

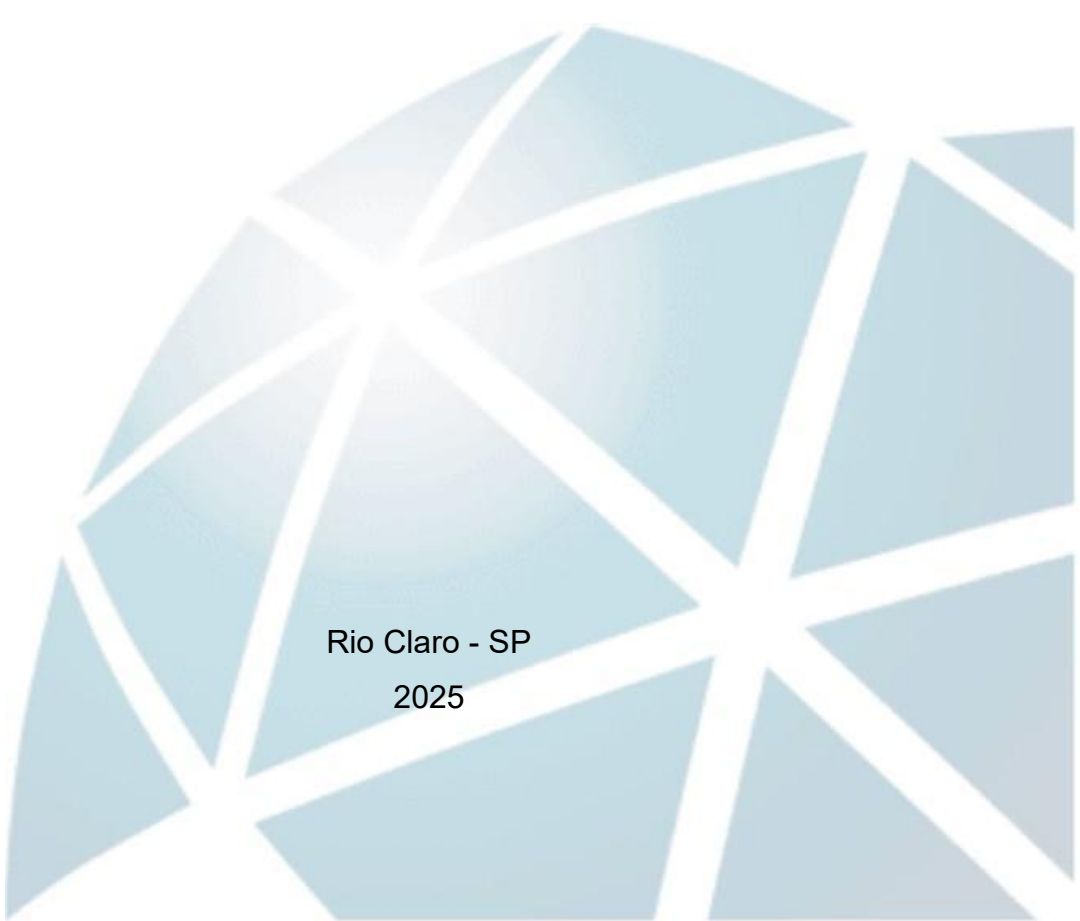
---

EDUCAÇÃO FÍSICA

---

**FERNANDO ANDRADE E SILVA**

**EFEITOS DA FREQUÊNCIA SEMANAL DO  
TREINAMENTO NA HIPERTROFIA MUSCULAR E  
FORÇA EM INDIVÍDUOS NÃO TREINADOS**



Rio Claro - SP  
2025

FERNANDO ANDRADE E SILVA

**EFEITOS DA FREQUÊNCIA SEMANAL DO TREINAMENTO NA HIPERTROFIA  
MUSCULAR E FORÇA EM INDIVÍDUOS NÃO TREINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Prof. Dra. Camila Coelho Greco

Rio Claro - SP  
2025

S586e Silva, Fernando Andrade e  
Efeitos da frequência semanal do treinamento na hipertrofia  
muscular e força em indivíduos não treinados / Fernando Andrade e  
Silva. -- Rio Claro, 2025  
26 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) -  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências,  
Rio Claro  
Orientadora: Camila Coelho Greco

1. Treinamento resistido. 2. Frequência de treino. 3. Força. 4.  
Hipertrofia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

FERNANDO ANDRADE E SILVA

**EFEITOS DA FREQUÊNCIA SEMANAL DO TREINAMENTO NA HIPERTROFIA  
MUSCULAR E FORÇA EM INDIVÍDUOS NÃO TREINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Camila Coelho Greco

Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Aprovado em: 05 de junho de 2025.

Assinatura do discente

Assinatura do(a) orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão ao meu pai, Wanderley Andrade e Silva. Um homem íntegro, trabalhador e dedicado, que sempre me ensinou que o estudo é a base de tudo na vida. Graças ao seu incentivo e à sua dedicação diária aos seus filhos, concluo minha formação no curso de Educação Física na Unesp de Rio Claro – SP. Essa conquista não seria possível sem sua ajuda. Muito obrigado por tudo, pai.

Gostaria também de agradecer à minha mãe, Cláudia, à minha namorada, Giovanna, à minha tia Maria, ao meu irmão Victor, bem como a todos os meus tios e tias que estiveram ao meu lado durante minha jornada acadêmica. Sem o apoio e incentivo de vocês, tudo seria muito mais difícil.

Gostaria de registrar meus agradecimentos a minha professora orientadora, Profa. Dra. Camila Coelho Greco por todo suporte, paciência, dedicação e comprometimento. Suas orientações foram valiosas e essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado professora.

