



**Trabalho de Conclusão do
Curso de Educação Física**

Bacharelado



**MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS METODOLÓGICAS DO
TREINAMENTO DE FORÇA COM BASE NOS DIFERENTES TIPOS
DE FIBRAS MUSCULOESQUELÉTICAS**

Mathews Ferreira de Oliveira*
Orientador: Ademir Schmidt**

Resumo – O estudo objetiva apresentar as principais características dos diferentes tipos de fibras musculoesqueléticas, os principais mecanismos associados ao recrutamento e sua correlação com as variáveis metodológicas de prescrição do treinamento de força. Pesquisa bibliográfica do tipo exploratória baseada em livros e artigos científicos. A busca foi realizada no Google acadêmico e em bibliotecas físicas. Constatou-se que, embora as variáveis que manipulam preferencialmente o volume de treinamento (frequência semanal, número de exercícios e séries) não estabeleçam uma correlação clara com a hipertrofia prioritária de determinado tipo de fibra, determinam a magnitude dos incrementos de força e hipertrofia. Dentre as variáveis que garantem a ênfase sobre o recrutamento prioritário do tipo de fibra, a intensidade de carga é a principal. Os estímulos com ênfase no desenvolvimento da resistência de força e aumento do tempo sob tensão parecem favorecer a hipertrofia prioritária das fibras do tipo I, estímulos com ênfase no desenvolvimento da força hipertrófica e aumento do estresse metabólico hipertrofiam prioritariamente as fibras do tipo IIA, e estímulos com ênfase no desenvolvimento da força máxima, potência muscular e aumento do estresse mecânico geram hipertrofia prioritária das fibras do tipo IIB ou IIX.

Palavras-chaves: Hipertrofia muscular. Miotipologia. Treinamento de força. Variáveis de treino.

Abstract - The study aims to present the main characteristics of the different types of musculoskeletal fibers, the main mechanisms associated with recruitment and its correlation with the methodological variables of prescription of strength training. Exploratory bibliographic research based on books and scientific articles. The search was carried out on Google academic and physical libraries. It was found that, although the variables that preferentially manipulate the training volume (weekly frequency, number of exercises and series) do not establish a clear correlation with the priority hypertrophy of a certain type of fiber, they determine the magnitude of the increases in strength and hypertrophy. Among the variables that guarantee the emphasis on priority recruitment of the fiber type, the load intensity is the main one. Stimuli with an emphasis on the development of strength resistance and increased time under tension seem to favor priority hypertrophy of type I fibers, stimuli with an emphasis on the development of hypertrophic strength and increased metabolic stress primarily hypertrophy of type IIA fibers, and stimuli with an emphasis on the development of maximum strength, muscle power and increased mechanical stress generate priority hypertrophy of type IIB or IIX fibers.

Keywords: Muscle hypertrophy. Myotypology. Strength training. Training variables.

Submissão: 03/11/2020

Aprovação: 08/12/2020

*Discente do curso de Bacharelado em Educação Física da Pontifícia Universidade Católica de Goiás

**Docente do curso de Bacharelado em Educação Física da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestre e Doutor em Educação Física (ademimet@yahoo.com.br)

1 INTRODUÇÃO

Com base na literatura corrente e em observações empíricas acerca da conduta prática de professores de Educação Física que trabalham com o treinamento de força, percebe-se que existe uma espécie de incompatibilidade entre as recomendações teórico-práticas de alguns autores, as entidades científicas de renome internacional, as condutas metodológicas práticas de alguns treinadores, os objetivos e capacidades físicas enfatizadas no treino e as características e tipos de fibras predominantemente estimuladas nestes treinamentos.

Por exemplo, sabendo-se que a obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal (LANCHA JR; LANCHA, 2016) e que a gordura é predominantemente oxidada dentro das mitocôndrias durante períodos de repouso/recuperação e/ou atividades de baixa a moderada intensidade e longa duração (JOÃO; FIGUEIRA JUNIOR, 2019) e que as fibras que mais estocam gordura (triglicerídeos) intramuscular e possuem a maior capacidade oxidativa são as fibras musculoesqueléticas do tipo I (FLECK; KRAEMER, 2017), se questiona: porque alguns autores e entidades científicas comumente recomendam que se deve realizar 2-3 séries de 8-12 RM, que enfatizam fibras do tipo II (predominantemente anaeróbias), que não utilizam a gordura como fonte de energia, tem poucas reservas de gordura intramuscular, e poucas organelas, estruturas e enzimas que potencializam o consumo da gordura corporal (mitocôndrias, capilares e mioglobinas) (RASO; GREVE; POLITO, 2013)?

Ciente que a prática regular de exercícios físicos pode potencializar a oxidação dos ácidos graxos e conseqüentemente melhorar o perfil lipídico sanguíneo, e que as fibras musculares mais oxidativas (fibras do tipo I e IIA) são mais vascularizadas, sensíveis a ação da insulina, ricas em mitocôndrias, transportadores de glicose (GLUT4) e proteínas envolvidas no transporte e oxidação de ácidos graxos (RASO; GREVE; POLITO, 2013), se pergunta: sessões de treinamento de força centradas na estimulação prioritária das fibras oxidativas (principalmente as fibras do tipo I) não seriam mais eficazes para os tratamentos terapêuticos de algumas doenças cardiometabólicas como a dislipidemias e diabetes de melito tipo II?

Segundo o ACSM (2018) a medida que envelhecemos se torna comum a ocorrência de perdas degenerativas de massa e força muscular (sarcopenia), que parecem estar diretamente associados as reduções das capacidades funcionais e aumento dos índices de quedas e lesões musculoesqueléticas em idosos. Corroborando com está informação Charro, Figueira Junior e João (2020) ressaltam que dentre os tipos de fibras musculares mais atingidas pelo processo de envelhecimento, as fibras do tipo II são as principais e que mais sofrem redução, o que em tese, justifica as evidentes perdas de força e potência muscular neste público. Assim se questiona: considerando a tendência de perda em maior proporção de fibras do tipo II, estimulá-las predominantemente neste público não seria a estratégia mais adequada e recomendada?

Em se tratando de hipertrofia muscular, é comum estarmos habituados a escutar em palestras, cursos e até mesmo na literatura impressa de impacto, que a melhor zona de repetições máximas (RM) para estimular adaptações de caráter morfológico é entre 8-12 RM. Porém, como já se sabe, o músculo estriado esquelético não é constituído apenas por um único tipo de fibra muscular, e que embora um determinado tipo tenha um potencial hipertrófico mais acentuado que outro, todas hipertrofiam (UCHIDA *et al.*, 2013), ou seja, estimulando só um tipo, como se recomenda, tornaria o desenvolvimento hipertrófico do segmento limitado. Sabendo

disso, também se pergunta: como as variáveis de prescrição do treinamento de força podem ser adequadas às características dos diferentes tipos de fibras musculoesqueléticas e, conseqüentemente potencializar ao máximo os resultados hipertrofos de seus praticantes?

Visando desvendar e apresentar sugestões correlacionadas à prática do treinamento de força, este estudo tem como objetivos: Apresentar as principais características dos diferentes tipos de fibras musculoesqueléticas e os benefícios de sua hipertrofia; Descrever os principais mecanismos associados ao acionamento e recrutamento prioritário de um determinado tipo de fibra; Correlacionar as características neurais, morfológicas e enzimáticas dos tipos de fibra com as variáveis metodológicas de prescrição do treinamento de força; e Evidenciar quais ajustes podem ser esperados caso um determinado tipo de fibra seja prioritariamente hipertrofiada.

2 METODOLOGIA

Pesquisa indireta bibliográfica do tipo exploratória (MATTOS; ROSSETO JÚNIOR; BLECHER, 2004), que se enquadra na linha de pesquisa de Ciências do Esporte e Saúde (NEPEF, 2014).

Os recursos materiais utilizados para a construção deste trabalho foram buscados tanto em ambientes físicos como virtuais, como a biblioteca física da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (Campus II), biblioteca particular e no Google Acadêmico.

As palavras-chave, termos e expressões de busca utilizadas foram: sistema neuromuscular, tipos de fibras, variáveis agudas do treinamento de força, variáveis metodológicas do treinamento de força, treinamento de força máxima, treinamento de força, treinamento de resistência, hipertrofia muscular, treinamento de potência muscular, prescrição de exercícios e definição muscular.

Foram selecionadas e incluídas as produções científicas a partir da análise crítica e relação destas com o tema de estudo, seguindo a ordem: (1) análise do título, (2) leitura do resumo e (3) leitura da produção na íntegra.

Também foi incluída na análise o estudo de Ogborn e Schoenfeld (2014) intitulado “*The role of fiber types in muscle hypertrophy: implications for loading strategies*” por serem considerados os autores da atualidade que mais pesquisam e publicam a respeito do tema central tratado neste estudo.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1 Mudanças na proporção dos diferentes tipos de fibras musculoesqueléticas em função da idade e condição física dos praticantes

De acordo com Hall (2016) a proporção dos diferentes tipos de fibras parece variar também em virtude da idade e da obesidade. A medida que envelhecemos existe uma tendência de ocorrer aumentos progressivos na proporção de fibras do tipo I e tendência de perda seletiva das fibras do tipo II, o que em partes justifica as perdas de força, potência, velocidade, capacidade funcional e os aumentos evidentes de gordura intramuscular (o acúmulo de gordura intramuscular é mais acentuado no sexo feminino) (FLECK; KRAEMER, 2017).

Segundo Pitanga (2019), o processo de envelhecimento parece influenciar diretamente as reduções evidentes do percentual de massa muscular e óssea e os

aumentos graduais do percentual de gordura, especialmente na região intra-abdominal.

McArdle, Katch e Katch (2016) ressaltam que adultos jovens, normalmente possuem 50% da gordura corporal total depositada na região subcutânea e o restante visceral e orgânica. Porém, a medida que se envelhece, a maior porcentagem de gordura deixa de se concentrar subcutaneamente e passa a se encontrar no interior dos tecidos.

Fleck e Kraemer (2017) retratam que as perdas de massa muscular e consequentemente força, passam a ficar mais evidentes próximo dos 30 anos e se acentuam aos 50 anos de idade. No entanto, Charro, Figueira Junior e João (2020) descrevem que as perdas mais significativas ocorrem após os 70 anos de idade. Estima-se que entre os 25 e 50 anos, as perdas sejam próximas de 10%, e que entre os 50 e 80 anos, sejam próximas de 40% da massa muscular pico (atingida no ápice da maturidade muscular, entre os 25 a 30 anos de idade) (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020).

Evidências apontam que a perda de força e massa muscular não parece ser uniforme entre os grupamentos musculares e segmentos corporais, e que as musculaturas que envolvem os membros inferiores (MMII) aparentam ser as mais afetadas neste quesito, em função do processo de envelhecimento (MONTEIRO, 2004; FLECK; KRAEMER, 2017).

Segundo Oleshko (2008) independentemente da idade, a força geral dos músculos extensores tende a superar em 57% a força dos músculos flexores. Sendo mais específicos, McArdle, Katch e Katch (2016) evidenciam que normalmente a força do músculo quadríceps femoral é 50% superior ao dos isquiossurais, o que justifica em parte a sua maior suscetibilidade à lesões por estiramento.

Dentre as manifestações da força, a estática tende a se preservar e sobrepor a dinâmica. Entre os tipos de força dinâmica, a força concêntrica parece se declinar mais nitidamente que a excêntrica (MONTEIRO, 2004).

Monteiro (2004) deixa evidente algumas possíveis causas, que podem justificar o declínio de força muscular, em função do envelhecimento, sendo elas:

- Perda gradativa e ascendente de massa muscular;
- Deservação de algumas unidades motoras, em função da provável morte de motoneurônios (MONTEIRO, 2004). Segundo Fleck e Kraemer (2017) as fibras musculares perdidas, são substituídas por gordura ou tecidos conjuntivos fibrosos. Charro, Figueira Junior e João (2020) por sua vez, apontam que a perda dos motoneurônios grandes é mais acentuada que dos pequenos;
- Reinervação subsequente de um menor número de fibras musculares (MONTEIRO, 2004). Com a morte dos motoneurônios grandes, as fibras do tipo II, passam a ser reinervadas por motoneurônios pequenos (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020);
- O processo de envelhecimento parece implicar na redução gradativa da espessura da bainha de mielina e na consequente redução da velocidade de propagação do impulso neural para a contração muscular (MURER; BRAZ; LOPES, 2019);
- Alterações hormonais e metabólicas (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020).

Diante das situações relatadas, Greve, Raso e Polito (2013) recomendam que os indivíduos idosos devam enfatizar em seus programas de treinamento, exercícios de força que se utilizem de intensidades de cargas moderadas a altas, que estimulam

predominantemente unidades motoras de maior limiar (fibras do tipo II). Cabe reiterar que, até o presente momento, a prática regular do treinamento de força não é capaz de inibir por completo a perda de massa muscular e a força. No entanto, este processo de perda e declínio pode ser retardado ou postergado (MONTEIRO, 2004).

Geralmente, crianças pequenas com menos de 1 ano de idade, tendem a apresentar uma menor proporção de fibras do tipo IIB (HALL, 2016). Com base em uma revisão bibliográfica, Monteiro (2004) relata que a força muscular das crianças parece ser significativamente afetada por fatores como aumentos das dimensões anatômicas, maturação sexual e maturação do sistema nervoso.

O início da discrepância de força entre os sexos parece coincidir com o início da puberdade, onde indivíduos do sexo masculino tendem a se favorecer em função da ação androgênica e anabólica mais acentuada da testosterona (MONTEIRO, 2004). Os ganhos de peso neste público coincidem com os aumentos da força muscular, que geralmente ocorrem após o famoso “estirão” ou pico de estatura. No quesito força entre grupamentos, as meninas apresentam menor percentual de força na musculatura que envolve os MMSS e tronco, porém, em relação aos MMII, esta diferença parece ser menos pronunciada, o que justifica em partes, o porque os meninos são mais favorecidos em esportes que demandam maior produção de força, potência e velocidade.

Segundo Arruda e Portella (2018), com o desencadear da maturação biológica, o percentual de massa muscular e conseqüentemente a força e potência aumentam significativamente em virtude de alterações hormonais como:

- Aumento da taxa de secreção de testosterona total;
- Aumento da secreção de IGF-I (fator de crescimento semelhante a insulina);
- Redução do SHBG (proteína que transporta os hormônios sexuais na corrente sanguínea e reduz os níveis de testosterona livre circulante agindo nos tecidos);
- Aumento da quantidade de testosterona livre circulante (testosterona que não está ligada ao SHBG circulando no sangue, mas presente e agindo nos tecidos do corpo).

