

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANTÔNIO LEVI GALL DOS SANTOS**

**EVIDÊNCIAS SOBRE O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO PARA  
HIPERTROFIA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS TREINADOS: uma revisão narrativa  
da literatura**

Florianópolis,  
2017

Antônio Levi Gall dos Santos

**EVIDÊNCIAS SOBRE O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO PARA  
HIPERTROFIA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS TREINADOS: uma revisão narrativa  
da literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação em Educação Física –  
Bacharelado do Centro de Desportos da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para obtenção do Título de  
Bacharel em Educação Física  
Orientador: Prof. Dr. Jucemar Benedet

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos, Antônio Levi

EVIDÊNCIAS SOBRE O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO PARA  
HIPERTROFIA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS TREINADOS : uma revisão  
narrativa da literatura / Antônio Levi Santos ; orientador,  
Jucemar Benedet, 2017.

66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Treinamento resistido. 3.  
Hipertrofia muscular. 4. Volume de treino. I. Benedet,  
Jucemar. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Educação Física. III. Título.

Antônio Levi Gall dos Santos

**EVIDÊNCIAS SOBRE O VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO PARA  
HIPERTROFIA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS TREINADOS: uma revisão  
narrativa da literatura**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do  
Título de "Bacharel em Educação Física" e aprovado em sua forma final pelo  
Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, com a nota

9,8

Florianópolis, 27 de Novembro de 2017.

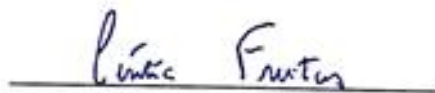
**Banca Examinadora:**



Prof. Dr. Jucemar Benedet

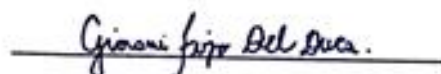
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Profª. Drª. Cíntia De La Rocha Freitas

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Giovâni Firpo Del Duca

Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

Dentre os diversos exercícios físicos voltados para a melhora da aptidão física, encontra-se o treinamento resistido. Os praticantes deste tipo de treinamento, geralmente o procuram para a melhora da saúde, diminuição dos níveis de gordura corporal e aumento de massa muscular. O aumento da massa muscular é chamado de hipertrofia muscular. Diversos fatores podem influenciar na taxa de desenvolvimento da hipertrofia muscular, o volume do treinamento resistido é um deles. O objetivo do presente estudo foi revisar a literatura científica e discorrer sobre o volume adequado de treinamento resistido para otimizar os resultados de hipertrofia muscular em indivíduos treinados. Por meio da busca pelas bases de dados SPORTDiscus e PubMed, foram encontrados 260 estudos. A busca dos trabalhos foi realizada no segundo semestre de 2017 e foram utilizados artigos originais publicados a partir de 1997. Após a busca, o processo de seleção foi dividido em três partes. A primeira, com exclusão dos estudos após a leitura dos títulos. A segunda, com exclusão dos estudos selecionados na primeira etapa, após a leitura dos resumos. A terceira, com a exclusão dos estudos selecionados na segunda etapa, após a leitura dos trabalhos na íntegra. Ao final da seleção, foram encontrados 6 artigos para compor a presente revisão. Todos os sujeitos estudados eram do sexo masculino e os estudos tiveram duração entre 8 e 10 semanas. Os principais resultados observados foram que o método mais utilizado para mensuração do volume de treinamento foi o volume de carga, entretanto, o número de exercícios e o produto do número de repetições pelo número de séries também foram encontrados. Em relação ao volume ótimo, em que pese a heterogeneidade dos estudos, observou-se que o volume mais apropriado para o desenvolvimento da massa muscular em indivíduos treinados está entre 10 e 15 séries por grupamento muscular por semana. Pode-se concluir que embora haja um indicativo de volume mais apropriado, deve-se atentar para a manipulação adequada de todas as variáveis de treinamento, principalmente, o intervalo de descanso entre as séries, a intensidade, a cadência e a frequência semanal, já que estas variáveis influenciam indiretamente o volume.

**Palavras-chave:** Treinamento de resistência. Hipertrofia. Volume de treino.

## ABSTRACT

Among the various physical exercises aimed at improving physical fitness, resistance training is found. Practitioners of this type of training generally seek to improve health, decrease body fat levels, and increase muscle mass. Increased muscle mass is called muscle hypertrophy. Several factors may influence the rate of development of muscle hypertrophy, the volume of resistance training is one of them. The objective of the present study was to review the scientific literature and discuss the adequate volume of resistance training to optimize the results of muscular hypertrophy in trained individuals. Through the search of SPORTDiscus and PubMed databases, 260 studies were found. The search for the works was carried out in the second half of 2017 and original articles published since 1997 were used. After the search, the selection process was divided into three parts. The first, excluding studies after reading the titles. The second, excluding the studies selected in the first stage, after reading the abstracts. The third, with the exclusion of the studies selected in the second stage, after reading the works in full. At the end of the selection, 6 articles were found to compose the present review. All the subjects studied were male and the studies lasted between 8 and 10 weeks. The main results observed were that the most used method to measure the training volume was the volume of load, however, the number of exercises and the product of the number of repetitions by the number of sets were also found. Regarding the optimal volume, despite the heterogeneity of the studies, it was observed that the most appropriate volume for the development of muscle mass in trained individuals is between 10 and 15 sets per muscle group per week. It can be concluded that although there is a more appropriate volume indicative, attention should be paid to the adequate manipulation of all training variables, especially the rest interval between the series, intensity, cadence and weekly frequency, since that these variables indirectly influence the volume.

**Keywords:** Resistance training. Hypertrophy. Training volume.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	9
1.2 OBJETIVOS .....	10
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO ESPORTIVO .....	11
<b>2.1.1 Individualidade biológica</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1.2 Sobrecarga</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1.3 Adaptação</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.4 Continuidade/reversibilidade</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.5 Especificidade</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.6 Interdependência volume/intensidade</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.7 Variabilidade</b> .....	<b>15</b>
2.2 TREINAMENTO RESISTIDO .....	16
<b>2.2.1 Histórico</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.2 Métodos de treinamento do TR</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.3 Treinamento metabólico <i>versus</i> treinamento mecânico</b> .....	<b>21</b>
2.3 HIPERTROFIA MUSCULAR .....	23
<b>2.3.1 Variáveis do TR para o desenvolvimento da hipertrofia muscular</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.2 A importância da periodização</b> .....	<b>37</b>
<b>3 MÉTODOS</b> .....	<b>39</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	39
3.2 ESTRATÉGIAS DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS .....	39
3.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	40
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>

<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
5.1 MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE TR.....	51
5.2 O VOLUME DE TR E O EFEITO NA HIPERTROFIA MUSCULAR.....	52
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os variados tipos de treinamento para o desenvolvimento da aptidão física, encontra-se o treinamento resistido (TR). Segundo o *American College of Sports Medicine (ACSM)* (2009), o TR é capaz de desenvolver principalmente a força, resistência de força, potência e hipertrofia muscular. Além disso, velocidade, agilidade, equilíbrio, coordenação motora, capacidade de salto e flexibilidade também podem ser desenvolvidas pela sua prática. Adicionalmente, quando associado a outros sistemas de treinamento, o TR pode influenciar positivamente na função cardiovascular, densidade mineral óssea, capacidade funcional e bem-estar psicológico (ACSM, 2009). Apesar desta ampla gama de qualidades físicas que podem ser desenvolvidas com o TR, o principal motivo de adesão a este tipo de treinamento é a melhora de estética advindo com o aumento dos níveis de hipertrofia muscular (BOSSI; STOERBERL; LIBERALI, 2008; LIZ et al., 2010; LIZ; ANDRADE, 2016).

Para Schoenfeld (2010), hipertrofia muscular é o aumento dos elementos contráteis e da matriz extracelular, que gera um aumento da área de secção transversa do músculo estriado esquelético. Anglieri e Silva (2015) dizem que a hipertrofia muscular é o crescimento muscular causado pela síntese proteica aumentada na região que sofreu microlesões decorrentes do TR. A manipulação das variáveis do TR influenciam diretamente o desenvolvimento da hipertrofia muscular (ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2010). Por isso, deve-se procurar utilizar os parâmetros mais adequados de: intensidade, volume, seleção dos exercícios, ordem dos exercícios, intervalo de descanso, velocidade de execução e tipo de contração (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; SCHOENFELD, 2010).

Dentre as variáveis destacadas, o volume do TR tem sido foco de diversas pesquisas (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; AGUIAR, et al., 2009; ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2010). Segundo Gentil (2014, p. 138), “um dos maiores erros que acontecem na sala de musculação é o acréscimo descontrolado de séries e exercícios”. O volume do TR deve ser adequado de acordo com o objetivo do aluno, bem como seu nível de treinamento (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; ACSM, 2009).

Existem diferentes formas de quantificar o volume do TR. Normalmente, utiliza-se o número de repetições totais em uma sessão de treinamento ( $n^{\circ}$  de

repetições \* nº de séries), ou, o volume de carga (nº de repetições \* nº de séries \* carga em kg) (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005). Na prática, o volume é prescrito por meio do número de repetições por série, número de séries por sessão e número de sessões por semana (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005). Contudo, Gentil (2014) alega uma maneira de simplificar o entendimento do volume, caracterizando-o como a quantidade de séries executadas por exercício, por grupamento muscular, por treino, ou por semana. Deste modo, percebe-se uma variabilidade sobre os métodos de avaliação do volume de TR, fazendo-se necessário a realização de uma padronização para melhor aplicação geral.

Para Ide, Lopes e Sarraipa (2010), a magnitude das microlesões adaptativas, decorrentes do TR associadas à hipertrofia muscular, está diretamente relacionada ao volume do treino. Portanto, saber quantificar o volume ótimo para cada indivíduo, torna-se imprescindível. Sendo assim, o presente estudo busca revisar a literatura científica e discorrer sobre as maneiras mais utilizadas de quantificar o volume do TR, bem como, o volume mais adequado para produzir hipertrofia muscular em indivíduos treinados.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Nas academias de musculação, é perceptível que o empirismo ainda é utilizado na prescrição do TR voltado à hipertrofia, sendo razoável admitir que esta é uma realidade comum e em franca expansão. Neste contexto, um dos possíveis equívocos cometidos é que os profissionais possam estar prescrevendo treinos muito volumosos para alguns indivíduos. Segundo Gobatto e colaboradores (2008), o treinamento com volume elevado pode gerar *overtraining* e/ou lesões. Coffey e colaboradores (2007) completam, dizendo que volumes muito altos podem aumentar as vias de sinalização catabólicas e inibir as vias de sinalização anabólicas. Por outro lado, o treinamento com um volume muito baixo, pode ser incapaz de promover um estímulo suficiente para adaptação e melhoria na aptidão muscular geral (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005).

É importante que os profissionais de educação física que trabalham com TR busquem um profundo entendimento dos fenômenos e variáveis relacionados a este tipo de treinamento, para que desta maneira, possam melhor atender os praticantes. Este entendimento garante que a prescrição do treinamento, vá ao encontro dos

objetivos dos alunos. Embora a hipertrofia possa ser alcançada por meio de uma ampla gama de programas de TR, algumas rotinas podem promover mais hipertrofia do que outras. Contudo, segundo Bickel e colaboradores (2005), faltam investigações sobre a melhor abordagem para atingir este objetivo.

Kraemer e Ratamess (2003) e Wernbom, Augustsson e Thomeé (2007) afirmam que existem poucos estudos que comparam dois programas de treinamento com diferentes volumes nas respostas hipertroóficas. Dessa forma são necessárias pesquisas voltadas à otimização das variáveis do TR, de modo que forneçam o melhor método para que os praticantes alcancem seus objetivos da maneira mais rápida e segura.

A intenção desta revisão é promover um aprimoramento da maneira mais eficaz de manipular o volume de TR, para gerar hipertrofia muscular em indivíduos treinados e, auxiliar na correção de possíveis treinamentos equivocados prescritos atualmente nas academias.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Revisar a literatura científica e discorrer sobre o volume adequado de TR para otimizar os resultados de hipertrofia muscular em indivíduos treinados.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os métodos de mensuração do volume de TR;
- Verificar as características de programas de TR com diferentes volumes na hipertrofia muscular de indivíduos treinados;
- Identificar a faixa de volume adequada para hipertrofia muscular de indivíduos treinados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão de literatura foi dividida em três grandes itens. O primeiro foi destinado ao conhecimento sobre os princípios de treinamento esportivo apontado por diferentes autores. O segundo, destinado ao TR, abordando conceitos, histórico, objetivos da prática e os métodos de treinamento. Por fim, o terceiro, abordou aspectos da hipertrofia muscular, além de analisar as variáveis envolvidas no desenvolvimento da mesma.

### 2.1 PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO ESPORTIVO

No mundo do treinamento esportivo, existem leis básicas que devem ser observadas e respeitadas, pois regem a dinâmica do desenvolvimento corporal. Estas leis, são chamadas de princípios do treinamento esportivo e foram idealizadas, segundo Gobi, Villar e Zago (2005), pelo russo Lev Pavilovch Matvéiev, considerado por Minozzo e colaboradores (2008), o precursor da periodização no treinamento esportivo.

Diversos autores já escreveram sobre estes princípios (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; DRAGO, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015). Entre eles, existem diferentes opiniões sobre quais são os princípios, ou como agrupá-los. Gobi, Villar e Zago (2005), dizem que os princípios do treinamento esportivo são: individualidade biológica, sobrecarga e adaptação, continuidade/reversibilidade e, generalidade/especificidade/variabilidade. Drago (2009) afirma que os princípios do treinamento esportivo são: adaptação, sobrecarga, interdependência volume/intensidade, continuidade e, especificidade. Ide, Lopes e Sarraipa (2010), ditam que os princípios do treinamento são: sobrecarga, variabilidade, reversibilidade e, especificidade. Gentil (2014) declara que os princípios do treinamento esportivo podem ser aplicados ao treino voltado à hipertrofia. Este autor, descreve em seu trabalho, os princípios: Adaptação, continuidade, especificidade, individualidade biológica e, sobrecarga. Outros autores (KRAEMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009) afirmam que para o TR, existem apenas 3 princípios: sobrecarga progressiva, variabilidade e, especificidade. Bompá e Buzzichelli (2015) acrescentam à estes 3 princípios específicos do TR, a individualidade biológica.

No próximo segmento do presente trabalho de conclusão de curso serão aludidos os princípios do treinamento esportivo segundo os autores supracitados, sendo que é de suma importância observá-los para a realização de qualquer tipo de programa de exercícios físicos, incluindo o TR.

### **2.1.1 Individualidade biológica**

Os organismos semelhantes tendem a se adaptar de maneira semelhante a determinados estímulos. Entretanto, mesmo que dois indivíduos submetam-se ao mesmo tipo de estímulo, a adaptação orgânica e morfofuncional de cada um pode ser distinta (GENTIL, 2014). Gobi, Villar e Zago (2005), citam como exemplos de individualidade biológica, o fato de indivíduos com a mesma idade cronológica possuírem uma maturação (idade biológica) distinta, o fato de que cada indivíduo possui um arranjo específico de tipos de fibras musculares (I, IIA e IIX), o sexo, o nível de condicionamento físico e o ambiente no qual o indivíduo está inserido. Este princípio explica o motivo pelo qual as diversas pessoas desenvolverão hipertrofia muscular em diferentes magnitudes. Desse modo, a prescrição do treinamento deve ser individualizada, respeitando o princípio da individualidade biológica (BOMPA; BUZZICHELLI, 2015).

### **2.1.2 Sobrecarga**

Muitos autores concordam que o princípio da sobrecarga deva ser incluído nos princípios do treinamento esportivo (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; DRAGO, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015). A sobrecarga é definida como o aumento gradual e progressivo da carga de trabalho (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005). Para Ide, Lopes e Sarraipa (2010), este aumento pode ser realizado por meio de incrementos no volume de treino, na intensidade, ou, na velocidade das ações musculares. O ACSM (2009), completa dizendo que pode-se ainda, realizar uma diminuição do intervalo de descanso entre os exercícios de uma sessão de treinamento, aumentando desta maneira, a densidade do treino.

