram divididos em dois grupos experimentais de forma aleatória e balanceados. A aleatorização simples foi adotada como modelo de sorteio das intervenções para cada participante através de um programa de computador (ex.: Excel/Windows7) (Souza 2009). Este estudo fez parte de projeto maior submetido à aprovação pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB (n° 911.595).

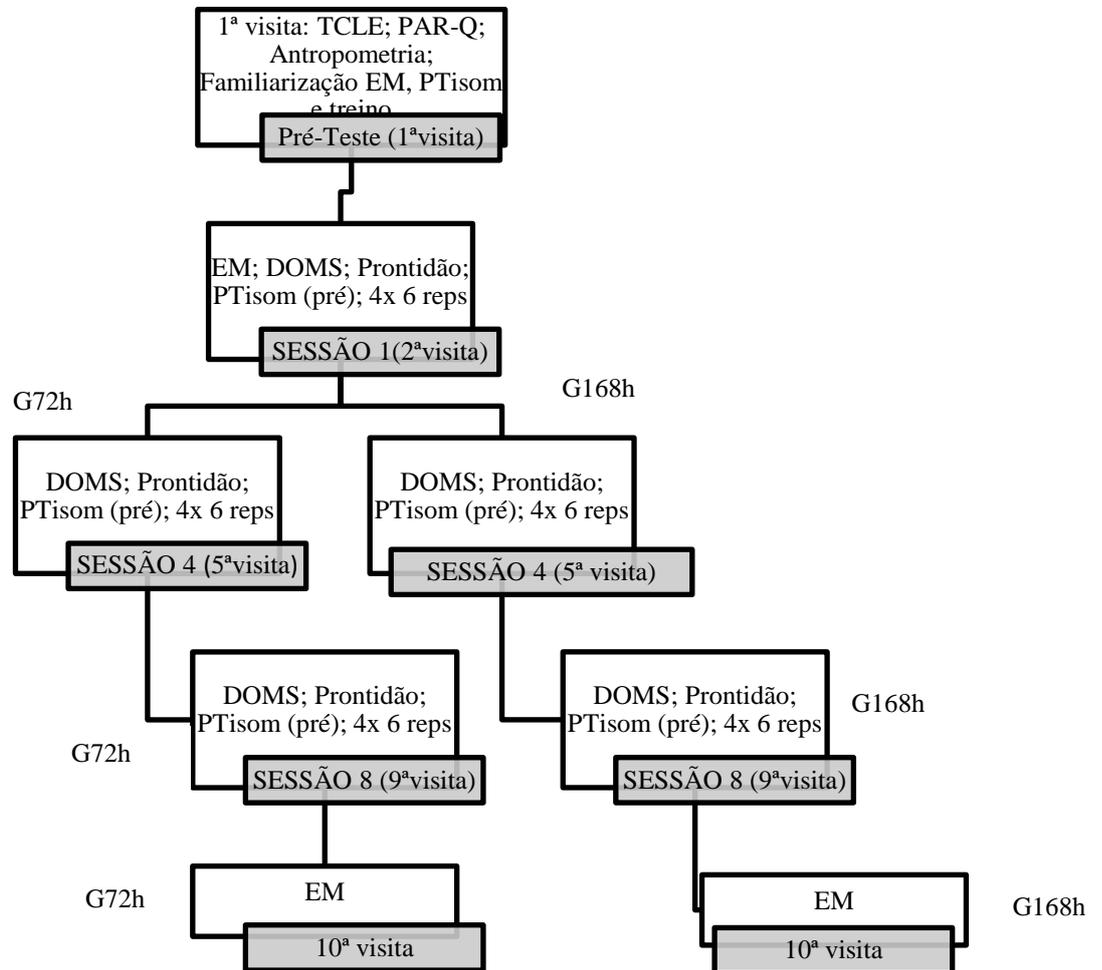
4.2. Delineamento Experimental

Os procedimentos experimentais do presente estudo foram todos realizados no Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força (LPTF) da Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade de Brasília (UnB). Uma vez divididos em dois grupos, os voluntários visitaram o LPTF um total de 10 vezes. A primeira visita foi destinada ao período pré-teste onde se deu explicações dos procedimentos experimentais como avaliação de força no dinamômetro isocinético e espessura muscular no ultrassom, assim como, medições de marcadores indiretos de DM (ex.: escala de dor, percepção subjetiva de prontidão para treino) e levantamentos gerais sobre os participantes a fim de caracterizar a amostra (ex.: data de nascimento, massa corporal e estatura). Houve esclarecimento de dúvidas e familiarização com o protocolo de treino. Após o período de uma semana, todos os voluntários iniciaram o experimento com oito sessões totais de TF para os flexores do cotovelo com diferentes

intervalos entre sessões. Um dos grupos realizou treinos no dinamômetro com intervalos de recuperação de 72 horas (G72h) entre sessões enquanto o outro grupo realizou treinos com intervalos de 168 horas (G168h).

No momento pré-teste, os procedimentos para a coleta de dados seguiram a seguinte ordem: 1) Leitura e assinatura do PAR-Q e TCLE; 2) Esclarecimentos de dúvidas; 3) Coleta de informações sobre o treino dos voluntários; 4) Medição dos dados antropométricos; 5) Familiarização com a medida de espessura muscular no ultrassom (EM); 6) Familiarização com o teste de pico de torque isométrico no dinamômetro (PTisom) e; 7) Familiarização com o protocolo de treino. O início das sessões de treino foi dado na segunda visita ao LPTF após 168 horas da 1ª visita. Neste momento, as medidas dos momentos *baseline* para EM e PTisom foram coletadas nesta ordem, respectivamente, antes do protocolo experimental. Cabe ressaltar que o *baseline* para PTisom foi medido antes do início da 1ª sessão. As demais medidas para o PTisom se deram antes das sessões 4 e 8. Após 5 minutos do término das sessões 1, 4 e 8 o PTisom foi medido para avaliar a queda nos valores desta variável. Além disso, todos os voluntários foram monitorados para PT e trabalho total concêntrico e excêntrico em cada série. Além disso, com base nesses dados, foram medidos o PT médio e o trabalho total da sessão de treino para as ações concêntrica e excêntrica. O pós-teste para EM foi realizado após 168h da 8ª sessão de treino (Figura 2). Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador no início e término da pesquisa para garantir índices confiabilidade e reprodutibilidade das medidas.

Figura 2 - Fluxograma do delineamento experimental.



4.3. Procedimentos para Coleta de Dados

4.3.1. Protocolo de Treinamento de Força

A aplicação do protocolo de treinamento de força ocorreu no LPTF da FEF na UnB. Os voluntários realizaram treinos de TF para os flexores do cotovelo de ambos os braços dominante e não dominante no dinamômetro isocinético (Biodex System IV, Biodex Medical, Inc., Shirley, NY) com diferentes intervalos de recuperação entre as sessões de treino. Para

isso, os voluntários foram divididos em dois grupos no qual um dos grupos realizou treinos com 72 horas de intervalo entre sessões, enquanto o outro com 168 horas de intervalo (Figura2).

Os participantes executaram o protocolo de TF para os flexores do cotovelo no banco Scott acoplado ao dinamômetro isocinético (Figura 3) com as mãos em supinação. Para elaboração do treino, foi adotado o modo de ação *isokinetic ECC/COM* bilateral no Biodex System IV. A velocidade para ação concêntrica foi definida em $60^\circ \cdot s^{-1}$ enquanto a excêntrica em $120^\circ \cdot s^{-1}$. Todos os voluntários realizaram quatro séries de seis repetições máximas com intervalo de dois minutos entre séries. A amplitude de movimento da articulação do cotovelo foi de zero (considerando o cotovelo estendido) a cento e vinte graus de flexão. Cabe informar que o início de cada série se deu com os voluntários com os braços estendidos no ângulo definido como 0° . Entre um braço e outro, o intervalo de descanso foi de 10 min. Os pesquisadores encorajaram os participantes verbalmente a realizarem esforços máximos no decorrer de cada série. O encorajamento verbal caracterizou-se por ser padronizado e repetido com o mesmo tom de voz. Os voluntários foram supervisionados pelo pesquisador responsável o qual ficou encarregado de preencher o log de treino de cada indivíduo ao término de cada sessão. Para monitoramento da sessão, foi registrado o pico de torque em cada série, assim como o trabalho total concêntrico e excêntrico de cada série. A partir destas informações, foram mensurados o PT médio e o trabalho total médio da sessão de treino.

Figura 1 - Fluxograma da disposição das sessões de treino do G72h.

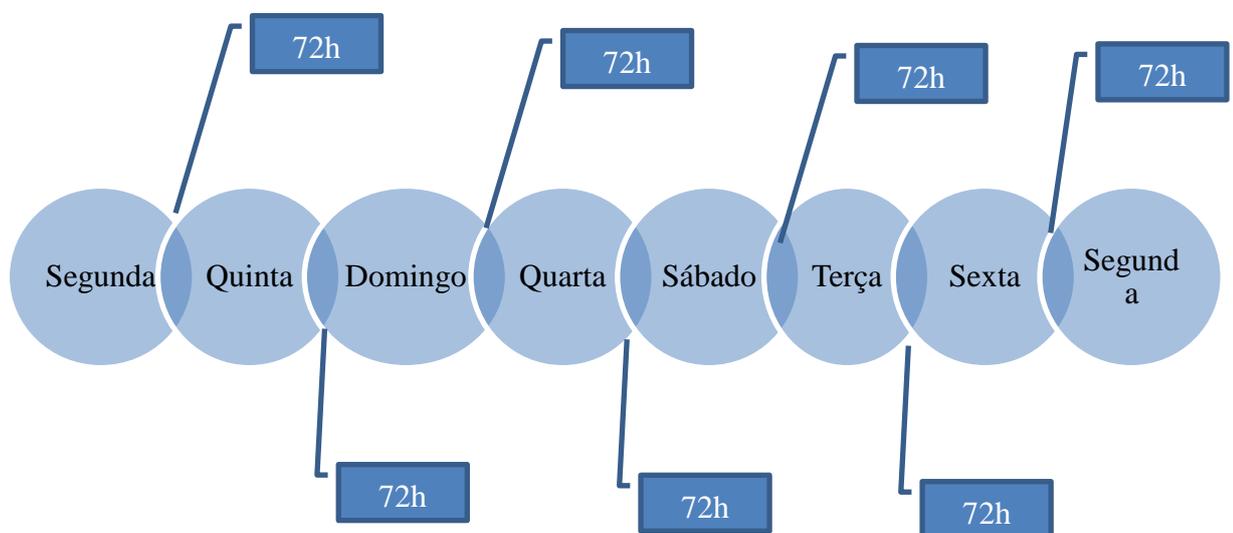


Figura 4. Ilustração do exercício de flexão do cotovelo unilateral no banco Scott acoplado ao dinamômetro isocinético.