Não é por acaso que Boyle (2015) recomenda, com base na opinião de alguns autores, que a partir dos 13 a 17 anos, os treinadores devam priorizar trabalhos físicos que enfatizem o desenvolvimento da potência muscular em detrimento da resistência, principalmente se os objetivos estiverem atrelados a prática de esportes coletivos (basquete, futebol, voleibol, handebol etc.). Dentre as justificativas para tal recomendação, a principal é a de manter a proporção genética de fibras musculares brancas e evitar a adaptação predominantemente oxidativa das fibras intermediárias.

Algumas evidências retratam que o pico de força no sexo feminino coincide e estagnar próximo ao final da puberdade, normalmente antes dos 25 anos. A literatura relata que tanto o alcance do ápice da maturidade muscular, quanto dos incrementos de força em homens e mulheres destreinados, são atingidos próximos dos 20, 25 até 30 anos em alguns casos, e que após este período, a força muscular declina gradativamente em virtude da perda de massa muscular (normalmente a partir dos 25 anos, grande parte dos indivíduos começam a perder cerca de 0,5% de força ao ano, totalizando 20% menos força aos 65 anos) (MONTEIRO, 2004).

Raso, Greve e Polito (2013) perceberam que os músculos de indivíduos obesos e com diabetes mellitus tipo II, apresentam uma maior proporção de enzimas glicolíticas do que oxidativas, que em tese pode evidenciar uma carência de desenvolvimento das fibras oxidativas (tipo I) que, juntamente com as fibras

intermediárias (tipo IIA), contribuem sobremaneira para a melhora do perfil lipídico sanguíneo e eficiência do transporte e oxidação dos ácidos graxos.

Segundo Morrow Jr. *et al.* (2014), mais importante que saber se o indivíduo tem ou não excesso de gordura é saber onde a mesma está concentrada. De acordo com os mesmos autores e o ACSM (2018), o acúmulo de gordura, principalmente na região central do corpo, especialmente na região abdominal, parece estar diretamente associada ao aumento do risco de doenças cardiovasculares, que segundo Tibana e Prestes (2013) é a principal causa de morte em todo o mundo.

Corroborando com Morrow Jr. *et al.* (2014), Arruda e Portella (2018), destacam que o percentual de gordura entre os sexos masculino e feminino só passa a distinguir a partir do início do processo de maturação biológica/sexual (puberdade), onde os meninos apresentam reduções nos níveis de tecido adiposo, enquanto as meninas aumentam. O mais curioso é em relação a região onde a gordura se concentra. Segundo os mesmos autores, tudo indica que, com o aumento do percentual de tecido adiposo e conseqüente do processo de maturação sexual, as meninas tendem a aumentar a concentração de quimiorreceptores ativos (aumentam a captação de moléculas de gordura pelas células adiposas) nas regiões das glândulas mamárias e glútea, além da região pélvica e coxas como defende McArdle, Katch e Katch (2016). Nos meninos, estas se concentram mais nas regiões centrais do corpo (região abdominal e visceral), que segundo Morrow Jr. *et al.* (2014) e o ACSM (2018) apresentam maiores riscos para o desenvolvimento de doenças cardíacas coronarianas, quando comparadas a regiões mais inferiores ou periféricas, como os membros superiores e inferiores.

Em humanos, a maior quantidade de tecido adiposo está armazenada na camada subcutânea e na cavidade abdominal. Lima (2018) considera que o músculo esquelético, as lipoproteínas e o fígado também armazenam triacilglicerol (TAG), porém em menor quantidade, quando comparado as demais regiões. A gordura intramuscular está dentro do músculo (no sarcoplasma) e em contato direto com as mitocôndrias. Segundo Lima (2018) todo o processo de oxidação dos ácidos graxos só ocorre dentro das mitocôndrias.

Segundo Campos (2001), a perda de gordura corporal via dieta e exercício físico parece ter grande importância tanto para diabéticos do tipo I quanto II, pois dados estatísticos apontam que aproximadamente 80 a 90% dos diabéticos tipo II são obesos.

A pouca sensibilidade a insulina em indivíduos diabéticos (principalmente do tipo II) parece ser resultante da grande quantidade de gordura visceral e muscular estocada, pois de acordo com evidências, à medida que este excesso de gordura vai reduzindo, a sensibilidade a insulina vai aumentando (CAMPOS, 2001; RASO; GREVE; POLITO, 2013). Muitas das melhorias constadas sobre exercício físico para diabéticos são resultantes da melhora do metabolismo aeróbio (CAMPOS, 2001).

As características das fibras do tipo I se relacionam com as características, problemas e necessidades de obesos e diabéticos do tipo II. Não por acaso, Raso, Greve e Polito (2013) defendem que estes indivíduos devam enfatizar o desenvolvimento hipertrófico deste tipo de fibra. Segundo Robergs e Roberts (2002) as altas proporções e a taxa de desenvolvimento das fibras musculares lentas favorece as elevadas concentrações de mitocôndrias, a alta capacidade de consumo de oxigênio, o alto limiar de lactato, o aumento da capacidade de transporte de glicose e ácidos graxos para o interior dos músculos e fibras musculares, onde serão possivelmente oxidados (RASO; GREVE; POLITO, 2013).

3.2 Distribuição dos tipos de fibras entre sexos

De acordo com Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) e Hall (2016), não tem sido constatado diferenças na distribuição e proporção de tipos de fibras entre atletas e pessoas comuns dos sexos feminino e masculino. O que justifica a diferença entre os sexos, no quesito força é a maior área de secção transversa ou desenvolvimento hipertrófico dos grupamentos, e não a qualidade e potencial de geração de força das unidades motoras (MONTEIRO, 2004).

Powers e Howley (2005) acreditam que os elevados níveis séricos de testosterona no sexo masculino (cerca de 20-30 vezes maior que no sexo feminino) é o que justifica o elevado potencial hipertrófico deste público. Os estudos que constataram ganhos semelhantes de força entre os sexos tiveram duração inferior a 12 semanas, e como já se sabe, os ganhos de força nas primeiras 12 semanas são prioritariamente decorrentes de adaptações de caráter neural (aumento da coordenação inter e intramuscular, aumento da taxa de disparos neurais e redução da coativação da musculatura antagonista etc.) e não morfológico (especialmente em indivíduos destreinados) (PRESTES *et al.*, 2016).

De maneira geral, os homens são 30% mais fortes em todos os grupamentos musculares (MONTEIRO, 2004). Porém, vale ressaltar que, dependendo do grupo muscular avaliado, esta discrepância pode se acentuar ou até mesmo inexistir (MONTEIRO, 2004). Por exemplo, Powers e Howley (2005) retratam que em média os homens produzem aproximadamente 50% mais força que o sexo feminino utilizando os membros superiores (MMSS). Em relação a força dos músculos do tronco, os homens aparentam ser estatisticamente 21 a 30% mais fortes (MONTEIRO, 2004). Porém, quando se trata de força nos membros inferiores (MMII), esta diferença se atenua (discrepância de força de aproximadamente 30% entre os sexos) (POWERS; HOWLEY, 2005), e muitas das vezes até inexistente (MONTEIRO, 2004).

3.3 Distribuição dos subtipos de fibras nos diferentes grupamentos musculoesqueléticos e seus impactos sobre as características dos programas de treinamento

O organismo é constituído tanto por fibras de contração lenta (tipo I), como por fibras de contração rápida (tipo II). Diversos estudiosos como Powers e Howley (2005), Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015), afirmam que embora alguns grupos musculares sejam compostos predominantemente por uma tipologia em específico (tipo I, IIa ou IIb), a maioria dos grupamentos possuem uma distribuição/combinção relativamente igual de ambas as tipologias.

De acordo com Wilmore e Costill (2001) geralmente os músculos esqueléticos apresentam proporção de 50% de fibras do tipo I, 25% do tipo IIa e os outros 25% do tipo IIb, mas é prudente ressaltar que essa distribuição apresentada na literatura é apenas uma média de um determinado grupo populacional, ou seja, essa distribuição pode variar muito entre os músculos e indivíduos (WILMORE; COSTILL, 2001; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016).

Diante dessa circunstância, Fox, Bowes e Foss (1989 *apud* BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015) se propuseram a investigar a distribuição de fibras musculares nos principais músculos dos braços e das pernas. Com esse estudo, os autores chegaram à conclusão de que os músculos dos braços possuem um percentual mais elevado de fibras de contração rápida (tipo II), enquanto os músculos das pernas, fibras de contração lenta (tipo I). No caso do bíceps braquial, a média de

fibras rápidas foi de 55%, enquanto no tríceps braquial a diferença foi um pouco mais elevada (60% de fibras rápidas). Porém, quando foi analisado o músculo sóleo, o percentual de fibras rápidas foi significativamente reduzido (24%).

Os músculos que compõem os MMSS, respondem melhor a estímulos de força máxima, potência e força hipertrófica, enquanto os dos MMII respondem melhor a trabalhos de resistência de força, com intervalos recuperativos curtos (PRESTES *et al.*, 2016).

Oscar (2017) por sua vez, evidencia que o sistema muscular pode ser subdividido em duas categorias: sistema muscular local e sistema muscular global, mas essa classificação só se torna possível graças a localização e função que estes sistemas desempenham. O sistema muscular local ou também chamado de sistema muscular profundo, se relaciona diretamente a músculos ou grupamentos mais profundos, que tenham como função principal a estabilização segmentar do tronco, coluna, ombro e quadril. As fibras que compõem esses músculos normalmente não apresentam uma direção ou sentido determinado, portanto, independente da direção do movimento articular, essas fibras apresentam um comportamento tônico.

Já o sistema muscular global ou também chamado de sistema muscular superficial, designa a músculos localizados em uma posição intermediária a superficial, responsáveis pela produção do movimento e ampla estabilização. Os músculos que compõem este sistema apresentam o sentido e direção de suas fibras visualmente determinados, ou seja, só se contraem e apresentam um comportamento tônico expressivo quando estão produzindo tensão, em uma direção articular específica que condiz com o vetor de força de suas fibras (OSCAR, 2017).

Se levarmos em conta o comportamento tônico, direção e sentido do vetor de força das fibras musculares do sistema muscular profundo e superficial, pode-se deduzir que possivelmente músculos profundos responsáveis pela estabilização dos segmentos e articulações corporais respondem melhor a estímulos ou contrações isométricas, devido suas fibras não terem um sentido determinado e estarem tensionadas e tônicas o tempo todo, independentemente de estarem ou não dinamicamente envolvidas na produção movimento. Por outro lado, músculos localizados em regiões mais intermediárias a superficiais respondem melhor a contrações dinâmicas, devido suas fibras terem um sentido determinado e se contraírem apenas quando a direção do movimento articular condiz com o seu vetor de força (OSCAR, 2017).

Segundo Oscar (2017) músculos profundos, responsáveis pela estabilização de determinadas articulações como os músculos do manguito rotador (supraespinal, infraespinal, subescapular e redondo menor), transverso do abdome, quadrado lombar etc.), apresentam maior concentração de fibras do tipo I. Já os músculos mais superficiais responsáveis pela produção do movimento e ampla estabilização apresentam maior proporção de fibras do tipo II (IIA, IIB e IIX). Corroborando com esta informação, Hall (2016) exemplifica que os músculos profundos como o sóleo, geralmente utilizados para ajustes posturais, são constituídos predominantemente por fibras de contração lenta. Contrariamente, os gastrocnêmios (musculatura mais superficial) são constituídos predominantemente por fibras de contração rápida.

Grgic e Schoenfeld (2018) elucidam que a proporção dos diferentes tipos de fibra parece variar ao longo de todo ventre muscular (de superficial para profundo e de proximal para distal), o que justifica em partes a necessidade de variar periodicamente os tipos de estímulos e exercícios para um mesmo grupo muscular.

Por conta destes fatores, Powers e Howley (2005) ressaltam que a técnica de biópsia não é tão precisa e fidedigna, pois a retirada do fragmento geralmente é feita

apenas em alguns grupamentos e de forma superficial, o que torna difícil a dedução de que a tipologia de fibra predominante encontrada naquele fragmento realmente representa o todo do grupo muscular avaliado.

Levando em consideração as informações apresentadas, podemos concluir que o fator determinante que irá influenciar sobre qual tipologia será predominante em um músculo em específico é a função/finalidade do mesmo. Portanto, músculos que estão associados a estabilização e locomoção parecem ser prioritariamente compostos pela tipologia I, enquanto os demais pela tipologia IIa, IIb ou IIx.

3.4 Mecanismos fisiológicos associados ao recrutamento dos diferentes tipos de fibras musculoesqueléticas

Assim como acontece com os sistemas bioenergéticos, o que determina qual tipo de fibra será predominantemente recrutada é a taxa de fornecimento de oxigênio, a intensidade e a duração da atividade/exercício executado.

Em linhas gerais, o recrutamento dos diferentes tipos de fibras (unidades motoras) parece ser ordenado com base no princípio do tamanho (das menores para as maiores) (GUEDES JR. *et al.*, 2018), sendo que quanto menor for a magnitude da intensidade de carga mobilizada, maior será o acionamento e recrutamento de unidades motoras de baixo limiar (fibras do tipo I). No entanto, à medida que a intensidade de carga e/ou esforço vai aumentando, unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II - IIa e IIb) passam a ter um lugar de destaque na geração de força e continuidade da tarefa (MURER; BRAZ; LOPES, 2019).

Vale ressaltar que embora a capacidade de geração de força das fibras do tipo I seja baixa, das fibras do tipo IIa seja moderada e das do tipo IIb ou IIx demasiadamente alta (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016), o recrutamento e ordenamento das diferentes unidades motoras (fibras do tipo I, IIa, IIb ou IIx) é realizado de forma sequencial e aditiva, ou seja, durante exercício de baixa intensidade são recrutadas preferencialmente fibras do tipo I, durante exercícios de intensidade moderada (fibras do tipo I + fibras do tipo IIa) e durante exercícios de alta intensidade (fibras do tipo I + IIa + IIb ou IIx) (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020).

Segundo Fleck e Kraemer (2017) e Guedes Jr. *et al.* (2018) o que determina qual o tipo de unidade motora será preferencialmente recrutada (fibras do tipo I, IIa ou IIb) é a quantidade total de força e potência muscular exigida para a realização da ação muscular. De acordo com Fleck e Kraemer (2017) independente da velocidade de execução adotada nas contrações (lenta, moderada ou rápida), se a intensidade de carga mobilizada, o grau de tensão e nível de força necessária para a realização da atividade for elevada, unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II) serão preferencialmente acionadas e recrutadas.

Robergs e Roberts (2002) evidenciam que as fibras do tipo II podem ter seu grau de participação aumentado, tanto em virtude do aumento da intensidade de carga, quanto pelo aumento da velocidade de execução das contrações, porém, o recrutamento destas unidades motoras parece ser menos pronunciado via aumento da velocidade.