Ide, Lopes e Sarraipa (2010) afirmam que o princípio da sobrecarga é a base dos processos biológicos decorrentes do treinamento. Inclusive, mencionam que, para a evolução da aptidão física, os indivíduos devem se submeter a estresses cada vez maiores, para causar um desequilíbrio da homeostase e subsequente adaptação a este desequilíbrio, melhorando desta maneira, os componentes específicos da aptidão física treinada e/ou, a composição corporal.

### **2.1.3 Adaptação**

O treinamento esportivo consiste basicamente em desequilibrar a homeostase corporal de uma forma estratégica, para que ocorra uma adaptação adequada do organismo (DRAGO, 2009). A sobrecarga imposta no TR causa no praticante, uma série de fenômenos; o rompimento dos sarcômeros, a diminuição das reservas energéticas e o acúmulo de metabólitos são alguns deles. Estas alterações fisiológicas fazem com que o organismo necessite de uma nova estrutura, que seja capaz de suportar a realização de treinamentos em condições mais severas (GENTIL, 2014).

Os fenômenos ocorridos após uma sessão de treinamento necessitam de um período de repouso para que possam se regenerar, ou, voltar para a homeostase, adequadamente. Após este período, o organismo realiza uma supercompensação, aumentando o tamanho dos sarcômeros, dessa forma, causando hipertrofia e aumentando também as reservas energéticas, como por exemplo, os estoques de glicogênio. O novo estímulo de treinamento deve ser realizado no momento da supercompensação, assim, de forma crônica, causando as adaptações necessárias para que o indivíduo alcance seus objetivos (GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005).

### **2.1.4 Continuidade/reversibilidade**

Este princípio dita que o aumento dos níveis de aptidão física só ocorrerá mediante a um treinamento contínuo, sem interrupções (GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005). Como mencionado anteriormente, nosso organismo se adapta às demandas impostas. No caso de demandas acima das suportáveis (aplicação de sobrecarga), o organismo é forçado a reorganizar a estrutura corporal para suportá-las futuramente. No caso de demandas abaixo das de costume, nosso organismo também irá se

adaptar, diminuindo os níveis de aptidão física, já que não serão necessários níveis altos para os próximos estímulos.

Portanto, para que certo nível de condicionamento físico seja mantido, ou aumentado, é necessário que se empregue, de maneira contínua, estímulos que o justifiquem (GENTIL, 2014). Caso ocorra uma interrupção no treinamento, percebe-se o destreinamento, ou seja, a reversibilidade, onde, os sistemas corporais se reajustam, diminuindo os níveis de aptidão física anteriormente adquiridos com o treinamento (GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; DRAGO, 2009). Isto também ocorre para a hipertrofia muscular, os níveis de hipertrofia só continuarão caso o treinamento seja mantido, quando cessado, a quantidade de massa muscular adquirida irá retornar aos valores anteriores.

### **2.1.5 Especificidade**

Assim como o princípio da sobrecarga, muitos autores apóiam este princípio (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; DRAGO, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015). Para Bompa e Buzzichelli (2015), o treinamento respeitando o princípio da especificidade, é o mecanismo mais importante para as adaptações neuromusculares específicas de cada esporte. Estes autores afirmam que o treinamento para a melhora da performance de cada modalidade, deve respeitar o sistema energético predominante e determinante do esporte (anaeróbio lático, alático, ou aeróbio), a velocidade dos movimentos, a amplitude do movimento articular, os tipos de contração muscular (concêntrica, excêntrica, ou isométrica) e os planos de movimento da modalidade.

Em resumo, “as adaptações ao exercício são altamente dependentes do tipo específico de estímulo aplicado” (IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010, p. 70). Apesar de existir transferência de alguns efeitos do treinamento para outras características gerais de aptidão física e desempenho, os programas de TR mais eficazes são aqueles projetados especificamente para atingir um determinado objetivo (ACSM, 2009). Assim, o treinamento voltado para aumento da massa muscular deve respeitar certos limites na manipulação de suas variáveis, tornando o treino específico para este aumento.

### **2.1.6 Interdependência volume/intensidade**

Apesar de ser de grande importância, o princípio da interdependência volume/intensidade é mencionado em poucos trabalhos quando comparado a outros princípios. Drago (2009) diz que o volume de treinamento (quantidade de estímulos determinado pelo tempo, número de repetições, número de séries, duração do treinamento, ou frequência semanal) deve estar em conformidade com a intensidade (um percentual da carga máxima levantada). No caso de um aumento no volume, deve ocorrer uma diminuição da intensidade e vice-versa.

Por meio deste princípio, pode-se entender porque um maratonista (atleta treinado com altos volumes) não é capaz de completar sua prova correndo com a mesma intensidade que um velocista (atleta treinado com alta intensidade). Os diferentes tipos de força (força máxima e resistência de força) são desenvolvidas de acordo com a proporção da aplicação do volume e da intensidade durante o treinamento (DRAGO, 2009).

### **2.1.7 Variabilidade**

Muitos autores demonstram que a variabilidade deve ser aplicada ao treinamento para gerar maiores adaptações (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015). Kraemer e Ratamess (2004) afirmam que, um programa de treinamento com variações no volume e intensidade é mais efetivo em longo prazo do que programas que não tenham mudanças nas variáveis agudas do treinamento.

Segundo o ACSM (2009), a variabilidade no TR também pode ser chamada de periodização e existem 3 modelos conhecidos: 1) Periodização clássica, ou, linear, onde o treinamento se inicia com volume alto e intensidade baixa e com o decorrer do programa vai se implementando uma diminuição do volume e consequente aumento da intensidade; 2) Periodização reversa, o contrário da periodização linear, onde o treinamento é iniciado com alta intensidade e baixo volume e com o passar do tempo deve-se diminuir a intensidade e aumentar o volume; e 3) Periodização ondulatória, onde o volume e a intensidade são alternados constantemente.



Minozzo e colaboradores (2008) concluem em seu estudo que, no TR, os sistemas periodizados demonstram superioridade quando comparados ao modelo não periodizado e isso se atribui por um maior volume aplicado ao treinamento periodizado. Além disso, afirmam que o sistema ondulatorio é superior ao linear e ao reverso no desenvolvimento da potência e força máxima, mas, o modelo reverso é superior aos outros quando se quer desenvolver a resistência de força. Por fim, asseguram que, se os volumes de treino forem equalizados, os modelos não apresentarão diferenças significativas entre si. A importância da periodização será discutida com mais detalhes na sessão 2.3.2.

Com o exposto, é notável que a variabilidade do TR deve ocorrer principalmente no volume do treino. Entretanto, o *ACSM* (2009) sugere que se realize uma variabilidade também na postura em que se realiza o exercício, no tipo de empunhadura, na posição dos pés, ou ainda, no tipo de execução do exercício, que pode ser de forma unilateral ou bilateral.

## 2.2 TREINAMENTO RESISTIDO

O TR é uma modalidade que vem crescendo (KRAEMER; RATAMESS, 2004; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ, 2007). É um método eficaz para o aumento, primariamente, da força máxima e da resistência de força. Além disso, aumento na densidade mineral óssea, redução da pressão arterial, aumento da área de secção transversa do músculo (hipertrofia muscular) e dos tendões, redução dos níveis de gordura corporal, diminuição nas dores lombares e uma expressiva diminuição de condições patológicas degenerativas podem ser estimuladas por meio do TR (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005). Kraemer e Ratamess (2004) destacam, além desses benefícios, a melhora na potência, velocidade, equilíbrio e coordenação motora e, complementam, expondo que o TR é recomendado para um número amplo de populações, incluindo indivíduos com doenças cardiovasculares e neuromotoras. O *ACSM* (2009) ainda afirma que o TR é capaz de desenvolver, além das aptidões citadas anteriormente, a flexibilidade e a agilidade e com sua realização contínua, é capaz de melhorar a capacidade funcional e o bem-estar psicológico.

Existe uma diversidade de nomenclaturas utilizadas para descrever este tipo de treinamento (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; GUEDES; JÚNIOR; ROCHA,

2008; ACSM, 2010). O TR é comumente chamado de treinamento de força (IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; FONSECA; KURODA; DACAR, 2014), treinamento de exercícios resistidos (AGUIAR et al., 2009), treinamento contra resistência (BARBOSA et al., 2000; POLITO; FARINATTI, 2003), treinamento com pesos (DIAS; GURJÃO; MARUCCI, 2006) e musculação (BOSSI; STOEBERL; LIBERALI, 2008; DRAGO, 2009). A nomenclatura da língua inglesa, normalmente utiliza *resistance training*, *strength training*, ou, *weighth training* como sinônimos dos citados anteriormente (KRAEMER; RATAMESS, 2004; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; ACSM, 2010; FISHER; STEELE; SMITH, 2013; JENKINS et al., 2015).

Esta diversidade de nomes causa certa confusão, pois a definição mostrada por eles, geralmente é a mesma: TR é um tipo de treinamento sistematizado, realizado por exercícios que podem envolver contrações concêntricas, excêntricas e isométricas, utilizando o peso do corpo, ou de objetos como anilhas, halteres, barras e outras máquinas, que produzam uma força externa que dificulte o movimento muscular, e que tenha o objetivo de causar adaptações neurais e morfológicas de modo a desenvolver as capacidades físicas relacionadas à força (FLECK; KRAEMER, 1999; AABERG, 2002; GUEDES; JÚNIOR; ROCHA, 2008).

### 2.2.1 Histórico

Diversos autores afirmam que o treinamento com pesos teve início na Grécia antiga, cerca de 500 anos a. C. com Mílon de Crotona (BITTENCOURT, 1986; BOSSI; STOEBERL; LIBERALI, 2008; DRAGO, 2009). A história conta que Mílon realizava treinamento para os membros inferiores com um bezerro nas costas e, a medida que o animal foi crescendo, a força de Milon também foi, fato que propiciou a ele o título de hexacampeão dos Jogos Olímpicos da Antiguidade. Bossi, Stoberl e Liberali (2008) contam que as provas de levantamento de peso já faziam parte dos primeiros Jogos Olímpicos da Era moderna em 1896, fazendo-nos acreditar que o TR, muito embora diferente do modo como é praticado hoje em dia, era frequentemente realizado pelos atletas daquela época.

De acordo com Bittencourt (1986), os principais estudos sobre TR tiveram origem em 1846, com os trabalhos de Weber que concluíram que a força é proporcional a secção de área transversal de um músculo. Após este trabalho, uma série de outros começaram a ser publicados: Roux e Lange, em 1890, estudaram as

diferenças entre os efeitos de quantidade e qualidade do treino; Morpurgo em 1897, comprovou a existência de hipertrofia após treinamento; Lange em 1917, postulou que a hipertrofia ocorre com aumentos na intensidade do treino; Siebert em 1928, compreendeu e publicou o princípio da sobrecarga; Zorbas em 1951, mostrou melhoras na velocidade e força de contração em decorrência do TR; Rasch em 1957, inclui o treinamento excêntrico como uma variável nova; Zimkim, em 1965, demonstrou adaptações neurais, além das morfológicas, advindas do TR; Edgerton em 1970, estudou o aumento no número de fibras musculares (hiperplasia) em treinamentos realizados com animais.

Nos tempos atuais, diversos estudos são publicados para tratar temas do TR, estudos estes, voltados à análise dos diferentes resultados obtidos com a manipulação das variáveis envolvidas no treinamento, de modo a otimizar protocolos voltados para a melhora da aptidão física de indivíduos saudáveis (WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ, 2007; AGUIAR et al., 2009; ACSM, 2009; FISHER; STEELE; SMITH, 2013; FONSECA; KURODA; DACAR, 2014), melhora do desempenho atlético (RØNNESTAD et al., 2011; HACKETT; JOHNSON; CHOW, 2013), aplicações práticas em populações especiais (BARBOSA et al., 2000; BEHM et al., 2008), reabilitação de indivíduos com lesões e doenças degenerativas (OLIVEIRA, 2011; PAULA et al., 2011), ou, mais de um desses grupos (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; WHO, 2010).

### **2.2.2 Métodos de treinamento do TR**

Desde o surgimento do TR sistematizado, muitos métodos de intensificação foram criados, a maior parte deles, por atletas e treinadores e não por teóricos e cientistas do treinamento. Estes métodos foram e são utilizados para otimizar os ganhos relativos às variáveis de força e hipertrofia (FLECK; KRAEMER, 1999; GENTIL, 2014).

Os métodos de TR são úteis para quebra de platôs de desempenho, geralmente, por meio da manipulação da intensidade, ou volume de treino (FLECK; KRAEMER, 1999). Os mesmos autores afirmam que determinados métodos serão mais efetivos em certas pessoas, por isso, saber escolher o método que mais se adapta a cada indivíduo é fundamental. O meio mais eficiente de entender qual método se adapta melhor a cada indivíduo é com a realização de registros de

treinamento, sendo importante a descrição do método com o maior número de detalhes, os resultados obtidos e o tempo levado para se atingir um platô (FLECK; KRAEMER, 1999).

Existem alguns métodos que aumentam demasiadamente a intensidade ou volume do treinamento. Um grande problema enfrentado por estes métodos é que a influência da utilização de alguns deles por fisiculturistas famosos faz com que praticantes pouco experientes executem-nos também. O que pode causar lesões e nem sempre gerarão o resultado esperado, levando em consideração que, atletas de fisiculturismo além de utilizarem recursos ergogênicos e drogas anabolizantes, possuem uma genética privilegiada para o TR e possuem também, anos de prática, fazendo com que sua estrutura seja adequada para a implementação de determinados métodos (FLECK; KRAEMER, 1999).

Como mencionado, a utilização das diferentes formas de TR influencia obrigatoriamente no volume do treinamento, portanto, torna-se um tópico importante a ser mencionado. A seguir, serão apresentados os métodos mais comumente utilizados de acordo com quatro trabalhos desenvolvidos por: Fleck e Kraemer (1999), Uchida e colaboradores (2006), Gentil (2014) e Salles e Simão (2014).

#### 2.2.2.1 *Bí-set*

Segundo Gentil (2014), trata-se da realização de dois exercícios para o mesmo grupo muscular sem intervalo entre eles. Este método pode ser executado com a realização de três exercícios consecutivos, quatro ou mais, sendo chamado portanto de *trí-set*, ou *giant-set* respectivamente. Os autores Fleck e Kraemer (1999), Uchida e colaboradores (2006) e Salles e Simão (2014) chamam este sistema de superséries para o mesmo grupo muscular.

#### 2.2.2.2 *Super-set*

Trata-se da realização de dois exercícios consecutivos, porém, para grupos musculares distintos, normalmente agonista e antagonista (GENTIL, 2014). Os autores Fleck e Kraemer (1999), Uchida e colaboradores (2006) e Salles e Simão (2014) chamam este sistema de superséries para grupos musculares distintos.

### 2.2.2.3 *Drop-set*

O *drop-set* é a realização de um exercício até a falha concêntrica, ou seja, o ponto onde ocorre uma fadiga em que é impossível realizar mais uma repetição concêntrica, seguido da diminuição da carga e nova realização do exercício até a falha concêntrica. É recomendável utilizar este método apenas na última série do exercício e a diminuição da carga deve ser de aproximadamente 20% (UCHIDA et al., 2006; GENTIL, 2014; SALLES; SIMÃO, 2014). Fleck e Kraemer (1999) chamam este sistema de pesos múltiplos.

### 2.2.2.4 *Rest-pause*

Caracterizado pela realização da série até a falha concêntrica, intervalo de cinco à dez segundos e nova realização do exercício até a falha concêntrica (GENTIL, 2014).

