

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA  
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

VITÓRIA ABREU NUNES

**DESEMPENHO MUSCULAR, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO  
E DESCONFORTO/DOR EM DOIS PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE  
FORÇA, COM OU SEM FALHA MUSCULAR, NO EXERCÍCIO  
AGACHAMENTO**

Goiânia

2017

VITÓRIA ABREU NUNES

**DESEMPENHO MUSCULAR, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO  
E DESCONFORTO/DOR EM DOIS PROTOCOLOS DE TREINAMENTO DE  
FORÇA, COM OU SEM FALHA MUSCULAR, NO EXERCÍCIO  
AGACHAMENTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás, como requisito para finalização da disciplina de Núcleo Temático em Pesquisa II, e obtenção do grau de Bacharel em Educação Física. Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Viera.

Coorientador: Wanderson Divino Nilo dos Santos.

Goiânia

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades a mim concedidas.

Agradeço a minha família por sempre me apoiar e incentivar para os estudos, em especial minha mãe Luciana que foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui sem ela nada disso seria possível.

Aos meus colegas de turma que me acompanharam e me ajudaram durante todo o decorrer do curso.

Aos professores da Faculdade de Educação Física e Dança, que foram essenciais para a minha formação contribuindo com seus conhecimentos e alto nível de profissionalismo para repassar seus saberes da melhor maneira possível, contribuindo diretamente para o meu crescimento e amadurecimento durante esses quatro anos de curso.

Agradeço fortemente ao meu orientador e professor Carlos Alexandre Vieira, pela oportunidade a mim concedida de ser sua orientanda mesmo quando já estava sem tempo nem espaço para atender mais alunos. Por ser um ótimo profissional e uma excelente pessoa, sempre disposto a ajudar a todos e sempre com palavras de otimismo.

Principal agradecimento para meu coorientador Wanderson Divino Nilo dos Santos que esteve lado a lado comigo nesta jornada, me ensinando e ajudando com toda sua experiência, dedicação e comprometimento, sem sua ajuda não seria possível realizar este estudo.

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento da percepção subjetiva de esforço e desconforto/dor em dois protocolos de treinamento de força (TF) com ou sem falha muscular no exercício agachamento. Participaram do estudo 12 mulheres jovens adultas ( $24,9 \pm 5,0$  anos,  $1,63 \pm 0,06$  metros,  $59,2 \pm 11,2$  kg,  $4,5 \pm 4,2$  meses de experiência com TF), foram submetidas ao teste de 10 repetições máximas (RM) no exercício agachamento paralelo na máquina Smith. O estudo foi composto por 3 sessões randomizadas, uma sessão para teste de 10 RM outras duas sessões para a realização das duas situações com ou sem falha muscular. Para obtenção das velocidades média e máxima e potência média e máxima durante a execução do exercício foi utilizado um transdutor de velocidade linear T-FORCE, para as percepções subjetivas de esforço (PSE) e desconforto foram utilizadas duas escalas, a escala de percepção subjetiva de esforço OMNI-RES e a escala CR-10 de Borg para obtenção do desconforto/dor em 6 situações: antes do exercício, logo após o término de cada série e 30 minutos após o término da sessão. Ao final do estudo foi identificado que um protocolo sem falha muscular apresentou menor PSE, com menor percepção subjetiva de desconforto/dor na primeira série. Porém a percepção de esforço da sessão 30 minutos após foi semelhante entre os grupos. Nas duas situações foram identificados perda da média da velocidade propulsiva, porém a perda foi maior na situação de falha. Para aplicações práticas é interessante a possibilidade de trabalhar com um treinamento fadigante, porém sem falha muscular e com volume semelhante ao treinamento com falha, causando menor PSE e desconforto, o que é interessante para indivíduos que não gostam de sentir um grande desconforto e esforço.