## RESUMO

O treinamento resistido (TR) contribui para adaptações musculares e neuromusculares, associadas ao aumento de força e hipertrofia muscular. A hipertrofia pode ser definida como aumento da massa muscular, promovendo maiores aumentos na área de secção transversa (AST), sem a presença de edema muscular ocasionado pela prática do exercício. As adaptações neurais são observadas logo após 4 semanas de treino e estão associadas a aumentos de força, decorrentes dos efeitos fisiológicos no SNC, assim como o aumento do recrutamento de unidades motoras (UMs). A manipulação das variáveis do treinamento, volume, intensidade, duração do intervalo de descanso, seleção e ordem dos exercícios, velocidade de repetição e frequência de treinamento, dentre outras, são fatores importantes para a obtenção de resultados expressivos, tendo em vista que frequências maiores podem influenciar diretamente o aumento do volume de treino, proporcionando melhores respostas na força e na hipertrofia. A presente revisão de literatura realizou um mapeamento acerca das diferentes variáveis da periodização do TR, acima de tudo os efeitos da frequência semanal, e as adaptações neurais e hipertróficas observadas em indivíduos não treinados. A pesquisa demonstrou que rotinas de TR com divisões por grupos musculares demonstraram-se mais eficazes em comparação às rotinas de corpo inteiro. Além disso, essas divisões permitem que o volume semanal seja mantido com um menor número de exercícios por sessão. Volumes de treino adequados, associados a cargas apropriadas, induzem maiores respostas de força e hipertrofia, sendo a frequência semanal um fator importante a ser considerado para o aumento do volume de treino.

**Palavras-chave:** Treinamento Resistido; Frequência de Treino; Força; Hipertrofia.

## **ABSTRACT**

Resistance training (RT) contributes to muscular and neuromuscular adaptations, associated with increased strength and muscle hypertrophy. Hypertrophy can be defined as an increase in muscle mass, promoting greater gains in cross-sectional area (CSA), without the presence of muscle edema caused by exercise. Neural adaptations are observed as early as four weeks into training, and are linked to strength gains resulting from physiological effects on the central nervous system (CNS), as well as increased recruitment of motor units (MUs). The manipulation of training variables, such as volume, intensity, rest interval duration, exercise selection and order, repetition speed, and training frequency, among others, is crucial for achieving significant results. Higher training frequencies may directly influence increased training volume, thereby enhancing strength and hypertrophic responses. This literature review mapped various variables in RT periodization, focusing particularly on the effects of weekly training frequency, and the neural and hypertrophic adaptations observed in untrained individuals. The research showed that split routines based on muscle groups proved more effective than full-body routines. Additionally, these split routines allow for the maintenance of weekly volume with fewer exercises per session. Proper training volumes, combined with appropriate loads, induce greater strength and hypertrophy responses, with weekly frequency being an important factor to consider for increasing training volume.

**Keywords:** Resistance Training; Training Frequency; Strength; Hypertrophy.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1 Hipertrofia.....	10
4.2 Adaptações neurais e sua influência na hipertrofia e ganho de força.....	13
4.3 Periodização do treinamento.....	15
4.3.1 Variáveis.....	16
4.3.1.1 Volume.....	16
4.3.1.2 Frequência semanal.....	17
4.3.1.3 Intensidade.....	19
4.3.1.4 Intervalo de descanso.....	19
4.3.1.5 Velocidade de movimento.....	20
4.3.1.6 Seleção e ordem dos exercícios.....	22
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR), também conhecido como treinamento de força ou de peso, é amplamente utilizado para melhorar as capacidades físicas e gerar adaptações musculares em indivíduos, como o aumento da força e da área de secção transversa (AST) (BIRD *et al.*, 2005). Há consenso entre as comunidades científicas de que o desenvolvimento da força é imprescindível para a manutenção da saúde e da qualidade de vida, assim como o desenvolvimento muscular induzido pelo exercício físico (hipertrofia), que é almejado não apenas por atletas, mas também por praticantes não competitivos que desejam o aumento da massa magra e a capacidade de executar tarefas que dependam da força muscular (BIRD *et al.*, 2005).

O American College of Sports Medicine (ACSM, 2009) destaca que o TR contribui para o ganho de força e massa muscular, sendo necessárias as manipulações corretas das variáveis do programa de treinamento (frequência, número de séries e repetições, tempo de descanso, ordem dos exercícios e escolha da resistência) para otimizar a aptidão muscular. Dentre essas variáveis, a frequência semanal de treinamento, definida como o número de sessões de TR realizadas por grupo muscular em um dado período, geralmente uma semana, tem sido um ponto de destaque em pesquisas científicas por seu impacto significativo nas adaptações musculares (GRGIC *et al.*, 2018). Para indivíduos não treinados, frequências de 2 a 3 dias por semana têm sido avaliadas como eficazes, e 3 dias por semana podem proporcionar maior aumento de força (ACSM, 2009).

O volume de treino é considerado uma variável importante nas adaptações musculares envolvendo força e hipertrofia, geralmente calculado por repetições totais (séries × repetições) ou volume total (séries × repetições × resistência) (BIRD *et al.*, 2005). De acordo com Rhea *et al.* (2003), o volume de treino é um fator-chave para a hipertrofia e a força, e o aumento da frequência semanal, quando ajustado para manter um volume total constante ou aumentá-lo progressivamente, pode levar a melhores resultados, evitando platôs nas adaptações. Para indivíduos não treinados, isso se traduz em uma necessidade de ajuste cuidadoso da dose-resposta em exercícios para ganho de força, conforme a necessidade do indivíduo. O volume de treino parece ser a variável mais fácil de modificar, e ajustes no TR com volumes maiores e adequados geram respostas superiores na força e hipertrofia em indivíduos

não treinados, quando comparados ao TR de baixo volume (FIGUEIREDO, 2018). Conseqüentemente, manipular a frequência do treinamento pode contribuir para o aumento do volume semanal e por sessão (SCHOENFELD, 2010).

Segundo Schoenfeld (2010), rotinas de TR com segmentos divididos, nas quais diferentes exercícios são utilizados para um grupo muscular dentro de uma sessão, têm se mostrado mais eficientes, gerando maiores aumentos da AST em comparação às rotinas de corpo inteiro, permitindo que o volume de treino semanal seja mantido com um menor número de séries por sessão.