### 2.2.2.5 Pirâmide

O sistema de pirâmide é executado utilizando um aumento ou diminuição da carga do exercício em cada série e por consequência uma diminuição ou aumento do número de repetições. Quando se aumenta a carga e diminui-se o número de repetições em cada série é chamada pirâmide crescente. Quando se diminui a carga e aumenta-se o número de repetições em cada série, é chamada de pirâmide decrescente (FLECK; KRAEMER, 1999; UCHIDA et al., 2006; GENTIL, 2014; SALLES; SIMÃO, 2014).

### 2.2.2.6 Pré-exaustão

Neste sistema, deve-se realizar dois exercícios para o mesmo grupo muscular, porém, o primeiro deve ser monoarticular e o segundo multiarticular (UCHIDA et al., 2006; GENTIL, 2014; SALLES; SIMÃO, 2014).

### 2.2.2.7 Super-lento

Consiste na realização de repetições mais lentas que o de habitual, normalmente com durações de 15 a 60 segundos (FLECK; KRAEMER, 1999; GENTIL, 2014).

#### 2.2.2.8 Repetições forçadas

O treinamento com repetições forçadas é realizado quando o executante do exercício não é capaz de executar mais um movimento concêntricamente, porém, de alguma forma, com ajuda externa, ou perdendo um pouco da forma correta de execução do exercício (repetição “roubada”), pode realizar mais algumas repetições (FLECK; KRAEMER, 1999; UCHIDA et al., 2006; GENTIL, 2014).

### 2.2.3 Treinamento metabólico *versus* treinamento mecânico

As mudanças nas variáveis do treinamento (intensidade, frequência, intervalo de descanso, ações musculares, ordem dos exercícios, cadência e volume) promovem alterações fisiológicas por meio de dois tipos de estresse: metabólico e mecânico (SOBRAL; ROCHA, 2017). Dessa forma, Gentil (2014), sugere uma divisão nos estímulos de treino de acordo com o tipo de estresse predominantemente envolvido.

#### 2.2.3.1 Estimulos mecânicos

Bartolomei e colaboradores (2017) consideram que o estresse mecânico representa o fator primário na resposta adaptativa muscular, induzindo desarranjos nas estruturas dos sarcômeros e esimulando respostas inflamatórias que facilitam o anabolismo pós-exercício.

O treinamento com estímulos mecânicos é caracterizado pelo uso de cargas elevadas, por consequência, baixo número de repetições e intervalos maiores entre as séries, utilização de grandes amplitudes durante os exercícios e uma ênfase na utilização das fases excêntricas dos movimentos (GENTIL, 2014; SOBRAL; ROCHA, 2017). O estiramento, causado por exercícios de alongamento, também é um mediador de processos que geram hipertrofia por meio de estímulos mecânicos (SCHOENFELD, 2010).

Contudo, o treinamento com ênfase no estresse mecânico impõe uma sobrecarga maior nas articulações quando comparado ao treinamento metabólico, além de causar mais microlesões no tecido muscular e dessa forma, fazendo com que o praticante necessite de uma menor frequência, ou, maiores períodos de recuperação entre um treino e outro (GENTIL, 2014).

Por utilizar baixo número de repetições, os estímulos mecânicos se caracterizam por um volume de treinamento mais baixo quando comparado aos estímulos metabólicos.

### 2.2.3.2 Estímulos metabólicos

Com publicações como as de Takara, Sato e Ishii (2002), que verificaram as adaptações musculares por meio de oclusão vascular combinada com exercícios físico, percebe-se que, o estresse mecânico não é o único responsável pela produção de hipertrofia muscular. A oclusão vascular dificulta o fluxo sanguíneo e conseqüentemente, a chegada de oxigênio às fibras musculares, levando à queda de pH, maior acúmulo de lactato, hidrogênio, fosfato inorgânico, creatina, entre outros (SCHOENFELD, 2010; GENTIL, 2014). Este maior acúmulo de metabólitos causa uma facilitação para enzimas e hormônios que promovem anabolismo e inibição de outras substâncias que geram respostas catabólicas (GOTO et al., 2005).

O treinamento com ênfase no estresse metabólico deve ser realizado com alto número de repetições, cargas moderadas, intervalos curtos entre as séries e maior aproveitamento das fases concêntrica e isométrica dos exercícios (GENTIL, 2014; SOBRA; ROCHA, 2017).

Embora seja uma excelente opção para alunos iniciantes, ou para quem não quer expor as articulações à cargas muito elevadas (GENTIL, 2014), o treinamento com estresse predominantemente metabólico não é o melhor estímulo para o desenvolvimento de força, já que é realizado com cargas não muito elevadas (SOUZA et al., 2010).

Por utilizar cargas moderadas e número mais alto de repetições quando comparado a protocolos com ênfase no estresse mecânico, o treinamento metabólico caracteriza-se por um alto volume de treino.

### 2.3 HIPERTROFIA MUSCULAR

O músculo estriado esquelético está envolvido com os movimentos de todas as partes do corpo. É o maior tecido presente nos humanos e é formado pela associação de fibras musculares com a matriz extracelular. Este tecido é modificável, ou seja, possui um alto grau de plasticidade (SILVA; CARVALHO, 2007). A plasticidade, quando voltada para o aumento do tamanho da fibra é chamada de hipertrofia muscular. Esta mudança no tamanho da fibra é decorrente principalmente da sobrecarga advinda do TR (BARROSO et al., 2011).

Conceitualmente, hipertrofia muscular é o aumento da musculatura estriada esquelética, causado pelo aumento da matriz extracelular ou dos elementos contráteis (sarcômeros) que a constituem, por um aumento da síntese proteica em fibras que sofreram microlesões advindas do TR (OKANO et al., 2008; SCHOENFELD, 2010; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; BARROSO et al., 2011; ANGLERI; SILVA, 2015). Contudo, a hipertrofia não acontece apenas em resposta ao treinamento, mas também de maneira espontânea, depois do período pós-natal e até a puberdade, durante o crescimento e desenvolvimento do indivíduo (SILVA; CARVALHO, 2007).

Silva e Carvalho (2007), explicam que, na hipertrofia muscular, é observado um aumento no número de núcleos e de miofibrilas nas fibras musculares pré-existentes a partir da proliferação e diferenciação de células satélites. Estes autores afirmam que quando estimulada, uma célula satélite é ativada graças a citocinas liberadas pelas células inflamatórias no local de uma microlesão, esta célula satélite então, funde-se com uma fibra muscular pré-existente. Os núcleos derivados das células satélites começam a sintetizar proteínas específicas que aumentam o volume das fibras musculares por meio da formação de novos sarcômeros, em posição externa aos já existentes.

Segundo Alves e colaboradores (2009), o padrão de beleza está no indivíduo magro e com considerável grau de hipertrofia muscular, entretanto, a hipertrofia muscular não serve apenas para melhorar a estética, mas sim, trazer benefícios relacionados a força. Segundo o ACSM (2009), parece haver interações entre as adaptações neurais e a hipertrofia muscular na expressão de força. Gobbi, Villar e Zago (2005) afirmam que as adaptações neurais vem primeiro e posteriormente, a hipertrofia das fibras musculares passam a ser o mecanismo principal de aumento



de força. Os mesmos autores reconhecem que o TR, é um importante componente da capacidade funcional e que também gera impactos positivos relacionados à saúde. Hamill e Knutzen (1999) alegam que a diminuição de força é um fator que influencia negativamente na eficiência de atividades da vida diária. A perda de força advinda com a idade pode criar uma variedade de problemas, como a incapacidade para carregar objetos pesados, abrir um pote, subir escadas ou até levantar-se de uma cadeira.

Em relação ao emagrecimento, treinamentos voltados para a hipertrofia muscular são muito úteis, pois o aumento da síntese proteica causado pelas microlesões advindas do TR exige uma alta demanda energética, fazendo com que o gasto energético de repouso fique elevado por mais de 16 horas após as sessões (FOUREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006).

Deste modo, é perceptível que o desenvolvimento da hipertrofia muscular causado pelas adaptações advindas da prática de TR é algo bastante importante, para melhora da estética, para facilitação da execução de atividades da vida diária, propiciando a execução de diversas tarefas cotidianas e retardando a atrofia causada pelo envelhecimento e ainda, para o emagrecimento, aumentando o gasto energético de repouso e conseqüentemente a taxa metabólica basal.

### **2.3.1 Variáveis do TR para o desenvolvimento da hipertrofia muscular**

A manipulação das variáveis agudas de um programa de TR no decorrer do tempo, é de suma importância para que o organismo não fique habituado a um determinado tipo de treino e dessa forma, não fique estagnado em platôs de desenvolvimento da hipertrofia muscular (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ, 2007; SCHOENFELD, 2010; MANGINE et al., 2015b; ANGLERI; SILVA, 2015). Diversos autores concordam que, o princípio da variabilidade deve ser empregado no treinamento para gerar maiores adaptações (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015). Contudo, o princípio da especificidade dita, que um treinamento específico deve ser empregado para desenvolver determinada característica (KRAEMER; RATAMESS, 2004; GOBI; VILLAR; ZAGO, 2005; ACSM, 2009; DRAGO, 2009; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015), sendo assim, o TR voltado para

hipertrofia muscular deve possuir suas variações, mas, dentro de determinados limites onde seja possível gerar hipertrofia muscular saindo do platô desenvolvido pelo treinamento anterior.

Segundo Minozzo e colaboradores (2008), alguns dos estudos que pesquisaram sobre a manipulação das variáveis agudas do TR utilizam variações no volume e na intensidade do treino. Porém, essas variações também podem ocorrer na frequência, intervalo de descanso entre as séries, cadência, tipos de ações musculares, escolha dos exercícios e ordem dos exercícios. A seguir, serão descritas as definições das variáveis e suas recomendações para o treinamento visando à hipertrofia muscular.

#### 2.3.1.1 Intensidade

Para Schoenfeld (2010), a intensidade é a variável mais importante de um programa de TR voltado para a hipertrofia muscular. É comum verificar que o entendimento dos praticantes de TR sobre o conceito de intensidade está relacionado com a dificuldade de se executar um exercício, ou uma rotina de exercícios. Este entendimento, leva a pensar que qualquer variável que seja manipulada no treinamento, influenciará diretamente a intensidade (AABERG, 2002). Gentil (2014), concorda com esta afirmação, exemplificando uma situação em que dois exercícios iguais realizados com uma amplitude de movimento diferente, possuem intensidades distintas.

Alguns estudos consideram a intensidade, apenas como a carga, ou, o peso levantado (AABERG, 2002; ACSM, 2009), entretanto, normalmente, a intensidade é considerada como uma porcentagem da carga levantada em um teste de uma repetição máxima (1RM), ou, uma faixa de repetições que possa ser realizada com determinado peso até que ocorra a falha muscular concêntrica (FLECK; KRAEMER, 1999; MINOZZO et al., 2008; SCHOENFELD, 2010; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014). Porém, deve-se tomar cuidado com a prescrição por porcentagem de 1RM já que, segundo Fleck e Kraemer (1999), exercícios diferentes modificam o número máximo de repetições que podem ser realizadas com um mesmo percentual. Os mesmos autores exemplificam com um estudo do grupo de Hoeger (1987), onde os indivíduos realizaram os exercícios *Leg Press* e cadeira flexora em

uma intensidade de 60% de 1RM e foram capazes de executar 34 e 11 repetições respectivamente.

O ACSM (2009) articula que para o melhor desenvolvimento da força máxima de indivíduos iniciantes e intermediários, devem ser utilizadas cargas em torno de 60%-70% de 1RM, ou, uma faixa de repetições de 8-12. Já para indivíduos avançados, a faixa recomendada passa a ser de 80%-100% de 1 RM. Os mesmos autores recomendam, no caso de utilização de faixa de repetições, que a carga seja aumentada de 2%-10% toda vez que o indivíduo for capaz de realizar uma ou duas repetições a mais do que número máximo de repetições da faixa prescrita.

Schoenfield (2010), afirma que um alto número de repetições, normalmente é inferior a um número moderado, ou baixo para o aumento da massa muscular, este autor completa dizendo que um treinamento com cargas abaixo de 65% de 1RM não é suficiente para promover hipertrofia e conclui que a faixa mais indicada é de 6-12RM. O ACSM (2009), afirma que cargas de 45%-50% ou até menos, são capazes de gerar aumento da força dinâmica em indivíduos não treinados, contudo, como se tratam de indivíduos não treinados, este aumento possivelmente está associado à adaptações neurais e não à hipertrofia, já que essas adaptações, acontecem primeiro (MAIOR; ALVES, 2003).

Apesar disso, Jenkins e colaboradores (2015), perceberam que se o exercício for realizado até a falha muscular concêntrica, intensidades baixas, como de 30% de 1RM são capazes de gerar hipertrofia, inclusive, em níveis mais altos do que exercícios com intensidades de 80% de 1RM. Além disso, o estudo de Takara, Sato e Ishii (2002), que utilizou a técnica de oclusão vascular durante o exercício em atletas altamente treinados em *Rugby*, demonstrou hipertrofia com a utilização de intensidades de 50% de 1RM.

Ide, Lopes e Sarraipa (2010), recomendam para a prescrição de TR voltado para a hipertrofia muscular uma intensidade de 70%-85% de 1RM. Minozzo e colaboradores (2008), não falam de uma margem específica, mas, induzem os leitores a pensar que o treinamento de hipertrofia deva ser realizado com cargas "médias". Estes autores declaram que um treinamento com variações na intensidade (3-5RM; 8-10RM; 12-15RM) são superiores na produção de massa muscular, quando comparado a um treinamento sem variações (8-12RM). Bird, Tarpenning e Marino (2005), dizem que a melhor margem de treino para hipertrofia é realizando de 8-15RM.

A partir da revisão destes estudos, percebe-se que a margem de intensidade mais indicada para a hipertrofia é composta de variações planejadas em torno de 6-15RM, com no mínimo 65% da carga levantada no teste de 1RM mas podendo chegar a 100%. Contudo, intensidades inferiores, quando levadas até a falha concêntrica, também parecem ser importantes para os ganhos hipertróficos, além disso, a realização de oclusão vascular durante o exercício de intensidade baixa, também é capaz de aumentar a secção transversa da área muscular. Corroborando com esta ideia, Ide, Lopes e Sarraipa (2010), afirmam que o entendimento das adaptações orgânicas em decorrência aos diferentes protocolos de TR são muito mais importantes do que crenças matemáticas de faixas específicas de intensidade.

#### 2.3.1.2 Frequência

A frequência no TR representa o número de sessões realizadas em um determinado período (MINOZZO et al., 2008), normalmente, o período utilizado para descrever a frequência é de uma semana (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; ACSM, 2009, GENTIL, 2014). Aaberg (2002) diz que a frequência de treinamento tem forte dependência da disponibilidade de tempo do praticante e isso, ditará qual divisão de treino ele utilizará, ou seja, quantos grupamentos musculares serão trabalhados por sessão de treinamento e por consequência, quantas séries serão realizadas por treino. O ACSM (2009), ainda afirma que a frequência de treino depende fortemente da intensidade utilizada, do volume, nível de condicionamento e da habilidade individual de recuperação orgânica. E mostra que ganhos de força são visíveis com uma frequência de um, dois, três, quatro e cinco dias por semana, afirmando ainda que quanto mais dias, maiores são os ganhos.

Gentil (2014) diz em seu trabalho que a frequência voltada para hipertrofia pode ser diferente dependendo do nível de treinamento dos indivíduos. Iniciantes devem treinar com uma frequência de uma a três vezes por semana, com exercícios para todos os grupamentos musculares. Intermediários, três a quatro vezes por semana com divisão dos grupos musculares (o autor sugere agonista/antagonista, ou superior/inferior). Indivíduos avançados, devem treinar com uma frequência de três a cinco vezes por semana dividindo ainda mais o treinamento para os diversos grupos musculares.