**Palavras Chaves:** Smith, Musculação, Métodos de treinamento, Exercício físico.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala CR-10 -----	21
Figura 2 - Escala OMNI-RES -----	22
Figura 3 - Diagrama do delineamento experimental -----	25
Figura 4 - Repetições por série-----	30
Figura 5 - Gráfico que representa o volume-----	31
Figura 6 - Velocidade média -----	32
Figura 7 - Velocidade máxima -----	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização das voluntárias -----	29
Tabela 2. Percepção de esforço e dor após dois protocolos de agachamento -----	29
Tabela 3. Repetições e volume total de repetições após dois protocolos -----	30
Tabela 4. Alterações na velocidade e potência após dois protocolos -----	31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 PRINCÍPIOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA.....	10
2.2 FALHA MUSCULAR NO TREINAMENTO DE FORÇA .....	13
2.3 VELOCIDADE DE EXECUÇÃO COMO VARIÁVEL DE MONITORAMENTO DE FADIGA .....	16
2.4 MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA .....	19
<b>2.4.1 Percepção subjetiva de desconforto/dor .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2 Percepção subjetiva de esforço: escala OMNI-RES .....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 VOLUNTÁRIOS DO ESTUDO .....	23
3.2 DESENHO EXPERIMENTAL .....	23
3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS .....	26
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	28
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) ou treinamento com pesos tornou-se uma das principais formas de exercícios para melhorar a aptidão física e qualidade de vida (FLECK; KRAEMER, 2006). Portanto, podemos notar a sua popularidade com o aumento no número de academias de ginástica, e isso atribui-se, a crescente busca por esse tipo de exercício físico pela enorme indicação de estudiosos da área, pois o TF pode promover benefícios para a saúde tais como: melhora da capacidade metabólica, melhora da força muscular, aumento da massa magra, redução da gordura corporal, adaptações cardiovasculares, hipertrofia muscular entre outros (SANTARÉM, 2012 apud SILVA, 2013).

Para alcançar tais benefícios como à melhora da força e hipertrofia tem se discutido treinar ou não até a falha muscular. Em revisão sistemática sobre os efeitos do treinamento até a falha versus não falha muscular com indivíduos de 18 a 35 anos, evidenciou que o treinamento sem falha produz efeitos similares ao treinamento até a falha (DAVIES et al., 2016).

Em contrapartida, em ambiente esportivo o treinamento até a falha pode não ser a melhor opção como é identificado em um estudo de Izquierdo-Gabarren et al. (2010), que analisaram os efeitos do TF com falha versus sem falha muscular sobre a força e potência muscular como também o desempenho no remo, em atletas remadores. O grupo sem falha apresentou maiores ganhos de força e potência muscular comparado com o grupo de falha, sugerindo que para o rendimento no esporte (remo) não é interessante treinar até a falha muscular.

Outra discussão muito relevante no TF é a utilização de cargas altas e baixas e suas resultantes. O TF, quando realizado com baixas cargas (<50% de 1 RM) também pode ser capaz de gerar hipertrofia muscular quando as repetições são induzidas até a falha muscular (FARUP et al., 2015). Um estudo que analisou os efeitos de dois protocolos de TF com cargas baixas de 30% de 1 RM e cargas altas de 80% de 1 RM em 21 jovens recreativamente ativos durante 8 semanas, não identificaram diferenças significativas para hipertrofia muscular entre os grupos de alta carga e baixa carga, porém para a força o grupo de alta carga apresentou melhores resultados (FINK et al., 2016). Além disso, o TF com cargas baixas apresenta uma menor queda na média da



velocidade comparado com cargas altas, e a velocidade do movimento pode ser uma variável importante para monitorar os níveis de fadiga durante o treinamento (IZQUIERDO et al., 2006). Isso pode ser observado em um estudo de Pareja-Blanco et al. (2016a) que comparou os efeitos da perda de velocidade de 20% vs 40% sobre a força e desempenho no TF. O grupo de 20% obteve similares ganhos de força e melhores resultados no salto de contra movimento, o que demonstra que uma perda de velocidade mais acentuada como na situação de 40% gera maior acumulação de fadiga.