A literatura sugere que a resposta à frequência do TR varia conforme o nível de treinamento dos indivíduos. Schoenfeld *et al.* (2016) compararam frequências de treinamento resistido variadas e concluíram que volumes de treinamento mais elevados, associados a cargas adequadas, resultam em maiores respostas hipertróficas, especialmente em indivíduos não treinados, que apresentam respostas mais rápidas aos estímulos de resistência. Para Schoenfeld (2019), a frequência semanal do TR não impacta diretamente as adaptações hipertróficas, desde que o volume total das sessões seja equalizado. Ou seja, para um determinado volume, um indivíduo pode optar por sessões de treino mais curtas com maior frequência semanal, ou sessões de treino mais longas com menor frequência semanal.

A meta-análise de Grgic *et al.* (2018) avaliou 21 estudos, sendo que 18 desses eram compostos por indivíduos não treinados. Os resultados sugerem que frequências maiores de TR resultam em ganhos de força superiores; no entanto, ainda não há um consenso na literatura sobre o efeito da frequência semanal de treinamento no ganho de força e hipertrofia muscular. Do ponto de vista prático, o aumento da frequência de treino pode ser uma estratégia para manipular o volume total, gerando um aumento e, conseqüentemente, um efeito significativo na melhora da força e hipertrofia muscular.

## **2. OBJETIVOS**

O presente estudo tem como objetivo avaliar um compilado de evidências acerca dos efeitos da frequência semanal na força e hipertrofia muscular em indivíduos não treinados, relacionando as variáveis da progressão da frequência de treinamento com as adaptações de força, hipertrofia, neuromusculares e metabólicas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Realizaram-se buscas nas plataformas PubMed/MEDLINE e na base de dados SPORTDiscus. Os seguintes termos de busca foram empregados para o processo de pesquisa: (Resistance training OR Resistive exercise OR Bodybuilding OR Strength training OR Hypertrophy training OR Weight training) AND (Hypertrophy OR Muscular hypertrophy OR Muscle cross-sectional area OR Muscle mass OR Body mass OR Lean mass OR Muscle volume OR Muscle thickness) AND (Strength OR Muscle strength OR Maximum force OR One-repetition maximum) AND (Training frequency OR Exercise frequency OR Sessions OR Weekly frequency OR Days per week OR Workouts per week OR Training volume OR Weekly training volume OR Total load) AND (Untrained individuals OR Untrained practitioners OR Untrained OR Beginner). O critério de inclusão adotado baseou-se em artigos publicados a partir do ano 2000, nos quais participaram indivíduos não treinados. Inicialmente, a seleção dos estudos mais relevantes ocorreu com base na análise dos títulos, seguida da avaliação dos resumos e dos textos na íntegra.

### 4. REVISÃO DE LITERATURA

#### 4.1 HIPERTROFIA

O músculo esquelético é um tecido com propriedades adaptativas, ou seja, com alta plasticidade. O aumento da carga imposta ao músculo gera adaptações no tamanho do músculo e nas características contráteis, nos quais auxiliam no aprimoramento da força analisados durante o treinamento resistido (TR) (BIRD *et al.*, 2005).

A hipertrofia pode ser definida como um aumento na massa muscular, que se manifesta no tamanho, posição e número das miofibrilas preexistentes, assim como na área de secção transversal de todo o tecido e em níveis celulares, sem a presença do inchaço celular induzido pelo exercício (ROBERTS *et al.*, 2023). Estudos sugerem que informações sobre o crescimento muscular obtidos com 2 a 3 semanas de TR demonstram, de fato, o processo hipertrófico da musculatura e não o inchaço muscular induzido por edema (DAMAS *et al.*, 2017).

Ao submeter o músculo a uma sobrecarga, algumas alterações nas miofibrilas e na matriz extracelular são observadas, culminando no aumento da síntese proteica contrátil denominadas de actina e miosina e resultando no desenvolvimento da área de secção transversa (AST) (SCHOENFELD, 2010). A musculatura esquelética é composta por diferentes tipos de fibras musculares, que apresentam características físicas e bioquímicas distintas. As fibras musculoesqueléticas são consideradas células exclusivas, pois são multinucleadas, ou seja, possuem vários núcleos ao longo da fibra, o que leva ao desenvolvimento de diversos sistemas histoquímicos para a classificação das fibras musculares, que, embora pareçam semelhantes, possuem algumas diferenças. Alterações no tipo da fibra muscular são observadas com a prática do TR, promovendo hipertrofia em cada um dos principais tipos (I e II) e subtipos (IIa e IIx) presentes no corpo humano. As fibras do tipo I possuem características de contração lenta, coloração mais avermelhada devido à maior presença de mioglobina e são mais oxidativas lentas, sendo, portanto, mais adequadas a atividades de longa duração (aeróbias). Já as fibras do tipo II apresentam características de contração rápida, coloração branca devido aos menores níveis de mioglobina e são oxidativas rápidas e lentas, sendo mais utilizadas em exercícios de curta duração (anaeróbios) que exigem grande produção de potência. Os subtipos de fibras IIa possuem boas características aeróbias e anaeróbias, enquanto as IIx têm boa capacidade anaeróbia, mas apresentam baixo desempenho aeróbio (FLECK & KRAEMER, 2017).

Alguns mecanismos ligados à hipertrofia muscular consequente ao TR incluem a sinalização otimizada do complexo 1 de alvo de rapamicina mamífero (mTORC1), aumento da expansão da capacidade de tradução através da biogênese do ribossomo, aumento das células satélites com finalidade de fornecer mionúcleos às fibras em crescimento (“efeito anticatabólico”) e a remodelação da matriz extracelular (ROBERTS *et al.*, 2023). A síntese de proteínas aumenta após somente uma sessão de TR intenso, chegando ao seu pico aproximadamente 24 horas após o exercício, criando assim, um ambiente favorável ao anabolismo ente 2 até 48 horas após a prática. A hipertrofia é multifatorial, podendo compreender estímulos mecânicos progressivos e metabólicos (ACSM, 2009).