Coffey e colaboradores (2007) realizaram um estudo em ratos, no qual foram realizadas sessões de treinamento de três séries de dez repetições e três minutos de intervalo entre as séries. As contrações musculares foram realizadas por meio de estímulos elétricos. Os treinamentos ocorreram uma, duas, três, ou quatro vezes ao dia, com períodos de descanso de três horas entre as sessões. Os resultados demonstraram que as frequências mais altas de treino, produziram vias de sinalização catabólicas mais altas e inibiram vias de sinalização anabólicas, quando comparado às frequências mais baixas. Portanto, segundo os autores, frequências muito altas de treinamento para a mesma musculatura, não devem ser utilizadas quando se quer melhorar a taxa de desenvolvimento muscular.

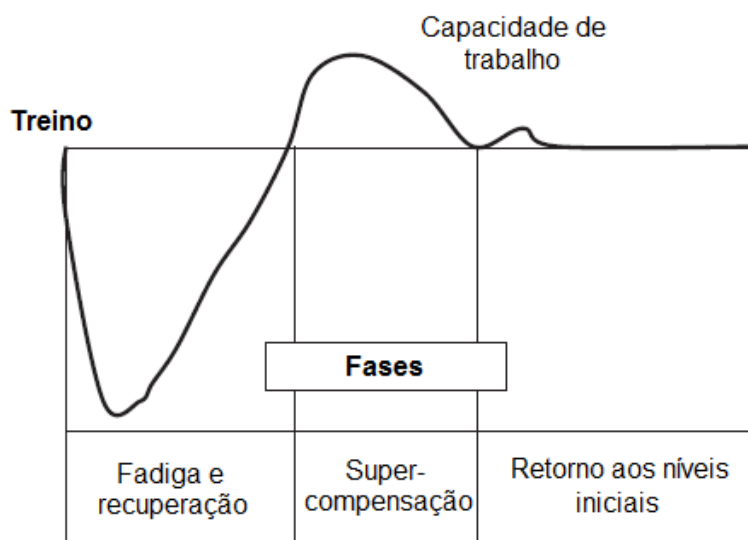
Para um melhor entendimento da frequência ótima, deve-se recorrer a teoria da supercompensação, que também é aplicada às adaptações do TR e detalhadamente explicada no trabalho de Issurin (2010). Uma sessão de treinamento leva a um decréscimo da capacidade de trabalho (estimada pela quantidade de substratos disponíveis como creatina fosfato e glicogênio e pela situação inicial de dano muscular) de um indivíduo, o organismo vai buscar o retorno da homeostase, recuperando os tecidos danificados e as reservas energéticas chegando até os níveis anteriores à sessão de treinamento.

Após atingir os níveis iniciais, a capacidade de trabalho continua a aumentar chegando a um ponto máximo acima do inicial, momento este, em que a próxima sessão de treinamento deve ser aplicada (Figura 1). No caso da aplicação de treinamento antes do momento da supercompensação, a capacidade de trabalho do sujeito tende a diminuir demasiadamente, impedindo que o organismo atinja uma capacidade de trabalho superior à inicial. Por outro lado, se não ocorrer uma nova sessão de treinamento, a capacidade de trabalho aumentada causada pela supercompensação irá retornar aos valores iniciais e a nova sessão de treinamento causará o mesmo efeito da primeira, dessa forma, realizando a manutenção da capacidade de trabalho do indivíduo.

Como o *ACSM* (2009) afirma que a capacidade de recuperação é individual, pode-se perceber que, para gerar hipertrofia muscular, cada indivíduo deve utilizar uma frequência de treinamento específica que será influenciada por, além da capacidade de recuperação, da disponibilidade de tempo para a realização de exercício físico, do nível de condicionamento, do volume e da intensidade do treinamento utilizado. Para finalizar, Fleck e Kraemer (1999) afirmam que se a dor

muscular tardia interferir no desempenho do treinamento seguinte, o intervalo entre as sessões não foi suficiente.

**Figura 1** – Supercompensação.



Fonte: Adaptado de Issurin (2010).

### 2.3.1.3 Intervalo de descanso

O intervalo de descanso entre as séries é outra variável que deve ser observada. Ela é altamente dependente do objetivo do treinamento (FLECK; KRAEMER, 1999; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; MINOZZO et al., 2008; SCHOENFELD, 2010) e das vias energéticas que serão utilizadas (IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010). O treinamento de hipertrofia pode utilizar intervalos curtos (30 segundos ou menos), moderados (60 a 90 segundos) e longos (180 segundos ou mais). Esta diferença irá ditar se o treino terá um caráter de aplicação de estresse metabólico, no caso de intervalos mais curtos, ou, de estresse mecânico, no caso de intervalos mais longos (SCHOENFELD, 2010).

Schoenfeld (2010) fala que intervalos de 30 segundos ou menos, apesar de produzirem elevado estresse metabólico, causam diminuição na capacidade de gerar força no decorrer do exercício, por outro lado, intervalos maiores do que 180 segundos, apesar de produzirem elevado estresse mecânico, pela utilização de altas cargas, diminuem o acúmulo de metabólitos. Por isso, o intervalo de recuperação entre as séries e entre os exercícios deve ser de 60 a 90 segundos quando o

objetivo é o aumento da massa muscular. Minozzo e colaboradores (2008) corroboram com esta afirmação, dizendo que os intervalos moderados são voltados para a hipertrofia muscular, intervalos curtos para a resistência de força e intervalos longos para o ganho de força máxima e potência.

Bird, Tarpenning e Marino (2005) dizem que o intervalo de descanso será um fator determinante da intensidade do treinamento e também, que afetará diretamente as respostas hormonais das sessões de exercício. A sugestão destes autores difere um pouco dos demais citados, eles dizem que para o aumento da potência os intervalos devem chegar a oito minutos, força máxima, cinco minutos, hipertrofia, até dois minutos e resistência de força até um minuto.

Em um estudo de Kraemer e colaboradores (1991) foram observadas as respostas hormonais de dois protocolos de treinamento, cinco séries de cinco repetições máximas com três minutos de intervalo e três séries de dez repetições máximas com um minuto de intervalo. Os resultados mostraram que o segundo protocolo (3x10RM com 1 min. de intervalo) gerou um trabalho total maior, além de mais alta concentração de lactato em comparação ao primeiro, em adição, o segundo protocolo, por utilizar mais a via anaeróbia, causou uma maior liberação de testosterona e hormônio do crescimento (GH), hormônios que influenciam diretamente a hipertrofia muscular.

Com a análise destes estudos, sugere-se que num protocolo de treinamento voltado para hipertrofia muscular, o intervalo de descanso entre as séries e entre os exercícios deve ser moderado, em torno de 60 segundos, pois, promoverá um estresse metabólico e mecânico adequado, além de contribuir de maneira eficaz para a produção e liberação de hormônios anabólicos durante e após o exercício.

#### 2.3.1.4 Cadência

A velocidade de execução de uma repetição durante a realização de um exercício é chamada de cadência. Ela equivale ao tempo total em que o músculo está trabalhando, ou seja, a soma do tempo de realização do componente concêntrico, excêntrico e isométrico de cada repetição, pode ainda ser chamada de ritmo do exercício (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015).

O ACSM (2009) considera que indivíduos iniciantes e intermediários devem utilizar uma cadência lenta ou moderada, de dois ou três segundos por fase do

movimento. Já para os indivíduos avançados, recomenda que as velocidades sejam alternadas a cada sessão de treinamento, dependendo da carga utilizada, do número de repetições e do objetivo específico da sessão.

Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2015) realizaram uma revisão meta-analítica e encontraram oito estudos que compararam protocolos de treinamento com diferentes cadências. Os autores concluíram que uma ampla margem de cadência pode ser utilizada visando à hipertrofia muscular. Estudos com resultados positivos no aumento da massa muscular empregaram cadências de 0,5 até oito segundos por repetição. Contudo, os mesmos autores afirmam que cadências muito lentas, em torno de dez segundos, não trazem resultados hipertróficos positivos quando comparadas às cadências mais rápidas. Entretanto, Westcott e seu grupo (2001), compararam o treinamento, considerado por eles, tradicional, com cadência de sete segundos (dois na fase concêntrica, um na transição e quatro na excêntrica) com um treinamento “*Super-slow*” com cadência de 14 segundos (dez na fase concêntrica, e quatro na excêntrica) e observaram melhoras da aptidão muscular no segundo grupo, ao contrário dos resultados encontrados por Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2015).

Nota-se, de acordo com os estudos, que a cadência para o treinamento de hipertrofia pode ser livre, com preferência para utilização de velocidades médias, mas, com mudanças com o passar do tempo aliadas ao incremento ou diminuição da intensidade.

#### 2.3.1.5 Ações musculares

Existem três tipos de ações musculares: 1) Ações concêntricas, que ocorrem quando a força exercida pela musculatura vence a força exercida pelo peso do implemento, as fibras musculares contraem-se, diminuindo de comprimento, fazendo com que a inserção proximal aproxime-se da distal; 2) Ações excêntricas, que ocorrem quando a força produzida pelo peso do implemento vence a força exercida pela musculatura, as fibras musculares também se contraem, porém, aumentando seu comprimento, fazendo com que a inserção proximal se afaste da distal; e 3) Ações isométricas, que ocorrem quando a força exercida pela musculatura é igual à força exercida pelo peso do implemento, as fibras musculares contraem-se, porém,



não mudam seu comprimento, mantendo as inserções da musculatura na mesma distância (HAMILL; KNUTZEN, 1999; FLECK; KRAEMER, 1999; ACSM, 2009; GENTIL, 2014; BOMPA; BUZZICHELLI, 2015).

Segundo Gentil (2014) e Bompa e Buzzichelli (2015), já está claro na literatura científica que as ações musculares excêntricas são mais eficientes, menos desgastantes e produzem mais força do que as concêntricas e também, que as ações isométricas ativam um maior número de unidades motoras quando utilizada uma mesma carga, seguida das ações concêntricas e por fim as excêntricas.

A maioria dos treinamentos voltados para a hipertrofia muscular utiliza ações concêntricas e excêntricas como forma primária de movimento. As ações isométricas são utilizadas normalmente para a estabilização corporal, nas empunhaduras, ou, nas pausas entre as ações concêntricas e excêntricas. (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; ACSM, 2009). Segundo Fleck e Kraemer (1999) e, citando o princípio da especificidade, os ganhos de força são dependentes das ações musculares utilizadas. Indivíduos que treinam com ênfase nas ações concêntricas, terão melhores resultados em testes de exercícios concêntricos do que indivíduos que treinam com ênfase nas ações excêntricas e vice-versa.

Pensando na hipertrofia, Bird, Tarpenning e Marino (2005) afirmam que a secreção de hormônios anabólicos é dependente do tipo de ação muscular utilizada, sendo as ações concêntricas mais apropriadas para o aumento da secreção de GH. Adams (2004) corrobora com esta afirmação, pois encontrou no seu estudo aumento da liberação do fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF- I) no treinamento com exercícios isométricos e concêntricos, mas não no treinamento realizado com exercícios excêntricos.

Por outro lado, ações excêntricas são mais úteis para a geração de estresse mecânico, já que suportam cargas mais elevadas e causam maior dano a musculatura (GIBALA et al., 2000; GENTIL, 2014). Dois estudos que compararam ações concêntricas e excêntricas não demonstram diferenças estatisticamente significativas nos ganhos de hipertrofia (ADAMS, 2004; FRANCHI et al., 2014), mas, Franchi e colaboradores (2014) perceberam diferentes adaptações na arquitetura muscular, sendo que, as ações excêntricas provocaram maiores aumentos no comprimento dos fascículos e as concêntricas, maiores aumentos no ângulo de penação das fibras.

De acordo com a conclusão dos estudos apresentados, percebe-se que as ações concêntricas, excêntricas e isométricas são importantes para os ganhos hipertróficos. Além disso, é sabido que o modo mais comum de treinamento engloba os três tipos. Para o profissional de educação física que atua na área do TR, é importante conhecer as diferentes manifestações orgânicas diante das distintas ações musculares e saber utilizá-las apropriadamente nos diferentes indivíduos e nos diferentes objetivos, fases e protocolos de treinamento.

#### 2.3.1.6 Ordem dos exercícios

Para Bompa e Buzzichelli (2015), de maneira geral, os exercícios devem ser realizados por ordem de complexidade motora, quando não há fadiga de músculos auxiliares que atrapalhe a execução. Deste modo, exercícios mais complexos e/ou com pesos livres e/ou multiarticulares devem ser realizados no início do treinamento, seguido dos exercícios menos complexos e/ou realizados em máquinas e/ou monoarticulares. Os mesmos autores sugerem que, para hipertrofia, os exercícios direcionados à um grupo muscular devem ser realizados em sequência e só ao término do direcionamento de trabalho para um grupamento muscular e quando o mesmo estiver fadigado, é que se deve seguir ao próximo grupamento.

O ACSM (2009), recomenda, que os exercícios sejam escolhidos de acordo com a divisão do treino, podendo ser com treinamento de corpo todo, superior/inferior, ou, por grupamento muscular. Todavia, nas três sugestões de divisão a ordem dos exercícios deve ser do que recruta grandes grupos musculares para o que recruta pequenos grupos musculares, dos multiarticulares para os monoarticulares e dos de alta intensidade para os de baixa intensidade. Por outro lado, o mesmo estudo mostra que pode ocorrer uma alternância de segmentos, executando exercícios para grupos musculares agonistas seguido dos antagonistas, ou para a parte superior do corpo seguido de exercícios para a parte inferior.

Bird, Tarpinning e Marino (2005) afirmam que as melhoras nos níveis de força são superiores em treinamentos de exercícios multiarticulares graças à maior ativação neural que estes exercícios necessitam. Mas argumentam que, para o aumento da hipertrofia muscular, ambos os tipos de exercícios, multiarticulares e monoarticulares são eficazes. Estes autores sugerem que a utilização de exercícios

multiarticulares, produzem maiores secreções de hormônios anabólicos já que utilizam uma quantidade maior de grupos musculares.

Fleck e Kraemer (1999) mostram que a ordem dos exercícios também pode ser dependente da prioridade. Indivíduos que necessitam desenvolver mais determinada região corporal, ou valência física, devem treinar aquela região ou valência primeiro, para então seguir para as próximas valências e regiões que serão treinadas naquela sessão. Completam ainda, da mesma maneira que Bompa e Buzzichelli (2015), dizendo que exercícios que precisam de aprimoramento da técnica, principalmente para praticantes de TR iniciantes, devem ser realizados no início do treino, quando não há fadiga instalada que possa prejudicar a execução do exercício a ser aprendido.

É possível observar que, para a geração de hipertrofia, é interessante realizar uma ordem, onde os exercícios que recrutem uma maior quantidade de massa muscular sejam realizados no início da sessão de treino, seguido pelos exercícios para pequenos grupos musculares, a não ser, que o praticante possua uma prioridade específica de desenvolvimento de determinada região corporal, neste caso, deve iniciar com o trabalho para a região específica.

#### 2.3.1.7 Volume

O volume de treino é o modo de quantificar o TR (FLECK; KRAEMER, 1999; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ, 2007; GENTIL, 2014). Está associado ao número de repetições e número de séries realizados durante um exercício, uma sessão, ou um determinado período de treinamento (normalmente, uma semana) (FLECK; KRAEMER, 1999; KRAEMER; RATAMESS, 2003; IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010).

O volume pode ser calculado de diferentes maneiras. A mais simples delas é contando o número de exercícios realizados em uma sessão de treino (FRANÇA et al., 2015), uma outra de fácil compreensão é contando o número de séries realizadas por grupamento muscular em determinado período (GENTIL, 2014). As mais complexas podem ser realizadas multiplicando o número de séries para determinado exercício, pelo número de repetições, podendo ser feito ainda, um somatório com os demais exercícios da sessão, ou com todas as sessões realizadas em determinado período (IDE; LOPES; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014). Além

desse método, o também chamado “volume de carga”, pode ser calculado multiplicando o número de séries, pelo número de repetições, pela carga utilizada (FLECK; KRAEMER, 1999; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; IDE; LOPES; ACSM, 2009; SARRAIPA, 2010; GENTIL, 2014).