Dessa forma, o controle da velocidade da repetição sobre a queda de desempenho parece ser uma forma de monitorar a fadiga neuromuscular (PAREJA-BLANCO et al., 2016a). No entanto, nenhum destes estudos analisaram o comportamento da percepção subjetiva de esforço e desconforto/dor durante a sessão para monitorar a resposta da carga interna em um treino para membros inferiores com uma escala subjetiva.

Diante disto utilizamos duas escalas de percepção de esforço, a escala OMNIRES que contém imagens e indicadores numéricos que por sua vez é específica para o TF e a escala CR10 de Borg que identifica as percepções de desconforto/dor, ambas ajudam a identificar a fadiga durante o treinamento, possibilitando também o monitoramento e avaliação da sessão de treino, como um método simples e de baixo custo (TIGGEMANN et al., 2010). Portanto o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento da percepção subjetiva de esforço e desconforto/dor em dois protocolos de treinamento com ou sem falha muscular no exercício agachamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PRINCÍPIOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA

O treinamento de força ou resistido refere-se a um tipo de exercício que pode exigir contrações musculares (concêntricas, excêntricas e isométricas) contra uma força externa. Essa força externa pode ser aplicada com aparelhos, pesos livres até mesmo por elásticos. O treinamento de força pode induzir a melhora da aptidão muscular, ou seja, aumento da força, resistência e potência muscular. Estes são elementos benéficos tanto para o esporte quanto para a saúde em geral (FLECK; KRAEMER, 2006).

Esse tipo de treinamento traz inúmeros benefícios para a saúde em geral, como a melhora da aptidão física, melhora dos níveis pressóricos, aumento da massa magra corpórea, diminuição da gordura corporal, ganhos de hipertrofia e melhora na sensibilidade ao hormônio da insulina (FLECK; KRAEMER, 2006).

Um programa de exercícios resistidos deve respeitar os princípios do treinamento e suas variáveis agudas para conseguir alterações necessárias no organismo para provocar efeitos crônicos desejados de acordo com cada objetivo e necessidade individual. Nesse sentido o objetivo desta sessão é compreender os princípios do treinamento e como um programa de exercícios podem ser desenhados (FLECK; KRAEMER, 2006).

No princípio da sobrecarga GENTIL, (2005, p. 16) afirma que:

O estabelecimento de um novo arranjo estrutural é iniciado toda vez que nosso organismo é afastado de seu equilíbrio dinâmico. A sobrecarga é justamente a magnitude deste desvio, determinada por aspectos qualitativos e não quantitativos. Assim, o conceito de sobrecarga não é relativo aos fatores externos que atuam no sistema, porém à forma como o organismo responde a tais fatores.

Gentil (2015) define os princípios do treinamento da seguinte forma:

Sobrecarga: no treinamento de força que visa á hipertrofia, a sobrecarga vem sendo mal interpretada, levando em consideração apenas o aspecto quantitativo e desviando-se do aspecto qualitativo, utilizando-se cada vez mais cargas elevadas, alto número de séries e repetições no treino, o que pode acabar se tornando um problema pois nosso corpo tem uma capacidade limitada para retornar ao seu equilíbrio.

Ainda nesse contexto a sobrecarga é entendida principalmente como a qualificação que ocorrerá das alterações fisiológicas proporcionadas, e estas podem ser

analisadas através de alguns fatores como: tipos de contração, amplitude de movimento, forma de execução, intervalo de descanso e o método de treino escolhido.

A partir disso, é de suma importância a compreensão deste princípio para que se saiba dosar a sobrecarga do treino evitando com isso possíveis lesões se utilizado sobrecarga excessiva, e também evitar estímulos muito baixos que causem poucas alterações estruturais.

Outro princípio importante é o da adaptação, em que o organismo do indivíduo está sempre se organizando para se adequar a uma nova realidade com o meio, sendo assim denominado de auto-organização.