A mTORC é uma proteína quinase serina/treonina relacionada à fosfatidilinositol 3-quinase (PI3K). Sua atuação em mamíferos corresponde a uma

subunidade catalítica com dois complexos distintos, mTORC1 e mTORC2, no qual diferem em suas proteínas acessórias, sensibilidade diferencial à rapamicina, substratos e funções. Especificamente a mTORC1 realiza a fosforilação dos substratos que contribuem para o aumento da síntese de proteínas, lipídios, nucleotídeos e ATP, simultaneamente realizando a limitação da quebra autofágica de componentes celulares e conseqüentemente estimulando a hipertrofia (ROBERTS *et al.*, 2023).

Fatores como a biogênese do ribossomo é um mecanismo importante para respostas hipertróficas induzida por carga. Estudos sugerem que a magnitude da biogênese do ribossomo aliadas a diferentes aplicações de carga estão diretamente ligadas a hipertrofia muscular. Aparentemente, as miofibrilas são constituídas por ribossomos heterogêneos, contendo um perfil único de proteínas e variantes de rRNA que modulam a função ribossômica. A especialização dos ribossomos durante a hipertrofia pode levar a efeitos de fidelidade translacional e seleção aprimorados, no qual certos mRNAs são priorizados para tradução. Até o presente momento nenhuma pesquisa constatou se a especialização ocorre durante ou após o TR (ROBERTS *et al.*, 2023).

O aumento das células satélites após uma sessão de TR de longa duração demonstrou correlação com a magnitude da hipertrofia muscular. Estudos evidenciam um mecanismo no qual os mioblastos provenientes de células satélites se unem às miofibrilas como consequência ao TR, sugerindo que o aumento da ativação dessas células assumam um papel crítico no processo hipertrófico. Evidências independentes sugerem que as células satélites interagem com miofibrilas e fibroblastos proporcionando a remodelação da matriz extracelular durante o processo de reparo tecidual decorrente do TR (ROBERTS *et al.*, 2023).

A matriz extracelular apresenta papel fundamental em diversos processos moleculares presentes no musculo esquelético, participando diretamente das respostas celulares à carga e lesão. Sabendo que as miofibrilas são envolvidas pela matriz extracelular e o aumento da área de secção transversa ocorre devido a sobrecarga mecânica, é provável que as mudanças na matriz extracelular acompanhem a hipertrofia das miofibrilas. Estudos em humanos sustentam a ideia de que a remodelação da matriz extracelular, através de aumentos na síntese de

colágeno ou gênica/proteica dos genes da matriz, ocorre como consequência de uma ou várias sessões de TR (ROBERTS *et al.*, 2023).

## **4.2 ADAPTAÇÕES NEURAIS E SUA INFLUÊNCIA NA HIPERTROFIA E GANHO DE FORÇA**

As adaptações induzidas pelo treinamento resistido podem estar ligadas a mudanças em diversas partes do sistema nervoso central (SNC) e estão presentes tanto em níveis musculares como no próprio sistema nervoso, possuindo uma característica importante na especificidade da resposta, debatida em diversos estudos sobre neuroplasticidade (ALIX-FAGES *et al.*, 2022; DEL VECCHIO *et al.*, 2024). As respostas crônicas ao TR compreendem grandes tipos de mudanças no recrutamento muscular, modulando as atividades musculares agonistas e antagonistas decorrentes de impulsos nervosos no circuito espinhal e no feedback aferente no neurônio motor, afetando diretamente as unidades motoras (UM). O recrutamento das UM e sua taxa de disparo é determinante para mensurar a força muscular produzida e influenciará diretamente o desempenho motor (ALIX-FAGES *et al.*, 2022).

A complexidade do sistema nervoso e as adaptações neuromusculares, uma vez que processos hipertróficos e de ganho de força são observados, demonstram a magnitude dos efeitos e fisiológicos no SNC. Os processos que envolvem a ativação dos sistemas neuromusculares que se iniciam no córtex superior, onde uma mensagem é formulada e emitida ao córtex motor onde o potencial de ação (estímulo) para ativação muscular é levado a medula espinhal ou tronco cerebral. Por fim, a mensagem é transmitida aos neurônios motores da musculatura, resultando no padrão de movimento específico da UM, retornando ao cérebro através das diferentes vias de retroalimentação (feedback). Tais processos auxiliam na produção de força e estão associados a outros sistemas fisiológicos como o endócrino, cardiovascular e o respiratório, apoiados pelo recrutamento externo de novas UM que controlam o tamanho da relação com outros sistemas em apoio a solicitação da UM (FLECK & KRAEMER, 2017).

A unidade motora desempenha função básica de transformar um impulso nervoso recebido pelo motoneurônio em produção de força pelo musculo. Adaptações decorrentes do treinamento físico englobam mudanças na excitabilidade intrínseca e nas características dos neurônios, aumento de força e disponibilidade das vias

sinápticas, provocando aumento da excitação das entradas sinápticas ou a diminuição inibitória. A ocorrência de fortes contrações requer a participação de altas e estáveis taxas de descarga de UM, necessárias para atingir a força máxima muscular, no entanto, contrações voluntárias máximas lentas possuem menor taxa de ativação, tornando-se insuficientes para atingir a força máxima. Por meio do treinamento resistido é possível observar adaptações significativas na UM, contribuindo para o ganho de força em protocolos de poucas semanas e aumento da superfície muscular, analisados através da coleta da amplitude eletromiográfica, durante contrações submáximas (DEL VECCHIO *et al.*, 2024).