Lamas *et al.* (2007) destacam que o treinamento de força máxima e potência muscular se utilizam de estratégias diferentes para aumentar o grau de estresse mecânico sobre as fibras musculares. No treinamento voltado para força máxima, o aumento do estresse mecânico acontece em virtude do aumento prioritário da intensidade de carga, enquanto no voltado para potência, a tensão é aumentada em

virtude das elevadas velocidades de execução das contrações. Nos treinamentos voltados para potência muscular, o ponto de maior estresse mecânico coincide com o movimento de frenagem, que acontece comumente entre o final da fase excêntrica e início da concêntrica.

Segundo Fleck e Kraemer (2017) só de se ter a intensão de mobilizar uma determinada intensidade de carga em alta velocidade, o grau de estimulação neural já se eleva. Assim, vale ressaltar que embora nos treinamentos de força máxima, a velocidade de execução parece ser lenta (especialmente na fase concêntrica), intencionalmente ela é executada de forma rápida/veloz, e que a magnitude da intensidade de carga mobilizada é o fator determinante (MONTEIRO, 2004).

De acordo com o estudo de Lieber e Frinden (1999 *apud* BARROSO; TRICOLLI; UGRINOWITSCH, 2005) o recrutamento das fibras do tipo do tipo II é favorecido durante a realizações de ações excêntricas, dentre os motivos destacados, o principal é o menor comprimento apresentado por este tipo de fibra, quando comparadas as fibras do tipo I.

Por conta deste e outros fatores, parte da comunidade científica, acredita que o recrutamento ordenado das diferentes unidades motoras (princípio do tamanho) é alterado quando ações excêntricas são enfatizadas nos exercícios, ou seja, as fibras do tipo II são precocemente recrutadas antes das do tipo I.

Uma outra forma de burlar o princípio do tamanho, mesmo utilizando intensidades de carga relativamente baixas (20 a 50% de 1RM) é através da utilização do método de oclusão vascular. Segundo Cirilo-Sousa e Rodrigues Neto (2018) a oclusão parcial dos vasos sanguíneos induz a um estado de isquemia e hipóxia, limitando assim a participação de fibras do tipo I (predominantemente aeróbias) e favorecendo o recrutamento de unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II – anaeróbias).

Ciente de que as fibras do tipo II se utilizam preferencialmente do metabolismo anaeróbio para renovar seus estoques de ATP intramuscular e que as fibras do tipo I necessitam de um fornecimento adequado de oxigênio para produzir ATP via metabolismo aeróbio (SILVA, 2015; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020), Charro, Figueira Junior e João (2020) e Seluianov, Dias e Andrade (2012) ressaltam que elevados níveis de acidose intramuscular, lactato e íons de hidrogênio (H⁺) parecem:

- Garantir que o fornecimento de energia seja mantido por vias preferencialmente anaeróbias (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020);
- Dificultar/bloquear que a renovação do ATP seja feita via metabolismo oxidativo/aeróbio (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020);
- Provocar alterações destrutivas nas mitocôndrias (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012);
- Reduzir a efetividade do funcionamento do metabolismo aeróbio (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012);
- Provocar uma dilatação dos poros das membranas e conseqüentemente facilitar a penetração de hormônios nas células (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012);
- Estimular a hipófise anterior a aumentar a produção de GH (CIRILO-SOUSA; RODRIGUES NETO, 2018);
- Promover a inibição de motoneurônios alfa menores que inervam unidades motoras de menor limiar (fibras do tipo I) (CIRILO-SOUSA; RODRIGUES NETO, 2018);

- Limitar a atuação e consequente taxa de recrutamento de fibras do tipo I (vermelhas) (CIRILO-SOUSA; RODRIGUES NETO, 2018).

Seluvianov, Dias e Andrade (2012) enaltecem que a manutenção da tensão constante na musculatura agonista, a execução de movimentos em amplitudes restritas (parciais) ou em ângulos de maior tensão (desvantagem mecânica) intensificam o acúmulo de íons de hidrogênio e lactato e, conseqüentemente a participação da via glicolítica anaeróbia. A tensão e dilatação provocada pela contração das fibras musculares comprime os capilares e, conseqüentemente, provoca uma espécie de oclusão vascular, que induz a um possível estado de isquemia e hipóxia.

Segundo McArdle, Katch e Katch (2016) a utilização de 60% da capacidade máxima de produção de força de um dado grupamento/músculo, sustentada por alguns segundos (20 a 40 segundos), já é suficiente para elevar a pressão intramuscular e provocar durante a realização da contração, a oclusão local do fluxo sanguíneo. A sustentação destas contrações, aliada à manutenção do uso de altas intensidades de carga, garante que o fornecimento de energia seja realizado preferencialmente por vias anaeróbias.

Campos (2001) ressalta que o uso de contrações isométricas promove uma vasoconstrição contínua e conseqüentemente aumenta progressivamente a pressão arterial. Dantas (2014) por sua vez, corrobora que durante a execução de contrações musculares dinâmicas, o fluxo sanguíneo é interrompido de forma parcial e intermitente, porém durante a realização de contrações isométricas máximas, o mesmo é ocluído continuamente.

De acordo com Seluvianov, Dias e Andrade (2012) o estado de isquemia provocado pela compressão mecânica dos vasos provoca as seguintes alterações: redução do aporte de sangue e oxigênio para a musculatura exercitada; piora dos índices de capilarização dos músculos exercitados; alterações destrutivas e degenerativas nas mitocôndrias; alargamento do retículo sarcoplasmático; e redução brusca dos estoques de glicogênio.

Segundo Seluvianov, Dias e Andrade (2012) o aumento da capacidade aeróbia pode ocorrer mediante a hipertrofia das fibras oxidativas (fibras do tipo I) e/ou via aumento da quantidade de mitocôndrias. As mitocôndrias se acumulam e se proliferam mais acentuadamente em regiões onde a exigência de energia é predominantemente aeróbia.

Embora alguns autores defendam que o aumento da hipertrofia das fibras oxidativas dificultaria a difusão do oxigênio para dentro das fibras musculares, alguns experimentos têm demonstrado, que graças a presença das mioglobinas, o acesso do oxigênio ao interior das fibras musculares é facilmente viabilizado (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012).

Vale ressaltar que assim como os fatores anteriormente mencionados (número de mitocôndrias e mioglobinas), uma maior razão de capilares por fibras garante um aporte mais adequado de sangue, oxigênio, nutrientes e hormônios para a musculatura estimulada, além de catalisar o processo de remoção de calor, metabólitos (ex.: lactato), dióxido de carbono (CO₂) e favorecer o aumento da capacidade oxidativa (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016).

Indivíduos sedentários apresentam em média 3 a 5 capilares por fibra, enquanto atletas (especialmente os de *endurance*) 5 a 7 (DANTAS, 2014). McArdle, Katch e Katch (2016) por sua vez, enaltecem que atletas altamente treinados em *endurance* comumente apresentam uma densidade capilar adicional de 40%, quando

comparados a indivíduos destreinados, logo, parece existir uma relação positiva diretamente proporcional entre o aumento da densidade capilar e do VO₂ máximo.

Em síntese, o desenvolvimento capilar pode ser estimulado pelo aumento do fluxo sanguíneo, que provoca um estiramento, atrito e cisalhamento demasiado sobre a parede interna dos vasos sanguíneos (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016). A literatura têm apontado que aproximadamente 75% do volume sanguíneo total está concentrado nas pequenas artérias, veias e capilares, 7% está no coração, 6% nas pequenas veias e, por fim, 18% nas grandes veias (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016).

Sabendo-se que as fibras do tipo I são mais adequadas para atividades de *endurance* (FLECK; KRAEMER, 2017), devido possuírem maiores quantidades de enzimas oxidativas, mitocôndrias, capilares e mioglobinas, que potencializam a sua capacidade de resistir a fadiga (RASO; GREVE; POLITO, 2013), acredita-se que a melhor estratégia para potencializar sua hipertrofia seja mediante a utilização de treinamentos que minimizem o acúmulo de lactato, se centrem no desenvolvimento da resistência muscular e/ou no aumento da quantidade e eficiência do funcionamento das mioglobinas, mitocôndrias e capilares.

3.5 Correlação das características dos diferentes tipos de fibra com as variáveis metodológicas do treinamento de força e sua finalidade (força, potência, hipertrofia, emagrecimento, definição e resistência muscular)

Salles (2020), Charro, Figueira Junior e João (2020) acreditam que a manipulação adequada das variáveis metodológicas do treinamento é o fator determinante para o alcance ou não, de qualquer benefício (aumento da força, potência, hipertrofia, resistência etc.).

Ciente disto, a meta deste tópico é estabelecer uma correlação entre as variáveis metodológicas de prescrição do treinamento de força (frequência semanal, número de séries, número de exercícios, número de repetições, tipos de montagem de programa, tipos de exercícios, ordem dos exercícios, amplitude de movimento, velocidade de execução, intervalo recuperativo entre séries e exercícios, e tipos de respiração) com as características neurais, morfológicas e enzimáticas dos diferentes tipos de fibras.

3.5.1 Variáveis metodológicas que manipulam preferencialmente o volume de treino

3.5.1.1 *Frequência semanal*

A frequência semanal se refere ao número total de vezes que um mesmo grupamento muscular é estimulado ou a quantidade total de sessões que um determinado indivíduo realiza ao longo de uma semana (SALLES, 2020).

Com base em revisões bibliográficas, não parece existir uma correlação clara entre o aumento ou redução da frequência semanal com a hipertrofia seletiva de um dado tipo de fibra muscular. Murer, Braz e Lopes (2019) retratam que, embora existam estudos experimentais investigando a influência da frequência semanal sobre a magnitude das adaptações neuromusculares, morfológicas e enzimáticas induzidas em diferentes populações, a comparação entre estes achados se torna dificultada, pois não existe um protocolo padrão que embase a construção destes experimentos, ou seja, alguns estudos utilizam volume equalizado (determina que o número total de séries por grupamento muscular seja o mesmo ao final da semana,

independentemente da frequência semanal adotada) entre os grupos experimentais, outros não, além de existir uma heterogeneidade grande no que diz respeito às características das populações investigadas (nível de condicionamento físico, sexo e faixa etária).

Desta forma, o que determina os maiores incrementos de força e hipertrofia muscular não é a frequência semanal adotada, e sim o volume total de treinamento mobilizado semanalmente, pois dos sete estudos analisados por Murer, Braz e Lopes (2019), os quatro que equalizaram o volume semanal, não apresentaram diferença na magnitude da resposta, apesar da frequência semanal entre os grupos experimentais ter sido diferente. Entretanto, quando o volume total não foi equalizado, a adoção de frequências maiores se sobressaiu sobre as menores, devido o volume total ter sido aumentado através do aumento da frequência.

Apesar de parecer claro que o segredo para o aumento da magnitude dos incrementos de força e hipertrofia muscular esteja no volume total mobilizado semanalmente e não na frequência semanal adotada, a literatura ainda é muito controversa (especialmente para indivíduos treinados), pois tem sido relatado que mesmo equalizando o volume, alguns resultados mostram ganhos superiores em força mediante a distribuição/diluição do volume total em 2 ou 3 sessões semanais ou até mesmo em 2 sessões diárias (MURER; BRAZ; LOPES, 2019).

Levando em consideração as informações anteriores, Salles (2020) acredita que manipulação as estratégias de diluir o volume total em vários dias da semana (até 5 vezes por semana) ou em verticaliza-la em um único dia, pode ser uma forma interessante de variar os estímulos ao longo de uma periodização, evitando a estagnação dos resultados, promovendo a quebra de platôs de desempenho e prover ganhos adicionais de hipertrofia muscular em indivíduos altamente treinados.

Visando garantir uma aplicabilidade prática mais nítida desta variável em diferentes populações e níveis de condicionamento físico, Salles (2020) acredita que devido os alunos iniciantes e destreinados não conseguirem e/ou estarem aptos a tolerar elevadas intensidades de carga e volume de treino em uma única sessão, torna-se necessário que os mesmos grupamentos sejam estimulados com uma maior frequência semanal (geralmente de 2 a 3 vezes por semana em dias intercalados), diferentemente do que acontece na prática de alguns fisiculturistas consagrados e indivíduos treinados (estimulam um mesmo grupamento muscular 1 a no máximo 2 vezes por semana). Segundo o autor, quanto maior a intensidade de carga e volume total mobilizado na sessão, maior deverá ser o tempo destinado a recuperação do grupamento muscular enfatizado.

Segundo Fleck e Kraemer (2017) o uso de frequências semanais baixas (1 a 2 vezes por semana) é uma estratégia utilizada por indivíduos treinados em fases específicas da periodização, com o intuito de favorecer a manutenção dos níveis alcançados de força, potência e hipertrofia muscular, além da recuperação ativa do organismo (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012). No entanto, Fleck e Kraemer (2017), Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) ressaltam que está estratégia só deve ser sustentada durante períodos curtos de tempo (4 a 6 semanas no máximo), pois o uso de programas com frequência e volume reduzido, sustentados por longos períodos, implicam em destreinamento.

De acordo com Murer, Braz e Lopes (2019) a frequência semanal ideal (ótima) para dado grupamento muscular é determinada com base na análise criteriosa dos seguintes fatores:

- Volume;
- Intensidade;

- Tipo de exercícios selecionados/enfatizados;
- Nível de condicionamento físico;
- Capacidade de recuperação entre treinos;
- Quantidade de grupos musculares enfatizados por sessão;
- Tipo de parcelamento (SALLES, 2020);
- Uso ou não de falha concêntrica ou excêntrica (SALLES, 2020);
- Nutrição (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Uso de esteroides anabolizantes sintéticos (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Objetivos enfatizados (FLECK; KRAEMER, 2017; SALLES, 2020);
- Fase do treinamento ou periodização (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015; FLECK; KRAEMER, 2017; SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012);
- Disponibilidade de tempo (GUEDES JR. *et al.*, 2018);
- Histórico de treino individual (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Dor muscular de início tardio (DMIT) (FLECK; KRAEMER, 2017; SALLES, 2020).