4.3.2 Avaliação Antropométrica

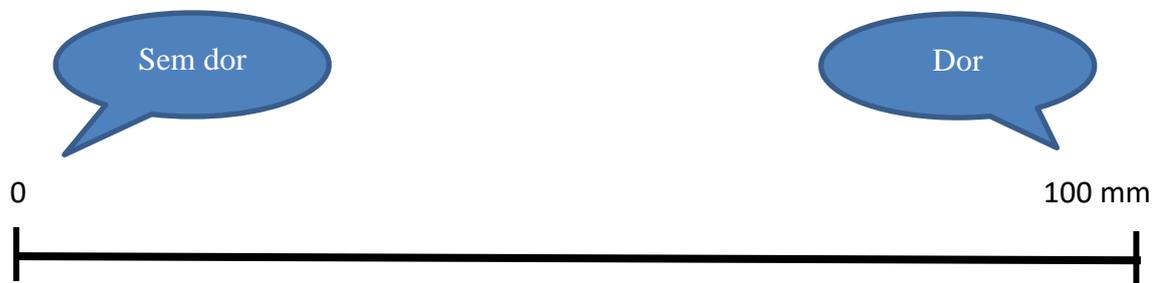
As medidas adotadas para caracterização da amostra foram massa corporal e estatura. A estatura dos indivíduos foi mensurada por meio de um estadiômetro (Sanny; campo de medição de 40 cm a 210 cm; resolução em milímetros) e a massa corporal por uma balança digital (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP). Os voluntários se posicionaram em pé de costas para a régua de medição do estadiômetro com os pés juntos, corpo ereto e com as mãos ao lado do corpo.

Para mensuração da massa corporal, os avaliados se posicionaram em pé, de frente para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés. Em seguida, foram colocados sobre o centro da balança, eretos e com o olhar em um ponto fixo à frente.

4.3.3. Avaliação da Dor Muscular Tardia

A dor muscular tardia (DMT) foi avaliada antes da realização dos treinos e utilizou-se o método de palpação e alongamento do músculo bíceps braquial. A classificação da dor é dada por meio de uma escala análoga visual (Figura 3). Tal escala é caracterizada por uma linha de 100 mm, na qual uma extremidade corresponde a um estado “sem dor” (0 mm) e a outra a um estado “dor extrema” (100 mm). Quando perguntados, os sujeitos indicaram qual nível de dor muscular correspondia o braço dominante nos momentos avaliados (Chen *et al.* 2010).

Figura 5 - Escala análoga visual para avaliação da dor muscular tardia.



4.3.4. Avaliação para Prontidão de Treino

A prontidão para treino (PRNT) é uma medida subjetiva da fadiga muscular e da recuperação individual para repetir o mesmo estímulo de treino. Sua medição se dá através de uma escala análoga visual de 0 a 120 mm no qual, uma extremidade corresponde a “nenhuma capacidade para treinar” (zero) enquanto a outra a “capacidade máxima para treinar” (cento e vinte). Quando questionados quanto à percepção subjetiva para repetir o treino, os sujeitos indicaram qual nível de recuperação se encontravam no momento (Ahtiainen *et al.* 2011). Assim como a DMT, essa medida foi avaliada antes do início de sessão de treino.

Figura 6 - Escala análoga visual para prontidão de treino.



4.3.5. Avaliação da Espessura Muscular

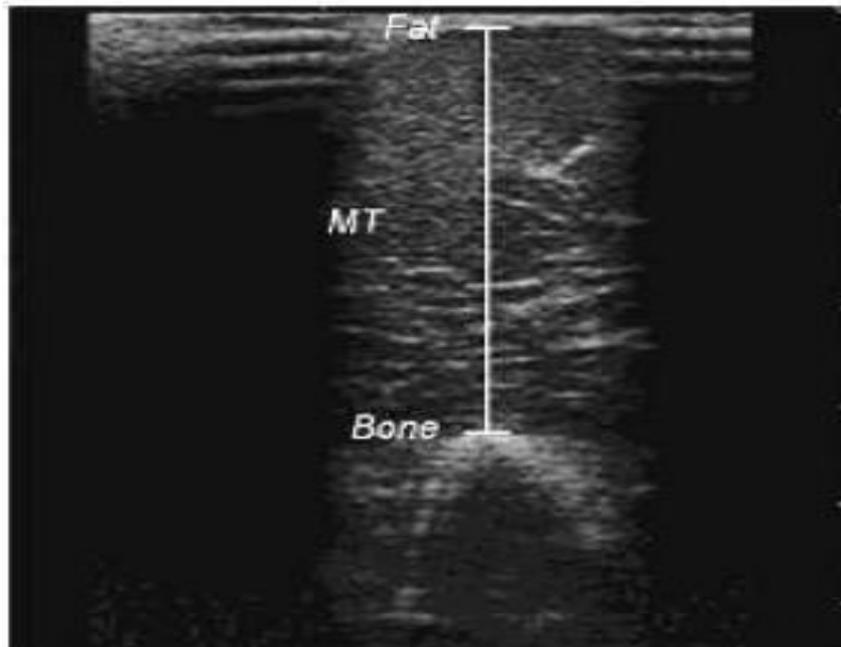
Os voluntários foram avaliados para espessura muscular (EM) dos músculos flexores do cotovelo (bíceps braquial e braquial) antes e após um período de sete dias da primeira e última sessão de TF, respectivamente. Segundo Miyatani *et al.* (2004), a medida de EM é fortemente correlacionada ($r = 0,90 - 0,97$) com a área de secção transversa ou volume muscular dos braços. As imagens de ultrassom foram obtidas pelo equipamento de ultrassonografia VMI (Philips Indústria e Comércio Ltda., Lagoa Santa, MG, Brasil). Inicialmente realizou-se marcação da região sobre a pele do sujeito para colocação do transdutor a partir de pontos anatômicos, sendo a região correspondente a 60%, da distância entre o epicôndilo do úmero e o processo acromial da escápula (Abe *et al.* 2000; Miyatani *et al.* 2000; Radaelli *et al.* 2015). Medidas adicionais de EM foram tomadas a partir de 8 cm (Radaelli *et al.* 2012) e 4 cm da fossa cubital da articulação do cotovelo (Nosaka e Newton 2002; Chen e Nosaka 2006; Chen *et al.* 2010) afim de abranger uma possível não-uniforme EM dos flexores cotovelo (Wakahara *et al.* 2013).

A região para posicionamento do transdutor foi marcada com caneta de alta fixação a fim de que as medidas de ultrassonografia, ao longo de todos os dias de coleta, fossem realizadas no mesmo local. Para registro do posicionamento correto do transdutor, cada voluntário teve sua marcação medida em centímetros a partir da fossa cubital do braço avaliado. Antes da obtenção da imagem de ultrassonografia, o indivíduo permaneceu em

repouso por 10 minutos deitado, com os braços estendidos e relaxados (Radaelli *et al.* 2015). Um transdutor de 7,5 MHz foi posicionado sobre a pele perpendicularmente ao tecido da interface (músculos estudados) estando com o braço relaxado e em posição supinada. O avaliador usou um nivelador acoplado ao transdutor para assegurar o posicionamento perpendicular do mesmo. A fim de fornecer um melhor contato acústico sem a compressão da superfície cutânea, utilizou-se um gel de transmissão à base de água (Flores *et al.* 2011; Radaelli *et al.* 2012).

Todos os testes foram conduzidos na mesma hora do dia, e os participantes instruídos a se hidratarem normalmente no período de 24 horas antes dos testes. Para que o inchaço muscular não afetasse as medidas de EM, realizou-se medidas de ultrassom ao final de 7 dias após a última sessão de treino. Uma vez que o técnico responsável por essa medida aprovasse a qualidade da imagem produzida, a imagem do monitor foi congelada. A medida de EM foi tomada como a distância a partir do tecido adiposo subcutâneo até a borda superior do úmero (Figura 7) (Abe *et al.* 2000). Vale ressaltar que o mesmo técnico ficou responsável por todas as medidas (Sanada *et al.* 2006).

Figura 7 - Exemplo de imagem de ultrassom para EM dos flexores do cotovelo.



4.3.6. Avaliação do Pico de Torque Isométrico

O pico de torque (PT_{isom}) foi avaliado por meio de duas contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM) de quatro segundos em flexão de cotovelo do braço a um ângulo de 90° (Nosaka e Newton 2002). O intervalo de recuperação entre as contrações foi de um minuto (Parcell *et al.* 2002). Os voluntários foram instruídos a realizarem o máximo de força. Os sujeitos executaram os testes sentados no banco Scott acoplado ao dinamômetro isocinético. O PT_{isom} foi mensurado pelo dinamômetro isocinético Biodex System IV (BiodexMedical, Inc., Shirley, NY). A calibração do dinamômetro Biodex seguiu as especificações contidas no manual do fabricante. Para correta medição do PT_{isom}, foram dadas orientações quanto ao posicionamento correto do corpo durante o teste afim de que fossem evitados movimentos de compensação da coluna que pudesse interferir nas medições. Durante a realização da CVIM os voluntários receberam incentivo verbal pelo pesquisador de maneira padronizada (Silva *et al.* 2013). Na primeira visita (familiarização) foram registradas as medidas de altura e distância do banco Scott acoplado ao dinamômetro, tamanho do braço de força e altura do dinamômetro para cada sujeito, a fim de assegurar que os mesmos ajustes fossem utilizados ao longo das sessões de treino e pós-testes.

Figura 8 - Avaliação do Pico de Torque Isométrico.



4.3.7. Procedimentos Estatísticos

Foi adotada uma estatística descritiva para caracterizar a amostra, com dados expressos em média e desvio padrão. Pico de torque e trabalho total foram avaliados por meio da Anova two-way de medidas repetidas, e post hoc de Holm-Sidak. Dor muscular e prontidão para o treino foram avaliados por meio do teste Friedman na comparação intra grupos e pelo teste de Mann-Whitney na comparação entre grupos. Massa corporal, estatura, frequência de treino e números de séries foram avaliados pelo teste t de Student. Como idade e tempo de experiência com o treinamento resistido não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney ($p = 0,03$; $p = 0,14$; respectivamente). O nível de significância adotado foi menor ou igual a 5% ($p \leq 0,05$). O software Sigmaplot versão 11.0 foi usado para tratamento estatístico dos dados. Para calcular o tamanho do efeito do tratamento (effect size, (ES) foi adotado os parâmetros vistos em Rhea (2004).