As adaptações neurais (frequentemente associadas as primeiras adaptações experimentadas nas primeiras semanas pelos praticantes de TR) e hipertróficas induzidas pelo TR, inicialmente, estão correlacionadas a ganhos expressivos de força muscular, associados a mudanças neurais e participação de fatores hipertróficos, a depender de diversas variáveis do programa de treinamento. Embora a capacidade muscular de produzir força esteja, muitas das vezes, associada a hipertrofia muscular, tal feito não seria possível caso não houvesse a participação do sistema nervoso central no recrutamento de músculos para produção de força. Um fator observado para que isso ocorra é a presença de alterações intrínsecas nos miócitos, não envolvendo hipertrofia, colaborando para o desempenho neuromuscular. Aparentemente, as adaptações neurais estão diretamente associadas a adaptações estruturais, tendo em vista a interdependência de ganhos de força e sua relação com a hipertrofia muscular, sendo que para produção de força muscular, o sistema nervoso central necessita recrutá-los (ALIX-FAGES *et al.*, 2022).

Em estudo realizado por Del Vecchio *et al.* (2019), constatou-se aumentos consideráveis de força após 4 semanas de treinamento dos músculos dorsiflexores do tornozelo, onde os participantes realizaram contrações isométricas e aumentaram a força máxima de  $289 \pm 64$  para  $329 \pm 61$  Newtons. As análises das mudanças na taxa de desenvolvimento de força e na força do limiar de recrutamento não obtiveram correlação significativa ( $r=0,2$ ,  $p=0,28$ ). O limiar de recrutamento também diminuiu para todos sujeitos, até mesmo aqueles que apresentarão pequenos aumentos na força voluntária máxima (FVM). Essa diminuição do limiar de recrutamento na UM foi acompanhada pelo aumento da taxa de descarga após o treinamento nas três forças alvo, sendo de  $3,3 \pm 2,5$  pps. A taxa de descarga média das UMs foi aumentada em todas as três forças alvo analisadas (35%, 50% e 70% FVM). O estudo demonstrou

que quatro semanas de treino isométrico aumentaram a força dos dorsiflexores e trouxeram adaptações neuromusculares, acompanhada pela diminuição do limiar de recrutamento relativo e aumento da taxa de descarga para as mesmas UMs.

Jenkins et al. (2016) analisaram as adaptações neuromusculares comparando um protocolo de treino de alta carga (80% 1RM) vs. baixa carga (30% 1RM) até a falha muscular em 2 e 4 semanas de treinamento. O treinamento com alta e baixa carga resultaram em hipertrofia semelhante (7% e 9%) após 4 semanas de treinamento, corroborando com estudos já realizados anteriormente. Em contrapartida a força isométrica máxima e 1 repetição máxima do grupo 80% 1RM melhorou significativamente, ao contrário do grupo 30% 1RM sem melhoras expressivas (7 e 1 % respectivamente). As adaptações neuromusculares apresentadas por ambos os grupos não foram apenas imperceptíveis ou semelhantes, mas também complexas para serem analisadas apenas por eletromiografia, sinal mecanomiográfico e ativação voluntária. Adaptações hipertróficas nas primeiras 4 semanas de treinamento são consideradas mínimas, e as adaptações de força estão majoritariamente ligadas às adaptações neurais.

Há indicativos consistentes que apoiam a ideia de que os aumentos iniciais observados na capacidade de produção de força após o TR estão diretamente associados às adaptações neurais. Entretanto, apesar da ampla variedade de estudos que exploram a área da neurociência, o local exato que sustenta as possíveis adaptações neurais ainda parece desconhecido. Com base nas últimas evidências disponíveis, até o momento, tais adaptações sustentam a ideia de que ocorrem alterações estruturais corticais e/ou subcorticais, além de modificações nos interneurônios corticais inibitórios e na formação reticular, sendo essas as hipóteses mais aceitas (ŠKARABOT *et al.*, 2021).

### **4.3 PERIODIZAÇÃO DO TREINAMENTO**

Os dois principais modelos utilizados na prescrição do TR são a periodização linear (PL) e a periodização ondulatória (PO). A PL baseia-se no aumento gradual da intensidade do exercício, com redução progressiva do volume, realizando-se alterações aproximadamente a cada quatro semanas. A PO, por sua vez, apresenta características distintas, com variações constantes na intensidade e no volume de

treino. Essas mudanças podem ocorrer semanalmente ou até mesmo diariamente, denominadas de “periodização ondulatória semanal” e “periodização ondulatória diária”, respectivamente. Indivíduos que visam a hipertrofia muscular devem atentar-se ao volume de treinamento e a sobrecarga progressiva, uma vez que, quando este é equiparado, não apresenta diferenças significativas entre os dois modelos de periodização. Assim, nessas condições, a escolha do modelo de periodização pode ser definida pela preferência do aluno (GRGIC *et al.*, 2017).

Algumas variáveis do TR podem e devem ser manipuladas para maximizar o potencial de hipertrofia do indivíduo e reduzir o excesso de treino ou quedas no desempenho (SCHOENFELD *et al.*, 2016; HARRIES *et al.*, 2015). O volume de treinamento, intensidade, duração do intervalo de descanso, seleção e ordem dos exercícios, velocidade de repetição e frequência de treinamento são algumas das variáveis manipuladas para obtenção das diferentes adaptações musculares (GRGIC *et al.*, 2018).

### **4.3.1 VARIÁVEIS**

#### **4.3.1.1 VOLUME**

O volume de treino pode ser definido como o produto de repetições, séries e carga realizadas dentro de uma seção de treinamento (BIRD *et al.*, 2005). Protocolos de maior volume e maior número de séries tem demonstrado serem relativamente superiores, se comparado aos de série única em relação ao potencial hipertrófico, especialmente para aumento de força em populações não treinadas (SCHOENFELD, 2010; ACSM, 2009). De fato, o volume pode influenciar as respostas neurais, hipertróficas, metabólicas e hormonais subsequentes ao TR (ACSM, 2009). Rotinas de maior volume, como a musculação, com grande atividade das vias glicolíticas tem se demonstrado eficiente no aumento dos níveis agudos de testosterona e GH, decorrente do aumento do estresse metabólico, se comparado a rotinas de baixo volume (SCHOENFELD, 2010).