Em relação ao número total de sessões semanais, a literatura tem apontado que o uso de 2 a 3 sessões semanais, que contemplem o corpo todo, são suficientes para induzir a manutenção da massa muscular magra, assim como ganhos ótimos em força e resistência muscular, em indivíduos iniciantes ou destreinados a mais de 6 meses (GOMES, 2018; PRESTES *et al.*, 2016; FLECK; KRAEMER, 2017; UCHIDA *et al.*, 2013). No entanto, a medida que o indivíduo torna-se mais treinado e atinge um nível intermediário de condicionamento físico, torna-se necessário que o número de exercícios, assim como o de séries por grupamento muscular sejam aumentados, obrigando os treinadores a parcelarem o programa de treinamento em dois (divisão AB) (GUEDES JR. *et al.* 2018; UCHIDA *et al.*, 2013) e conseqüentemente aumentarem a frequência semanal com intuito de garantir 2 estímulos semanais para cada grupamento muscular (GUEDES JR. *et al.*, 2018; MARCHETTI; LOPES, 2014). Segundo Marchetti e Lopes (2014) e Uchida *et al.* (2013), a hipertrofia muscular é maximizada mediante a adoção de 2 estímulos semanais para o mesmo grupamento. Ciente disso, a literatura tem proposto que o número ideal de sessões semanais para indivíduos intermediários deva girar entre 3 [parcelamento único ou ABX (X= treino corpo todo)] a 4 sessões por semana (intuito de garantir 2 estímulos semanais para cada grupamento) (PRESTES *et al.*, 2016; CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018; MARCHETTI; LOPES, 2014).

Devido ao fato de alunos avançados necessitarem e mobilizarem maiores volumes e intensidade de carga por sessão e grupo muscular (a fim de garantir a continuidade e não estagnação dos resultados), torna-se necessário que os programas para este público sejam divididos em 3 ou mais programas distintos (ABC – ABCD – ABCDE – ABCDF) (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018). Com base nestas informações, Charro, João e Figueira Jr. (2018) acreditam que o número ideal de sessões por semana para indivíduos avançados seja em torno de 5 a 6.

Com base em meta-análise que investigou os efeitos do treinamento de força em crianças e adolescentes e dos posicionamentos de algumas associações relacionadas a prescrição de exercícios para este público, Murer, Braz e Lopes (2019) consideram que a frequência semanal ótima sugerida para este público seja em torno de 2 a 3 sessões, em dias preferencialmente não consecutivos.

Tomando como referência os incrementos de força e hipertrofia muscular em idosos, Murer, Braz e Lopes (2019) observaram que as melhores doses-resposta reportadas, foram mediante a adoção e realização de 2 a 3 sessões semanais.

De forma sintética, pode-se considerar que o que determina o número ideal de sessões semanais, assim como a frequência semanal de estímulos para um mesmo grupamento são fatores de volume, intensidade mobilizada e o nível de condicionamento físico do praticante.

3.5.1.2 Número de séries

Série pode ser conceituada como um conjunto de repetições executadas interrompidamente (CIRILO-SOUSA; RODRIGUES NETO, 2018).

Apesar do desconhecimento e escassez de evidências que comprovem uma correlação clara existente entre o número de séries adotadas com a hipertrofia prioritária de um dado tipo de fibra muscular, Salles (2020) considera que a mensuração do número total de séries semanais por grupamento muscular é uma das formas mais práticas de calcular, alterar e controlar o volume total de treinamento diário e semanal. Segundo Murer, Braz e Lopes (2019) esta é uma das variáveis mais relevantes quando o assunto é incremento de força e principalmente hipertrofia muscular.

Estudos recentes têm demonstrado que, independentemente de existir ou não a manipulação de outras variáveis (Intervalos Recuperativos - IR entre séries, tipo e ordem dos exercícios, intensidade de carga, frequência semanal, uso de técnicas e métodos avançados), se o volume total for equalizado ao final da semana, a magnitude da resposta hipertrófica será similar (MURER; BRAZ; LOPES, 2019). No entanto, se o volume semanal total não for equalizado, volumes maiores se sobressaem sobre os menores, tanto em relação aos incrementos de força quanto hipertrofia (SALLES, 2020).

Se tratando de dose-resposta, Murer, Braz e Lopes (2019) perceberam com base na meta-análise de Schoenfeld *et al.* (2016) que 10 séries semanais por grupamento muscular, são a dose-resposta mínima indicada para potencializar as respostas adaptativas, principalmente no quesito hipertrofia. Porém, quando se trata de teto máximo ou limite superior de número de séries por grupamento muscular, a literatura ainda é inconclusa. Dentre os estudos feitos que se utilizaram de um teto superior mais elevado, Murer, Braz e Lopes (2019) destacam o estudo de Schoenfeld *et al.* (2018), no qual utilizaram um protocolo de 45 séries para o grupamento muscular quadríceps. Os autores deste estudo perceberam que a dose-resposta de 45 séries resultou em maiores incrementos de espessura muscular no vasto lateral, quando comparado aos protocolos que utilizaram doses inferiores (9 e 27 séries). Porém, os autores destacam que, tanto os incrementos de força máxima quanto de espessura muscular, não se reproduziram para os músculos extensores do cotovelo, quando as mesmas 45 séries foram utilizadas.

Por mais que grande parte dos estudos tentem apontar que a magnitude dos ganhos em força, hipertrofia, potência, resistência muscular e da secreção de hormônios importantes como o GH e testosterona sejam maiores mediante a adoção de séries múltiplas (FLECK; KRAEMER, 2017; PRESTES *et al.* 2016), Gomes (2018) sugere que o uso de séries únicas pode ser uma estratégia viável para começar um programa de treinamento com alunos iniciantes e/ou destreinados (durante as primeiras 6-16 semanas), que apresentam baixo nível de condicionamento físico. Porém, à medida que estes venham a se tornar mais treinados, o aumento do volume

de séries por grupamento muscular torna-se indispensável, para que haja uma progressão contínua e não estagnação dos resultados (FLECK; KRAEMER, 2017).

Levando em consideração o nível de condicionamento físico dos praticantes, Charro, Figueira Junior e João (2020) e Salles (2020) acreditam que iniciantes obtêm bons resultados nas diferentes manifestações da força, utilizando-se de volumes semanais baixos (1 a 5 séries semanais por grupamento muscular), intermediários com volumes de séries moderado (5 a 10 séries semanais/grupamento muscular) e avançados com volumes elevados (10 a 45 séries semanais/grupamento muscular). Segundo Charro, João e Figueira Jr. (2018) somente atletas ou indivíduos que objetivem obter ganhos mais expressivos nas diferentes manifestações da força devem utilizar mais de 16 séries semanais por grupamento muscular, conforme apresentado no quadro 1.

Em síntese a escolha do volume de séries ideal depende dos seguintes fatores:

- Nível de condicionamento físico do praticante (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; SALLES, 2020);
- Objetivos visados (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; SALLES, 2020);
- Grupo muscular enfatizado (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; SALLES, 2020);
- Fase da periodização (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015; FLECK; KRAEMER, 2017).

Quadro 1 - Volume total de séries semanais por grupamento muscular recomendado para os diferentes níveis de condicionamento físico

Iniciantes	Intermediários	Avançados	Atletas	Autores
1 a 5 séries semana / grupamento	5 a 10 séries semana / grupamento	10 a 45 séries semana / grupamento	10 a 45 séries semana / grupamento	Salles (2020)
1 a 5 séries semana / grupamento	5 a 9 séries semana / grupamento	10 ou + séries semana / grupamento	10 ou + séries semana / grupamento	Charro, Figueira Junior e João (2020)
1 a 3 séries semana / grupamento	6 a 8 séries semana / grupamento	9 a 16 séries semana / grupamento	16 ou + séries semana / grupamento	Charro, João e Figueira Jr. (2018)
4 a 5 séries semana / grupamento	10 a 15 séries semana / grupamento	15 a 30 séries semana / grupamento	15 a 30 séries semana / grupamento	Prestes <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Próprio autor (2020)

3.5.1.3 Número de exercícios

Semelhantemente ao que acontece com as variáveis frequência semanal e número de séries, não parece existir uma correlação clara entre o número de exercícios adotados e a hipertrofia seletiva de um dado tipo de fibra musculoesquelética e, sim, apenas recomendações com base no nível de condicionamento físico dos praticantes, conforme apresentado no quadro 2.

Apesar destas circunstâncias, Monteiro (2004), Charro, João e Figueira Jr. (2018) sugerem com base nas recomendações do ACSM que as sessões de treinamento sejam compostas por no máximo 8 a 12 exercícios, a fim de que o tempo de duração não ultrapasse 40-60 minutos (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018) e conseqüentemente repercuta em efeitos indesejáveis (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018).

Quadro 2 - Número de exercícios por grupo muscular e por sessão com base nível de condicionamento físico dos praticantes.

Iniciantes	Intermediários	Avançados	Atletas	Autores
1 exercício/grupo muscular	2 exercícios/grupo muscular	<p>1º opção: 3 exercícios p/ grupos musculares grandes (em relação a área de superfície ocupada e não em termos de cm³) e 2 p/ pequenos;</p> <p>2º opção: 4 exercícios p/ grupos musculares grandes e 3 p/ pequenos.</p>	<p>1º opção: 3 exercícios p/ grupos musculares grandes (em relação a área de superfície ocupada e não em termos de cm³) e 2 p/ pequenos;</p> <p>2º opção: 4 exercícios p/ grupos musculares grandes e 3 p/ pequenos.</p>	Uchida <i>et al.</i> (2013)
1 exercício/grupo muscular	2 exercícios/grupo muscular	3-4 exercícios/grupo muscular	4 ou + exercícios/grupo muscular	Charro, João e Figueira Jr. (2018)
Número total de exercícios recomendados/sessão de treinamento				
8 a 12 exercícios/sessão de treino				Monteiro (2004), Charro, João e Figueira Jr. (2018)

Fonte: Próprio autor (2020)

3.5.2 Intensidade de carga e número de repetições

Dentre todas as variáveis investigadas, certamente a intensidade de carga é a que exerce a maior influência sobre a garantia da especificidade dos estímulos e consequentemente das adaptações desenvolvidas, tanto em níveis neurais, morfológicos e enzimáticos.

Antes de discutir a correlação entre a magnitude da intensidade de carga utilizada com os tipos de fibras musculares e capacidades físicas estimuladas, torna-se prudente conceituar o que seria intensidade de carga e sua correlação com o número de repetições máximas (RM).

Geralmente o conceito de intensidade de carga está atrelado a quantidade de peso (kg) ou a resistência com a qual um músculo/grupamento se exercita durante os exercícios e séries de uma dada sessão (PRESTES *et al.*, 2016; SALLES, 2020).

Embora o número de repetições seja uma variável constantemente correlacionada a manipulação do volume de treinamento (PRESTES *et al.*, 2016, GOMES, 2018), a sua mensuração tem sido apontado como uma das maneiras mais práticas de determinar e controlar a intensidade de carga durante as sessões de treinamento, provavelmente em virtude da sua relação inversamente proporcional com a magnitude dos pesos (kg) que venham a ser mobilizados ao longo das séries e exercícios (UCHIDA *et al.*, 2013).

Dentre as formas mais práticas e comuns de expressar, prescrever e controlar a intensidade de carga, destacam-se as seguintes:

- Intensidade relativa ou % de 1RM (MURER; BRAZ; LOPES, 2019);
- Intensidade absoluta ou número de repetições máximas (RM) (ex.: 3RM, 8RM, 25RM) (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020);
- Zona-alvo de repetições máximas (RM) (ex.: 4 a 6RM, 8 a 12RM, 17 a 20RM) (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Percepção subjetiva de esforço (PSE) [ex.: escala de Borg (mais adequado para treinamentos aeróbios) e OMNI (mais adequado para treinamento

resistido com pesos)]. Vale ressaltar que esta opção é mais apropriada para o controle da intensidade de esforço ou carga interna, embora se apresente como um parâmetro seguro e efetivo para controle da carga externa, especialmente para grupos especiais (SALLES, 2020).

Parte da literatura científica tem especulado que o uso de intensidades de carga leves (<60% de 1RM) favorecem o desenvolvimento hipertrófico das fibras do tipo I (baixo limiar), enquanto cargas pesadas (>60% de 1RM) possivelmente favoreceriam o desenvolvimento hipertrófico das fibras do tipo II (alto limiar) (GRGIC *et al.*, 2018; SALLES, 2020).

Dentre os princípios que embasam está especulação, Murer, Braz e Lopes (2019) destacam o princípio do tamanho. De acordo com este princípio, quanto menor a intensidade de carga mobilizada, maior será o acionamento e recrutamento de unidades motoras de baixo limiar (fibras do tipo I) (WILMORE; COSTIL, 2001). No entanto, à medida que a intensidade de carga e/ou esforço é aumentada, unidades motoras de alto limiar [fibras do tipo II (IIA e IIB)] passam a ter um lugar de destaque na geração de força e continuidade da tarefa.

O acionamento e recrutamento das fibras do tipo II, pode ser induzido tanto pelo aumento do peso mobilizado, quanto do nível de fadiga (esforço), o que em tese sustenta a ideia de Burd *et al.* (2012 *apud* MURER; BRAZ; LOPES, 2019; CAPINELLI *et al.* 2008 *apud* MURER; BRAZ; LOPES, 2019) que a utilização da intensidade de carga leves (próxima de 30% de 1RM) também hipertrofia unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II), desde de que as séries sejam conduzidas até a falha concêntrica momentânea.

Contrariamente à está ideia, Fleck e Kraemer (2017) argumentam que a maioria dos estudos que comprovaram que o uso de cargas leves (39 a 50% de 1RM) conduzidas até a falha favoreceriam também o recrutamento das unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II), foram baseados em eletromiografia, o que não dá sustentação plausível para tal afirmação.

Embora parte da comunidade científica acredite que o uso de cargas pesadas seja o caminho ideal para favorecer o recrutamento prioritário das unidades motoras de alto limiar (mais especificamente fibras do tipo IIB ou IIX), Gentil (2014) e Gomes (2018) argumentam com base na interpretação de alguns estudos, que a proporção de fibras do tipo IIB são aumentadas mediante a adoção de hábitos de vida sedentário, e conforme o indivíduo torna-se mais ativo e posteriormente mais treinado, estas se reduzem gradativamente, conforme a proporção de fibras IIA aumentam.

Apesar destas contradições, a literatura clássica tem defendido que independentemente dos tipos de fibras acionados, recrutados e hipertrofiados, cargas pesadas (1 a 6 RM) favorecem o desenvolvimento prioritário da força, moderadas com ênfase no aumento da velocidade das contrações, a potência muscular de leves a moderadas o desenvolvimento da resistência (SALLES, 2020).

Em relação ao emagrecimento, definição e hipertrofia muscular, se faz prudente ressaltar que somente as unidades motoras recrutadas durante o desenvolvimento das tarefas (treinamentos), estarão sujeitas e propícias a sofrer ajustes (FLECK; KRAEMER, 2017) portanto, não é uma atitude plausível estimular o desenvolvimento de uma dada capacidade durante as sessões de treinamento e esperar uma resposta ou ajuste completamente diferente após a sessão e durante o repouso.