Fleck e Kraemer (1999) ainda falam do método mais preciso, segundo eles, para o cálculo do volume. Este método leva em consideração a distância em que a carga é movimentada. Deve-se multiplicar a carga utilizada, pela distância em que a carga é deslocada e pelo número de repetições realizadas trazendo um valor em Joules. Na prática, a prescrição do volume de treino é realizada por meio do número de exercícios, número de séries por exercício, número de repetições por série e frequência semanal (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; GENTIL, 2014). Por último, Aaberg (2002), menciona o cálculo do volume total mensurado em tempo. Dessa forma, ele corresponde ao acúmulo de todos os segundos de todas as repetições, séries e exercícios realizadas em uma sessão de treinamento e irá representar o tempo sob tensão que determinado grupamento muscular permaneceu.

Não existem muitos estudos que comparem diretamente volumes de treinamento entre dois grupos de indivíduos treinados (KRAEMER; RATAMESS, 2003; WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ 2007). Mas, na maioria destes estudos, os programas com maior volume estão associados aos maiores ganhos hipertróficos (KRAEMER; RATAMESS, 2003; FISHER; STEEL; SMITH, 2013).

Com o exposto, é possível afirmar que a mensuração e prescrição do volume de treino pode se dar de variadas maneiras. Entretanto, a utilização do volume total, ou volume de carga não é viável por serem métodos muito complexos de se trabalhar nas academias convencionais, sendo preferível, a utilização de número de exercícios, séries, repetições e frequência semanal, que são de fácil compreensão para o praticante.

Além disso, apesar de um maior volume estar associado a melhores resultados, é importante ressaltar que deve-se tomar cuidado para não trabalhar em uma margem onde o praticante de TR fique em estado de excesso de treinamento por período prolongado, caso isso aconteça, os ganhos hipertróficos provavelmente irão regredir (WERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ 2007).

### 2.3.1.7.1 *Influência das variáveis de treinamento sobre o volume*

Algumas variáveis de treinamento quando alteradas modificam o volume de forma indireta. Drago (2009), afirma que, a interdependência volume/intensidade, faz com que o treinamento com altas intensidades, promova uma diminuição no volume. Ou seja, quando se modifica a intensidade do treino, o volume será influenciado de maneira indireta e inversamente proporcional. Para complementar, Schoenfeld e colaboradores (2015), afirmam que o treinamento realizado com baixa intensidade permite um maior número de repetições em cada série, aumentando desta maneira o volume total de treino.

O intervalo de descanso entre as séries é outra variável que influencia indiretamente o volume de treino. Souza e colaboradores (2010), mencionam em seu estudo que, mantidas as outras variáveis constantes, os intervalos de descanso menores fazem com que o número de repetições por série seja diminuído, já que a realização das séries subsequentes serão mais difíceis por causa da fadiga instalada sem tempo adequado de recuperação. Este número de repetições mais baixo faz com que o volume total de treino seja diminuído. Schoenfeld e colaboradores (2016), corroboram com esta ideia afirmando que longos períodos de intervalo permitem a realização de um número maior de repetições quando comparados a intervalos mais curtos. Do mesmo modo, com intervalos mais longos, é possível manter a intensidade do treino. Estes aspectos fazem com que o volume do treino seja afetado conforme a manipulação dos intervalos entre as séries e entre os exercícios.

No caso do tempo sob tensão ser utilizado para o cálculo do volume, a própria soma das cadências determinará a quantidade de treino que foi realizado (AABERG, 2002). Caso o cálculo do volume não seja realizado por meio do tempo sob tensão que determinado grupo muscular permaneceu, a cadência irá apresentar uma forte influência no volume. Uma cadência mais lenta dificulta a realização de cada repetição, pelo fato de o músculo permanecer mais tempo sob tensão, acumulando mais metabólitos e induzindo o indivíduo mais rapidamente à fadiga. Ou seja, a produção de força é significativamente diminuída quando o exercício for realizado lentamente (ACSM, 2009). Para manter a realização do mesmo número de repetições com uma cadência mais lenta é necessária que ocorra uma diminuição drástica da carga utilizada no exercício, reduzindo também, o volume de treino total.

Dessa forma, com uma cadência mais lenta, o número de repetições será mais baixo, fazendo com que o volume de treino seja diminuído.

A frequência é uma variável intimamente ligada ao volume e a intensidade dos treinos (AABERG, 2002; ACSM, 2009). Uma frequência mais alta de treino, utilizando o mesmo número de exercícios, séries e repetições causará um aumento expressivo no volume. Portanto, quando a frequência de treinamento torna-se maior, normalmente, utiliza-se uma rotina dividida por grupos musculares, para que desta forma, não ocorra um aumento exacerbado no volume, além de permitir uma recuperação adequada das regiões treinadas em cada sessão (FLECK; KRAEMER, 1999; ACSM, 2009). Sendo assim, a importância da frequência de treino torna-se imprescindível para a prescrição de exercícios, quando pensamos no volume de treino.

### **2.3.2 A importância da periodização**

Segundo Minozzo e colaboradores (2008), a periodização do treinamento é definida como uma aproximação sistemática sequencial e progressiva ao planejamento e organização do treinamento para obtenção do rendimento ótimo. Fleck e Kraemer (1999) sugerem uma definição mais simplificada, explicando que a periodização é uma variação planejada nas variáveis agudas de um programa de treinamento. Hartmann e colaboradores (2015), afirmam que a principal função da periodização é fornecer uma ampla gama de modificações nas variáveis envolvidas no desempenho de determinada modalidade, com o objetivo de um pico de desenvolvimento em determinado período, sempre, evitando a estagnação do desempenho, bem como as lesões, ou o excesso de treinamento.

Fleck e Kraemer (1999) afirmam que, mesmo que exista uma combinação ótima das variáveis envolvidas no TR, mudanças nessas variáveis podem fazer com que maiores ganhos sejam conquistados. Schoenfeld (2010) corrobora com essa afirmação, dizendo que existe a necessidade de periodização em um programa de TR voltado para hipertrofia muscular.

A periodização no TR é realizada por meio de mudanças nas variáveis envolvidas na prescrição do treinamento que são importantes para o desenvolvimento da hipertrofia muscular, incluindo o volume. As mudanças no volume podem ocorrer de diversas maneiras, por exemplo: modificando o número de

repetições em cada série, número de séries em cada exercício, número de exercícios em cada sessão de treinamento, frequência semanal, ou ainda, mudanças na carga utilizada nos exercícios (FIGUEIREDO; SALLES; TRAJANO, 2017). Além disso, mudanças em outras variáveis, normalmente, também geram alterações no volume de maneira indireta.

Fleck e Kraemer (1999) afirmam que os programas de treinamento que não fornecem mudanças nas variáveis agudas dos treinos podem causar *overtraining*, perda de motivação, ou abandono total do programa. Assim, a periodização é usada para evitar o cansaço e o excesso de treinamento, além de permitir descanso adequado que garante a efetividade dos estímulos dos exercícios realizados. Assim, um fator crucial para os ganhos continuados é a variação nos estímulos de treinamento, ou seja, a periodização.

Apesar de a maioria dos métodos de periodização terem surgido para o desenvolvimento das diferentes valências físicas (força, potência, agilidade, velocidade, etc.) dos diversos esportes, os profissionais da área da Educação Física devem assegurar, para os praticantes de TR que visam fins estéticos, estratégias que causem a obtenção de ganhos constantes de massa muscular, sem se preocupar em atingir níveis ótimos em determinados períodos do ano como deve acontecer nas competições esportivas. O principal fator relacionado a isso é que a organização da periodização do TR seja feita de modo a não interferir negativamente no organismo, evitando comprometer estruturas articulares, musculares, ou o sistema imunológico (GENTIL, 2014).

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo é de natureza aplicada e finalidade qualiquantitativa. O delineamento da pesquisa é do tipo revisão bibliográfica, sendo desenvolvida com base em material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos (GIL, 2002). Uma revisão bibliográfica pode ser classificada de diversas maneiras. No presente estudo, a revisão é do tipo narrativa, que, segundo Rother (2007), é uma publicação ampla, feita para descrever e discutir sobre o desenvolvimento de determinado assunto. O mesmo autor completa, dizendo que a revisão narrativa constitui-se da análise da literatura na interpretação e crítica pessoal do autor.

#### 3.2 ESTRATÉGIAS DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A presente pesquisa foi composta de artigos científicos originais encontrados nos bancos de dados PubMed e SPORTDiscus. A escolha dos bancos de dados ocorreu pelo motivo da utilização dos mesmos em pesquisas semelhantes (VERNBOM; AUGUSTSSON; THOMEÉ, 2007; FISHER; STEELE; SMITH, 2013), bem como da qualidade de tais bases. Os critérios de inclusão dos artigos selecionados foram: 1) Artigos publicados a partir de 1997; 2) Artigos com humanos adultos treinados; 3) Artigos que compararam dois protocolos de TR com volumes diferentes; 4) Artigos que relacionaram o volume de TR e a hipertrofia muscular; e 5) Artigos que demonstraram o método de mensuração do volume de TR.

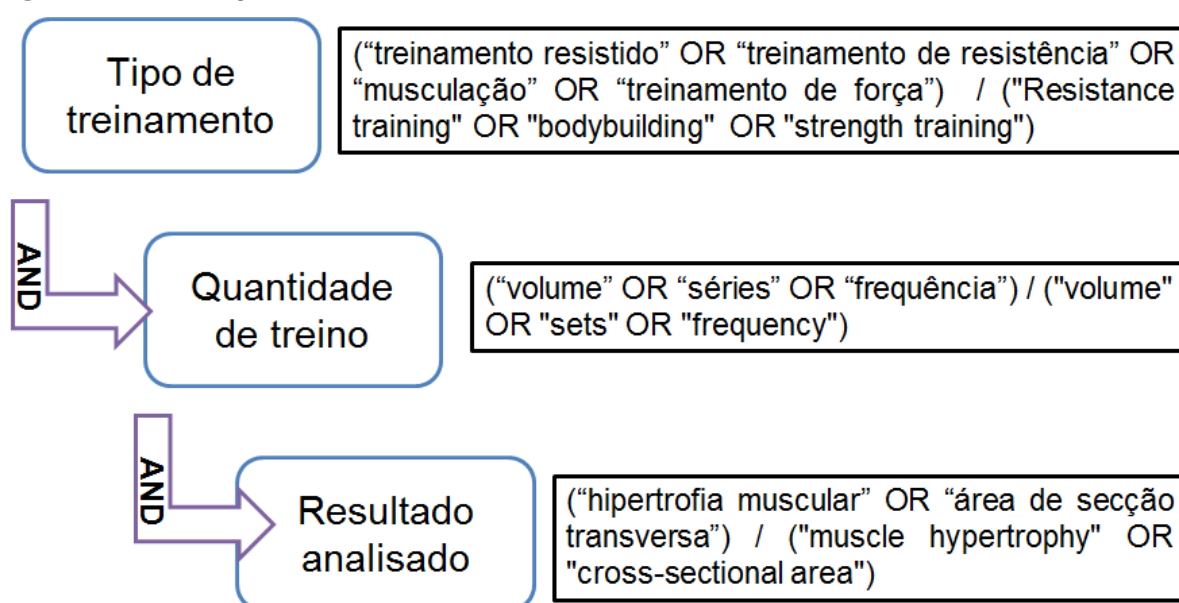
As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: Treinamento resistido, treinamento de resistência, musculação, treinamento de força, volume de treinamento, séries, frequência, hipertrofia muscular e área de secção transversa. Os mesmos termos foram pesquisados na língua inglesa, sendo traduzidos da seguinte maneira: *Resistance training, bodybuilding, strength training, exercise volume, sets, frequency, total training volume, muscle hypertrophy* e *cross-sectional area*. Os operadores lógicos *AND* e *OR* foram utilizados para combinar os termos acima citados.

Como estratégia de busca, as palavras-chave foram agrupadas em três grupos. O primeiro, relacionado ao tipo de treinamento e utilizando o operador lógico



OR para a combinação dos termos. O segundo, relacionado ao volume de treinamento e novamente, utilizando o operador lógico OR para a combinação dos termos. O terceiro, relacionado aos resultados analisados, ou, o desfecho dos estudos, e também utilizando o operador lógico OR para combinação dos termos. Para o arranjo entre os grupos, foi utilizado o operador lógico AND. A busca foi feita primeiramente com os termos em português e posteriormente em inglês. A figura 2 exemplifica o modo como a busca foi realizada.

**Figura 2** – Estratégias de busca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Após a busca nas bases de dados citadas, a análise dos artigos passou por 3 etapas para serem incluídos no estudo:

- 1ª etapa: leitura dos títulos;
- 2ª etapa: leitura dos resumos dos artigos selecionados na 1ª etapa;
- 3ª etapa: leitura na íntegra dos artigos selecionados na 2ª etapa.

Dos artigos selecionados na 3ª etapa, foram analisados dados referentes à:

- Autor e ano de publicação;
- Caracterização da amostra;

- Desenho experimental
- Método de mensuração do volume de treino;
- Volume de treino utilizado;
- Método de mensuração da hipertrofia muscular;
- Efeito do programa de treinamento.

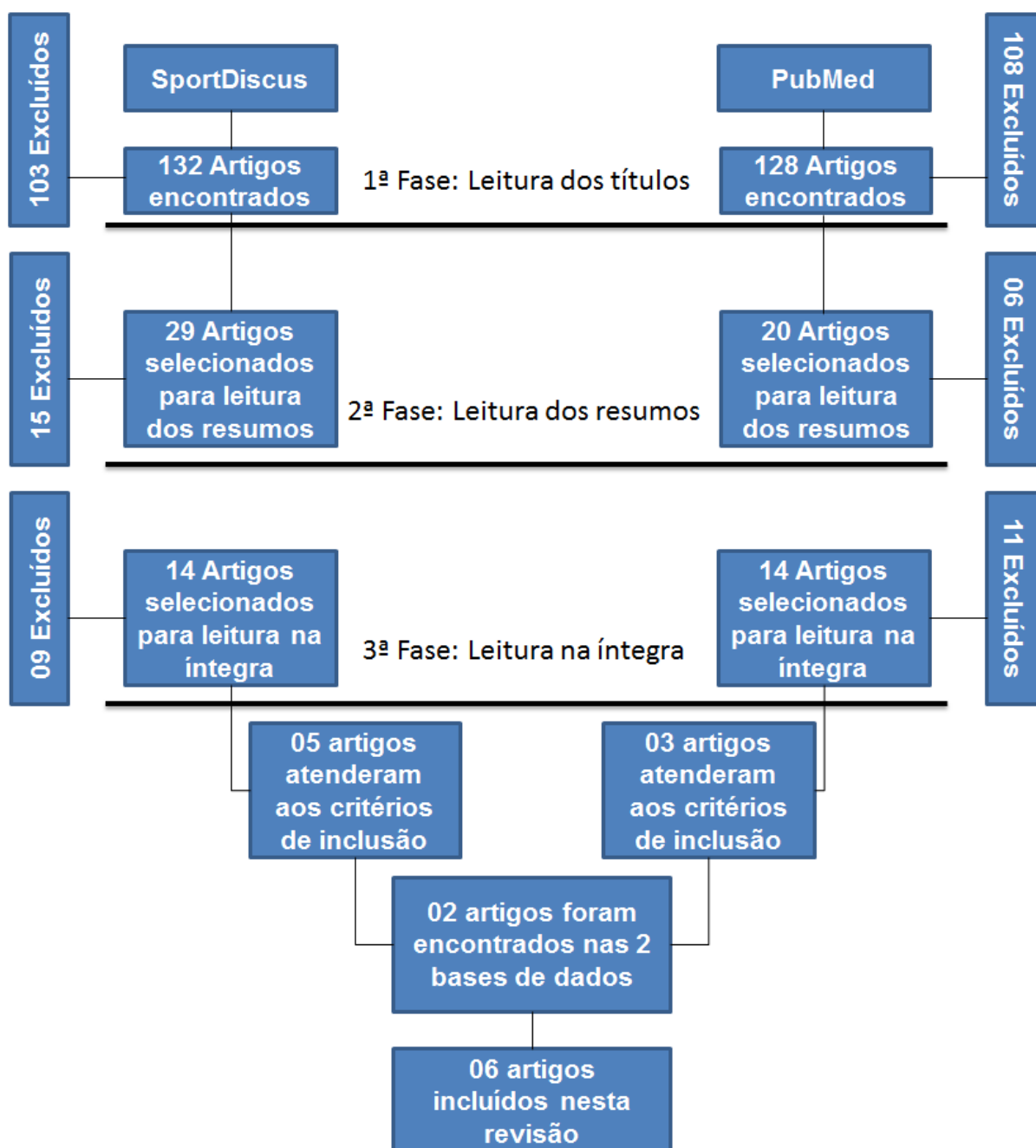
## 4 RESULTADOS

As buscas com a combinação das palavras-chave em português e inglês apresentaram os seguintes resultados: na base de dados PubMed não foram encontrados estudos com as palavras-chave em português, porém, quando as palavras foram traduzidas para o inglês, 128 artigos foram encontrados. Destes, 20 foram selecionados para leitura dos resumos. Após a leitura dos resumos, 6 artigos foram eliminados, sendo 3 por não utilizar sujeitos treinados, 2 por apresentarem volumes de TR iguais e 1 por não utilizar o TR como método de treinamento. Deste modo, 14 estudos foram selecionados para leitura na íntegra, destes, 11 foram eliminados, 8 por não utilizar sujeitos treinados, 1 por equalizar o volume de treinamento dos grupos, 1 por mensurar apenas o inchaço muscular, e não a hipertrofia crônica, e 1 por não estar disponível para leitura gratuitamente. Assim, da base de dados PubMed, 3 estudos foram selecionados para a revisão (MOSS et al., 1997; SCHOENFELD et al., 2015; SOUZA et al., 2010).