O princípio da especificidade é caracterizado pelas mudanças estruturais, que serão baseadas nas demandas atuais do organismo, sendo elas bastantes específicas para os estímulos oferecidos.

A continuidade é outro princípio que de acordo com Gentil (2005), é necessária para que se consiga manter um determinado estado sistêmico constante juntamente com o auxílio de estímulos adequados para tal. Ainda dentro do princípio da continuidade é fundamental que haja uma boa manipulação das variáveis para que se possa assegurar os resultados a longo prazo.

Já a individualidade biológica é um princípio que afirma haver grande similaridade entre os organismos de uma mesma espécie, no entanto segundo Gentil (2005), na regulação estrutural exata existe uma grande variação, e essa singularidade nas variações são denominadas no treinamento desportivo como princípio da individualidade.

Diante disto um treinador deverá ter o conhecimento de um possível comportamento geral dos sistemas, juntamente de informações específicas pelo método científico para que possa orientar sua prática profissional, fazendo uso adequado da individualidade, para alcançar os objetivos específicos do seu aluno e não reproduzir um mesmo programa de treino para várias pessoas distintas.

Ainda segundo Gentil (2005), é de grande relevância a compreensão dos conceitos de algumas variáveis de um programa de exercícios resistidos tais como: o conceito de repetições que se refere a uma execução de um ciclo de movimento que possui duas fases uma concêntrica e outra excêntrica, essas fases caracterizam dois tipos de ação muscular: uma concêntrica que é a fase de encurtamento do músculo em que a origem e inserção se aproximam e a fase excêntrica que é fase de alongamento do

músculo, se distanciando a origem e inserção. A repetição máxima (RM) é o número máximo de repetições completas com uma mesma carga (KRAEMER e HAKKINEN, 2004 apud GENTIL, 2005).

A definição de série no treinamento de força “é a execução de um grupo de repetições, desenvolvidas de forma contínua, sem interrupções” (GENTIL, 2005, p. 17).

Nesse contexto temos o conceito de carga externa que é entendida como a massa expressa em (kg) que é utilizada como uma resistência na execução de exercícios. A carga é entendida sob dois termos: carga absoluta e a carga relativa, a carga absoluta é a quantidade total de carga utilizada em um dado exercício, e a carga relativa é o percentual de carga que é utilizado em relação à carga máxima suportada.

O conceito de volume no treinamento é definido como sendo uma medida da quantidade total de trabalho realizado. O volume pode ser calculado pela quantidade de exercícios, pela quantidade de séries entre outros fatores. A partir disso devemos saber dosar o volume de treino pois, ele tem uma relação direta com a intensidade, uma vez que se utiliza uma alta intensidade o volume tende a ser mais baixo e vice-versa.

Com isso é importante entender o conceito de intervalo, esse intervalo é referente ao tempo de descanso entre as séries ou repetições, essa é uma variável de extrema importância, pois é através dela que podemos regular os estímulos fisiológicos que pretendemos obter com o treinamento.

A definição do conceito de velocidade de execução pode ser entendida no treinamento de força como a cadência adotada para a execução do exercício. A velocidade de execução pode ser variada de acordo com o método de treino escolhido metabólico que se caracteriza como principal estímulo a acumulação de metabólitos, ou método tensional que se caracteriza como estímulo principal a tensão imposta no músculo. No treino metabólico a velocidade de execução é caracterizada pela ênfase na fase da ação muscular concêntrica com um tempo cadência de, por exemplo: 2040, em que o primeiro número se refere a fase excêntrica, o segundo número se refere a transição entre as fases, o terceiro número se refere a fase concêntrica e o quarto número também se refere a transição entre as fases. Já o treino tensional a ênfase maior é na fase excêntrica como por exemplo: uma cadência de 4020.

Seguindo essa linha de pensamento, temos a compreensão do conceito da intensidade do treino, a intensidade está relacionada a um conjunto de variáveis como a carga, velocidade da execução, amplitude de movimento, intervalo de descanso e ao

método de treino escolhido. A intensidade está ligada ao conceito de qualidade, sendo entendida como a alteração aguda que o treino promove.