Diante destas indagações e da correlação existente entre as características dos diferentes tipos de fibras com as inúmeras capacidades motoras, ajustes

morfológicos e enzimáticos, pode-se deduzir que embora os procedimentos atuais não sejam capazes de avaliar e mensurar com precisão as mudanças na taxa de desenvolvimento funcional e morfológico dos diferentes tipos de fibras, assim como seus impactos sobre o desenvolvimento e aprimoramento das diferentes manifestações da força, elas possivelmente ocorrem e são determinantes tanto para o alcance de finalidades estéticas quanto performáticas.

3.5.2.1 Força máxima e potência muscular

Em se tratando de força máxima, Fleck e Kraemer (2017) argumentam que a escolha da intensidade de carga ideal, varia em função do nível de condicionamento físico e treinabilidade do praticante. Alunos iniciantes e destreinados obtêm ganhos ótimos nesta capacidade mediante a utilização de cargas razoavelmente leves [45 a 50% de 1RM (média 60% de 1RM)], enquanto indivíduos treinados (experientes) necessitam de cargas mais pesadas (>80% de 1RM). De acordo com Prestes *et al.* (2016) nas primeiras 12 semanas de treinamento de força consistente, os aumentos na força muscular são resultantes de adaptações neurais, evidenciando assim, a não necessidade de submeter estes praticantes a treinos clássicos de força máxima (intensidades próximas a 100% de 1RM). No entanto, conforme esta fase inicial vai se esgotando (4 a 8 primeiras semanas) e o praticante se tornando mais treinado, os incrementos de força vão passando a ser cada vez mais dependentes das adaptações morfológicas (especialmente do aumento da área de secção transversa do músculo – hipertrofia), possivelmente por conta das adaptações neurais terem se estabilizado (GOMES, 2018).

Diante desta circunstância, acredita-se que, embora treinados dependam da hipertrofia muscular para alcançarem ganhos adicionais de força em seus grupamentos (PRESTES *et al.*, 2016), e todos tipos de fibras tenham potencial hipertrófico (OGBORN; SCHOENFELD, 2014), o alcance deste objetivo é mais efetivamente estimulado mediante a utilização de cargas elevadas (1 a 6 RM ou >80% de 1 RM), que favoreçam o aumento do estresse mecânico, acionamento de motoneurônios grandes e conseqüente recrutamento e possível hipertrofia das fibras do tipo II (TEIXEIRA, 2015; RASO; GREVE; POLITO, 2013; SALLES, 2020).

Como ressalva, Fleck e Kraemer (2017) corroboram que, conforme os levantamentos se afastam de 6 RM por série, ou se utilizem de um número inferior a 2 RM (UCHIDA *et al.*, 2013), a estimulação para o aumento da força máxima parece deixar de ser ótima.

Embora os treinamentos voltados para o desenvolvimento ótimo da potência muscular não se utilizem de cargas tão pesadas como as recomendadas para força máxima, a sua ênfase também está sobre o aumento do estresse mecânico, ativação de fibras de alto limiar (fibras do tipo II) e adaptações de caráter neural, porém via aumento da velocidade das contrações concêntricas e/ou excêntricas (LAMAS *et al.*, 2007; DANTAS, 2014; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; SALLES, 2020).

Segundo Charro, João e Figueira Jr. (2018) a intensidade ótima para treinos de potência muscular giram em torno de 30 a 60% de 1RM. A aplicação de valores abaixo de 30% de 1RM permite a realização de elevados números de repetições, assim como valores acima de 60% impactam na queda da velocidade das contrações. Charro, Figueira Junior e João (2020) por sua vez, acreditam que a intensidade ótima para ganhos em potência muscular seja em torno de 30% de 1RM. Quanto a faixa de repetições, Salles (2020) recomenda a mesma para força máxima (1-6 repetições).

Por mais que as recomendações tanto para aumento da força máxima, quanto da potência estejam expressas em zona-alvo de RMs, a falha muscular momentânea é dispensável para tais finalidades, pois a obtenção dela implica no aumento exacerbado dos níveis de fadiga, bem como na redução significativa da técnica, força, potência e coordenação (FLECK; KRAEMER, 2017).

3.5.2.2 Hipertrofia muscular

Em relação a hipertrofia muscular, por muitos anos acreditou-se que o meio termo entre treinamento de força máxima e resistência muscular localizada [6 a 12RM ou 70 a 85% de 1RM (UCHIDA *et al.*, 2013; DANTAS, 2014; BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015; FLECK; KRAEMER, 2017; CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018)] fosse o caminho mais adequado para o alcance efetivo desta finalidade, porém, evidências atuais não especificam a intensidade ideal (SALLES, 2020; UCHIDA; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020).

Ao contrário do que se imaginava, evidências recentes tem constatado que cargas leves (30% de 1RM ou 25 a 35RM) são capazes de induzir a ganhos hipertróficos equiparáveis aos induzidos por cargas elevadas (>60% de 1RM ou 3 a 12RM), desde que as séries sejam conduzidas até a falha concêntrica momentânea (OGBORN; SCHOENFELD, 2014; MURER; BRAZ; LOPES, 2019; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; SALLES, 2020).

Segundo Grgic e Schoenfeld (2018) quando o treinamento de força com cargas leves (30 a 60% de 1RM) não é conduzido até a falha concêntrica momentânea, o treinamento com cargas pesadas (>75% de 1RM) se sobressaem no quesito hipertrofia para todos os tipos de fibras.

Embora Ogborn e Schoenfeld (2014), Fleck e Kraemer (2017) acreditem que o uso de cargas elevadas favoreça o aumento da taxa de recrutamento de todas as unidades motoras, Teixeira (2015) argumenta que unidades motoras de baixo limiar (compostas por fibras do tipo I) não são significativamente beneficiadas pela adoção desta estratégia. Dentre os motivos destacados pelo autor, o baixo tempo sob tensão é o principal.

Devido as fibras do tipo I serem altamente resistentes a fadiga, especula-se logicamente que o aumento do tempo sob tensão (TST), favorecido pelo uso de cargas baixas (30 a 60% de 1RM ou 15 a 25RM) seja o caminho mais apropriado para favorecer a hipertrofia deste tipo de fibra (OGBORN; SCHOENFELD, 2014).

Com bases em revisões bibliográficas, Grgic *et al.* (2018) perceberam que o crescimento das fibras do tipo I é maximizado mediante a utilização de cargas baixas (50% de 1RM) e TST elevados (50 a 60 segundos/série), enquanto o de cargas pesadas (80 a 85% de 1RM) e TST relativamente baixos, favorecem a hipertrofia seletiva das fibras do tipo II.

Apesar das fibras do tipo II possuírem um potencial hipertrófico aproximadamente 50% maior que o das fibras do tipo I (OGBORN; SCHOENFELD, 2014), ambas possuem capacidade de hipertrofia. Segundo Uchida *et al.* (2013) e Fleck e Kraemer (2017) os diferentes tipos de fibras se utilizam de estratégias diferentes para se hipertrofiar. As fibras do tipo I aumentam sua área de secção transversa mediante a redução da degradação proteica, enquanto fibras do tipo II, se desenvolvem por meio do aumento da síntese proteica.

Levando em consideração estas informações (fibras do tipo II tem um teto hipertrófico 50% maior que as fibras do tipo I), muitos podem especular que o melhor caminho para maximizar a hipertrofia seja estimulando insistentemente apenas as

fibras do tipo II. No entanto, Salles (2020), Charro, Figueira Junior e João (2020) alegam que diferentemente ao que acontece com as recomendações para força, potência e resistência muscular, para a hipertrofia não existe até dado momento uma zona de intensidade de carga ou número de RMs ideal, e que o segredo para maximizar ao máximo o desenvolvimento hipertrófico de qualquer grupamento parece ser mediante a variação programada dos estímulos, hora utilizando cargas pesadas (ênfase no desenvolvimento hipertrófico das fibras do tipo II), hora utilizando cargas leves (ênfase em fibras do tipo I) (GRGIC *et al.*, 2018).

Murer, Braz e Lopes (2019) consideram que quando se trata de hipertrofia, tanto protocolos de alta intensidade (>60% de 1RM) quanto baixa (<60% de 1RM) são válidos e eficientes, e que a dose-resposta mínima positiva gira em torno de 30 a 40% de 1RM, ou seja, estímulos abaixo desses percentuais tem se mostrado insuficientes para induzir a adaptação, mesmo quando conduzidas até a falha concêntrica. Porém, no quesito força, a utilização de altas intensidades de carga (>60% de 1RM) ainda continua se sobressaindo aos protocolos de baixa intensidade (<60% de 1RM).

Ainda que a maioria dos estudos revisados não sejam precisos em evidenciar exatamente qual subtipo das fibras do tipo II (tipo IIA ou IIB) é hipertrofiado mediante a adoção de cargas pesadas (>60% de 1RM), que enfatizam o aumento do estresse mecânico, Raso, Greve e Polito (2013) deixam claro que a capacidade de produzir tensão dos diferentes subtipos é diferente. As fibras do tipo I tem baixa capacidade de produzir tensão, o tipo IIA moderada e IIB ou IIX alta. Cruzando estas informações com as características dos programas voltados para o desenvolvimento das diferentes manifestações da força, pressupõem-se que, o recrutamento das fibras do tipo IIB ou IIX pode ser favorecido tanto pela ênfase no desenvolvimento da força máxima (1 a 6RM ou 85 a 100% de 1RM – TST <20-30 seg/série) quanto da potência muscular [1 a 6RM ou 30 a 60% de 1RM – TST <20-30 seg/série, com ênfase no aumento da velocidade das contrações (concêntricas e/ou excêntricas)] (as fibras do tipo IIB ou IIX são as mais fortes, velozes e menos resistentes a fadiga).

De acordo com Lama *et al.* (2007), por mais que, tanto o treinamento de força quanto o de potência muscular sejam capazes de induzir a incrementos semelhantes de força e hipertrofia muscular (especialmente nas fibras do tipo II), o treinamento de força máxima tende a se sobressair. Apesar de não existir uma zona de intensidade de carga ideal para hipertrofia, a recomendação clássica (8-12RM ou 60 a 85% de 1RM – TUT = 20 a 40 seg/série) é a mais condizente com as características das fibras do tipo IIA (moderadamente fortes e resistentes). Devido a literatura clássica insistir que o uso de intensidades moderadas a moderadamente altas seja a zona mais indicada para hipertrofia, deduz-se que as fibras do tipo IIA, sejam as que possuem o maior potencial hipertrófico. Em relação as fibras do tipo I, a ênfase no desenvolvimento da resistência de força (>15RM ou 30 a 60% de 1RM – TST >40 seg/série), provavelmente continua sendo o melhor caminho.

Embora ainda muito desprezado por muitos autores e professores, a mensuração do tempo sob tensão (TST) é mais uma excelente forma de controle da intensidade de carga, garantia da ênfase em um dado sistema bioenergético, e recrutamento prioritário de um determinado tipo de fibra muscular. Segundo Chagas e Lima (2011) o TST estabelece uma relação inversamente proporcional com a intensidade de carga mobilizadas durante as séries e exercícios, portanto, quanto menor o TST, maior é a intensidade mobilizada e vice-versa. Em relação aos tipos de fibras, Girgic *et al.* (2018) acreditam que TST elevados, proporcionados pelo uso de cargas baixas, favoreçam o acionamento, recrutamento e hipertrofia das fibras de baixo limiar (fibras do tipo I), bem como o uso de cargas pesadas e TST reduzidos

favoreceriam o recrutamento de unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II). Murer, Braz e Lopes (2019) por sua vez, acreditam que TST inferiores a 10 segundos favorecem a obtenção de ganhos ótimos em força e potência, TST de 10 a 40 segundos a força hipertrófica e TST ≥ 40 segundos a resistência de força. Em relação a resistência de força, Dantas (2014) salienta que TST de 30 segundos seja possivelmente o tempo mínimo capaz de induzir a acréscimos nesta capacidade física. Cabe enaltecer que o controle da intensidade de carga via monitoramento do tempo sob tensão só é válido quando as séries são conduzidas até a falha concêntrica momentânea ou próximas da exaustão (CHAGAS; LIMA, 2011).

3.5.2.3 Definição muscular, emagrecimento e resistência muscular localizada

Em virtude da obesidade ter se tornado um dos maiores problemas de saúde pública no mundo (LANCHA JR.; LANCHA, 2016), e do seu desenvolvimento estar diretamente relacionado a fatores ambientais mutáveis como prática de exercícios físicos e hábitos alimentares, diversos pesquisadores de todas partes do mundo passaram a comparar os impactos de diferentes estratégias de treinamento, a influência da manipulação de diferentes variáveis de prescrição do treinamento (principalmente relacionadas ao volume e intensidade), e a buscar incansavelmente por alternativas de treinamento eficientes que pudessem de alguma forma contribuir para a reversão desse quadro.

As fibras do tipo II apresentam baixa eficiência energética (POWERS; HOWLEY, 2005), além disso, Campos (2002), Lima (2018), Polito *et al.* (2018), Charro, Figueira Junior e João (2020) constataram que o treinamento de força de alta intensidade tem se mostrado superior aos de moderada a baixa intensidade, em relação a inúmeros aspectos como o aumento da taxa metabólica basal, aumento do gasto calórico diário, consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC), taxa de oxidação de gordura durante o repouso, aumento do VO_2 máximo etc.

Durante programas voltados para redução do percentual de gordura corporal, o uso de intensidades de cargas elevadas ($>65\%$ de 1RM) tornam-se inviável, devido principalmente ao padrão dietético adotado e a maior suscetibilidade de ocorrência de lesões musculoesqueléticas (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018).

Segundo João, Charro e Figueira Junior (2018) a redução do consumo de carboidratos limita e muito a quantidade de energia disponível para realização das atividades do dia a dia, bem como dos treinamentos, o que implica na necessidade do indivíduo reduzir a intensidade em cerca de 25 a 35%, não ultrapassando assim um teto máximo de aproximadamente 65% de 1RM. De acordo com Campos (2002), o que determina qual substrato energético será predominantemente utilizado durante a realização de um dado exercício é a intensidade mobilizada. Em síntese, quanto maior a intensidade de carga empregada, maior será o consumo de carboidratos e, quanto menor a intensidade, maior a taxa de utilização de gorduras.

Tomando como base as estratégias utilizadas por atletas de fisiculturismo na fase de definição muscular ou *pre-contest*, indivíduos com objetivos de reduzir o percentual de gordura corporal devem utilizar dietas hipocalóricas, intensidades de carga moderadas ($<65\%$ de 1RM) e elevado número de repetições por série, com o intuito de elevar o volume de treino e conseqüentemente favorecer o aumento do gasto calórico (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018).