5. RESULTADOS

5.1. Amostra

Ao longo do estudo, apenas um participante do grupo G72h foi excluído da amostra por desistência voluntária. Neste sentido, apenas os dados de 11 participantes foram considerados para tratamento estatístico neste grupo. Quanto às características físicas dos voluntários, não houve diferenças entre os grupos na estatura (G168h: $178,14 \pm 5,28$ cm; G72h: $177,68 \pm 4,41$ cm; $p = 0,83$) e massa corporal (G168h: $80,29 \pm 7,78$; G72h: $77,65 \pm 9,17$ kg; $p = 0,46$). Entretanto, o G168h apresentou maior idade que o G72h (G168h: $26,5 \pm 3,9$ anos; G72h: $23,2 \pm 4,6$ anos; $p = 0,03$). Em relação às características de treino, não houve diferenças entre os grupos para tempo de experiência em TF (G168h: $7,2 \pm 3,2$ anos; G72h: $5,5 \pm 4,9$ anos; $p = 0,145$) e para frequência semanal de treinos (G168h: $4,17 \pm 1,59$ dias; G72h: $4,45 \pm 0,93$ dias; $p = 0,60$).

Tabela 1. Características físicas e de treino da amostra.

Características/ Grupos	G168h (n = 12)	G72h (n = 11)
Idade (anos)	$26,5 \pm 3,9\#$	$23,2 \pm 4,6$
Estatura (cm)	$178,14 \pm 5,28$	$177,68 \pm 4,41$
Massa Corporal (kg)	$80,29 \pm 7,78$	$77,65 \pm 9,17$
Experiência em TF (anos)	$7,2 \pm 3,2$	$5,5 \pm 4,9$
Frequência Semanal (dias)	$4,17 \pm 1,59$	$4,45 \pm 0,93$
Ajuste no Biodex IV	$11,9 \pm 0,4$	$12,3 \pm 0,7$
Braco de Força (cm)		

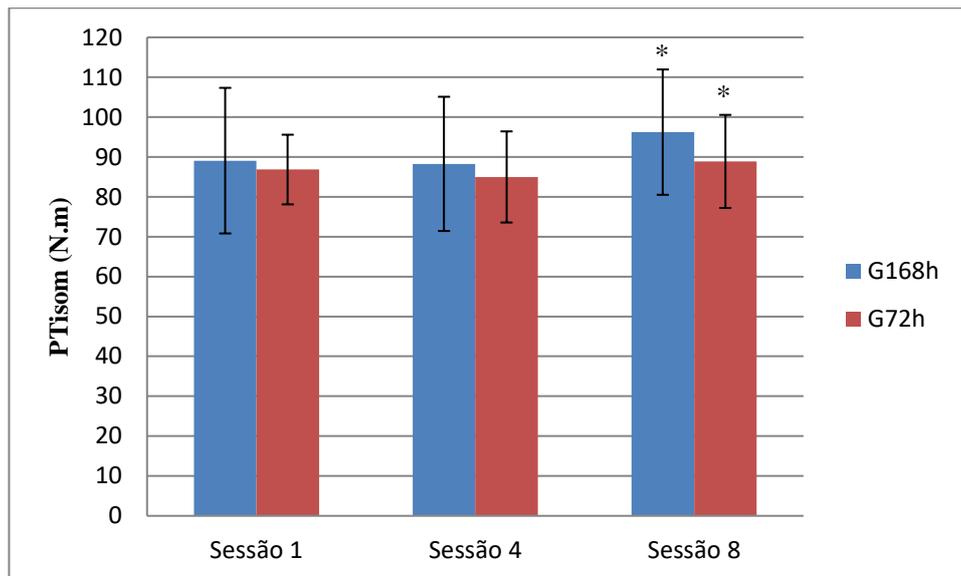
Dados expressos em média e desvio padrão (média \pm desv/pad). # representa diferença significativa entre grupos ($p \leq 0,05$).

5.2. Pico de Torque Isométrico (PTisom)

A força muscular (i.e., PTisom) aumentou significativamente na 8ª sessão quando comparado às sessões 1ª e 4ª para G168h (8ª: $96,23 \pm 15,72$ N.m; 1ª: $89,08 \pm 18,26$ N.m; $p = 0,009$; 4ª: $88,27 \pm 16,83$ N.m; $p = 0,002$) e G72h (8ª: $88,89 \pm 11,67$ N.m; 1ª: $86,85 \pm 8,74$ N.m; $p = 0,009$; 4ª: $84,99 \pm 11,43$ N.m; $p = 0,002$). No entanto, não houve diferenças entre

grupos para os ganhos de PTisom ($p = 0,41$) (Figura 9). Coeficiente teste- reteste (ICC) de confiabilidade e reprodutibilidade da medida foi de 0,96 enquanto o coeficiente de variação (CV) de 2,05%.

Figura 9 - Pico de torque isométrico dos momentos pré – treinos 1, 4 e 8. * representa diferença significativa entre a sessão 8 quando comparados às 1 e 4 ($p \leq 0,05$).



5.3. Pico de Torque Médio Concêntrico (PTconc) e Excêntrico (PTexc)

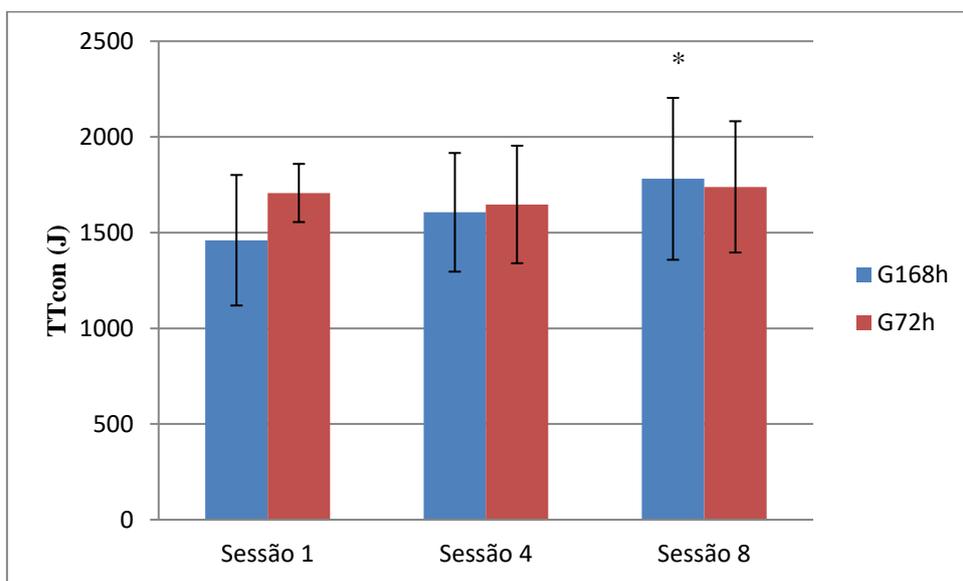
A média do PTconc não diferiu entre G168h ($1^a = 53,94 \pm 8,26$ N.m; $4^a = 54,57 \pm 8,85$ N.m e $8^a = 56,97 \pm 12,07$ N.m) e G72h ($1^a = 55,00 \pm 9,36$ N.m; $4^a = 50,76 \pm 8,83$ N.m e $8^a = 53,61 \pm 9,10$ N.m) ($p = 0,63$). Não houve aumento significativo ao longo das sessões em cada grupo ($p = 0,62$). Em relação à média do PTexc, não foi detectada diferença entre G168h ($1^a = 76,19 \pm 14,48$ N.m; $4^a = 76,54 \pm 13,37$ N.m; e $8^a = 78,18 \pm 14,08$ N.m) e G72h ($1^a = 71,41 \pm 7,27$ N.m; $4^a = 66,94 \pm 9,41$ N.m; e $8^a = 70,53 \pm 16,33$ N.m) ($p = 0,15$). Não foram encontradas diferenças ao longo das sessões ($p = 0,60$).

5.4. Trabalho Total Concêntrico (TTconc) e Excêntrico (TTexc) da Sessão de Treino

No G168h, o TTconc foi maior na 8^a sessão de treino ($1781,34 \pm 423$ J) quando comparado à 1^a ($1460,08 \pm 341$ J; $p < 0,001$) e 4^a sessões ($1606,01 \pm 310$ J, $p = 0,021$),

enquanto no grupo G72h não foram identificadas alterações ao longo das sessões de treino (1^a = 1707,20 ± 152 J, p = 0,433; 4^a = 1647,04 ± 307 J, p = 0,234; 8^a = 1739,07 ± 343 J, p = 0,679). Não houve diferenças entre grupos para os treinos 1 (p = 0,06), 4 (p = 0,75) e 8 (p = 0,74) (Figura 11). Não houve alterações para TTextc ao longo das sessões de treino em G168h (1^a = 2059,84 ± 576,22 J; 4^a = 2370,36 ± 572,55 J; e 8^a = 2468,92 ± 782,15 J) e G72h (1^a = 2182,96 ± 403,30 J; 4^a = 2369,98 ± 572,55 J; e 8^a = 2569,63 ± 615,76 J) (p = 0,744).

Figura 10 - . Trabalho total concêntrico dos treinos. * representa diferença significativa entre os treinos 8 quando comparado aos 1 e 4 (p ≤ 0,05).



5.5. Espessura Muscular (EM)

A EM foi mensurada em três sítios diferentes no braço dos participantes: a) EM1 - 60% da distância entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acromial da escápula; b) EM2 - marcação a 8 cm de distância da fossa cubital; e c) EM3 - medida a 4 cm da fossa cubital do cotovelo. Não foram identificadas diferenças entre os momentos *baseline* e pós-treino para nenhuma das medidas de EM em G168h (EM1baseline: 36,74 ± 5,28 mm; EM1pós: 35,69 ± 5,93 mm, p = 0,16; EM2baseline: 42,49 ± 4,78 mm; EM2pós: 42,03 ± 5,64 mm, p = 0,87; EM3baseline: 41,55 ± 5,90 mm; EM3pós: 42,94 ± 4,19 mm, p = 0,23) e em G72h (EM1baseline: 35,89 ± 6,16 mm; EM1pós: 36,57 ± 5,61 mm, p = 0,16; EM2baseline: 43,58 ± 5,49 mm; EM2pós: 42,94 ± 4,47 mm, p = 0,87; EM3baseline: 42,30 ± 4,09 mm;

EM3pós: $41,42 \pm 3,05$ mm, $p = 0,23$) . Não houve diferenças entre grupos nos momentos baseline e pós-treino para EM1 ($p = 0,94$); EM2 ($p = 0,61$); e EM3 ($p = 0,84$). ICC para teste e reteste da medida foi de 0,95 enquanto o CV foi de 1,43%.