Com tudo, a manipulação das variáveis agudas do treinamento de força deve ser considerada para atender as necessidades de potencializar os ganhos a aptidão física. Com a manipulação destas variáveis a possibilidade de criar programas de exercícios são “infinitas”, no entanto parece ser necessário certo grau de fadiga durante a sessão de treinamento para induzir melhoras subsequentes. Nesse sentido uma discussão que tem ganhado força é o papel da falha muscular e o controle da velocidade de execução como fatores de monitoramento da fadiga nos exercícios resistidos (GONZALES-BADILLO et al., 2014).

## 2.2 FALHA MUSCULAR NO TREINAMENTO DE FORÇA

A falha muscular momentânea (FMM) é entendida na literatura como sendo a incapacidade de realizar contrações concêntricas sem alteração no padrão motor e de postura do indivíduo (STEELE et al., 2017). A fadiga induzida pela FMM no TF tem implicações no campo esportivo e de saúde. Estudos apontam vantagens e desvantagens de se treinar até a FMM (WILLARDSON, 2007; DAVIES et al., 2016).

No contexto do exercício levado até a FMM uma revisão sistemática e meta-análise de Davies et al. (2016), buscou comparar os efeitos sobre a força muscular de dois protocolos no treinamento resistido, com falha e sem falha muscular. Foi analisado um total de 8 artigos envolvendo 199 participantes homens e mulheres de 18 a 35 anos de idade e no geral, os estudos apontaram que o treinamento realizado até a falha muscular fornece estímulos necessários para o desenvolvimento da força, porém o treinamento sem falha muscular produz efeitos similares nos ganhos de força, sem a necessidade de um grande desconforto e menos exposto ao risco de lesões (DAVIES et al., 2016).

No contexto da fadiga neuromuscular no treinamento resistido que pode ser caracterizada pelo declínio da capacidade de gerar tensão ou força muscular com a estimulação repetida, um estudo de Dankel et al. (2017), buscou mostrar a importância da padronização nos estudos que examinem a hipertrofia muscular, uma vez que utiliza-se de um conjunto de séries e repetições geralmente preestabelecidas o que pode influenciar no desempenho, podendo acarretar variações na amostra. Nessa perspectiva,

o estudo aponta que um protocolo de treinamento para fadiga voluntária em que o próprio indivíduo para o exercício, com 10 semanas de duração, realizados a 30 e a 80% da carga de 1RM, obteve aumentos similares no tamanho dos músculos extensores do joelho. Outro estudo apontou ainda que 6 semanas de treinamento para fadiga voluntária no exercício de supino realizado a 30 e a 70% de 1RM, resultou em aumentos similares no tamanho dos músculos peitoral maior e tríceps braquial. Portanto para alcançar uma homogeneidade é necessário que ao invés de prescrever um número arbitrário de repetições, estimular o treinamento até a fadiga voluntária, garantindo um nível similar de fadiga (DANKEL et al., 2017).

Dentro desta linha de pensamento, um estudo de Folland et al. (2002), buscou investigar o papel da fadiga comparando um treinamento de alta fadiga com um protocolo de baixa fadiga. Vinte e três adultos saudáveis com idade entre 18 a 29 anos, foram divididos em dois grupos. O grupo de alta fadiga realizou quatro séries de 10 repetições com intervalo de descanso de 30 segundos. O grupo de baixa fadiga realizou 40 repetições com intervalo de descanso de 30 segundos no exercício de extensão de joelhos bilateral, o protocolo foi realizado três vezes por semana durante nove semanas. Ao final das nove semanas, os ganhos de força isométrica foram semelhantes entre os dois grupos.