Na base de dados SportDiscus, foi encontrado 1 artigo utilizando as palavras-chave na língua portuguesa, porém, este foi eliminado diretamente após a leitura do título. Com as palavras-chave na língua inglesa, 131 artigos foram encontrados, destes, 30 foram selecionados para leitura dos resumos, contudo, 1 não estava disponível gratuitamente, restando 29. Após a leitura dos resumos, 15 artigos foram eliminados, sendo 6 por utilizar sujeitos destreinados, 4 por equalizarem o volume de treinamento dos grupos, 1 por não avaliar a hipertrofia muscular, 1 por não utilizar seres humanos como sujeitos e 3 por não estarem disponíveis. Dessa forma, 14 estudos foram lidos na íntegra. Destes, 9 foram eliminados, 3 por apresentarem volume de treinamento igual entre os grupos, 5 por apresentarem sujeitos destreinados na amostra e 1 por não mensurar hipertrofia muscular. Por fim, 5 estudos foram selecionados para a revisão advindos da base de dados SportDiscus. Ao confrontar os estudos, 2 já haviam sido encontrados na busca realizada na PubMed, portanto, apenas 3 foram acrescentados ao presente estudo (FRANÇA et al., 2015; MANGINE et al., 2015a; SCHOENFELD et al., 2016), totalizando 6 artigos originais que fizeram parte desta revisão.

A figura 3 representa o processo de seleção acima descrito.

**Figura 3** – Processo de seleção dos artigos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Todos os estudos selecionados para a presente revisão, utilizaram indivíduos do sexo masculino como amostra. Quanto aos anos de publicação, observou-se que metade dos estudos selecionados foram elaborados no ano de 2015, enquanto os outros 3 estudos foram elaborados em 1997, 2010 e 2016. O total de sujeitos analisados em todos os estudos foi 151 e a média de idade desses sujeitos foi 24,47 anos.

Foram observadas variadas formas de mensuração do volume de treinamento. A equação: *carga utilizada (kg) \* número de séries \* número de repetições* (SCHOENFELD et al., 2016); uma outra equação: *carga utilizada (kg) \* média do número de repetições*, (MANGINE et al., 2015a); o número de exercícios (FRANÇA et al., 2015); o produto do número de séries pelo número de repetições, sem levar em consideração a carga levantada (SCHOENFELD et al., 2015); o produto do número de séries pela carga (kg), sem levar em consideração o número de repetições realizada em cada série (SOUZA et al., 2010); e por fim, um estudo não mencionou o método de mensuração, apenas afirmou qual grupo realizou o maior trabalho total (MOSS et al., 1997).

O quadro 1 apresenta o nível de treinamento e a idade dos indivíduos avaliados em cada estudo, bem como o ano de publicação e os métodos de mensuração do volume de treinamento.

**Quadro 1** - Características das amostras utilizadas e métodos de mensuração do volume de treinamento.

<b>Autor e ano de publicação</b>	<b>Participantes</b>	<b>Método de mensuração do volume de treino</b>
MOSS et al., 1997	31 homens bem treinados com média de idade de 23,2 anos	(NÃO É MENCIONADO)
SOUZA et al., 2010	20 homens treinados no mínimo 3 vezes por semana no último ano com média de idade de 21,25 anos	nº de séries * carga utilizada em todas as sessões de treinamento separadamente para os exercícios supino reto e agachamento livre
FRANÇA et al., 2015	20 homens treinados por no mínimo 2 anos com média de idade de 28,55 anos	nº de exercícios
MANGINE et al., 2015a	33 homens treinados por no mínimo 2 anos com média de idade de 24 anos	média do nº de repetições * carga (kg) para o agachamento livre e o supino reto
SCHOENFELD et al., 2015	24 homens saudáveis com média de 23,3 anos, treinados 3 vezes por semana por um período mínimo de 1 ano e que realizassem agachamento e supino reto em suas rotinas	nº de séries * nº de repetições
SCHOENFELD et al., 2016	23 homens treinados por no mínimo 6 meses com idade entre 18 e 35 anos e que conseguissem realizar um agachamento com no mínimo uma carga equivalente ao seu peso corporal	carga (kg) * nº de séries * nº de repetições de 3 exercícios (supino reto, desenvolvimento com barra e agachamento livre) no último dia de cada semana de treinamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os meios de alteração do volume de treinamento foram feitos de variadas formas, inclusive, em alguns estudos, de forma indireta. Dois estudos modificaram o volume de treinamento por meio da manipulação da intensidade dos exercícios, ou seja, a carga utilizada (MOSS et al., 1997; SCHOENFELD et al., 2015); dois estudos modificaram o volume de treinamento por meio da manipulação do intervalo de descanso entre as séries (SOUZA et al., 2010; SCHOENFELD et al., 2016); Outro acrescentou exercícios monoarticulares em um protocolo de treinamento de exercícios apenas multiarticulares (FRANÇA et al., 2015); e um estudo comparou dois protocolos de treinamento por meio da manipulação das cargas utilizadas em cada grupo e do intervalo de descanso entre as séries (MANGINE et al., 2015a).

Quanto aos métodos de mensuração da hipertrofia muscular, foi utilizado ressonância magnética de imagem em um estudo (SOUZA et al., 2010), sendo a mensuração realizada nos membros inferiores e superiores. O método de ultrassonografia foi utilizado em dois estudos (SCHOENFELD et al., 2015; SCHOENFELD et al., 2016), ambos para aferição da hipertrofia dos flexores e extensores do cotovelo e do quadríceps femoral. Porém, um destes estudos (SCHOENFELD et al., 2016) realizou a mensuração separadamente do vasto lateral, enquanto o outro (SCHOENFELD et al., 2015) mensurou a hipertrofia muscular do quadríceps femoral por completo. Um estudo utilizou o método de tomografia computadorizada para os flexores do cotovelo (MOSS et al., 1997). Um outro utilizou o equipamento de absorimetria radiológica de dupla energia para verificar a hipertrofia muscular dos membros superiores e inferiores (MANGINE et al., 2015a). Um último estudo, utilizou a equação de Gurney e Jelliffe (1973, apud FRANÇA et al., 2015) para verificar a área muscular do braço pré e pós-intervenção (FRANÇA et al., 2015).

Deste modo, pode-se observar que a maior parte dos métodos de mensuração da hipertrofia muscular foi realizada por protocolos de mensuração indiretos (ressonância magnética de imagem, ultrassonografia, tomografia computadorizada e absorimetria radiológica de dupla energia) e apenas um estudo (FRANÇA et al., 2015) utilizou um método duplamente indireto (área muscular do braço mensurado por antropometria).

O quadro 2 demonstra os meios de manipulação do volume de treinamento, a duração de cada intervenção e os métodos de medição da hipertrofia muscular.

**Quadro 2** – Manipulação do volume de treino, duração da intervenção e método de aferição da hipertrofia muscular.

<b>Autor e ano de publicação</b>	<b>Método de variação do volume</b>	<b>Duração do estudo</b>	<b>Método de mensuração da hipertrofia</b>
MOSS et al., 1997	Mudanças na intensidade do treinamento	9 semanas	Tomografia computadorizada dos flexores do cotovelo
SOUZA et al., 2010	Mudanças no intervalo de descanso entre as séries	8 semanas	Ressonância magnética de imagem da coxa e do braço
FRANÇA et al., 2015	Adição de exercícios monoarticulares à um protocolo de exercícios multiarticulares	8 semanas	Mensuração da circunferência do braço com cotovelo flexionado e da área muscular do braço através da equação de Gurney e Jelliffe (1973)
MANGINE et al., 2015a	Mudanças na intensidade do treinamento e no intervalo entre as séries	10 semanas	Absorimetria radiológica de dupla energia dos braços e coxas
SCHOENFELD et al., 2015	Mudanças na intensidade do treinamento	8 semanas	Ultrassonografia dos flexores do cotovelo, extensores do cotovelo e quadríceps femoral
SCHOENFELD et al., 2016	Mudanças no intervalo de descanso entre as séries	8 semanas	Ultrassonografia dos flexores e extensores do cotovelo, parte anterior do quadríceps femoral e do vasto lateral

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Todos os estudos apresentaram desenho experimental diferenciado, dificultando uma análise mais sistematizada. Além disso, como demonstrado anteriormente, os métodos de mensuração do volume também foram variados, prejudicando um possível reconhecimento de uma margem superior, ou inferior de volume de treino para gerar hipertrofia muscular.

Souza e colaboradores (2010) mensuraram o volume de carga do supino reto e agachamento livre de todas as sessões de treinamento durante as 8 semanas de intervenção e não observaram diferenças significativas em relação à hipertrofia muscular entre 2 grupos que treinaram com volume de carga de  $19250,4 \pm 343,8$  kg e  $21257,9 \pm 172,7$  kg para o supino reto, e  $23453,6 \pm 299,4$ kg e  $27248,2 \pm 293,8$ kg para o agachamento livre.

Mangine e colaboradores (2015a) também mensuraram o volume de treino para o supino reto e agachamento livre, todavia, apresentaram em seu estudo, uma média de todas as sessões de treinamento. Segundo os autores, o grupo que treinou com um volume mais baixo, apresentando uma média do volume de carga de  $4528 \pm 889$  kg para o agachamento e  $2757 \pm 696$  kg para o supino, obteve maiores ganhos hipertróficos para os membros superiores comparado ao grupo que treinou com volume de carga de  $8753 \pm 1033$ kg e  $4412 \pm 729$  kg para o agachamento e supino respectivamente. Estes resultados se deram, segundo os autores, por causa da maior intensidade de treino empregada no grupo que treinou com volume inferior.

Schoenfeld e colaboradores (2016), que somaram o volume de carga de 3 exercícios, demonstraram que o grupo que treinou com volume mais alto, ou,  $51385 \pm 9420$ kg obteve mais hipertrofia muscular do que o grupo que treinou com volume mais baixo,  $44755 \pm 12166$ kg. Os autores concluíram que possivelmente, o maior volume de treino foi o responsável pelos ganhos superiores em hipertrofia muscular.

Levando em consideração, outros meios de mensuração do volume, França e colaboradores (2015), afirmaram que o treinamento com 7 exercícios, não traz benefícios superiores em relação à hipertrofia muscular quando comparado ao treinamento com 5 exercícios. Schoenfeld e colaboradores (2015), concluíram que protocolos distintos de treinamento (volume 3 vezes maior em um grupo do que em outro) não trouxeram benefícios adicionais em relação à hipertrofia muscular, possivelmente, porque as intensidades de treinamento foram muito diferentes. Por fim, Moss e colaboradores (1997) declararam que o grupo 1, que realizou 70% mais trabalho total do que o grupo 2 e 45% mais do que o grupo 3, foi o único que apresentou resultados significativos para hipertrofia.

O quadro 3 demonstra, além do desenho experimental de cada trabalho, os resultados obtidos com os volumes de treino utilizados.



Quadro 3 – Desenho experimental, volume de treino utilizado e resultados obtidos.

Autor e ano de publicação	Desenho experimental	Volumes utilizados	Resultados
MOSS et al., 1997	Flexão de cotovelo no banco Scott com o braço não dominante, na maior velocidade possível, 3x/sem, sendo 3 séries na primeira semana, 4 séries nas 4 semanas subsequentes e 5 séries nas 4 últimas semanas. 3 grupos: <u>VM</u> - utilização de 15% de 1RM e 10 repetições. <u>VA</u> - 35% de 1RM e 7 repetições. <u>VB</u> - 90% de 1RM e 2 repetições	Não demonstra, mas afirma que o VA realizou 70% mais de trabalho total do que VM e 45% mais do que VB	Apenas o grupo VA obteve hipertrofia muscular
SOUZA et al., 2010	Treinamento para o corpo todo dividido em treino A e B realizado 6x/sem. Durante as 2 primeiras semanas o treinamento foi de 3 séries de 10-12RM com 2 min de intervalo. As outras 6 semanas foram com 4 séries de 8-10RM: <u>VA</u> - intervalo de descanso constante (2min). <u>VB</u> - Intervalo de descanso decrescente ao longo das semanas (de 2min até 30seg)	<u>VA</u> - Supino reto: 21.257,9 ± 172,7 kg; Agachamento: 27.248,2 ± 293,8kg   <u>VB</u> - Supino reto: 19.250,4 ± 343,8 kg; Agachamento: 23.453,6 ± 299,4kg	Ambos os grupos obtiveram hipertrofia muscular quando comparados os resultados pré e pós-intervenção. Não houve diferença significativa quando foram comparados os resultados entre os grupos

Legenda: VA = Volume Alto; VB = Volume Baixo; VM = Volume Médio; reps = repetições (continua)

Autor e ano de publicação	Desenho experimental	Volumes utilizados	Resultados
FRANÇA et al., 2015	<b>VB</b> - Utilização de apenas exercícios multiarticulares realizados em 10RM, 4x/sem (treino A e B), 1min. de intervalo e cadência 2010. <b>VA</b> - Idem ao VB porém com a utilização de exercícios multiarticulares + monoarticulares	<b>VB</b> - Treino A e B com 5 exercícios cada   <b>VA</b> - Treino A e B com 7 exercícios cada	Foram encontradas diferenças significativas na massa muscular quando comparados os valores pré e pós intervenção para ambos os grupos, porém, não foram encontradas diferenças significativas quando comparados os grupos
MANGINE et al., 2015a	2 semanas com o mesmo treinamento para ambos os grupos (4 treinos na primeira semana e 2 na segunda), treino A e B com 80-85% de 1RM, 6 exercícios, 4 séries de 6-8 reps com 1-2min de intervalo, e as 8 últimas semanas com treinamento diferente. <b>VA</b> - 70% de 1RM, 6 exercícios, 4 séries de 10-12reps, 1min de intervalo, 4x/sem. <b>VB</b> - 90% de 1RM, 6 exercícios, 4 séries de 3-5reps, 3min de intervalo, 4x/sem	<b>VA</b> - agachamento: 8753 ± 1033 kg; supino: 4412 ± 729 kg <b>VB</b> -agachamento: 4528 ± 889 kg; supino: 2757 ± 696 kg	VB obteve maiores ganhos de hipertrofia dos membros superiores quando comparado com VA, para os membros inferiores, não ocorreram diferenças significativas

Legenda: VA = Volume Alto; VB = Volume Baixo; VM = Volume Médio; reps = repetições (continua)

Autor e ano de publicação	Desenho experimental	Volumes utilizados	Resultados
SCHOENFELD et al., 2015	<u>VB</u> - 7 exercício, 3 séries, 90 segundos de intervalo, cadência 2010, treino de corpo todo 3x/sem com treinamento em uma faixa de carga de 8-12 reps até a falha. <u>VA</u> - idem ao VB, porém com um treinamento com faixa de carga de 25-35 reps até a falha	Volume de VA = 3 * Volume de VB	Todos os grupamentos musculares mensurados aumentaram significativamente pré e pós intervenção, porém, sem diferenças significativas entre os grupos.
SCHOENFELD et al., 2016	Treinamento para o corpo todo 3x/sem, 7 exercícios, 3 séries de 8-12RM, cadência 2010: <u>VB</u> - intervalo de descanso de 1min. <u>VA</u> - intervalo de descanso de 3min	<u>VB</u> - 44755 ± 12166   <u>VA</u> - 51385 ± 9420	VA obteve maior hipertrofia dos flexores e extensores do cotovelo e da parte anterior do quadriceps femoral do que VB, quando se tratou do vasto lateral, não houve diferenças significativas, contudo, ambos os grupos apresentaram hipertrofia muscular quando comparados os testes pré e pós-intervenção (exceto para os extensores do cotovelo de VB)
Legenda: VA = Volume Alto; VB = Volume Baixo; VM = Volume Médio; reps = repetições			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

## 5 DISCUSSÃO

A presente discussão foi escrita de acordo com os objetivos específicos do trabalho, sendo explanado sobre os métodos de mensuração do volume de treinamento e o efeito de programas de TR com diferentes volumes na hipertrofia muscular, considerando um volume ótimo para indivíduos treinados.