5.6. Dor Muscular Tardia (DMT) e Prontidão de Treino (PRNT)

A DMT para a sessão 1 foi maior no G72h quando comparado ao G168h ($p = 0,02$). Todos os participantes do G168h marcaram zero para DMT nas sessões 1, 4 e 8. Não houve diferenças entre os grupos para as sessões 4 e 8 ($p > 0,05$). Também não foram encontradas diferenças intra grupos (G168h: $1^a = 4^a = 8^a = 0,0 \pm 0,0$; $p = 1,00$; G72h: $1^a = 8,82 \pm 13,60$; $4^a = 0,0 \pm 0,0$; $8^a = 6,67 \pm 10,33$; $p = 0,43$). ICC para a DMT foi de 0,86.

Em relação à PRNT, não foram encontradas diferenças ao longo das sessões de treino para ambos os grupos (G168h: $1^a = 120,0 \pm 0,0$; $4^a = 120,0 \pm 0,0$; $8^a = 120,0 \pm 0,0$; $p = 1,00$; G72h: $1^a = 99,18 \pm 16,42$; $4^a = 97,50 \pm 12,82$; $8^a = 103,75 \pm 11,88$; $p = 0,14$). Contudo, a PRNT foi maior nos treinos 1, 4 e 8 no G168h quando comparado a G72h ($p \leq 0,001$).

Tabela 2. Resultados para PTisom, PTconc, PTextc, TTconc, TTextc, PRNT, DMT durante as sessões 1, 4 e 8.

Variáveis / Tempo	G168h (n = 12)			G72h (n = 11)		
	Sessão 1	Sessão 4	Sessão 8	Sessão 1	Sessão 4	Sessão 8
PT isom (N.m)	$89,08 \pm 18,26$	$88,27 \pm 16,83$ (d = -0,04)	$96,23 \pm 15,72$ * (d = 0,39)	$86,85 \pm 8,74$	$84,99 \pm 11,43$ (d = -0,21)	$88,89 \pm 11,67$ * (d = 0,23)
PT conc (N.m)	$53,94 \pm 8,26$	$54,57 \pm 8,85$ (d = 0,07)	$56,97 \pm 12,07$ (d = 0,36)	$55,00 \pm 9,36$	$50,76 \pm 8,83$ (d = -0,45)	$53,61 \pm 9,10$ (d = -0,15)
PT exc (N.m)	$76,19 \pm 14,48$	$76,54 \pm 13,37$ (d = 0,02)	$78,18 \pm 14,08$ (d = 0,14)	$71,41 \pm 7,27$	$66,94 \pm 9,41$ (d = -0,61)	$70,53 \pm 16,33$ (d = -0,12)
TT conc (J)	$1460,08 \pm 341$	$1606,01 \pm 310$ (d = 0,42)	$1781,34 \pm 423$ * (d = 0,94)	$1707,20 \pm 152$	$1647,04 \pm 307$ (d = -0,39)	$1739,07 \pm 343$ (d = 0,20)
TT exc (J)	$2059,84 \pm 576,22$	$2370,36 \pm 572,55$ (d = 0,54)	$2468,92 \pm 782,15$ (d = 0,70)	$2182,96 \pm 403,30$	$2369,98 \pm 572,55$ (d = 0,46)	$2569,63 \pm 615,76$ (d = 0,95)
PRNT (mm)	$120,0 \pm 0,0$ #	$120,0 \pm 0,0$ #	$120,0 \pm 0,0$ #	$99,18 \pm 16,42$	$97,50 \pm 12,82$	$103,75 \pm 11,88$
DMT (mm)	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$8,82 \pm 13,60$ #	$0,0 \pm 0,0$	$6,67 \pm 10,33$
Variáveis / Tempo	Baseline		Pós	Baseline		Pós
EM1 (mm)	$36,74 \pm 5,78$		$36,69 \pm 5,93$ (d = -0,01)	$35,89 \pm 6,16$		$36,57 \pm 5,61$ (d = 0,11)
EM2 (mm)	$42,49 \pm 4,78$		$42,03 \pm 5,74$ (d = -0,10)	$43,58 \pm 5,49$		$42,94 \pm 4,47$ (d = -0,11)
EM3 (mm)	$41,55 \pm 5,90$		$42,94 \pm 4,19$ (d = 0,23)	$42,30 \pm 4,09$		$41,42 \pm 3,05$ (d = -0,21)

Dados expressos em média e desvio padrão (média \pm desv/pad). *Effect size* descrito pela sigla “d”. * Representa diferença entre a sessões 8 e 1 $p \leq 0,05$. # Representa diferença entre grupos $p \leq 0,05$.

6. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre sessões de TF nas adaptações neuromusculares e na hipertrofia muscular em indivíduos treinados. Os principais achados não apontaram diferenças significativas entre os dois grupos para aumentos no Pico de Torque (PT_{isom}, PT_{conc}, PT_{exc}), Trabalho Total (TT_{conc}, TT_{exc}) e Espessura Muscular (EM) após 8 sessões de TF. Um objetivo secundário foi o de acompanhar as respostas agudas de recuperação de treino ao longo das sessões de TF. Nesse sentido, as únicas diferenças detectadas entre grupos foram encontradas para as variáveis de percepção subjetiva para prontidão de treino e dor muscular tardia.

Um dos principais resultados do presente estudo foi o aumento estatisticamente significativo do PT_{isom} visto na 8ª sessão de treino em G168h e G72h. Estes resultados mostraram que ambos intervalos de recuperação entre sessões são igualmente eficientes em aumentar a força muscular dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados. Ou seja, é possível que as adaptações neuromusculares que demandam índices elevados de produção de força não dependam de intervalos maiores de recuperação entre sessões para ocorrerem. Vale ressaltar também que os resultados do presente estudo nos ganhos de PT_{isom} foram alcançados em curto período de tempo (i.e., 8 sessões), ou seja, para G72h foi de 3 semanas, enquanto para G168h 8 semanas para completar as 8 sessões. A este respeito, evidências vêm mostrando que programas de TF de curtíssima duração podem ser úteis para aumentos na força e desempenho muscular (Prevost *et al.* 1999; Brown e Whitehurst 2003; Coburn *et al.* 2006). Por exemplo, Prevost *et al.* (1999) reportaram um aumento de 22,1% no PT isocinético de membros inferiores após apenas 2 sessões de treinamento. Brown e Whitehurst (2003) também examinaram os efeitos de 2 sessões de TF e encontram melhoras significativas na taxa de desenvolvimento de velocidade durante ações concêntricas isocinéticas máximas para os músculos extensores do joelho. Em adição, Coburn *et al.* (2006) reportaram aumentos significativos nos extensores do joelho após apenas 3 sessões de TF. Evidentemente que estes achados corroboram com os resultados do presente estudo, muito embora o número de sessões e o grupo muscular utilizado nos estudos sejam diferentes.

Uma das explicações para os aumentos na força muscular durante um programa de TF são usualmente atribuídos a dois fatores gerais: 1) adaptações neurais como, por exemplo, aumento da ativação muscular do músculo agonista e/ou dos sinergistas envolvidos na ação muscular melhorando a coordenação, e reduzindo a coativação dos músculos antagonistas; 2)

aumento no tamanho da fibra muscular (i.e., hipertrofia) (DeVries 1968; Moritani e De Vries 1979). Acredita-se que fatores neurais, geralmente, contribuem mais para os aumentos na força muscular durante as primeiras semanas de um programa TF (i.e., 1 a 3 semanas) enquanto a hipertrofia muscular torna-se o fator predominante por trás dos ganhos de força após aproximadamente 3 a 5 semanas (Moritani e De Vries 1979). Evidências mais recentes mostraram que as adaptações neurais são as que mais contribuem para os aumentos de força após treinamento isocinético concêntrico e excêntrico, contudo, suspeita-se que as adaptações neurais sejam mais significativas após treinamento excêntrico, provavelmente devido às altas sobrecargas quando comparada à modo concêntrico (Carvalho *et al.* 2014). Outro ponto que merece destaque é quanto à diferença entre o modo isocinético (ECC/CONC) adotado para o protocolo experimental de TF e o teste de Pico de Torque (PTisom) para avaliação da força. Isto é, apesar das condições de treino diferirem das condições de testes, foi possível identificar alterações positivas no teste de PTisom na 8ª sessão de cada grupo. Estes resultados contradizem os achados de Higbie *et al.* (1996) que preconizaram que os ganhos de força isocinética são altamente dependentes das ações musculares específicas do treino e do teste.

É difícil a comparação destes resultados com outro estudo pois, para nosso conhecimento, este é o primeiro trabalho que efetivamente manipulou o intervalo de recuperação entre sessões de TF nas adaptações neuromusculares em indivíduos treinados. Outro resultado igualmente interessante do presente estudo foi o aumento estatisticamente significativo no TTconc visto na 8ª sessão de TF somente no grupo G168h. Estes achados sugerem que o intervalo de recuperação de 168 horas é mais adequado para ganhos na capacidade de produzir trabalho concêntrico. Ou seja, Na literatura científica, os estudos com indivíduos treinados sobre frequência de treino que investigaram os efeitos de protocolos experimentais realizados a cada 168 horas (1 vez na semana) não mostraram diferenças nos ganhos de força, desempenho e massa muscular quando comparados com treinos realizados a cada 24 (Colquhoun *et al.* 2018; Gomes *et al.* 2018), 48 (Thomas e Burns 2016) e 72 horas (Brigatto *et al.* 2018; Yue *et al.* 2018) após 6 a 8 semanas. Todavia, estas evidências entram em confronto com os achados de metanálises recentes que encontraram resultados positivos para altas frequências e volume semanal de treino em indivíduos treinados (Ralston *et al.* 2017; Grgic *et al.* 2018).