Sessões de treinamento estruturadas com base na divisão por grupamentos musculares permitem a manutenção do volume semanal, reduzindo o número de séries por sessão, proporcionando uma recuperação otimizada e, conseqüentemente, possibilitando o aumento da carga de treino. Tais fatores geram um ambiente

potencialmente propício às secreções hormonais anabólicas agudas, ao inchaço celular e à isquemia muscular. O aumento de volume deve ser realizado de forma lenta e gradual culminando em um breve período de overreaching (aumento planejado de curto prazo do volume/intensidade com intenção de melhora do desempenho), seguido por uma redução gradual afim de garantir a supercompensação ideal (SCHOENFELD, 2010).

Quanto ao volume de treino semanal, diretrizes atuais recomendam realizar de 2 a 4 séries por grupo muscular de 2 a 3 vezes por semana, correspondendo a um volume semanal total de 4 a 12 séries por grupamento muscular. Diferentes estudos sugerem incrementos de força e hipertrofia em indivíduos não treinados com apenas 1 série por grupamento de 2 a 3 vezes por semana, porém, os estímulos necessários variam quando associados à experiência prévia em TR do praticante. A modulação do volume de treino deve ser baseada na resposta individual, podendo ser distribuída durante a semana, caso desejado (IVERSEN *et al.*, 2021).

Na meta-análise de Rhea *et al.* (2003) foi verificado que indivíduos não treinados experimentaram ganhos de força máximos com aproximadamente 12 RM. Aumentos adicionais de força também foram observados com volume médio de 4 séries por grupo muscular. Dessa forma, os programas de treinamento de resistência voltados para o desenvolvimento da força muscular e da hipertrofia são mais eficazes quando utilizam cargas moderadas a elevadas (6–15RM) e um volume moderado de treino (3–4 séries por exercício).

No estudo realizado por Bernárdez-Vázquez *et al.* (2022) verificou-se que, com base nas meta-análises disponíveis, uma influência significativa do volume de treinamento sobre os processos hipertróficos, sendo essa variável a única com impacto direto. Recomenda-se a prescrição de 2 a 3 séries por exercício, contendo no mínimo 10 séries semanais por grupamento muscular.

#### **4.3.1.2 FREQUÊNCIA SEMANAL**

Frequência refere-se ao número de sessões de TR realizadas em um dado período, geralmente em uma semana. Também pode referir-se ao número de vezes que determinado grupo muscular é treinado dentro desse período (SCHOENFELD,

2016). A frequência ideal para cada indivíduo está amplamente relacionada a fatores interdependentes como volume, intensidade, seleção de exercícios, nível de condicionamento, capacidade de recuperação e número de grupos musculares treinados por sessão de treino (ACSM, 2009).

Segundo as diretrizes do American College of Sports Medicine (2009) para indivíduos não treinados, recomenda-se rotinas de corpo inteiro 2-3 vezes por semana. A progressão também deve ser realizada de forma gradual, não necessitando de alterações na frequência quando comparados a indivíduos intermediários, porém, outras variáveis agudas, como seleção de exercícios, volume e intensidade podem ser mais dependentes de alterações durante a periodização.

Também devemos levar em consideração os fatores como a adesão à rotina de treinamentos, haja vista que uma frequência de 2-3 vezes por semana proporciona mais tempo para recuperação, diminui a duração da sessão de treino e tende a aumentar a adesão dos praticantes (BIRD *et al.*, 2005).

Estudos que compararam ganhos de força com frequências distintas observaram que 3 dias por semana demonstraram ser superiores a 1 e 2 dias por semana, sendo que a produção e o aumento de força foram semelhantes aos 2 dias por semana, quando o volume foi equalizado (RHEA *et al.*, 2003).

Com objetivo de determinar os efeitos da frequência semanal na hipertrofia muscular, Schoenfeld *et al.* (2019) observaram que o número de vezes que determinado grupo muscular é treinado semanalmente é irrelevante, para hipertrofia, desde que o volume de treino da sessão seja equalizado. No entanto, nos estudos em que o volume de treino não foi igualado, observou-se uma interferência positiva entre o aumento da frequência semanal e os ganhos de hipertrofia muscular. Os resultados demonstraram que praticantes de TR submetidos a frequências de 1 dia por semana e 3 dias ou mais por semana apresentaram maiores ganhos percentuais médios de 1,9% e 3,4% para hipertrofia, respectivamente. Embora os tamanhos de efeito observados tenham sido de  $-0,03$  para 1x/semana e  $0,15$  para 3x ou mais/semana, com intervalos de confiança de  $-0,18$  a  $0,13$  e  $-0,04$  a  $0,34$ , respectivamente, esses valores não indicam alto grau de significância estatística. Mesmo assim, os dados sugerem que uma maior frequência semanal pode favorecer adaptações hipertróficas, principalmente em contextos nos quais o volume total de treino não é igualado.

#### **4.3.1.3 INTENSIDADE**

A intensidade (ou seja, carga máxima) é normalmente representada como uma porcentagem de 1 repetição máxima (1RM) e corresponde ao número de repetições realizadas com determinada carga. As repetições podem ser classificadas em baixa, moderada e alta, utilizando diferentes vias energéticas e sobrecarregando o sistema neuromuscular de maneiras distintas, impactando diretamente a resposta hipertrófica (SCHOENFELD, 2010).

Para gerar fadiga voluntária momentânea em jovens saudáveis, a intensidade mínima observada para gerar aumento de força é de 60% a 65% de 1 RM. No entanto, fatores como o nível de treinamento podem influenciar diretamente o número de repetições realizadas em exercícios de força. De modo geral, indivíduos não treinados tendem a realizar menos repetições com a mesma porcentagem de 1RM quando comparados a indivíduos treinados. Além disso, a progressão de carga em zonas de menor intensidade (50% a 60% de 1RM) pode ser interessante, uma vez que foram observados aumentos superiores na força máxima (1RM) em comparação ao uso de cargas mais elevadas para indivíduos sem experiência prévia em TR (FLECK & KRAEMER, 2017).