Levando em consideração esta informação, Lima (2018) considera que o volume é a variável de maior impacto sobre o aumento do gasto calórico durante a sessão, bem como a intensidade é sobre o EPOC.

De acordo com Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) o uso de elevado número de repetições (>15 RM) favorecer a maximização da queima de gordura subcutânea, maior visibilidade das estrias musculares, aumento da densidade capilar e capacidade aeróbia, sendo o desenvolvimento da biogênese mitocondrial constatada por João, Charro e Figueira Junior (2018).

Evidências tem apontado que o uso de cargas baixas (30 a 50% de 1RM), elevado número de repetições e Intervalos Recuperativos (IR) curtos (<60 segundos entre séries e exercícios) favorece o aumento do TST, bem como o esgotamento das reservas intramusculares de ATP-CP e glicogênio, deixando assim os ácidos graxos como a única alternativa viável para a manutenção da atividade (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015; JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018).

Em virtude do uso de baixas intensidade de carga (<50% de 1RM), elevado número de repetições e maior TST (<50% de 1RM), os programas voltados para o emagrecimento, definição muscular e resistência muscular localizada tendem a favorecer o recrutamento predominante das fibras do tipo I, aumento da quantidade de capilares, mitocôndrias e mioglobinas, resultando assim na melhora da capacidade oxidativa e aeróbia do grupo muscular treinado (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018; OGBORN; SCHOENFELD, 2014).

A tipologia de fibra mais condizente com as características e necessidades dos programas voltados para a maximização do processo de emagrecimento e definição muscular são as fibras do tipo I [são as fibras que possuem as maiores reservas intramusculares de gorduras (triglicerídeos), quantidades de mitocôndrias, capilares, mioglobinas e proteínas transportadoras de glicose (GLUT4), bem como elevada sensibilidade a insulina, atividade de enzimas oxidativas e proteínas envolvidas no transporte e oxidação de ácidos graxos] (RASO; GREVE; POLITO, 2013; FLECK; KRAEMER, 2017).

Portanto, acredita-se que embora os programas voltados para a redução do percentual de gordura corporal não favoreça ganhos expressivos em hipertrofia muscular, devido principalmente ao padrão dietético adotado (LIMA, 2018), estas estratégias de treinamento deveriam enfatizar o desenvolvimento hipertrófico e/ou melhora da capacidade oxidativa das fibras do tipo I.

Além dos benefícios aqui relatados, treinos de baixa intensidade, elevado número de repetições e TST, favorecem a aprendizagem do gesto motor e uma adequada adaptação tecidual (JOÃO; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR, 2018; BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015).

3.5.3 Variáveis que manipulam preferencialmente a intensidade de esforço

Diferentemente do conceito de intensidade de carga (embora possa estar correlacionado), a intensidade de esforço se relaciona a percepção subjetiva-individual, do quão desgastante e desafiador é se submeter ao estímulo proposto, tanto a níveis físicos quanto psicológicos (GUEDES JR. *et al.*, 2018; SALLES, 2020). Dentre as formas mais práticas de mensurar e controlar a intensidade de esforço (mais conhecida como carga interna), Salles (2020) destaca as escalas de percepção subjetiva de esforço (PSE). O autor ainda enaltece que comumente escores mais altos de PSE estão associados a treinos mais volumosos (elevado número de exercícios, séries, repetições) e densos (IR entre séries e exercícios mais curtos) do que propriamente intensos, em termos de peso (kg) mobilizado.

3.5.3.1 Tipos de montagem de programas de treinamento

Segundo Prestes *et al.* (2016) após a definição do nível de condicionamento físico, dos objetivos e da frequência semanal, o primeiro passo é determinar o tipo de montagem do programa, que ditará a forma como a sessão de treinamento será construída.

A montagem de programa é nada mais que uma forma lógica e sistematizada de ordenar os exercícios que serão trabalhados ao longo de toda sessão ou ficha de treino, levando em consideração, principalmente os segmentos corporais priorizados (MMII, MMSS e Tronco), articulações dinamicamente envolvidas e/ou grupos musculares enfatizados (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018; UCHIDA *et al.*, 2013).

A literatura têm descrito basicamente três tipos de montagens de programa de treinamento (fora as suas variações), sendo elas: programas alternados por segmento (comumente indicado para alunos iniciantes e destreinados a mais de 6 meses), programas localizados por articulação (recomendado para alunos intermediários com pelo menos 6 meses de experiência com o treinamento de força) e programas direcionados por grupo muscular (sugerido para alunos avançados com pelo menos um ano de prática consistente, que obtiveram ganhos expressivos de força e hipertrofia muscular) (PRESTES *et al.*, 2016).

Segundo Prestes *et al.* (2016), os programas alternados por segmento retardam a ocorrência de fadiga localizada e conseqüentemente favorecerem o desenvolvimento e manutenção da coordenação neuromuscular (coordenação inter e intramuscular), níveis de força (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020) e volumes elevados de repetições por série (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015).

Embora a montagem de programa alternada por segmento seja recomendada para alunos iniciantes, nada impede que alunos intermediários e avançados usufruam de seus benefícios, especialmente em momentos ou fases da periodização em que existe a necessidade de reduzir o volume de treinamento (microciclos regenerativos) (GOMES, 2018), quando o foco está no desenvolvimento da capacidade oxidativa (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018; GOMES, 2018) ou no recrutamento das fibras do tipo I.

Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) acreditam ser praticamente impossível executar centenas de repetições (como é recomendado na fase de definição muscular) sem alternar o grupo muscular e/ou segmento corporal.

Devido os programas alternados por segmento permitirem a adoção de intervalos recuperativos maiores entre estímulos para as mesmas articulações e grupos musculares (UCHIDA *et al.*, 2013), este parece ser uma opção viável para otimizar o tempo total de duração das sessões voltadas para o desenvolvimento da força e potência muscular, onde a mobilização de intensidades de cargas elevadas, manutenção de velocidades de execução velozes e minimização do acúmulo de fadiga e estresse metabólico local são o segredo para o alcance efetivo destas capacidades (SALLES, 2020).

Por mais que a montagem alternada por segmento seja uma opção interessante para aumentar o volume de treino, retardar a fadiga local ou situações que comprometam o desenvolvimento da força (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020), acredita-se que este tipo de montagem e suas variações não favoreçam a ocorrência de ganhos expressivos em força e hipertrofia muscular (especialmente em indivíduos avançados) (PRESTES *et al.*, 2016).

Caso o objetivo seja maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular, existe a necessidade de aproximar os estímulos para as mesmas articulações e principalmente para os mesmos grupamentos musculares (PRESTES *et al.*, 2016).

Embora a montagem localizada por articulação concentre o estresse mecânico e metabólico em única articulação/segmento corporal, e promova níveis de fadiga um pouco mais acentuados e localizados, quando comparados aos programas alternados por segmentos, o nível de estresse e acúmulo de fadiga é menos pronunciado que os resultantes de programas direcionados por grupo muscular, pois os grupos musculares atuantes nesta dada articulação, são constantemente alternados dentro de uma mesma série (agonista-antagonista) ou ficha de treino (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018).

Ciente que o aumento da acidose intramuscular, acúmulo de íons de hidrogênio e lactato causam alterações destrutivas nas mitocôndrias e garantem que o fornecimento de energia seja mantido preferencialmente por fontes anaeróbias (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012), pode-se deduzir que as estratégias ou programas de treinamento que visem otimizar o acionamento, recrutamento e hipertrofia das fibras do tipo I, devam priorizar a utilização de montagens de programas que alternem os segmentos corporais ou grupos musculares enfatizados, a fim de minimizar o acúmulo acentuado e localizado da fadiga e impreterivelmente garantir um funcionamento adequado das vias energéticas aeróbias e conseqüentemente fibras do tipo I. No entanto, vale ressaltar que, independentemente do nível de condicionamento físico do praticante, se objetivo for otimizar o tempo total de duração das sessões de treinamento destinadas ao desenvolvimento da força máxima e potência muscular estes tipos de montagem podem se apresentar como uma boa opção.

Porém, se o objetivo central é maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular (especialmente das fibras do tipo II), o uso de programas direcionados por grupo muscular são a opção mais favorável, pois a essência deste tipo de montagem consiste em centralizar os estímulos em uma dada região e induzir a musculatura alvo ao grau máximo de exaustão (PRESTES *et al.*, 2016). Como dito anteriormente, a execução consecutiva de exercícios para um mesmo grupo muscular acarreta no aumento demasiado do estresse metabólico e conseqüente inibição da atividade de motoneurônios alfa menores, assim como do acionamento e recrutamento das fibras do tipo I (CIRILO-SOUSA; RODRIGUES NETO, 2018), favorecendo o trabalho prioritário das fibras do tipo II.

Caso o objetivo principal cliente e da sessão seja o desenvolvimento e/ou aprimoramento da força máxima, potência muscular, coordenação motora ou aprendizagem de algum movimento/exercício, e o tipo de montagem adotado seja o direcionado por grupo muscular, recomenda-se que o desenvolvimento destas capacidades seja enfatizado nos exercícios iniciais, onde os níveis de fadiga ainda se encontram razoavelmente baixos. De acordo com Salles (2020) os níveis de fadiga aumentam gradativamente de forma cumulativa, conforme a sessão de treinamento se desenvolve. Dentre os prejuízos causados pela fadiga cumulativa excessiva, Fleck e Kraemer (2017) destacam a redução da força, potência muscular e a incapacidade de manutenção da execução adequada da técnica dos exercícios.

3.5.3.2 Tipo de exercício

Os programas de treinamento de força são constituídos por uma grande variedade de exercícios, que comumente são diferenciados e classificados de duas

maneiras: exercícios livres ou guiados e exercícios multiarticulares ou monoarticulares.

Os exercícios guiados se referem a movimentos prioritariamente realizados em aparelhos ou máquinas, que possuem um arco ou trajetória de movimento previamente definidos (UCHIDA *et al.*, 2013). Dentre as vantagens apresentadas pelos autores, pode-se destacar a redução da complexidade técnica e exigência coordenativa e a maior segurança.

Exercícios livres por sua vez, se relacionam a movimentos realizados com implementos ou pesos avulsos (halteres, barras, anilhas etc), que proporcionam instabilidade e liberdade de movimento. Dentre as vantagens Uchida *et al.* (2013) destacam a grande versatilidade e possibilidades de variação, o maior grau de participação e exigência sobre a musculatura estabilizadora e a melhora dos níveis de coordenação motora.

Levando em consideração o número de articulações dinamicamente envolvidas durante a realização dos movimentos, Marchetti e Lopes (2014) classificam os exercícios em monoarticulares e multiarticulares.

Segundo Salles (2020) o uso de exercícios multiarticulares favorece a utilização de intensidades de cargas mais elevadas, o desenvolvimento da força, potência muscular, e conseqüente a melhora das capacidades funcionais. Os monoarticulares, por sua vez, permitem um enfoque mais preciso sobre determinados músculos ou grupamentos, favorecendo uma hipertrofia mais seletiva de determinados músculos ou porções musculares, além de serem mais bem associados a falha concêntrica momentânea (SALLES, 2020).

De maneira prática, o que determina a adoção ou não de exercícios monoarticulares em uma sessão ou programa de treinamento é o nível de condicionamento físico do praticante. Murer, Braz e Lopes (2019) aconselham que para alunos iniciantes e/ou destreinados, sessões constituídas exclusivamente por exercícios multiarticulares são mais vantajosas em nível neuromuscular, de fadiga, dor e tempo, quando comparadas à sessões predominantemente constituídas por exercícios monoarticulares, que acentuam a fadiga local e dor muscular de início tardio (DMIT). Entretanto, à medida que o nível de condicionamento do praticante vai se aprimorando, a adição de exercícios monoarticulares torna-se quase que indispensável, principalmente no quesito hipertrofia. Segundo Salles (2020), a variação de estímulos por tipo de exercícios, favorece um desenvolvimento hipertrófico mais abrangente, tanto é que a manipulação desta variável é a mais constantemente manipulada e alterada (MURER; BRAZ; LOPES, 2019).

Apesar destas recomendações, os programas para iniciantes e/ou destreinados podem conter alguns exercícios monoarticulares, a fim de contemplar o trabalho de grupamentos específicos importantes, que não são significativamente favorecidos durante a prática de exercícios preferencialmente multiarticulares como os isquiossurais, reto femoral, adutores e abdutores de quadril, tríceps sural etc. (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018; SALLES, 2020).

Em relação aos objetivos visados, Salles (2020), Fleck e Kraemer (2017) consideram que para força, potência e coordenação motora os exercícios multiarticulares básicos livres são a melhor opção, enquanto que para hipertrofia e resistência muscular, tanto o uso de exercícios livres, guiados, multi e monoarticulares são válidos (SALLES, 2020).

Ogborn e Schoenfeld (2014) sugerem que as cargas de treinamento sejam manipuladas conforme as características dos exercícios, ou seja, priorizando o uso de

cargas mais elevadas nos exercícios multiarticulares e faixas de repetições mais acentuadas durante exercícios monoarticulares.

Embora a hipertrofia dos diferentes tipos de fibras possam ser estimuladas tanto por exercícios multi quanto monoarticulares, considera-se que devido ao envolvimento dinâmico de mais de uma articulação, participação efetiva simultânea de um número maior de grupamentos e do conseqüente favorecimento da mobilização de maiores intensidades de carga, os exercícios multiarticulares se tornam mais favoráveis para serem utilizados durante períodos da sessão ou fases da periodização, quando a ênfase está sobre o aumento do estresse predominantemente mecânico. Por outro lado, dependendo da fase em que o praticante se encontra, os exercícios monoarticulares podem ser predominantemente utilizados, com intuito de favorecer a acentuação do estresse metabólico sobre um dado músculo ou grupamento (GUEDES JR. *et al.*, 2018).

Principais critérios utilizados para selecionar os exercícios mais adequados às necessidades individuais dos praticantes:

- Nível de condicionamento físico (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018);
- Nível de coordenação neuromuscular (CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018);
- Histórico de lesões (MARCHETTI; LOPES, 2014);
- Segurança e praticidade (UCHIDA *et al.*, 2013);
- Modalidade esportiva praticada (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Músculo ou grupo muscular enfatizado (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015);
- Período e fase da periodização (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015)
- Tipo de parcelamento adotado [A, A/B, A/B/C, A/B/C/D, A/B/C/D/E, A/B/C/D/E/F (UCHIDA *et al.*, 2013);
- Tipo de montagem de programa (PRESTES *et al.*, 2016);
- Método de treinamento utilizado (PRESTES *et al.*, 2016);
- Tipo de estresse priorizado (OGBORN; SCHOENFELD, 2014; GUEDES JR. *et al.*, 2018);
- Tipo de manifestação da força enfatizada (OGBORN; SCHOENFELD, 2014; SALLES, 2020);
- Arco de movimento priorizado (SALLES, 2020);
- Disponibilidade de tempo/sessão (MARCHETTI; LOPES, 2014).