Uma das explicações para os resultados no TTconc vistos em G168h foi verificado anteriormente por Ferreira *et al.* (2017) onde a capacidade de gerar múltiplas contrações musculares necessitou de intervalos de recuperação superiores a 96h, ou seja, é possível que o

aumento no desempenho das sessões somente seja alcançado com intervalos de recuperação maiores do que aqueles habitualmente realizados no dia a dia (48 e/ou 72 horas) na prática. Adicionalmente, embora não tenha sido o objetivo do presente estudo, observamos através dos nossos resultados que talvez haja um *time course* diferente para as adaptações no desempenho das ações musculares concêntrica e excêntrica. Uma provável explicação para estes resultados está no aumento do recrutamento das unidades motoras e na taxa de disparo das fibras musculares mais prováveis de ocorrerem quando os testes de força máxima são realizados concentricamente, ainda assim, as evidências para esta hipótese ainda precisam ser testadas (Vaczi *et al.* 2011). De todo modo, a capacidade aumentada de desempenhar múltiplas contrações musculares pode ser explicada também por um melhor balanço entre estresse e recuperação, o qual é descrito como fenômeno de supercompensação (Issurin 2010). Segundo o criador dessa teoria, o soviético bioquímico Yakovlev, a primeira fase do ciclo de supercompensação é caracterizada por altos índices de fadiga e redução na capacidade de realizar trabalho. A segunda fase é caracterizada por um início da fase de recuperação aos valores iniciais de desempenho, seguido logo após por uma terceira fase na qual há uma melhora na capacidade de desempenho muscular acima dos valores iniciais (Issurin 2010).

Vemos aqui que as análises de Tee *et al.* (2007) dialogam intimamente com os achados de Issurin (2010) quando ambos estabelecem que o dano muscular implica em deficiências energéticas e prejuízos metabólicos ao músculo e que para o aumento no desempenho é preciso haver um balanço positivo entre estresse e recuperação. Recentemente Nielsen *et al.* (2015) mostraram que no auge do DM, isto é, após um período de 48h de recuperação, o tamanho das moléculas de glicogênio localizadas nas regiões intra-miofibrilar, inter-miofibrilar e subsarcolemar das fibras tipo I e II reduziu em resposta a um treino excêntrico para membros inferiores. Além disso, uma parte da literatura científica vem mostrando que uma recuperação inadequada pode ter efeitos negativos na expressão de síntese de proteína dos músculos (Coffey *et al.* 2007; De Souza *et al.* 2011; Alves Souza *et al.* 2014).

As medidas de hipertrofia muscular dos flexores do cotovelo (EM) não sofreram alterações após o período de treino para ambos os grupos. Como os voluntários do presente estudo realizaram apenas 8 sessões de TF, julgamos que o período total de duração do estudo não foi suficiente para detectarmos alterações estatisticamente significativas na EM dos flexores do cotovelo em indivíduos treinados. Além disso, é plausível que toda e qualquer mudança que ocorresse na área de secção transversa em um curto período de tempo (i.e., 8

sessões de TF) poderia ser mais associada às alterações referentes ao inchaço muscular e ao DM do que a hipertrofia propriamente dita (Damas *et al.* 2016; Damas *et al.* 2016; Damas *et al.* 2016; Damas *et al.* 2018). A teoria se fundamenta nas evidências de que os aumentos iniciais identificados na síntese de proteína após TF estão intimamente relacionados ao reparo e remodelamento muscular devido ao DM, e não correlacionados com uma eventual hipertrofia muscular resultante de várias semanas de treino (Damas *et al.* 2016; Buckner *et al.* 2017; Damas *et al.* 2018). Sobre esta discussão, muitos autores têm reportado evidências de que a hipertrofia muscular em resposta a treinamento TF de curta duração de até 4 semanas (Staron *et al.* 1994; Seynnes *et al.* 2007; DeFreitas *et al.* 2011; Baroni *et al.* 2013; Boone *et al.* 2015; Stock *et al.* 2015; Damas *et al.* 2016; DeFreitas *et al.* 2016; Jenkins *et al.* 2016; Lixandrao *et al.* 2016; Buckner *et al.* 2017; Counts *et al.* 2017; Jenkins *et al.* 2017; Loenneke *et al.* 2017; Stock *et al.* 2017).

Contudo, fazer comparações diretas entre estes estudos é complicado pelo fato de cada um deles avaliarem diferentes *time courses*, diferentes programas de treinamento, e diferentes métodos de medição da hipertrofia muscular. Por exemplo, Staron *et al.* (1994) reportaram que o TF de curta duração resultou numa mudança gradual na tipologia da fibra muscular IIX para uma tipologia mais oxidativa IIa, e que essa alteração ocorreu na ausência de aumentos na massa livre de gordura e na área de secção transversa. Outros três estudos utilizaram a ultrassonografia para examinar a hipertrofia dos músculos superficiais do quadríceps em resposta ao TF de curta duração (Seynnes *et al.* 2007; Baroni *et al.* 2013; Boone *et al.* 2015). No geral, estes estudos têm demonstrado que dentro de 4 semanas de treinamento, os músculos vasto lateral e reto femoral mostraram alterações na arquitetura muscular, como evidenciado pela espessura, ângulo de penação, e/ou comprimento do fascículo. Stock *et al.* (2015) também demonstraram rápidas adaptações neuromusculares em resposta a apenas 8 sessões de TF em mulheres constituído de agachamento e levantamento terra na ausência de mudanças no sinal eletromiográfico. Dois anos mais tarde, Stock *et al.* (2017), preconizaram que a hipertrofia muscular pode ser detectada em apenas 7 sessões de TF com ações musculares concêntricas e sem sinais de edema característicos do DM. Os autores tiveram o cuidado para avaliar a hipertrofia muscular por meio de DEXA, EM e circunferência após 72 a 96 horas da última sessão de treino. Contudo, os autores reconheceram que as mudanças identificadas são consideradas pequenas e, aparentemente, enviesadas por limitações de variabilidade entre sujeitos (Stock *et al.* 2017).

Quando analisamos as variáveis agudas do TF monitoradas ao longo do presente estudo, identificamos que boa parte da literatura científica sobre recuperação neuromuscular

pós-exercício resistido tem utilizado as respostas agudas na capacidade de gerar força máxima (ex.: concêntrica ou isométrica) como marcador da funcionalidade e integridade do tecido muscular (Clarkson e Hubal 2002; Brentano e Martins Kruehl 2011; Paulsen *et al.* 2012). Por exemplo, Byrne e Eston (2002) mediram a perda de força isométrica e dinâmica após um treino excêntrico para os músculos extensores do joelho e verificaram que ambos os protocolos se comportavam de maneira similar com os mesmos déficits de força. Para Paulsen *et al.* (2012) o DM pode ser classificado quanto à capacidade de recuperação da força muscular. Esses autores preconizam que para indivíduos que são capazes de recuperarem sua força em até 48 horas o DM é classificado como leve, entre 48 a 168 h o DM é considerado moderado e, DM com duração acima de 168 h é classificado como severo. Neste sentido, podemos supor que o DM nos flexores do cotovelo foi considerado leve, visto que não foram encontradas diferenças nas variáveis para produção de força isocinética (PTconc e PTextc) monitoradas ao longo das 8 sessões de treino. Ou seja, tanto os intervalos de 72 como o de 168 horas de intervalo foram suficientes para a recuperação do desempenho da força concêntrica ou excêntrica nas sessões subsequentes em indivíduos treinados com vasta experiência em TF.

À respeito da variável DMT, foi identificado valores estatisticamente mais altos para DMT para G72h quando comparado ao G168h para a sessão 1. Estes resultados sugerem que os indivíduos treinados do G72h são capazes de manter o desempenho muscular na sessão seguinte mesmo com valores elevados de DMT. A explicação para estes achados reside nas seguintes possibilidades: 1) indivíduos treinados são capazes de recuperar a força mais rápido que os não treinados (Newton *et al.* 2008); 2) sujeitos treinados com vasta experiência em TF, além de apresentarem recuperação mais rápida, podem ser menos suscetíveis ao DM (Philippou *et al.* 2009); e 3) indivíduos treinados conseguem ignorar a dor e repetir os mesmos níveis de força ou, até mesmo, repetir o mesmo treino após 72 horas (Kauranen *et al.* 2001; Chen e Nosaka 2006; Nguyen *et al.* 2009). Uma possível explicação para estas respostas é que, neste público, há evidências mostrando que a atividade eletromiográfica das unidades motoras seja rapidamente restaurada dentro de um período de 24 horas após exercício (Behm *et al.* 2001). A habilidade de produzir índices elevados de força com valores aumentados para DMT foi reportada anteriormente por Soares *et al.* (2015), onde foi investigado o *time course* da recuperação neuromuscular após um treino máximo para os flexores do cotovelo em banco Scott com halter. Os voluntários do estudo realizaram um protocolo de treino constituído por oito séries máximas com uma carga avaliada para 10 RM. Cabe ressaltar que os participantes do estudo de Soares *et al.* (2015) também possuíam vasta

experiência em TF ($6,1 \pm 2,7$ anos). Os resultados mostraram que o PT isométrico regressou aos valores de *baseline* em 48 horas após exercício ao passo que a DMT atingiu seu auge com 45% de aumento em 24 e 48 horas e, retomou aos valores pré-exercício somente após 96 horas. Por este e outros achados na literatura, discute-se que o uso da DMT talvez não seja um bom indicador para avaliação do desempenho muscular (Howell *et al.* 1993; Kauranen *et al.* 2001; Nguyen *et al.* 2009).

Quanto ao uso do TT, é sabido que o DM é iniciado por fatores de estresse mecânico sobre a fibra muscular, sugerindo neste aspecto que o desempenho do TT pode ser uma medida valiosa para aquelas atividades que envolvam múltiplas repetições como a prática do TF (Paulsen *et al.* 2012). Além disso, ao contrário dos testes de curta duração (ex.: pico de torque), a medida de TT pode envolver também fatores de estresse metabólico associado ao DM como, por exemplo: a) decréscimo na ação da Ca^{2+} adenosina trifosfatase; b) depleção no conteúdo de glicogênio muscular; e c) comprometimento no transporte de glicose em resposta à insulina (Tee *et al.* 2007). Sobre o uso desta medida, Ferreira *et al.* (2017) mostraram que o PT dos músculos adutores horizontais do ombro de indivíduos treinados recuperou completamente em 96 horas enquanto o TT não retornou aos valores iniciais pré-exercício. Segundo os autores, além do TT levar mais tempo de recuperação quando comparado ao PT, os resultados apontaram para uma dissociação entre o *time course* da recuperação da força máxima e a capacidade de executar múltiplas repetições (Ferreira *et al.* 2017).