### 5.1 MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE TR

Como demonstrado, as formas de mensuração do volume de TR são: o produto do número de séries pela carga utilizada; a contagem de exercícios executados; a média do número de repetições multiplicado pela carga; o produto do número de séries pelo número de repetições; e o produto do número de repetições pelo número de séries pela carga.

Os métodos de mensuração que levam em consideração a carga utilizada nos exercícios são chamados de volume de carga (*nº de repetições \* carga*, ou, *nº de séries \* carga*, ou, *nº de repetições \* nº de séries \* carga*). Estes métodos, apesar de mais precisos, não são uma abordagem favorável para a aplicação na realidade das academias de musculação, tendo em vista que os profissionais que lá trabalham auxiliam diversos praticantes simultaneamente, dificultando as mensurações para este tipo de medida, já que eles deverão saber o número de repetições total de uma rotina de treinamento, o número de séries e a carga utilizada em cada repetição. Entretanto, quando utilizado por profissionais que trabalham com treinamento personalizado, sua aplicação parece viável. Mesmo porque, o atendimento individualizado faz com que seja possível realizar a contagem exata do número de repetições executadas pelo aluno em cada sessão de treinamento, bem como a carga utilizada em cada série e portanto, em cada repetição, fornecendo assim, dados suficientes para a mensuração do volume de carga de um cliente.

Gentil (2014) sugere que, na prática, os profissionais realizem a prescrição e mensuração do volume de treino por meio do número de séries realizadas por grupamento muscular por semana. Bird, Tarpenning e Marino (2005) sugerem que o volume de treino seja prescrito por meio do número de repetições por série, número de séries por sessão e número de sessões por semana.

No presente trabalho, foi verificado que a utilização do número de séries por sessão e número de sessões por semana foi utilizada para prescrição dos treinamentos, mas não para mensuração do volume. O estudo que mais se aproxima desta abordagem prática é o de França e colaboradores (2015), que comparou o volume de treino de dois grupos por meio da contagem do número de exercícios por sessão.

Além da heterogeneidade dos estudos em relação ao método de quantificação do volume, outra grande lacuna desta área do TR são os estudos que modificam o volume de treino essencialmente por meio de acréscimos no número de séries por grupamento muscular por semana. Como não foram encontrados estudos modificando a variável estudada desta maneira, a comparação direta dos estudos por meio deste método tornou-se inexecutável.

França e colaboradores (2015) modificaram o volume de treino por meio de incrementos no número de exercícios executados por sessão de treinamento. No entanto, a maioria dos estudos modificou o volume de treino indiretamente, por meio da mudança de outras variáveis que influenciam o volume como, a intensidade (MOSS et al., 1997; SCHOENFELD et al., 2015), o período de descanso entre as séries (SOUZA et al., 2010; SCHOENFELD et al., 2016), ou ambos (MANGINE et al., 2015a).

Uma alternativa para o melhor aproveitamento dos estudos com volume de treinamento, seria a mensuração desta variável de uma maneira mais prática para a realidade das academias de musculação, como feito por França e colaboradores (2015), com a simples mudança no número de exercícios executados, ou, com mudanças no número de séries por grupo muscular por semana. Caso mais estudos sejam publicados desta maneira, suas aplicações práticas irão se tornar mais palpáveis para os profissionais que exercem suas funções nestes locais.

## 5.2 O VOLUME DE TR E O EFEITO NA HIPERTROFIA MUSCULAR

Os estudos que mais se assemelham em relação ao método de mensuração do volume são os de Souza e colaboradores (2010) e Mangine e colaboradores (2015a), que utilizaram o volume de carga para os exercícios de agachamento livre e supino reto. Porém, no estudo de Souza e colaboradores (2010), foram somadas todas as sessões de treinamento, já no estudo de Mangine e colaboradores (2015a),

foi apresentada a média das sessões. Os achados destes estudos demonstram que para os membros inferiores, não há diferenças significativas quando se utiliza um volume baixo ou alto ( $23453,6 \pm 299,4\text{kg}$  e  $27248,2 \pm 293,8\text{kg}$  para todas as sessões de treinamento, ou uma média de  $4528 \pm 889\text{ kg}$  e  $8753 \pm 1033\text{kg}$  por sessão de treinamento). Entretanto, se tratando dos membros superiores, Mangine e colaboradores (2015a) encontraram diferenças significativas em favor do treinamento com volume mais baixo ( $2757 \pm 696\text{kg}$  comparado a  $4412 \pm 729\text{kg}$ ), mas, segundo os autores, esta diferença ocorreu por causa da maior intensidade empregada nos treinamentos de baixo volume. Souza e colaboradores (2010), não encontraram diferenças de hipertrofia muscular dos membros superiores entre os grupos que treinaram com maior e menor volume ( $21.257,9 \pm 172,7\text{kg}$  comparado com  $19.250,4 \pm 343,8\text{kg}$ ).

Schoenfeld e colaboradores (2016) também utilizaram o cálculo do volume de carga, mas, fizeram o somatório de 3 exercícios (supino reto, desenvolvimento com barra e agachamento livre). Segundo estes autores, o grupo que utilizou o volume mais alto obteve mais hipertrofia muscular quando comparado ao grupo que treinou com volume mais baixo. Diferentemente dos achados de Mangine e colaboradores (2015a) que, graças a maior intensidade empregada, encontraram vantagens no desenvolvimento muscular para o protocolo de treinamento com menor volume, no estudo de Schoenfeld e colaboradores (2016), a intensidade utilizada foi equivalente entre os grupos, portanto, o aumento do volume de treino foi o responsável pelos maiores ganhos hipertróficos.

Para Kraemer e ratamess (2003) e Fisher, Steele e Smith (2013) quase sempre, os programas com volumes elevados atribuídos a cargas moderadas e pesadas, número de repetições moderados e séries múltiplas, estão associados aos maiores ganhos hipertróficos. Tal fato, foi encontrado nos estudos de Moss e colaboradores (1997) e Schoenfeld e colaboradores (2016) que verificaram que o maior volume de treino resultou em aumentos significativamente maiores na massa muscular dos indivíduos. Contudo, como demonstrado por Coffey e colaboradores (2007), volumes muito altos podem aumentar as vias de sinalização catabólicas e inibir as vias de sinalização anabólicas. Além disso, Kraemer e Ratamess (2003), afirmam que protocolos de treinamento com cargas muito leves ou moderadas, realizadas com múltiplas séries e alto número de repetições são considerados protocolos que geram um volume bastante elevado, mas não são ótimos para o

desenvolvimento da hipertrofia muscular (possivelmente pelo fato de a intensidade do treino ser obrigatoriamente reduzida).

França e colaboradores (2015), que realizaram o treinamento com dois protocolos distintos, um com a realização de 5 exercícios multiarticulares e outro com os mesmos 5 exercícios multiarticulares e mais 2 monoarticulares, não encontraram diferenças em relação à hipertrofia muscular entre os grupos. Neste trabalho, é possível notar facilmente a diferença entre o número de séries realizadas em cada grupo. O grupo que realizou apenas os exercícios multiarticulares, utilizou um total de 15 séries por grupamento muscular por semana, já o grupo que adicionou os exercícios monoarticulares utilizou um total de 21 séries por grupamento muscular por semana. Deste modo, percebe-se que a utilização de 15, ou 21 séries por grupo muscular por semana parece não fazer diferença em relação à hipertrofia muscular dos membros superiores.

Wernbom, Augustsson e Thomeé (2007) mostraram que com o aumento do volume de treino constante, o indivíduo irá atingir um platô de desempenho, onde as respostas hipertróficas não mais se relacionarão com o volume. Fato encontrado no estudo de França e colaboradores (2015), já que não foram observadas diferenças significativas na taxa de desenvolvimento de hipertrofia muscular entre os protocolos de 15 ou 21 séries.

Schoenfeld e colaboradores (2015) compararam treinamentos com intensidades bastante distintas, porém, ambos realizados até a falha concêntrica. Um grupo executou 7 exercícios com 3 séries de 8 a 12 repetições máximas, enquanto o outro executou os mesmos 7 exercícios com 3 séries, porém, com 25 a 35 repetições máximas. Nota-se que o número de séries semanais é igual para os grupos, o que causa a mudança no volume é o número de repetições realizadas. O cálculo do volume total de treino obtido pelo produto do número de repetições pelo número de séries, mostrou que o grupo que treinou com a faixa de repetições mais alta realizou um trabalho total 3 vezes maior do que o grupo que utilizou a faixa de repetições mais baixa. Entretanto, a mensuração da massa muscular pré e pós-intervenção não demonstrou diferença significativa entre os grupos. Segundo os autores, o treinamento realizado com baixas e altas cargas produz respostas semelhantes em relação ao aumento da massa muscular, quando levados até a falha muscular concêntrica. Possivelmente, o volume de treino mais elevado no

treinamento de cargas mais baixas é o motivo que leva a um ganho semelhante entre os grupos, ou seja, o maior volume compensa a menor intensidade.

Moss e colaboradores (1997), utilizaram 3 grupos em seu estudo. O primeiro efetuou um protocolo de treinamento com 90% de 1RM e 2 repetições, o segundo com 35% de 1RM e 7 repetições, o terceiro com 15% de 1RM e 10 repetições. Todos os grupos efetuaram uma média de 13 séries semanais para os flexores do cotovelo. Apesar de não mencionar o trabalho total executado pelos grupos, os autores afirmam que o grupo que treinou com 35% de 1RM realizou 70% mais trabalho do que o grupo que treinou com 90% de 1RM e 45% mais do que o que treinou com 15% de 1RM. O grupo que realizou mais trabalho foi o único que apresentou resultados positivos para a hipertrofia muscular. Possivelmente, os resultados negativos do grupo que treinou com 90% de 1RM possam estar associados ao volume de treino demasiadamente baixo. Já para o grupo que treinou com 15% de 1RM o treinamento visivelmente não foi levado até a falha muscular concêntrica, não ocorrendo uma sobrecarga adequada e dessa forma, não sendo suficiente para promover alterações na massa muscular esquelética. Os autores associaram o aumento da massa muscular obtida no grupo que treinou com 35% de 1RM, principalmente ao maior trabalho realizado.

Em suma, com exceção do estudo de Moss e colaboradores (1997), que não verificou aumento da massa muscular com os treinamentos a 90% de 1RM e 2 repetições, ou 15% de 1RM e 10 repetições, todos os outros protocolos de treino de todos os estudos analisados causaram hipertrofia muscular quando comparados os dados antropométricos dos sujeitos pré e pós-intervenção. Entretanto, três estudos (SOUZA et al., 2010; FRANÇA et al., 2015; SCHOENFELD et al., 2015) não encontraram diferenças significativas entre os treinamentos com volume mais alto ou mais baixo. Dois estudos (MOSS et al., 1997; SCHOENFELD et al., 2016) afirmam que o treinamento com maior volume gera mais hipertrofia muscular. E um estudo (MANGINE et al., 2015a) afirma que o treinamento com menor volume gera o maior aumento da massa muscular nos membros superiores desde que a intensidade do treino seja mais alta.

Dessa forma, nota-se uma tendência para utilização de protocolos com volume de treino mais elevados, entretanto, parece haver uma quantidade máxima de treino onde a hipertrofia muscular pode não aumentar mais com o acréscimo de exercícios, séries, repetições, frequência, ou tempo sob tensão (variáveis



relacionadas diretamente com o volume) o que pode ser visualizado nos estudos em que não houveram diferenças significativas entre os protocolos com alto ou baixo volume. De fato, se continuarmos aumentando o volume de treinamento, segundo Coffey e colaboradores (2007), é possível que ocorra um aumento das vias de sinalização catabólicas e a inibição das vias de sinalização anabólicas, fazendo com que o treinamento não promova mais crescimento muscular e possa até estar associado a uma perda de massa magra.

Na mesma linha de raciocínio, Schoenfeld (2010) afirma que a melhor maneira de gerar hipertrofia muscular com a manipulação do volume de treino é aumentar progressivamente o mesmo até um período de *overreaching*, definido por Santos, Caperuto e Rosa (2006) como uma diminuição do desempenho, para então, realizar uma fase de recuperação e nova periodização do treinamento. No entanto, períodos prolongados de *overreaching* podem levar rapidamente a um estado de excesso de treinamento e dessa forma, gerar estados catabólicos no tecido muscular, dificultando o aumento da massa magra, por prejudicar a produção de hormônios anabólicos e facilitar a de hormônios catabólicos. Segundo Schoenfeld (2010), a causa primária de excesso de treinamento é o volume demasiadamente alto. Além disso, um volume muito elevado causa uma diminuição da intensidade (princípio da interdependência volume/intensidade), fazendo com que o indivíduo tenha dificuldade de utilizar cargas adequadas para geração de hipertrofia muscular durante suas sessões de treinamento.

Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016) que realizaram uma meta análise sobre a dose-resposta do volume de treinamento e a hipertrofia muscular com indivíduos treinados e destreinados sendo analisados em conjunto, parecem estar de acordo com o presente trabalho, já que os autores sugerem que os protocolos com volume alto produzem aumentos significativamente maiores no crescimento muscular do que protocolos de baixo volume. Os mesmos autores reconhecem que sua pesquisa foi insuficiente para determinar os limites superiores da relação dose-resposta entre o volume de treino e a hipertrofia muscular, embora, segundo eles, haja certamente um limiar de volume que faça com que as adaptações hipertróficas não mais se estendam e talvez até regridam devido ao *overtraining*.

Em acréscimo, corroborando com os achados desta revisão e do estudo de Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016), para Kraemer e Ratamess (2003), Wernbom, Augustsson e Thomeé, (2007) e Schoenfeld (2010), em indivíduos treinados, os

protocolos de treinamento com múltiplas séries (maior volume) parecem desenvolver melhor a força, resistência, potência e hipertrofia muscular do que protocolos de séries simples (menor volume).