A utilização de altas repetições tem se mostrado inferior à utilização de repetições moderadas e baixas com o objetivo de gerar hipertrofia muscular. Em protocolos de métodos avançados, como a isquemia muscular induzida artificialmente (treinamento de oclusão), cargas inferiores a 65% de 1RM foram consideradas insuficientes para promover hipertrofia (SCHOENFELD, 2010).

Em suma, intensidades moderadas a altas são mais recomendadas para hipertrofia ou ganhos de força. No entanto, programas de treino com intensidades mais baixas, mas com maior volume (até a falha muscular), podem superar intensidades reduzidas e proporcionar ganhos musculares iguais ou superiores às intensidades mais elevadas, sendo uma variável importantíssima nas adaptações ao treinamento resistido (FIGUEIREDO, 2018).

#### **4.3.1.4 INTERVALO DE DESCANSO**

O intervalo ou período de descanso pode ser compreendido pelo tempo entre as séries do exercício, entre os exercícios ou entre as sessões de treinamento,

possibilitando a recuperação e sendo fator determinante para o sucesso da periodização do treinamento (FLECK & KRAEMER, 2017). O intervalo de descanso é necessário para que o organismo remova o lactato sanguíneo e reabasteça o trifosfato de adenosina e a fosfocreatina. Períodos insuficientes de descanso contribuem para perda de força muscular e, conseqüentemente, queda na intensidade e volume de treinamento, essenciais para melhora da força e hipertrofia muscular (IVERSEN *et al.*, 2021).

O aumento desse intervalo permite que o indivíduo mantenha a alta intensidade por um alto número de repetições (volume) e, por conseqüência, leva a um maior volume total de treino, sendo um fator determinante para a hipertrofia (FIGUEIREDO, 2018). Períodos de descanso mais curtos (25 a 30 segundos) resultam em sessões de treino mais curtas, sendo vantajosos para aqueles que não possuem muito tempo disponível para treinar. Em contrapartida, menores tempos de descanso podem afetar outras variáveis da periodização, como a quantidade de repetições por série e, conseqüentemente, alterar o volume da sessão. Diferentes períodos de descanso podem ser aplicados de acordo com a prescrição do treinamento. Para a hipertrofia (10 a 12 RM), descansos de 1 a 3 minutos parecem ser suficientes. No quesito força (1 a 6 RM), são recomendados períodos relativamente longos, de vários minutos. Quando o objetivo é manter alta intensidade em curtos períodos (10 a 25 RM), o descanso entre séries deve ser inferior a 1 minuto (FLECK & KRAEMER, 2017).

Baseando-se nas evidências disponíveis, para indivíduos não treinados, é aconselhado programas de treinamento com intervalos de descanso entre 1 a 2 minutos entre as séries, com objetivo de maximizar os ganhos musculares. A queda do desempenho também pode ser um indicativo de descansos insuficientes entre as séries ou entre as sessões de treino (IVERSEN *et al.*, 2021).

#### **4.3.1.5 VELOCIDADE DE MOVIMENTO**

A velocidade da contração muscular aplicada na execução de ações musculares dinâmicas está relacionada a respostas neurais, metabólicas e hipertróficas decorrentes do TR (ACSM, 2009). Durante a realização do exercício, a produção de força está associada à velocidade de movimento. O movimento concêntrico é caracterizado pelo encurtamento do músculo durante a contração, já o movimento excêntrico ocorre quando o músculo se alonga enquanto ainda gera

tensão. É interessante observar que a capacidade de produção de força durante o movimento excêntrico é superior ao concêntrico. À medida que a velocidade de movimento aumenta, a capacidade de geração de força excêntrica também aumenta. Acredita-se que o motivo seja a participação da força elástica do músculo. A inclusão de componentes concêntricos e excêntricos, como no TR tradicional, é de suma importância, tendo em vista que maiores incrementos de força são observados em fases concêntricas e o dano muscular ocorre predominantemente em ações excêntricas máximas. A combinação de diferentes tipos de contração, aliadas a velocidades adequadas para cada objetivo específico, é primordial para o sucesso da periodização. (FLECK & KRAEMER, 2017).

Velocidades de movimento baixas e não intencionais são mensuradas pela carga utilizada durante repetições de alta intensidade (1 a 6 RM), de forma que a fadiga muscular seja responsável pelo aumento da duração da repetição, caracterizando velocidades de movimento lentas. Repetições com velocidade de movimento lenta e moderada (5 a 10 segundos) devem ser realizadas com cargas mais baixas, exigindo que o indivíduo tenha maior controle sobre a velocidade de repetição e, conseqüentemente, aumente o tempo sob tensão. Durante esse tempo, unidades motoras com limiares mais baixos são recrutadas, indicando que levantamentos predominantemente mais lentos são mais adequados para o aumento da resistência muscular localizada, tendo em vista a utilização de cargas leves (FLECK & KRAEMER, 2017).

Velocidades de movimento altas e intencionais (1RM) na qual o movimento é realizado em sua fase concêntrica balística é a forma mais eficiente para aumentar a potência, a velocidade e o ganho de força. Para hipertrofia, o treinamento com alta velocidade de movimento (3 a 5 segundos), se torna menos interessante se comparado às repetições com velocidades predominantemente lentas ou moderadas, provavelmente devido ao menor recrutamento de unidades motoras de alto limiar, causado pela baixa demanda de força (FLECK & KRAEMER, 2017).

Compreender as principais diferenças e adaptações específicas que ocorrem no ganho de força e potência, baseado na velocidade de movimento, tem enorme importância na elaboração do protocolo de treinamento, sendo determinante para o sucesso da periodização. Amplas velocidades de movimento têm sido observadas para estimular a hipertrofia, no entanto, repetições muito lentas (10 segundos) tem se demonstrado inferiores para obtenção de respostas hipertróficas devido a existência

de possíveis velocidades limites abaixo das respostas hipertróficas, na qual são prejudicadas, impossibilitando o recuamento de todas as unidades motoras do musculo (BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ *et al.*, 2022).