Outra forma de medir recuperação muscular utilizada no presente estudo foi a medida de Prontidão para Treino (PRNT) a qual baseia-se na auto percepção subjetiva da condição física e recuperação dos voluntários para realizar novamente o treino. Ahtiainen *et al.* (2011) reportou que a PRNT retornou aos valores pré-exercício após 96 horas de uma sessão de TF para membros inferiores composta por 8 séries totais de 10RM envolvendo os exercícios de leg press e agachamento em indivíduos treinados. Contudo, a medida de PRNT elevou-se significativamente em relação aos valores pré-exercício (i.e., 120%) entre 144 e 168 horas quando comparado ao pré-exercício, ou seja, os voluntários só se sentiram aptos a repetir o mesmo treino após aproximadamente 6 dias (Ahtiainen *et al.* 2011). Em contrapartida, Ferreira *et al.* (2017) mostraram que indivíduos treinados recuperaram a PRNT após 72 horas de um treino para membros superiores no exercício supino, ou seja, antes de identificarem uma recuperação nos valores de PT e TT. Nossos achados mostraram que os valores para PRNT foram maiores ao longo das 8 sessões para G168h quando comparado a G72h. Assim como foi visto em Ahtiainen *et al.* (2011), percebemos que um maior intervalo de

recuperação entre sessões favoreceu uma melhor condição física e psicológica para repetir o mesmo treino e, conseqüentemente, na melhora do desempenho muscular.

O presente trabalho possui algumas limitações que devem ser consideradas quando pensamos nas inferências baseadas na dose-resposta do protocolo experimental. Primeiramente, o estudo careceu de um controle dietético da ingesta calórica no início e ao término do estudo através de um recordatório alimentar. Houve apenas uma instrução para que se mantivessem os hábitos alimentares normais ao longo do período de duração do estudo. Segundo, a curta duração do estudo de 8 sessões totais para cada grupo experimental, ou, quando calculado em semanas, de 3,1 semanas para o G72h e 8 semanas para G168h. Apesar da curta duração, foi possível identificar ganhos na capacidade de produção de força máxima isométrica para os músculos flexores do cotovelo em ambos os grupos e, apenas ganhos no TTconc para G168h, enquanto não houveram alterações na hipertrofia muscular medida por ultrassom. Discute-se ainda qual seria o tempo mínimo necessário para se avaliar a hipertrofia muscular nos estágios iniciais de um período de treino sem, contudo, haver quaisquer resquício de edema que possa enviesar ou confundir a medida de espessura utilizada como hipertrofia em muitos estudos (Damas *et al.* 2016; Damas *et al.* 2016; Damas *et al.* 2016). Terceiro ponto, os indivíduos treinados do presente estudo não foram estratificados quanto aos índices de força nos flexores de cotovelo, pois é possível que tenha havido uma variação inter-sujeitos nas variáveis de desempenho da força muscular. Esta pode ser a explicação do porquê não foram detectadas diferenças entre grupos na maior parte das variáveis dependentes utilizadas no presente estudo.

7. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que os ganhos de força muscular não são diferentes quando se dá intervalos de recuperação entre sessões de TF de 72 e 168 horas. No entanto, quando se trata de aumentos de produção de trabalho total, percebe-se que intervalos maiores são mais indicados para indivíduos treinados. Em relação a hipertrofia muscular, nenhum dos diferentes intervalos de recuperação foi suficiente para detectarmos alterações positivas ao término de 8 sessões de TF, muito embora o tempo total do experimento seja comprovadamente curto quando se trata de ganhos em hipertrofia muscular. Outro resultado interessante é que a percepção subjetiva para prontidão é sempre mais elevada com intervalos maiores sugerindo uma eficiência maior na recuperação de parâmetros físico e psíquicos para execução dos treinos subsequentes. Sugere-se que a interpretação dos dados de percepção subjetiva para prontidão deva andar em paralelo com as medições de desempenho muscular sessão por sessão afim de contribuir com um monitoramento mais preciso e prescrição mais eficiente do TF por técnicos e preparadores físicos de diferentes modalidades esportivas. Deste modo, nós propomos que o intervalo de recuperação entre sessões de TF e suas implicações em curto e médio prazo deva ser uma variável de treino mais importante que a frequência com o que os grupamentos musculares são treinados na semana.

REFERÊNCIAS

- Abe, T., D. V. DeHoyos, et al. (2000). "Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women." Eur J Appl Physiol **81**(3): 174-180.
- ACSM (2002). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Medicine and science in sports and exercise **34**(2): 364-380.
- ACSM (2009). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Medicine and science in sports and exercise **41**(3): 687.
- Adams, G. R. and S. A. McCue (1998). "Localized infusion of IGF - 1 results in skeletal muscle hypertrophy in rats." J Appl Physiol **1985**(84): 1716-1722.
- Ahtiainen, J. P., M. Lehti, et al. (2011). "Recovery after heavy resistance exercise and skeletal muscle androgen receptor and insulin-like growth factor-I isoform expression in strength trained men." The Journal of Strength & Conditioning Research **25**(3): 767-777.
- Alves Souza, R. W., A. F. Aguiar, et al. (2014). "Resistance training with excessive training load and insufficient recovery alters skeletal muscle mass-related protein expression." J Strength Cond Res **28**(8): 2338-2345.
- Alves, T., F. A. Guarnier, et al. (2013). "Strength gain through eccentric isotonic training without changes in clinical signs or blood markers." BMC Musculoskelet Disord **14**(1): 328.
- Andersen, L. L., C. H. Andersen, et al. (2012). "Central adaptation of pain perception in response to rehabilitation of musculoskeletal pain: randomized controlled trial." Pain Physician **15**(5): 385-394.
- Arazi, H. and A. Asadi (2011). "Effects of 8 Weeks Equal-Volume Resistance Training With Different Workout Frequency on Maximal Strength, Endurance and Body Composition." International Journal of Sports Science and Engineering **5**(2): 112-118.
- Armstrong, R. B. (1984). "Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review." Med Sci Sports Exerc **16**(6): 529-538.
- Barcelos, C., F. Damas, et al. (2018). "High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men." Eur J Sport Sci: 1-6.
- Barcelos, C., Felipe Damas, et al. (2018). "High-frequency resistance training does not promote greater muscular adaptations compared to low frequencies in young untrained men." European Journal Of Sport Science: 1-7.
- Baroni, B. M., J. M. Geremia, et al. (2013). "Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: Rectus femoris vs. vastus lateralis." Muscle and Nerve **48**: 498-506.
- Beck, T. W. (2013). "The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research." J Strength Cond Res **27**(8): 2323-2337.
- Behm, D. G., K. M. Baker, et al. (2001). "The effect of muscle damage on strength and fatigue deficits." J Strength Cond Res **15**(2): 255-263.
- Bodine, S. C., E. Latres, et al. (2001). "Identification of ubiquitin ligases required for skeletal muscle atrophy." Science **294**(5547): 1704-1708.
- Boone, C. H., J. R. Stout, et al. (2015). "Muscle strength and hypertrophy occur independently of protein supplementation during short-term resistance training in untrained men." Appl Physiol Nutr Metab **40**(8): 797-802.

- Borde, R., T. Hortobágyi, et al. (2015). "Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis." Sports Med **45**: 1693-1720.
- Braith, R. W., J. E. Graves, et al. (1989). "Comparison of 2 vs 3 days/week of variable resistance training during 10- and 18-week programs." Int J Sports Med **10**(6): 450-454.
- Brentano, M. A. and L. F. Martins Kruehl (2011). "A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations." J Sports Med Phys Fitness **51**(1): 1-10.
- Brigatto, F. A., T. V. Braz, et al. (2018). "Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology after Eight Weeks in Trained Men." J Strength Cond Res.
- Brown, L. E. and M. Whitehurst (2003). "The effect of short term isokinetic training on force and rate of velocity development." J Strength Cond Res **17**: 88-94.
- Buckner, S. L., S. J. Dankel, et al. (2017). "Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise." Eur J Appl Physiol **117**(1): 213-224.
- Byrne, C. and R. Eston (2002). "Maximal-intensity isometric and dynamic exercise performance after eccentric muscle actions." J Sports Sci **20**(12): 951-959.
- Candow, D. G. and D. G. Burke (2007). "Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women." J Strength Cond Res **21**(1): 204-207.
- Carpenter, D. M., J. E. Graves, et al. (1991). "Effect of 12 and 20 weeks of resistance training on lumbar extension torque production." Physical Therapy **71**(8): 580-588.
- Carroll, T. J., P. J. Abernethy, et al. (1998). "Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week." European journal of applied physiology and occupational physiology **78**(3): 270-275.
- Carvalho, A., P. Caserotti, et al. (2014). "Effect of a short time concentric versus eccentric training program on electromyography activity and peak torque of quadriceps." J Hum Kinet **41**: 5-13.
- Chen, T. C., H.-L. Chen, et al. (2010). "Potent protective effect conferred by four bouts of low-intensity eccentric exercise." Med Sci Sports Exerc **42**(5): 1004-1012.
- Chen, T. C. and S. S. Hsieh (2001). "Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation." Medicine and science in sports and exercise **33**(10): 1732-1738.
- Chen, T. C., Hsin-Lian Chen, et al. (2009). "Muscle damage responses of the elbow flexors to four maximal eccentric exercises bouts performed every 4 weeks." Eur J Appl Physiol **2009**(106): 267-275.
- Chen, T. C. and K. Nosaka (2006). "Responses of elbow flexors to two strenuous eccentric exercise bouts separated by three days." The Journal of Strength & Conditioning Research **20**(1): 108-116.
- Clarkson, P. M. (1992). "Exercise-induced muscle damage--animal and human models." Med Sci Sports Exerc **24**(5): 510-511.
- Clarkson, P. M. and M. J. Hubal (2002). "Exercise-induced muscle damage in humans." Am J Phys Med Rehabil **81**(11 Suppl): S52-69.
- Coburn, J. W., T.J. Housh, et al. (2006). "Neuromuscular responses to three days of velocity specific isokinetic training." J Strength Cond Res **20**: 892-898.
- Coffey, V. G., D.W. Reeder, et al. (2007). "Effect of high-frequency resistance exercise on adaptive responses in skeletal muscle." Med Sci Sports Exerc **39**: 2135-2144.