3.5.3.3 Ordem dos exercícios

A ordem dos exercícios se refere a sequência de realização ou a forma como os exercícios são dispostos dentro de uma ficha ou sessão de treinamento. Apesar de ainda muito negligenciada, a ordem dos exercícios impacta diretamente sobre a magnitude dos níveis de fadiga, força, potência, capacidade de mobilizar elevadas intensidades de carga e volume (FLECK; KRAEMER, 2017; PRESTES *et al.*, 2016), que segundo Murer, Braz e Lopes (2019) são fatores cruciais para maximização dos incrementos de força e hipertrofia.

Por muitos anos se acreditou que o ordenamento prioritário dos exercícios (multi antes dos monoarticulares) fosse o caminho mais apropriado para aumentar o volume total de treinamento da sessão e garantir ganhos expressivos em força e hipertrofia muscular (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020). Porém, evidências recentes tem apontado que, independentemente do tipo de exercício, número de articulações dinamicamente envolvidas, quantidade de

grupamentos simultaneamente mobilizados e do tamanho do grupamento enfatizado, se o mesmo for realizado no início da sessão, o seu desempenho será superior aos demais, tanto a níveis de peso mobilizado quanto de repetições realizadas (PRESTES *et al.*, 2016; FLECK; KRAEMER, 2017; GOMES, 2018; MURER; BRAZ; LOPES, 2019; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; SALLES, 2020).

Considerando que os níveis de fadiga são cumulativos e que capacidade de produção de trabalho e disposição estão aumentadas no início da sessão, Prestes *et al.* (2016) e Salles (2020) sugerem que os exercícios sejam ordenados não com base na ordem prioritária recomendada pelo ACSM, mas sim com base nos seguintes critérios: grau de importância; prioridade estética (UCHIDA *et al.*, 2013); e carência de desenvolvimento de força e/ou hipertrofia.

Apesar de muitos considerarem que a ordem prioritária é dispensável, ela tem se mostrado adequada às características e necessidades de alunos iniciantes e destreinados, que apresentam baixos níveis de coordenação motora, força e tolerância à fadiga (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; FLECK; KRAEMER, 2017; CHARRO; JOÃO; FIGUEIRA JR., 2018).

Levando em consideração os tipos de fibras, Ogborn e Schoenfeld (2014) sugerem que no início da sessão seja priorizado o recrutamento de unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II), e conforme os níveis de fadiga forem aumentando, as cargas de trabalho poderão ser progressivamente reduzidas, com intuito de favorecer o aumento do tempo sob tensão (TST) e a taxa de recrutamento das fibras do tipo I.

De maneira prática, iniciantes devem ordenar os exercícios da sessão com base no grau de complexidade técnica e intermediários a avançados com base no grau de importância e/ou de prioridade estética.

3.5.3.4 Amplitude de movimento

A amplitude de movimento se refere ao arco de movimento, resultante da soma das contrações concêntricas e excêntricas, realizadas durante dado exercício.

Embora pareça ser consenso que o uso de amplitudes totais favoreça o aumento da intensidade de esforço e o recrutamento de um número maior de unidades motoras (UCHIDA *et al.*, 2013), gere ganhos mais expressivos em força quando comparadas a amplitudes parciais (GUEDES JR. *et al.*, 2018), que a força e potência muscular só melhora nos ângulos articulares treinados (SALLES, 2020), assim como somente unidades motoras recrutadas estão sujeitas a benefícios (FLECK; KRAEMER, 2017), alguns autores tem apontado que dependendo do momento e da especificidade, o uso de contrações parciais podem ser bem-vindas.

Geralmente amplitudes parciais são utilizadas para as seguintes finalidades:

- Possibilitar a mobilização de intensidades de carga mais elevadas (PRESTES *et al.*, 2016);
- Transposição da falha concêntrica momentânea, sem deformação exacerbada da técnica (SALLES, 2020);
- Enfatizar o ganho de força e potência muscular em ângulos articulares específicos (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Possibilitar aumentos da força máxima em um espaço curto de tempo (FLECK; KRAEMER, 2017);
- Priorizar o trabalho de certos grupamentos musculares (SALLES, 2020);
- Favorecer a redução do aporte sanguíneo para a musculatura alvo e consequente aumento do estresse metabólico, mediante a manutenção

constante da tensão muscular (SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2012; SALLES, 2020);

- Enfatizar ou evitar estresse mecânico sobre ângulos de lesão (GODOY, 1994);
- Trabalhar com pessoas com pouca mobilidade articular (SALLES, 2020).

Em se tratando de força e hipertrofia, estudos tem mostrado que para MMII o uso de amplitudes totais é mais vantajoso que as parciais, enquanto para MMSS os resultados são inconclusivos e tendem a favorecer as amplitudes parciais (SALLES, 2020).

Com base na revisão de dois estudos, Fleck e Kraemer (2017) perceberam que o uso de repetições parciais, com o músculo agonista em uma posição mais alongada/estirada, favorece o aumento da potência, enquanto movimentos parciais com o músculo mais encurtado, favorecem ganhos mais pronunciados na força muscular. Os autores ressaltam que, apesar destes resultados, a literatura ainda é carente de estudos que sustentem esta informação.

Silva (2015) considera que uso de pré-alongamento rápido de baixa amplitude (da musculatura agonista), favorece a potencialização da produção de força e potência das contrações musculares concêntricas subsequentes, mediante ao melhor aproveitamento da energia elástica acumulada.

Embora se desconheça uma correlação entre a amplitude de movimento e o recrutamento seletivo de dado tipo de fibra musculoesquelética, pode-se deduzir que às amplitudes parciais possibilitarem o uso de cargas mais elevadas, assim como a acentuação dos quadros de hipóxia tecidual, estas acabam favorecendo o recrutamento preferencial das unidades motoras de alto limiar (fibras do tipo II), tanto pelo aumento do estresse mecânico, quanto pela privação do fornecimento de oxigênio. Em relação as amplitudes totais, acredita-se que possam beneficiar ambos os tipos de fibras e que a intensidade de carga mobilizada é o fator determinante.

Apesar dos benefícios relatos, o uso de repetições parciais não deve ser sustentado por períodos longos, devido ao elevado estresse articular gerado (PRESTES *et al.* 2016).

3.5.3.5 Velocidade de execução

A velocidade de execução faz menção ao tempo gasto, em segundos, para realização de um dado movimento ou tipo de contração.

Segundo Charro, Figueira Junior e João (2020) a variável velocidade de execução tem sido manipulada com o intuito de favorecer tanto o aumento do estresse mecânico quanto metabólico. O uso de contrações lentas favorece o aumento do tempo sob tensão, fadiga precoce, hipóxia tecidual e conseqüente o aumento dos níveis de estresse metabólico, que possivelmente é um dos fatores indutores da hipertrofia (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; TEIXEIRA, 2015; UCHIDA *et al.*, 2013).

Contrariamente, o uso de contrações rápidas favorecer o aumento do grau de tensão mecânica, recrutamento de unidades motoras de alto limiar e hipertrofia prioritária das fibras do tipo II (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020)].

Em termos práticos, para a força máxima, potência muscular e hipertrofia das fibras das fibras do tipo II, o uso de contrações velozes é a melhor opção, enquanto que para a hipertrofia, os resultados ainda são inconclusivos, pois tem sido retratadas respostas hipertróficas similares induzidas tanto por contrações lentas quanto rápidas

(CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020; SALLES, 2020). Sendo assim, a variação da velocidade das contrações dentro de uma mesma série, sessão, microciclo ou fase da periodização é a opção mais plausível, tanto a favor da não estagnação dos resultados quanto da maximização da hipertrofia dos tipos de fibras.

A escolha da velocidade de execução ideal pode depender do grupamento muscular enfatizado. De acordo com uma revisão, Salles (2020) percebeu que, para a hipertrofia do quadríceps femoral, o uso de contrações lentas a moderadas se mostraram mais vantajosas, enquanto para os bíceps, as cadências rápidas.

Em relação ao gasto energético, as contrações rápidas-explosivas têm se mostrado mais vantajosas (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020), possivelmente em virtude do recrutamento prioritário das fibras do tipo II (POWERS; HOWLEY, 2005).

Apesar do uso de contrações excêntricas rápidas favorecer o acúmulo de energia elástica, potencializar a capacidade de geração de força e potência muscular, sob baixas demandas metabólicas (SILVA, 2015; CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020), não se sabe até que ponto o seu uso é vantajoso para programas voltados para o desenvolvimento da força máxima.

Levando em consideração os custos e benefícios, acredita-se que para treinos de potência, contrações rápidas são válidas para ambas as fases de movimento, enquanto para força máxima, a recomendação se restringe apenas a fase concêntrica (SALLES, 2020; UCHIDA *et al.*, 2013).

Segundo Charro, Figueira Junior e João (2020) quanto mais rápido for realizado o ciclo alongamento-encurtamento, mais eficientemente esta energia elástica será armazenada. Silva (2015), Charro, Figueira Junior e João (2020) consideram que tanto o uso de contrações lentas, quanto a adoção de pausas com o músculo agonista estirado, implicam no não aproveitamento e perda desta energia elástica sob a forma de calor.

Ainda sobre a cadência de movimento, Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) julgam que o uso cadências rápidas implicam no aumento da produção de lactato e consequente incapacidade de manutenção do tempo sob tensão por períodos prolongados. Segundo Charro, Figueira Junior e João (2020) o aumento da produção de lactato, dificulta que a energia seja renovada via metabolismo aeróbio, comprometendo assim, o funcionamento e recrutamento efetivo das fibras do tipo I.

Considerando as informações aqui discutidas e a velocidade de encurtamento e relaxamento dos diferentes tipos de fibras, pode-se especular que contrações lentas [>4 seg (concêntrica + excêntrica) são mais condizentes e favoráveis ao recrutamento prioritário das fibras do tipo I, moderadas (>2 e <4 seg) com o tipo IIA (são rápidas, porém mais lentas que as fibras do tipo IIB/IIIX) e rápidas (<2 seg) com a tipologia IIB ou IIX.

Apesar da literatura científica carecer de evidências plausíveis a respeito do uso de contrações super lentas (*super slow*), o uso de TST superiores a 10 segundos (concêntrica + excêntrica), não repercute em ganhos hipertróficos expressivos, quando comparados aos obtidos com TST menores. Dentre as justificativas, Prestes *et al.* (2016), enaltecem a necessidade de redução da intensidade de carga (com a premissa de manter o TST elevado).

3.5.4 Variáveis que manipulam preferencialmente a densidade do treinamento

Didaticamente, densidade pode ser entendida como a variável que mensura a quantidade total de estímulos aplicados dentro de uma unidade de tempo

demarcada [geralmente representada pelo tempo total de duração das sessões (GUEDES JR *et al.*, 2018)]. Em síntese, um treino denso, é aquele que consegue concentrar uma grande quantidade de trabalho ou volume total [nº de séries x nº de reps x peso (kg)] em espaços curtos de tempo (SALLES, 2020), que normalmente só é possível graças a adoção de IR curtos entre séries e exercícios (SALLES, 2020). Como mencionado, a forma mais prática de manipular a densidade é por meio de alterações na duração dos IR entre séries e exercício, com impreterível manutenção ou aumento do volume total de treino.

3.5.4.1 Intervalos recuperativos entre séries e exercícios

Os intervalos recuperativos (IR) se referem as pausas ou períodos de descanso adotados entre as séries e exercícios, que visam reestabelecer de forma completa ou parcial os estoques de fosfocreatina (MURER; BRAZ; LOPES, 2019).

A duração dos intervalos recuperativos entre séries e exercícios é determinada pela análise criteriosa dos seguintes fatores: nível de condicionamento físico, objetivo (força, potência, hipertrofia ou resistência muscular) e sistema bioenergético enfatizado.

As pausas ou IR podem ser subdivididos em quatro tipos, tomando como base dois fatores distintos, que normalmente estão correlacionados, sendo eles: (1) magnitude da ressíntese da fosfocreatina e (2) duração da pausa ou intervalo (MURER; BRAZ; LOPES, 2020). Levando em consideração o primeiro fator, os IR podem assumir dois caracteres: Recuperação de caráter completo [duração entre 3 a 8 minutos (visa reestabelecer de maneira integral a ressíntese da fosfocreatina)]; e Recuperação de caráter incompleto [duração inferior a 3 minutos (visa reestabelecer de maneira parcial a ressíntese da fosfocreatina)].

Considerando o segundo fator apontado, os mesmos autores subdividem os IR em intervalos recuperativos curtos (<60 segundos) e intervalos recuperativos longos (3 minutos ou mais).

Salles (2020), Charro, Figueira Junior e João (2020), Fleck e Kraemer (2017) e Prestes *et al.* (2016) consideram que uso IR longos (3 a 5 minutos) garante uma recuperação neural e energética mais adequada, favorece a minimização do acúmulo de fadiga para séries subsequentes, permite a realização de um número maior de repetições/série, mobilização de maiores volumes de treino, e uso de intensidades de cargas mais elevadas, assim como a manutenção da velocidade de execução das contrações. Devido estes motivos, o recrutamento de unidades motoras de alto limiar é favorecido mediante a adoção de IR longos (3-5 minutos) (PRESTES *et al.*, 2016).

Comumente os IR curtos (<60 segundos) são utilizados e recomendados com o intuito de maximizar o estresse metabólico e a secreção de hormônios anabólicos importantes como a testosterona e o GH, porém, diversos estudos tem demonstrado que a adoção desta estratégia tem implicado em consequências como a redução da força, potência, coordenação e volume total de treinamento, que são fatores determinantes para catalisar principalmente os ganhos de força e hipertrofia muscular (MURER; BRAZ; LOPES, 2019; FLECK; KRAEMER, 2017).

Levando em consideração as recomendações do ACSM, Gomes (2018) aponta que o uso de exercícios multiarticulares, com ênfase no desenvolvimento da força implica na necessidade de adoção de IR maiores (2-3 minutos) do que os sugeridos para exercícios monoarticulares (1-2 minutos).

A escolha do intervalo recuperativo ideal também é influenciada pela característica do grupo muscular enfatizado. Segundo Prestes *et al.* (2016), músculos

com características mais de resistência de força, como os que compõem os MMII, se beneficiam mais com IR curtos (<60 segundos), enquanto que os mais voltados para força, como os músculos dos MMSS, podem necessitarem de IR mais longos (2-3 minutos).