#### **4.3.1.6 SELEÇÃO E ORDEM DOS EXERCÍCIOS**

A seleção dos exercícios está relacionada a diversos fatores como, exercícios estruturais (primários e secundários), monoarticular, multiarticular, potência, tipo de contração e tipo de equipamento. Exercícios estruturais englobam levantamentos realizados com todo o corpo, envolvendo mais de uma articulação e diversos grupos musculares. Exercícios primários são caracterizados por enfatizarem grandes grupamentos musculares, ou seja, músculos motores primários responsáveis pela realização do movimento. Exercícios secundários exercem função complementar, enfatizando um músculo ou grupo muscular associado ao primário. Exercícios monoarticulares são caracterizados por trabalharem de forma isolada um grupo muscular, já os multiarticulares são caracterizados por exigirem a movimentação de mais de uma articulação, envolvendo mais de um grupo muscular (FLECK & KRAEMER, 2017).

A grande variedade de opções para realização dos exercícios pode causar dúvidas na hora de escolher entre pesos livres ou máquinas. Os pesos livres (halteres e barras) possuem grande versatilidade, possibilitando o emprego de exercícios multiarticulares. Também, podem ser usados independente do tipo corporal do praticante, podendo ser facilmente adaptado. No entanto, exercícios livres podem causar desconforto, tendo em vista o maior grau de complexidade e consciência corporal exigida. Uma alternativa é a utilização das máquinas, auxiliando o praticante e estimulando a propriocepção consciente. Além disso, as máquinas permitem a utilização de cargas mais desafiadoras e o treinamento até a falha muscular, tornando uma estratégia interessante para aumento do volume de treino e sendo benéfica principalmente para praticantes inexperientes (IVERSEN *et al.*, 2021).

A ordem dos exercícios é uma variável importante na prescrição do exercício. Acredita-se que exercitar os maiores grupos musculares no início da sessão de treinamento desencadeia maiores respostas neurais, metabólicas, endócrinas e circulatórias, já que o praticante estará menos cansado nesse momento e exigirá uma

maior quantidade de massa muscular e de estoque energético para atingir o desempenho esperado, podendo, conseqüentemente, aumentar o volume de treino ao longo da sessão. O conceito de potenciação pós-ativação (PPA) também pode ser mediado pela ordem dos exercícios à medida que as unidades motoras são afetadas na produção de força ou potência em consequência da atividade realizada anteriormente. Tal fato exemplifica que a seleção e a ordem dos exercícios devem seguir uma sequência lógica para promover e resguardar a produção de força e potência das atividades subsequentes (FLECK & KRAEMER, 2017).

## 5. CONCLUSÕES

Com base no conjunto de evidências analisadas, as adaptações hipertróficas e neuromusculares estão amplamente relacionadas à prática do TR. O volume de treinamento é a principal variável e possivelmente a mais fácil de ser manipulada por aqueles que almejam máxima eficiência no aumento da força e no ganho de massa muscular. A frequência semanal relaciona-se diretamente ao volume, tendo em vista que frequências mais altas contribuem inevitavelmente para o aumento do volume, quando não equalizado, e conseqüentemente promovem melhores respostas hipertróficas. O praticante pode optar por frequências semanais mais elevadas e sessões de treinamento mais curtas ou por frequências menores e sessões mais longas, desde que o volume total seja devidamente equalizado. A existência de processos neurais e metabólicos, incluindo a síntese proteica que pode perdurar por até 24 horas após a prática do exercício, demonstrou-se favorável à utilização de maiores frequências semanais, sendo uma alternativa válida na manipulação das variáveis.

#### 4. REFERÊNCIAS

ALIX-FAGES, C. et al. The role of the neural stimulus in regulating skeletal muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 5, p. 1111–1128, mai. 2022.

BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ, R. et al. Resistance Training Variables for Optimization of Muscle Hypertrophy: An Umbrella Review. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 4, p. 949021, 4 jul. 2022.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables. **Sports Medicine**, v. 35, n. 10, p. 841–851, 2005.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 485–500, mar. 2018.

DEL VECCHIO, A. et al. The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. **The Journal of Physiology**, v. 597, n. 7, p. 1873–1887, abr. 2019.

DEL VECCHIO, A.; ENOKA, R. M.; FARINA, D. Specificity of early motor unit adaptations with resistive exercise training. **The Journal of Physiology**, v. 602, n. 12, p. 2679–2688, jun. 2024.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, mar. 2018.

**Fundamentos do treinamento de força muscular.** [s.l.] Artmed, 2021.

GRGIC, J. et al. Effects of linear and daily undulating periodized resistance training programs on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **PeerJ**, v. 5, p. e3695, 22 ago. 2017.

GRGIC, J. et al. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, mai. 2018.

HARRIES, S. K.; LUBANS, D. R.; CALLISTER, R. Systematic Review and Meta-analysis of Linear and Undulating Periodized Resistance Training Programs on Muscular Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1113–1125, abr. 2015.

IVERSEN, V. M. et al. No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. **Sports Medicine**, v. 51, n. 10, p. 2079–2095, out. 2021.

JENKINS, N. D. M. et al. Neuromuscular Adaptations After 2 and 4 Weeks of 80% Versus 30% 1 Repetition Maximum Resistance Training to Failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 8, p. 2174–2185, ago. 2016.

Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

RHEA, M. R. et al. A Meta-analysis to Determine the Dose Response for Strength Development: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456–464, mar. 2003.

ROBERTS, M. D. et al. Mechanisms of mechanical overload-induced skeletal muscle hypertrophy: current understanding and future directions. **Physiological Reviews**, v. 103, n. 4, p. 2679–2757, 1 out. 2023.

SCHOENFELD, B. J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 11, p. 1286–1295, 3 jun. 2019.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689–1697, nov. 2016.

ŠKARABOT, J. et al. The knowns and unknowns of neural adaptations to resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 3, p. 675–685, mar. 2021.