Em outro estudo Sampson e Groeller (2015), investigaram o efeito de 12 semanas de treinamento de resistência até a falha em aspectos funcionais, estruturais e adaptação do músculo flexor do cotovelo. A amostra era composta por 28 homens adultos destreinados, divididos em 3 grupos: grupo 1 realizavam contrações concêntricas rápidas e excêntricas em 2s (segundos) sem falha; o grupo 2 realizavam contrações concêntricas e excêntricas rápidas sem falha; e o grupo 3 realizavam 2s para contrações concêntricas e 2s para ações excêntricas com falhar muscular. O protocolo era composto por quatro séries a 85% de 1RM com intervalo de repouso de três minutos e frequência semanal de três vezes, com duração de 12 semanas. Os autores identificaram um maior volume de repetições para a situação falha muscular (grupo 3) comparada as situações sem falhar (grupo 1 e 2). Os ganhos em força muscular, contração voluntária máxima e a hipertrofia foram semelhantes entre os grupos. Os autores sugerem que em homens destreinados a contração muscular rápida sem falha muscular pode obter ganhos em adaptações musculares sem a necessidade das repetições até a falha muscular (SAMPSON e GROELLER, 2015).

Ainda nessa linha de pensamento temos um estudo de Izquierdo-Gabarren et. al (2010), que buscou analisar o efeito de 8 semanas de treinamento com falha versus sem falha muscular na força e potência muscular como também a performance no remo. O estudo foi composto por 43 remadores olímpicos treinados, eles foram divididos em 4 grupos que adotaram a mesma carga no exercício de supino. Grupo 1: quatro exercícios até a falha; grupo 2: quatro exercícios sem falha; grupo 3: dois exercícios sem falha e grupo 4: controle. O grupo 2 de não falha apresentou maiores ganhos de força de 1RM e potência muscular comparado com o grupo 1 de falha. Portanto o estudo demonstra que no esporte um treino de resistência sem falha fornece um ambiente mais favorável para se conseguir maiores ganhos de força, potência muscular e desempenho em remadores comparado com o treinamento de maior volume para a falha muscular (IZQUIERDO-GABARREN et. al, 2010).

Em contrapartida um estudo de Pareja-Blanco et.al (2016a), apresentou uma resposta semelhante para força nos grupos de 20% e 40% de volume do treinamento, porém para o quesito hipertrofia o grupo de 40% obteve melhores resultados comparado com o grupo de 20% no exercício de agachamento.

Um estudo de Schoenfeld et al. (2016), investigou os efeitos de diferentes intervalos de descanso. Participaram do estudo 21 homens jovens treinados que foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Grupo 1 com descanso curto de 1 minuto e grupo 2 com descanso longo de 3 minutos. O estudo teve uma duração de 8 semanas, o protocolo era composto pelos exercícios de supino e agachamento com 3 séries de 8-12 repetições máximas 3 vezes por semana. Foi realizada a análise da força muscular de 1RM e espessura muscular. Ao final do estudo, a espessura muscular e a força máxima foi significativamente maior para 1RM no agachamento e no supino para o grupo 2 comparado com o grupo 1. Portanto o estudo fornece evidências de que períodos de descanso mais longos promove maiores aumentos na força e hipertrofia, e também acaba gerando um maior volume de treino, e treinar até a falha pode interferir no volume, e um maior volume pode gerar uma maior hipertrofia muscular, principalmente para musculatura de membros inferiores (SCHOENFELD et al., 2016).

Outro estudo que também nos traz essa informação é o estudo acima citado de Pareja-Blanco et al. (2016), que investigou a perda de velocidade de 20% no agachamento comparado com a perda de 40% da velocidade, e os resultados apontaram

que o grupo de 40% com um maior volume provocou uma maior hipertrofia do músculo vasto lateral e intermédio comparado com o grupo de 20%.