A conclusão do estudo de Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016), sugere que a execução de pelo menos 10 séries semanais por grupo muscular é necessária para maximizar o aumento das taxas de hipertrofia. Quando comparado com o resultado de França e colaboradores (2015) que relataram hipertrofia pré e pós-intervenção, mas não encontraram diferenças entre os protocolos de 15 e 21 séries semanais por grupo muscular, nota-se que, possivelmente, o limite superior do volume de TR esteja próximo de 15 séries. Sendo assim, pode-se presumir que o limite inferior para o desenvolvimento de hipertrofia muscular deve estar próximo a 10 séries semanais, e protocolos com 15 ou 21 séries não apresentam diferenças significativas, portanto, a realização de protocolos de treino com mais de 15 séries por grupo muscular por semana, para indivíduos treinados, parece ser perda de tempo e energia.

Dessa forma, a margem de volume de treino que tenha o objetivo de aumento da massa muscular esquelética para indivíduos treinados, parece ficar em torno de 10 e 15 séries por grupo muscular por semana. De fato, Gentil (2014), sugere que para indivíduos intermediários e avançados, a realização de até 12 séries por grupo muscular por semana seja o modo mais eficiente de utilização do volume de treino para promover aumentos na massa muscular. O mesmo autor ainda sugere que se for necessário um número muito elevado de séries para causar uma resposta adaptativa relacionada à massa muscular ou força, é porque o estímulo de cada uma delas é tão deficiente que são necessários muitos para que, somados, tenham significância.

Outra variável a ser levada em consideração em relação à prescrição do volume de TR, é o tempo que os indivíduos dispõem para praticar exercícios. Como mencionado em diversos trabalhos (LIZ et al., 2010; RIBEIRO, 2015; LIZ; ANDRADE, 2016), o tempo é uma das principais barreiras para a prática de atividade física. Segundo Schoenfeld e colaboradores (2016), o treinamento com volume mais baixo não é a maneira mais eficiente de desenvolver hipertrofia muscular, contudo, treinamentos com baixo volume levam menos tempo para serem executados, e ainda assim, são capazes de promover algum estímulo para gerar hipertrofia, mesmo que não em sua forma máxima.

Porém, como indicado anteriormente, mesmo que em níveis mais baixos, a maioria dos protocolos revisados nos estudos gerou hipertrofia muscular e alguns, sem diferença significativa em relação ao protocolo de treino com volume mais alto (SOUZA et al., 2010; FRANÇA et al., 2015; SCHOENFELD et al., 2015). Portanto, os protocolos com volume mais baixo podem ser uma alternativa viável para indivíduos que não buscam atingir níveis hipertróficos máximos e que dispõem de pouco tempo para prática de atividade física.

Por fim, mesmo que a literatura indique a utilização das variáveis de forma ótima para o desenvolvimento da hipertrofia muscular, incluindo o volume, a periodização destas variáveis torna-se imprescindível para a continuidade dos ganhos hipertróficos dos praticantes de TR (FLECK; KRAEMER, 1999; SCHOENFELD, 2010), principalmente, os indivíduos considerados treinados, já que estes possuem maiores dificuldades em continuar adaptando-se aos mesmos estímulos, pois, já estão muito bem adaptados.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os achados do presente estudo, é perceptível que existe uma ampla gama de métodos de mensuração do volume no TR sendo possível observar algumas tendências. O método mais utilizado é o volume de carga, podendo ser calculado levando em consideração o número de repetições, número de séries e número de exercícios. Outras formas de quantificação como o número de exercícios e o produto do número de repetições pelo número de séries também foram encontradas na presente revisão.

Com relação ao volume ótimo, em que pese a heterogeneidade dos estudos, pode-se inferir que para indivíduos treinados, a realização de 10 a 15 séries por grupamento muscular por semana é uma opção plausível e de fácil visualização. Além disso, parece que para os membros superiores, utilizando-se de uma intensidade adequada, o treinamento com volume mais baixo pode ser superior para promover adaptações musculares do que o treinamento com volume mais alto.

Apesar da quantificação de um possível volume de TR ótimo para indivíduos treinados, é necessário considerar que a periodização desta variável, bem como de todas as outras variáveis agudas em um macrociclo de TR, é fundamental para manter as adaptações musculares constantes, além de evitar o excesso de treinamento, a desmotivação e a estagnação dos resultados e mantendo a aderência e a fidelidade ao programa de treinamento.

Outro importante fator, é o tempo disponível para a prática de exercícios de cada indivíduo. Para aqueles que não dispõe de muito tempo, volumes mais baixos podem ser compensados com intensidades mais altas, combinadas com a utilização de métodos de treinamento específicos. Já para aqueles que possuem mais tempo, um volume um pouco maior poderá ser utilizado combinado com intervalos de descanso mais longos para manter a intensidade alta e dessa forma otimizar os resultados hipertroficantes.

Apesar da inferência do volume ótimo de TR para hipertrofia muscular de indivíduos treinados, claramente são necessários mais estudos para poder tirar conclusões baseadas na ciência quanto aos efeitos do volume de TR no crescimento muscular desta população. O ponto principal da abordagem das futuras pesquisas deve ser onde os limites superiores da quantidade de treino ótima no TR voltado para hipertrofia muscular se encontram.

Por fim, é de suma importância frisar que a falta de padronização para mensuração do volume de treinamento e a variedade de protocolos de TR utilizados foram barreiras do presente estudo, já que por estes motivos, não foi possível realizar comparações diretas dos volumes aplicados em cada grupo entre todos os estudos. Adicionalmente, outra dificuldade para realização do presente estudo foi a indissociação do impacto de cada variável aguda de treinamento nos efeitos das outras variáveis, tornado os estudos ainda mais heterogêneos.

## REFERÊNCIAS

- AABERG, E. **Conceitos e técnicas para o treinamento resistido**. Barueri: Manole, 2002.
- ADAMS, G. R. Skeletal muscle hypertrophy in response to isometric, lengthening, and shortening training bouts of equivalent duration. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 96, n. 5, p.1613-1618, 1 maio 2004. American Physiological Society.
- AGUIAR, A. F. et al. A single set of exhaustive exercise before resistance training improves muscular performance in young men. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 115, n. 7, p.1589-1599, 10 mar. 2015. Springer Nature.
- AGUIAR, R. et al. Efeito do treinamento de série simples e múltiplas em indivíduos treinados. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p.101-106, jun. 2009.
- ALVES, D. et al. Cultura e imagem corporal. **Motricidade**, Santa Maria da Feira, v. 5, n. 1, p.1-20, jan. 2009.
- AMERICAN COLLEGE of SPORTS MEDICINE. **ACSM's resources for the personal training**. 3. ed. [s.l.]: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- AMERICAN COLLEGE of SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.687-708, mar. 2009. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).
- ANGLERI, V.; SILVA, F. O. C. Respostas neuromorfológicas referentes a um protocolo de treino resistido com ênfase na ação muscular isométrica. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, Goiânia, v. 9, n. 51, p.31-39, jan. 2015.
- ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 117, n. 2, p.359-369, 27 jan. 2017. Springer Nature.
- BARBOSA, A. R. et al. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Pelotas, v. 5, n. 3, p.12-20, 2000.
- BARROSO, R. et al. Número de repetições e intensidade relativa em membros superiores e inferiores: implicações para o treinamento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Paulo, v. 19, n. 1, p.66-71, out. 2011.

BARTOLOMEI, S. et al. Block vs. weekly undulating periodized resistance training programs in women. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 29, n. 10, p.2679-2687, 2015.

BARTOLOMEI, S. et al. Comparison of the recovery response from high-intensity and high-volume resistance exercise in trained men. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 117, n. 7, p.1287-1298, 26 abr. 2017.

BEHM, D. G. et al. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.547-561, jun. 2008. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/h08-020>.

BEPPU, S. R. G.; BARROS A. C. S.; JUNIOR J. M. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, VII, 2011, [s.l.] Maringá. **Motivos que levam as pessoas a escolher e a permanecer na prática da musculação (Anais Eletrônico)**. Maringá, 25 de Out.

BICKEL, C. S. et al. Time course of molecular responses of human skeletal muscle to acute bouts of resistance exercise. **Journal Of Applied Physiology**, Bethesda, v. 98, n. 2, p.482-488, fev. 2005.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 10, n. 35, p.841-851, 2005.

BITTENCOURT, N. **Musculação: uma abordagem metodológica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1986. 128 p.

BOMPA, T.; BUZZICHELLI, C. **Periodization training for sports**. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, 2015.

BOSSI, I.; STOEBERL, R.; LIBERALI, R. Motivos de aderência e permanência em programas de musculação. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 2, n. 12, p.629-638, 2008.

COFFEY, V. G. et al. Effect of High-Frequency Resistance Exercise on Adaptive Responses in Skeletal Muscle. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 39, n. 12, p.2135-2144, dez. 2007. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

DIAS, R. M. R.; GURJÃO, A. L. D.; MARUCCI, M. F. N. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p.90-95, 2006.

DRAGO, D. C. **Fundamentos da musculação**. Florianópolis: [s.l.], 2009. 112 p.

FIGUEIREDO, V. C.; SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, [s.l.], p.1-7, 11 out. 2017.

FISHER, J.; STEELE, J.; SMITH, D. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. **Medicina Esportiva**, [s.i.], v. 17, n. 4, p.217-235, 2013.

FLECK, S.; KRAEMER, W. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FONSECA, C. C.; KURODA, L. K.; DACAR, M. Influência da manipulação das variáveis do treinamento de força sobre parâmetros da composição corporal. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 8, n. 43, p.24-32, 2014.

FOUREAUX, G.; PINTO, K. M. C.; DÂMASO, A. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Belo Horizonte, v. 12, n. 6, p.393-398, 2006.

FRANÇA, H. S. et al. The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, [s.l.], v. 40, n. 8, p.822-826, ago. 2015. Canadian Science Publishing.

FRANCHI, M. V. et al. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. **Acta Physiologica**, [s.l.], v. 210, n. 3, p.642-654, 6 fev. 2014. Wiley-Blackwell.

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 5ª ed. São Paulo: CreateSpace, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOBATTO, C. A. et al. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS PARA DETECTAR O OVERTRAINING. **Revista da Educação Física/uem**, Maringá, v. 19, n. 2, p.275-289, 23 out. 2008. Universidade Estadual de Maringa.

GOBBI, S.; VILLAR, R.; ZAGO, A. S. **Bases teórico-práticas do condicionamento físico**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2005. 265 p.

GOTO, K. et al. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, Tsukuba, v. 4, n. 18, p.730-737, 2004.

GOTO, K. et al. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, Tsukuba, p.955-963, 2005.

GUEDES, D.; JUNIOR, T.; ROCHA, A. **Treinamento personalizado em musculação**. São Paulo, Phorte, 2008.



HACKETT, D. A.; JOHNSON, N. A.; CHOW, C.. Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, Sidnei, v. 27, n. 6, p.1609-1617, 2013.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HARTMANN, H. et al. Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 45, n. 10, p.1373-1386, 2 jul. 2015.

HASS, C. J. et al. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, Indianapolis, p.235-242, 2000.

HOEGER, W. W. K. et al. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. **Journal Of Applied Sport Science**, Odessa, v. 1, n. 1, p.11-13, 1987

IDE, B. N.; LOPES, C. R.; SARRAIPA, M. F. **Fisiologia do treinamento esportivo**: Força, potência, velocidade, resistência, periodização e habilidades psicológicas. São Paulo: Phorte Editora, 2010. 283 p.

ISSURIN, V. B. New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.189-206, mar. 2010. Springer Nature.

JENKINS, N. D. M. et al. Muscle activation during three sets to failure at 80 vs. 30 % 1RM resistance exercise. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 115, n. 11, p.2335-2347, 10 jul. 2015. Springer Nature.

KRAEMER, W. J. et al. Endogenous Anabolic Hormonal and Growth Factor Responses to Heavy Resistance Exercise in Males and Females. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 12, n. 02, p.228-235, abr. 1991. Thieme Publishing Group.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 36, n. 4, p.674-688, abr. 2004. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

LIZ, C. M.; ANDRADE, A. Análise qualitativa dos motivos de adesão e desistência da musculação em academias. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis, v. 38, n. 3, p.267-274, jul. 2016. Elsevier BV.

LIZ, C. M. et al. Aderência à prática de exercícios físicos em academias de ginástica. **Motriz**, Rio Claro, v. 16, n. 1, p.181-188, 2010.

MAIOR A. S.; ALVES A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz**, Rio Claro, v. 9, n. 2, p.161-168, 2003.

MANGINE, G. T. et al. Improving muscle strength and size: the importance of training volume, intensity, and status. **Kinesiology**, [s.l.], v. 47, n. 2, p.131-138, 2015b.

MANGINE, G. T. et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological Reports**, [s.l.], v. 3, n. 8, p.1-17, ago. 2015a. Wiley-Blackwell.

MINOZZO, F. C. et al. Periodização do treinamento de força: uma revisão crítica. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Paulo, v. 1, n. 16, p.89-97, mar. 2008.

MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 113, n. 1, p.71-77, 19 abr. 2012. American Physiological Society.

MOHAMAD, N. I.; CRONIN, J. B.; KOSAKA, K. K.. Difference in kinematics and kinetics between high- and low-velocity resistance loading equated by volume: implications for hypertrophy training. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], p.269-275, 2012.

MOSS, B. M. et al. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. **European Journal Of Applied Physiology**, Oslo, p.193-199, 1997.

OKANO, A. H. et al. **Comportamento da força muscular e da área muscular do braço durante 24 semanas de treinamento com pesos**. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, Londrina, v. 10, n. 4, p.379-385, 2008.

OLIVEIRA, J. P. P. C. **Hérnia discal lombar**: programa de reabilitação pós-cirúrgico. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências do Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2011.

PAULA, F. R. et al. Exercício aeróbio e fortalecimento muscular melhoram o desempenho funcional na doença de Parkinson. **Fisioterapia em Movimento**, Paraná, v. 24, n. 3, p.379-388, 2011.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, Cedar City, v. 19, n. 4, p.950-958, jan. 2005.

POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 1, p.79-91, 2003.

RIBEIRO, L. M. P. **Motivos de desistência da prática de exercícios resistidos**. 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, [s.l.], v. 20, n. 2, [s.l.] jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

RØNNESTAD, B. R. et al. Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 112, n. 6, p.2341-2352, 29 out. 2011. Springer Nature.

SALLES, B. F.; SIMÃO, R. Bases científicas dos métodos e sistemas de treinamento de força. **Revista Uniandrade**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 15, p.127-233, 2014

SANTOS, R. V. T.; CAPERUTO, É. C.; ROSA, L. F. B. P. C. Efeitos do aumento na sobrecarga de treinamento sobre parâmetros bioquímicos e hormonais em ratos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 3, p.145-149, 2006.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Different Volume-Equated Resistance Training Loading Strategies on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 28, n. 10, p.2909-2918, out. 2014. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 29, n. 10, p.2954-2963, out. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

SCHOENFELD, B. J. et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 30, n. 7, p.1805-1812, jul. 2016.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal Of Sports Sciences**, [s.l.], v. 35, n. 11, p.1073-1082, 19 jul. 2016.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 45, n. 4, p.577-585, 20 jan. 2015. Springer Nature.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, Scarsdale, v. 24, n. 10, p.2857-2872, out. 2010.

SILVA, M. P.; CARVALHO, R. F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Botucatu, v. 36, n. 1, p.21-31, jan. 2007.

SOBRAL, M. C. C.; ROCHA, A. C.. Respostas do lactato sanguíneo e da dor muscular de início tardio pós dois métodos distintos de treinamento de força. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 11, n. 66, p.284-292, 2017

SOUZA, T. P. et al. Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, (s.l.), p.1843-1850, jul. 2010.

UCHIDA, M. C. et al. **Manual de Musculação**: Uma abordagem teórico-prática do treinamento de força. 4. ed. São Paulo: Editora Phorte, 2006. 221 p.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Medicine**, Gotemburgo, v. 3, n. 37, p.225-264, 2007.

WESTCOTT W. L. et al. Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. **Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**, Turim, v. 2, n. 41, p.154-158, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global recommendations on physical activity for health**. Geneva: WHO, 2010. Disponível em <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf)>. Acesso em: 19 abr 2017.