- Colquhoun, R. J., C. M. Gai, et al. (2018). "Training Volume, Not Frequency, Indicative of Maximal Strength Adaptations to Resistance Training." J Strength Cond Res **32**(5): 1207-1213.
- Counts, B. R., S. L. Buckner, et al. (2017). "Muscle growth: To infinity and beyond?" Muscle Nerve **56**(6): 1022-1030.
- Croisier, J. L., G. Camus, et al. (1999). "Effects of training on exercise-induced muscle damage and interleukin 6 production." Muscle Nerve **22**(2): 208-212.
- Damas, F., C. A. Libardi, et al. (2018). "The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis." Eur J Appl Physiol **118**(3): 485-500.
- Damas, F., S. Phillips, et al. (2015). "A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy." Sports Med **45**(6): 801-807.
- Damas, F., S. M. Phillips, et al. (2016). "Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage." J Physiol **594**(18): 5209-5222.
- Damas, F., S. M. Phillips, et al. (2016). "Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling." Eur J Appl Physiol **116**(1): 49-56.
- Damas, F., S. M. Phillips, et al. (2016). "An inability to distinguish edematous swelling from true hypertrophy still prevents a completely accurate interpretation of the time course of muscle hypertrophy." Eur J Appl Physiol **116**(2): 445-446.
- Dankel, S. J., Kevin T. Mattocks, et al. (2017). "Frequency: The Overlooked Resistance Training Variable for Inducing Muscle Hypertrophy?" Sports Med **45**(5): 709-805.
- De Souza, R. W., A.F. Aguiar, et al. (2011). "High-intensity resistance training with insufficient recovery time between bouts induce atrophy and alterations in myosin heavy chain content in rat skeletal muscle." Anat. Rec. (Hoboken) **294**: 1393-1400.
- DeFreitas, J. M., T. W. Beck, et al. (2016). "The findings of Damas et al. have not influenced the previously proposed time course of skeletal muscle hypertrophy." Eur J Appl Physiol **116**(2): 443-444.
- DeFreitas, J. M., T. W. Beck, et al. (2011). "An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy." Eur J Appl Physiol **111**(11): 2785-2790.
- DeRenne, C., R. K. Hetzler, et al. (1996). "Effects of Training Frequency on Strength Maintenance in Pubescent Baseball Players." Journal of Strength and Conditioning Research **10**(1): 8-14.
- DeVries, H. A. (1968). "Efficiency of electrical activity" as physiological measure of the functional state of muscle tissue." Am J Phys Med **47**: 10-22.
- Faigenbaum, A. D., L. A. Miliken, et al. (2002). "Comparison of 1 and 2 Days Per Week of Strength Training in Children." Research Quarterly for Exercise and Sport **73**(4): 416-424.
- Ferreira, D. V., J. B. Ferreira-Junior, et al. (2017). "Chest Press Exercises With Different Stability Requirements Result in Similar Muscle Damage Recovery in Resistance-Trained Men." J Strength Cond Res **31**(1): 71-79.
- Ferreira, D. V., P. Gentil, et al. (2017). "Dissociated time course between peak torque and total work recovery following bench press training in resistance trained men." Physiol Behav **179**: 143-147.
- Flann, K. L., P. C. LaStayo, et al. (2011). "Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain?" J Exp Biol **214**(4): 674-679.
- Flores, D. F., P. Gentil, et al. (2011). "Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise." J Strength Cond Res **25**(11): 3039-3044.

- Gentil, P., B. Fischer, et al. (2015). "Effects of equal-volume resistance training performed one or two times a week in upper body muscle size and strength of untrained young men." *J Sports Med Phys Fitness* **55**(3): 144-149.
- Gentil, P., James Steele, Maria C. Pereira, Rafael P. M. Castanheira, Antonio Paoli, Martim Bottaro (2016). "Comparison of upper body strength gains between men and women after 10 weeks of resistance training." *PeerJ* **4**(1627): 1-10.
- Gibala, M. J., J. D. M. Dougall, et al. (1995). "Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise." *J Applied Physiol* **78**(2): 702-708.
- Glass, D. J. (2005). "Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways." *Int J Biochem Cell Biol* **37**(10): 1974-1984.
- Gomes, G. K., C. M. Franco, et al. (2018). "High-frequency resistance training is not more effective than low-frequency resistance training in increasing muscle mass and strength in well-trained men." *J Strength Cond Res*.
- Gomes, M. D., S. H. Lecker, et al. (2001). "Atrogin-1, a muscle-specific F-box protein highly expressed during muscle atrophy." *Proc Natl Acad Sci U S A* **98**(25): 14440-14445.
- Graves, J., M. Pollock, et al. (1988). "Effect of reduced training frequency on muscular strength." *Int J Sports Med* **9**(5): 316-319.
- Graves, J. E., M. L. Pollock, et al. (1990). "Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength." *Spine (Phila Pa 1976)* **15**(6): 504-509.
- Grgic, J., B. J. Schoenfeld, et al. (2018). "Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Sports Med* **48**(5): 1207-1220.
- Higbie, E. J., Kirk J. Cureton, et al. (1996). "Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area and neural-activation." *J Appl Physiol* **81**: 2173-2181.
- Hoffman, J. R., W. J. Kraemer, et al. (1990). "The Effects of Self-Selection for Frequency of Training in a Winter Conditioning Program for Football." *Journal of Applied Sport Science Research* **4**(3): 76-82.
- Howell, J. N., G. Chleboun, et al. (1993). "Muscle stiffness, strength loss, swelling and soreness following exercise-induced injury in humans." *J Physiol* **464**: 183-196.
- Hubal, M. J., Scott R. Rubinstein, et al. (2006). "Mechanisms of Variability in Strength Loss after Muscle-Lengthening Actions." *Medicine and science in sports and exercise*: 461-468.
- Ide, B. N., Lázaro Alessandro Soares Nunes, et al. (2013). "Time Course of Muscle Damage and Inflammatory Responses to Resistance Training with Eccentric Overload in Trained Individuals." *Mediators of Inflammation* **2013**(2013): 1-6.
- Ingalls, C. P., J. C. Wenke, et al. (2004). "Adaptation to Lengthening contraction-induced injury in mouse muscle." *J Appl Physiol* **97**: 1067-1076.
- Issurin, V. B. (2010). "New horizons for the methodology and physiology of training periodization." *Sports Med* **40**(3): 189-206.
- Jenkins, N. D., T. J. Housh, et al. (2016). "Neuromuscular Adaptations After 2 and 4 Weeks of 80% Versus 30% 1 Repetition Maximum Resistance Training to Failure." *J Strength Cond Res* **30**(8): 2174-2185.
- Jenkins, N. D. M., A. A. Miramonti, et al. (2017). "Greater Neural Adaptations following High- vs. Low-Load Resistance Training." *Front Physiol* **8**: 331.
- Kauranen, K., P. Siira, et al. (2001). "Delayed-onset muscle soreness and motor performance of the upper extremity." *Eur J Appl Physiol* **84**(4): 302-309.
- Kieran., R., Damien M. Callahan, et al. (2008). "Lower extremity power training in elderly subjects with mobility

- limitations: a randomized controlled trial." Aging Clin Exp Res **4**(20): 337–343.
- Kraemer, W. J. and N. A. Ratamess (2004). "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription." Med Sci Sports Exerc **36**(4): 674-688.
- Lixandrao, M. E., F. Damas, et al. (2016). "Time Course of Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy in the Elderly." J Strength Cond Res **30**(1): 159-163.
- Loenneke, J. P., L. M. Rossow, et al. (2017). "Time-course of muscle growth, and its relationship with muscle strength in both young and older women." Geriatr Gerontol Int **17**(11): 2000-2007.
- MacDougall, J. D., M. J. Gibala, et al. (1995). "The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise." Canadian Journal of Applied Physiology **20**(4): 480-486.
- Margonis, K., I.G. Fatouros, et al. (2007). "Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: implications for diagnosis." Free Radic Biol Med **43**: 901-910.
- McKenzie, G. G. (1981). "Effects of frequency of weight training on muscle strength enhancement." J Sports Med Phys Fitness **21**(4): 432-436.
- Mclester, J. R., E. Bishop, et al. (2000). "Comparison of 1 Day and 3 Days Per Week of Equal-Volume Resistance Training in Experienced Subjects." The Journal of Strength & Conditioning Research **14**(3): 273-281.
- Miyatani, M., H. Kanehisa, et al. (2000). "Validity of bioelectrical impedance and ultrasonographic methods for estimating the muscle volume of the upper arm." Eur J Appl Physiol **82**(5-6): 391-396.
- Miyatani, M., H. Kanehisa, et al. (2004). "The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups." Eur J Appl Physiol **91**(2-3): 264-272.
- Morgan, D. L. and D. G. Allen (1999). "Early events in stretch-induced muscle damage." J. Appl. Physiol **87**(6): 2007-2015.
- Moritani, T. and H. A. De Vries (1979). "Neural factors versus hypertrophy in time course of muscle strength gain." Am J Phys Med **58**: 115-130.
- Newham, D. J., D. A. Jones, et al. (1987). "Repeated high-force eccentric exercise: effects on muscle pain and damage." J Appl Physiol (1985) **63**(4): 1381-1386.
- Newham, D. J., K. R. Mills, et al. (1983). "Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions." Clin Sci (Lond) **64**(1): 55-62.
- Newton, M. J., G. T. Morgan, et al. (2008). "Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men." The Journal of Strength & Conditioning Research **22**(2): 597-607.
- Nguyen, D., L. E. Brown, et al. (2009). "Effect of delayed-onset muscle soreness on elbow flexion strength and rate of velocity development." J Strength Cond Res **23**(4): 1282-1286.
- Nielsen, J., J. Farup, et al. (2015). "Enhanced Glycogen Storage of Subcellular Hot Spot in Human Skeletal Muscle during Early Recovery from Eccentric Contractions." PLOS ONE **10**(5): 1-14.
- Nosaka, K. and M. Newton (2002). "Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading." J Strength Cond Res **16**(2): 202-208.
- Nosaka, K. and M. Newton (2002). "Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair." J Strength Cond Res **16**(1): 117-122.
- Ochi, E., K. Nakazato, et al. (2011). "Muscular hypertrophy and changes in cytokine production after eccentric training in the rat skeletal muscle." J Strength Cond Res **25**(8): 2283-2292.