Em relação aos objetivos, Charro, Figueira Junior e João (2020), Salles (2020) e Prestes *et al.* (2016) acreditam que para força máxima e potência muscular, IR longos (3 a 5 minutos) tem se mostrado mais vantajosos, devido principalmente a sua capacidade de proporcionar uma maior recuperação neural e energética, minimização dos níveis de fadiga, manutenção do uso de cargas e velocidades de contração mais elevadas.

Apesar de Prestes *et al.* (2016) terem encontrado evidências constatando que uso de IR prolongados acima de 5 minutos são desnecessários, Salles (2020) acredita que para indivíduos altamente treinados ou atletas de *powerlifting*, o uso deste recurso pode ser necessário e muitas vezes indispensável, possivelmente devido a capacidade destes mobilizarem intensidades de cargas muito elevadas, próximas do seu potencial genético (FLECK; KRAEMER, 2017).

Quando se trata de hipertrofia, a literatura ainda é muito controversa, principalmente em virtude de IR curtos (<60 segundos) repercutirem na queda acentuada do volume total de treinamento (CHARRO; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020). Porém, Salles (2020) percebeu com base na revisão de um estudo recente que, apesar dos IR curtos (<60 segundos) repercutirem negativamente na capacidade de manutenção do volume total e desempenho das séries subsequentes, estes foram capazes de proporcionar resultados hipertróficos similares aos induzidos por IR longos (>60 segundos). Objetivando minimizar os impactos negativos do uso de IR curtos sobre o volume total e hipertrofia, Charro, Figueira Junior e João (2020) sugerem que os programas voltados para esta finalidade se utilizem de IR de 1 a 2 minutos.

Contrariamente ao apontado, Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) acreditam que o elemento chave para a hipertrofia seja a fadiga muscular cumulativa (sobre o volume total de séries), demonstrando assim a necessidade de adotar IR mais curtos entre as séries (30 a 45 segundos), a fim de exaurir o músculo alvo ao final de cada série, limitar a magnitude da restauração dos estoques de ATP-CP e obrigar o corpo a aumentar a sua capacidade de transporte e armazenamento de energia, que impactam positivamente no seu crescimento.

Considerando a massa corporal total e o grau de desenvolvimento hipertrófico, Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) consideram que indivíduos mais pesados e musculosos necessitam de IR maiores, devido a seu ritmo de recuperação ser comumente mais lento que de atletas mais leves e magros.

Se tratando de resistência muscular localizada e definição muscular, Bompa, Pasquale e Cornacchia (2015) elucidam que a adoção de IR curtos (<60 segundos) repercutem na ênfase sobre o funcionamento da via aeróbia e garantia da utilização dos ácidos graxos como substrato energético, possivelmente em virtude da restauração incompleta dos estoques de ATP-CP e glicogênio. Cabe ressaltar, que para o alcance efetivo destas finalidades, os segmentos corporais e/ou grupos musculares precisam ser constantemente alternados (a cada série ou exercício), a fim de minimizar o acúmulo de lactato sanguíneo e a queda acentuada do número de repetições (FLECK; KRAEMER, 2017; CHARRO; BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2015; FIGUEIRA JUNIOR; JOÃO, 2020).

Apesar de praticantes iniciantes não realizarem treinos clássicos de força máxima (intensidades próximas a 100% de 1RM), utilizarem repetições submáximas (12 a 15 repetições), montagens de programas alternados por segmento, torna-se

prudente que as prescrições voltadas para este público utilizem IR moderados (1 a 2 minutos), a fim de garantir a manutenção do número de repetições prescritas, minimização dos níveis de fadiga, manutenção da coordenação motora e técnica de execução correta dos exercícios, facilitando assim o processo de aprendizagem motora (GUEDES JR. et al., 2018; UCHIDA et al., 2013; FLECK; KRAEMER, 2017).

Em termos práticos, programas com ênfase no desenvolvimento da força máxima, potência e hipertrofia muscular das fibras do tipo IIB ou IIX devem utilizar preferencialmente de IR longos (3 a 8 minutos entre séries e exercícios). Programas com ênfase na manutenção do volume total, técnica correta e dos níveis de coordenação motora de IR moderados (1 a 2 minutos). Programas com ênfase no desenvolvimento da hipertrofia das fibras do tipo IIA de IR moderados a curtos [<2 minutos (com montagens direcionadas por grupo muscular, a fim de acentuar a acidose intramuscular, produção de lactato, íons de hidrogênio etc)] e programas com ênfase no desenvolvimento da resistência de força e definição muscular de IR curtos (<60 segundos).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas variáveis investigadas e a literatura analisada, as únicas que apresentaram correlação direta com as características e hipertrofia prioritária dos diferentes tipos de fibras foram a intensidade de carga, o número de repetições, o tempo sob tensão (TST) e a velocidade de execução.

Em síntese, a hipertrofia das fibras do tipo IIB ou IIX pode ser estimulada tanto pelo uso de intensidades de cargas elevadas ($>85\%$ de 1RM ou 1-6RM – TST $<20-30$ segundos/série) quanto pelo uso de cargas leves-moderadas (30-60% de 1RM – TST $<20-30$ seg/série) com ênfase no aumento da velocidade de execução (velocidade de execução rápida <2 seg (concêntrica + excêntrica). A hipertrofia das fibras do tipo IIA por sua vez, é favorecida mediante a utilização de intensidades de cargas moderadas-altas (60 a 85% de 1RM ou 8-15RM – TST = 20 a 40 seg/série) e velocidades de execução moderadamente altas (>2 seg e <4 seg), enquanto que a das fibras do tipo I pelo uso de cargas leves-moderadas (30-60% de 1RM ou >15 RM – TST >40 seg/série) e velocidades de execução lenta (>4 seg e <10 seg).

Em relação aos objetivos e benefícios associados, a hipertrofia das fibras do tipo IIB ou IIX favorece os ganhos ótimos em força, potência e tônus muscular (sem incrementos significativos de massa muscular), além de melhora da capacidade funcional (principalmente de idosos). A hipertrofia das fibras do tipo IIA favorece o aumento da capacidade de tolerância a elevados níveis de acidose intramuscular (estresse metabólico), melhora da sensibilidade a insulina, aumento da quantidade de proteínas transportadoras de glicose (GLUT 4) e hipertrofia prioritária das fibras do tipo IIA (segundo a literatura clássica é a que mais hipertrofia). Por fim, a hipertrofia das fibras do tipo I contribui para o aumento da densidade de mitocôndrias, capilares e mioglobinas, da taxa de transporte e oxidação de ácidos graxos, quantidade de proteínas transportadoras de glicose (GLUT 4), melhora da sensibilidade a insulina, do perfil lipídico sanguíneo, da resistência e aptidão aeróbia, além favorecer o fortalecimento de músculos, tendões e ligamentos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. **Diretrizes do ACSM:** para testes de esforço e sua prescrição. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

ARRUDA, Miguel de; PORTELLA, Daniel Leite. **Maturação biológica**: uma abordagem para treinamento esportivo em jovens atletas. São Paulo: CREF4/SP, 2018.

BARROSO, Renata; TRICOLI, Valmor; UGRINOWITSCH, Carlos. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Rev. Bras. Ci. e Mov.** v.13, n.2, p. 111-122, 2005.

BOMPA, T. O.; PASQUALE, M. D.; CORNACCHIA, L. J. **Treinamento de força levado a sério**. 3. ed. Barueri, Manole, 2015.

BOYLE, Michael. **Avanços no treinamento funcional**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

CAMPOS, Maurício de Arruda. **Musculação**: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças, obesos. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2001.

CHAGAS, Mauro Heleno; LIMA, Fernando Vitor. **Musculação**: variáveis estruturais/ programas de treinamento. 2. ed. Belo Horizonte: Casa da educação física, 2011.

CHARRO, Mario Augusto; FIGUEIRA JUNIOR, Aylton; JOÃO, Gustavo Alegretti. **Tratado de musculação**. São Paulo: Phorte, 2020.

CIRILO-SOUSA, Maria do Socorro; RODRIGUES NETO, Gabriel. **Metodologia do treinamento com restrição do fluxo sanguíneo**. João Pessoa: Idea, 2018.

DANTAS, Estélio H. M. **A prática da preparação física**. 6. ed. Vila Mariana, SP: Roca, 2014.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

GENTIL, Paulo. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Copyright, 2014.

GODOY, Erik Salum de. **Musculação fitness**. Rio de Janeiro, Sprint, 1994.

GOMES, Thiago Matassoli. **Metodologia da musculação**. Rio de Janeiro: SESES, 2018.

GRGIC, Jozo et al. Inducing hypertrophic effects of type I skeletal muscle fibers: A hypothetical role of time under load in resistance training aimed at muscular hypertrophy. **Medical hypotheses**, v. 112, p. 40-42, 2018.

GUEDES JR, Dilmar P. *et al.* **Hipertrofia muscular**: a ciência na prática em academias. São Paulo: CREF4/SP, 2018.

HALL, Susan J. **Biomecânica básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

JOÃO, Gustavo Allegretti; CHARRO, Mario Augusto; FIGUEIRA JUNIOR, Aylton. **Manual da musculação competitiva: do iniciante ao avançado**. São Paulo: Phorte, 2018.

JOÃO, Gustavo Allegretti; FIGUEIRA JUNIOR, Aylton. **Os primeiros passos em fisiologia do exercício: bioenergética, cardiorrespiratório e gasto energético**. São Paulo: CREF4/SP, 2019.

LAMAS, Leonardo *et al.* Treinamento de força máxima x treinamento de potência: alterações no desempenho e adaptações morfológicas. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v.21, n.4, p.331-40, out./dez. 2007.

LANCHA JR, Antonio Herbert; LANCHAS, Luciana Oquendo Pereira. **Avaliação e prescrição de exercícios físicos: normas e diretrizes**. Barueri, SP: Manole, 2016.

LIMA, Waldecir Paula. **Obesidade e exercício**. São Paulo: CREF4/SP, 2018.

MARCHETTI, Paulo; LOPES, Charles. **Planejamento e prescrição do treinamento personalizado: do iniciante ao avançado**. Gráfica Mundo, 2014.

MATTOS, Mauro Gomes de; ROSSETO JÚNIOR, Adriano José; BLECHER, Shelly. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: Construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação**. São Paulo: Phorte, 2004.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MONTEIRO, Wallace D. **Personal training: manual para avaliação e prescrição de condicionamento físico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2004.

MORROW JR., James R. *et al.* **Medida e avaliação do desempenho humano**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

MURER, Evandro; BRAZ, Tiago Volpi; LOPES, Charles Ricardo. **Treinamento de força: saúde e performance humana**. São Paulo: CREF4/SP, 2019.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM EDUCAÇÃO FÍSICA - NEPEF. **Projeto do núcleo de estudos e pesquisa em educação física**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Escola de Formação de Professores e Humanidades. Curso de Educação Física. 2014.

OGBORN, Dan; SCHOENFELD, Brad J. The role of fiber types in muscle hypertrophy: implications for loading strategies. **Strength & Conditioning Journal**, v. 36, n. 2, p. 20-25, 2014.

OLESHKO, V. D. **Treinamento de força: teoria e prática do levantamento de peso, powerlifting e fisiculturismo**. São Paulo: Phorte, 2008.

OSCAR, Evan. **Exercícios para disfunções de quadril e ombro**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

PITANGA, Francisco José Gondim. **Orientações para avaliação física e prescrição de exercícios direcionados à saúde**. São Paulo: CREF4/SP, 2019.

POWERS, S.P.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5. ed. Barueri, Manole, 2005.

PRESTES, Jonato *et. al.* **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. 2. ed. Barueri, Manole, 2016.

RASO, Vagner; GREVE, Julia M. D'Andrea; POLITO, M. D. **Pollock: fisiologia clínica do exercício**. Barueri, SP: Manole, 2013.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. São Paulo: Phorte, 2002.

SALLES, Belmiro Freitas de. **Métodos de treinamento para força e hipertrofia: da prática à teoria**. Belo Horizonte: Livro na Mão, 2020.

SELUIANOV, V. N.; DIAS, S. B. C.; ANDRADE, L. F. **Musculação: nova concepção russa de treinamento**. Curitiba: Juruá, 2012.

SILVA, Valéria Regina. **Cinesiologia e biomecânica**. Rio de Janeiro: SESES, 2015.

TEIXEIRA, Cauê La Scala. **Métodos avançados de treinamento para hipertrofia**. 2. ed. CreateSpace, 2015.

TIBANA, Ramires Alsamir; PRESTES, Jonato. Treinamento de força e síndrome metabólica: uma revisão sistemática. **Rev Bras Cardiol**. v.26, n.1, p. 66-76, 2013.

UCHIDA, Marco Carlos *et al.* **Manual de musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força**. 7. ed. São Paulo: Phorte, 2013.

WILMORE, J. K.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2. ed. Barueri, Manole, 2001.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO

Av. Universitária, 1000 - Setor Universitário
Cidade Postal 30 - CEP 74005-010
Goiânia - Goiás - Brasil
Fone: (62) 3046.1021 | Fax: (62) 3046.1307
www.pucgoias.edu.br | prograd@pucgoias.edu.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**ATA DA APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 8 dias do mês de dezembro de 2020 reuniram-se de forma síncrona e remota, na sala de apresentação virtual 1, às 11:00 horas, a Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Orientador(a): ADEMIR SCHMIDT

Parecerista: ANDERSON MIGUEL DA CRUZ

para a apreciação do Trabalho de Conclusão de Curso em Educação Física –
Bacharelado, do(a) Acadêmico(a):

MATHEWS FERREIRA DE OLIVEIRA

Com o título:

**MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS METODOLÓGICAS DO TREINAMENTO DE
FORÇA COM BASE NOS DIFERENTES TIPOS DE FIBRAS
MUSCULOESQUELÉTICAS**

Que após ser apresentado recebeu o conceito:

A B C D

Coordenação do Curso de Educação Física.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946.1021 Fax: (62) 3946.1397
www.pucgoias.edu.br | prograd@pucgoias.edu.br

ANEXO 1

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante **MATHEWS FERREIRA DE OLIVEIRA** do Curso de Educação Física, matrícula **2020.1.0128.0045-7** telefone: 9 8503-3878 e-mail mathewsferreira10@gmail.com na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **MANIPULAÇÃO DAS VARIÁVEIS METODOLÓGICAS DO TREINAMENTO DE FORÇA COM BASE NOS DIFERENTES TIPOS DE FIBRAS MUSCULOESQUELÉTICAS**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND), Video (MPEG, MWV, AVI, QT), outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 11 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Mathews Ferreira de Oliveira

Nome completo do autor: Mathews Ferreira de Oliveira

Assinatura do professor-orientador: Ademir Schmidt

Nome completo do professor-orientador: Ademir Schmidt