- Ohmori, H., T. Kume, et al. (2010). "Low-frequency isometric training, 1-day of training every 2 weeks, increases muscle strength in untrained subjects." Advances in exercise and sports physiology **16**(1): 1-5.
- Olson, E. N. (1993). "Regulation of muscle transcription by the MyoD family. The heart of the matter." Circ Res **72**(1): 1-6.
- Parcell, A. C., Robert D. Sawyer, et al. (2002). "Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol." Medicine and science in sports and exercise: 1018-1022.
- Paulsen, G., U. R. Mikkelsen, et al. (2012). "Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage in regeneration following eccentric exercise?" Exerc Immunol Rev **18**: 42-97.
- Peake, J., K. Nosaka, et al. (2005). "Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans." Exerc Immunol Rev **11**: 64-85.
- Peterson, M. D., M. R. Rhea, et al. (2004). "Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship." J Strength Cond Res **18**(2): 377-382.
- Philippou, A., M. Maridakis, et al. (2009). "Changes in Mechanical Properties of Human Quadriceps Muscle After Eccentric Exercise." In Vivo **23**: 859-866.
- Pollock, M. L., J. E. Graves, et al. (1993). "Frequency and volume of resistance training: effect on cervical extension strength." Arch Phys Med Rehabil **74**(10): 1080-1086.
- Prevost, M., A.G. Nelson, et al. (1999). "The effect of two days of velocity-specific isokinetic training on torque production." J Strength Cond Res **13**: 35-39.
- Radaelli, R., M. Bottaro, et al. (2012). "Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women." J Strength Cond Res **26**(9): 2577-2584.
- Radaelli, R., S. J. Fleck, et al. (2015). "Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy." J Strength Cond Res **29**(5): 1349-1358.
- Ralston, G. W., L. Kilgore, et al. (2017). "The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis." Sports Med **47**(12): 2585-2601.
- Ramírez-Campillo, A. Castillo, et al. (2014). "High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women." Experimental Gerontology **58**: 51-57.
- Rhea, M. R. (2004). "Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size." J Strength Cond Res **18**(4): 918-920.
- Rhea, M. R., B. A. Alvar, et al. (2003). "A meta-analysis to determine the dose response for strength development." Med Sci Sports Exerc **35**(3): 456-464.
- Rønnestad, B. R., B. S. Nymark, et al. (2011). "Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players." J Strength Cond Res **25**(10): 2653-2660.
- Sanada, K., C. F. Kearns, et al. (2006). "Prediction and validation of total and regional skeletal muscle mass by ultrasound in Japanese adults." Eur J Appl Physiol **96**(1): 24-31.
- Schoenfeld, B. J. (2010). "The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training." The Journal of Strength & Conditioning Research **24**(10): 2857-2872.
- Schoenfeld, B. J. (2012). "Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?" The Journal of Strength & Conditioning Research **26**(5): 1441-1453.

- Schoenfeld, B. J. and B. Contreras (2013). "Is Postexercise Muscle Soreness a Valid Indicator of Muscular Adaptations?" Strength & Conditioning Journal **35**(5): 16-21.
- Schoenfeld, B. J., D. Ogborn, et al. (2016). "Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis." Sports Medicine: 1-9.
- Schoenfeld, B. J., D. Ogborn, et al. (2017). "Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis." J Sports Sci **35**(11): 1073-1082.
- Schoenfeld, B. J., N. A. Ratamess, et al. (2015). "Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men." J Strength Cond Res **29**(7): 1821-1829.
- Seene, T., P. Kaasik, et al. (2004). "Composition and turnover of contractile proteins in volume-overtrained skeletal muscle." Int J Sports Med **25**(6): 438-445.
- Seynnes, O. R., M. de Boer, et al. (2007). "Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training." J Appl Physiol (1985) **102**(1): 368-373.
- Silva, S. B., Luiz Carlos de Abreu, et al. (2013). "Verbal and visual stimulation effects on rectus femoris and biceps femoris muscles during isometric and concentric." International Archives of Medicine: 6-38.
- Soares, S., J. B. Ferreira-Junior, et al. (2015). "Dissociated Time Course of Muscle Damage Recovery Between Single-and Multi-Joint Exercises in Highly Resistance-Trained Men." The Journal of Strength & Conditioning Research **29**(9): 2594-2599.
- Souza, R. F. (2009). "O que é um estudo clínico randomizado?" Medicina (Ribeirão Preto) **42**(1): 3-8.
- Staron, R. S., D. L. Karapondo, et al. (1994). "Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women." J Appl Physiol (1985) **76**(3): 1247-1255.
- Stock, M. S., Kendra D. Olinghouse, et al. (2015). "Evidence of muscular adaptations within four weeks of barbell training in women." Human Movement Science **45**(2016): 7-22.
- Stock, M. S., J. A. Mota, et al. (2017). "The time course of short-term hypertrophy in the absence of eccentric muscle damage." Eur J Appl Physiol **117**(5): 989-1004.
- Taaffe, D. R., C. Durett, et al. (1999). "Once-Weekly Resistance Exercise Improves Muscle Strength and Neuromuscular Performance in Older Adults." J Am Geriatr Soc **47**: 1208-1214.
- Tan, B. (1999). "Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men." Journal of Strength and Conditioning Research **13**(1): 289-304.
- Tee, J. C., A. N. Bosch, et al. (2007). "Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage." Sports Medicine **37**(10): 827-836.
- Thomas, M. H. and S. P. Burns (2016). "Increasing Lean Mass and Strength: A Comparison of High Frequency Strength Training to Lower Frequency Strength Training." International journal of exercise science **9**(2): 159.
- Vaczi, M., J. Tihanyi, et al. (2011). "Mechanical, biochemical, and electromyographic responses to short-term eccentric-concentric knee extensor training in humans." J Strength Cond Res **25**(4): 922-932.
- Wakahara, T., A. Fukutani, et al. (2013). "Nonuniform muscle hypertrophy: its relation to muscle activation in training session." Med Sci Sports Exerc **45**(11): 2158-2165.
- Wernbom, M., J. Augustsson, et al. (2007). "The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans." Sports Med **37**(3): 225-264.

Yue, F. L., B. Karsten, et al. (2018). "Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males." Appl Physiol Nutr Metab **43**(5): 475-481.

ANEXO II

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o Senhor a participar do projeto de pesquisa Efeitos de Diferentes Intervalos de Recuperação entre Sessões de Treinamento de Força nos Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Jovens Treinados, sob a responsabilidade do pesquisador Saulo Rodrigo Sampaio Soares. O projeto faz parte da tese de doutorado em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física (PPGFEF) da Universidade de Brasília (UnB).

O objetivo desta pesquisa é investigar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre sessões de treinamento de força nos ganhos de força e massa muscular. Sabe-se que na prática, atletas, praticantes de musculação, técnicos e preparadores físicos ainda carecem de ferramentas para mensurar de forma efetiva o processo de recuperação muscular entre as sessões de treino. Na teoria, há lacunas a respeito do intervalo ótimo de recuperação entre sessões no qual se obtenha as melhores respostas nos ganhos de força e massa muscular. Portanto, avaliar e monitorar o desempenho e recuperação neuromuscular parece ser imprescindível para a correta prescrição do treinamento de força para as mais diversas populações e níveis de condicionamento físico.

O senhor receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

A sua participação se dará através da realização de um programa de treinamento de força para os flexores do cotovelo no dinamômetro isocinético (Biodex System IV, Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). Os participantes serão divididos em dois grupos experimentais. Um dos grupos realizará treinos com intervalos de 168 horas entre sessões, enquanto o outro grupo, o intervalo será de 72 horas. No total, serão feitas 10 visitas ao Laboratório de Treinamento de Força localizado nas dependências da Faculdade de Educação Física da UnB. Cada visita terá duração mínima de 40 minutos e máxima de 1 hora. A primeira delas será reservada às informações, esclarecimento de dúvidas e familiarização com os procedimentos de avaliação dos momentos pré e pós-testes utilizando o dinamômetro isocinético, ultrassom VMI (Philips Indústria e Comércio Ltda., Lagoa Santa, MG, Brasil) e eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec, Brasil).

As oito visitas subsequentes serão destinadas ao programa de treino propriamente dito. Ao final, a última visita ao laboratório será reservada às avaliações pós-teste. O protocolo experimental consistirá de quatro séries de seis repetições máximas com ações concêntricas e excêntricas para os flexores do cotovelo de forma unilateral com intervalos de 2 minutos entre séries e 5 minutos entre braços. A velocidade da ação concêntrica será $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e de $120^{\circ} \cdot s^{-1}$ para a excêntrica. Os dias e horários para sua participação serão previamente agendados respeitando o intervalo entre sessões de cada grupo experimental bem como sua disponibilidade.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são mínimos e /ou irrelevantes, pois, o tipo de exercício considerado neste estudo não tem contraindicações à população considerada aqui (pessoas saudáveis e com experiência prévia em musculação). Contudo, este tipo de exercício pode gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias. Ela é decorrente de um processo inflamatório ocasionado por exercício físico ou atividade que não esteja acostumado a realizar. Para amenizar os sintomas, basta descanso, manutenção de dieta e ingestão de água adequados.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores. Se você aceitar participar, estará contribuindo para o esclarecimento de uma das variáveis mais importantes para prescrição e monitoramento de um programa de treinamento de força.

O Senhor pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o senhor. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as despesas que você tiver 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.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Faculdade de Educação Física podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o Senhor tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, telefone para: Saulo Rodrigo Sampaio Soares nos seguintes números: (61) 3107-2522 / (61) 9 8194-6922, ou se

preferir entre em contato através do email: saulosoares26@gmail.com . Caso haja necessidade, entre em contato com meu orientador: Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro na Faculdade de Educação Física nos seguintes telefones: (61) 3107-2522 / (61) 9 8128-8855 disponível inclusive para ligação a cobrar ou no seguinte endereço eletrônico: martim.bottaro@gmail.com .

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável

Nome e assinatura

Brasília, ____ de _____ de _____.

ANEXO 1II

Termo de Autorização para Utilização de Imagem e Som de Voz para fins de pesquisa

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante/entrevistado(a) no projeto de pesquisa intitulado Efeitos de Diferentes Intervalos de Recuperação entre Sessões de Treinamento de Força nos Ganhos de Força e Massa Muscular em Indivíduos Jovens Treinados, sob responsabilidade de Saulo Rodrigo Sampaio Soares vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

Minha imagem e som de voz podem ser utilizadas apenas para ilustração no texto final da tese de doutorado do pesquisador responsável bem como para publicação posterior em periódico científico e apresentação em congressos profissionais e/ou acadêmicos.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem nem som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade do pesquisador responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável pela pesquisa e a outra com o participante.

Assinatura do (a) participante
(a)

Nome e Assinatura do (a) pesquisador

Brasília, ___ de _____ de _____