Nesse contexto, uma pesquisa realizada por Willardson (2007), buscou discutir algumas evidências sobre treinar ou não até a FMM. O estudo nos traz algumas informações importantes como as vantagens e desvantagens de se treinar ou não até a FMM tanto no viés esportivo para o rendimento quanto no viés da saúde. O estudo demonstra que para atletas levantadores de peso, é uma boa opção realizar treinos levados até a FMM com frequência de uma vez na semana, uma vez que este proporciona maior aumento no volume muscular o que a longo prazo é fundamental para a força. Além disso, existem outras vantagens ocasionadas pelo treino levado até a falha como o aumento da secreção do hormônio promotor do crescimento, maior ativação de unidades motoras, maior síntese de proteínas entre outros (WILLARDSON, 2007).

Contudo para que todos esses benefícios sejam alcançados de maneira adequada, sem o excesso de treinamento o que poderia acarretar em um overtraining, é necessário que haja uma boa dosagem do volume de treinamento, podendo ser realizado uma vez por semana e alternado com treinos de intensidade baixa e moderada, evitando o risco de lesões e o excesso de treinamento que acaba gerando um alto potencial de sobrecarga o que seria uma desvantagem para o rendimento, além de reduzir a liberação do hormônio promotor do crescimento (WILLARDSON, 2007).

Portanto, para a população em geral que objetiva a melhora das funções físicas não é necessário treinar até a falha, principalmente indivíduos com lesões musculoesqueléticas ou doenças cardiovasculares (WILLARDSON, 2007).

### 2.3 VELOCIDADE DE EXECUÇÃO COMO VARIÁVEL DE MONITORAMENTO DO NÍVEL DE FADIGA

O controle da velocidade de execução durante o treinamento pode ser uma forma de monitorar o acúmulo de fadiga e a queda no desempenho muscular. Durante ações musculares com maior velocidade intencional observa-se com o passar das repetições uma perda de velocidade, e para monitorar essa variável utiliza-se transdutores lineares ou mesmo acelerômetro de aparelhos celulares. Estudos tem investigado o efeito da magnitude da queda de desempenho muscular pela velocidade (GONZALES-BADILLO et al., 2014).



Izquierdo et al. (2006), analisaram o comportamento da queda da média de velocidade das repetições nas cargas de 60 %, 65%, 70% e 75% de 1 RM nos exercícios supino reto e meio agachamento. Observaram que com cargas mais leves a média da velocidade foi maior e em todas as situações houve queda significativa da média da velocidade comparada nas médias da velocidade nas duas repetições iniciais. Para todas as cargas o agachamento produziu maior volume de repetições do que para o supino reto. Outro dado importante foi que as médias de velocidade na última repetição não diferiram entre os percentuais de carga, uma vez que foi induzido para a falha muscular. Assim parece que a velocidade é uma variável interessante para monitorar e prever a falha muscular de maneira aguda.

Sánchez-Medina e González-Badillo (2011), propuseram a média da velocidade propulsiva como indicador de fadiga neuromuscular no treinamento de força, em quinze combinações de protocolos de três séries com ou sem falha muscular para os exercícios supino reto e agachamento, maiores percentuais de perda de velocidade da repetição foi observada nas situações com as repetições induzidas a falha muscular. No agachamento a maior perda da velocidade média propulsiva foi altamente correlacionada com a queda de desempenho no salto em contramovimento. Dessa forma, de maneira aguda observou-se que repetições induzidas a falha muscular provocou maior perda percentual da velocidade da repetição e a fadiga no agachamento demonstrou diminuição do desempenho no salto em contramovimento.

Os estudos citados anteriormente foram análises agudas, portanto qual seria o efeito crônico obtido controlando a perda da velocidade. Essa questão ainda é incipiente e somente três estudos investigaram esse tema (GONZALES-BADILLO et al., 2014; PAREJA-BLANCO et al., 2016a; PAREJA-BLANCO et al., 2016b).

Gonzales-Badillo et al., (2014) compararam o efeito da velocidade máxima intencional (MaxV) versus velocidade lenta (metade da velocidade máxima intencional) sobre a força muscular no 1 RM no supino reto. O protocolo utilizado variou de 3-4 séries de 2 a 8 repetições com cargas submáximas 60% a 80 % de 1 RM, em nenhuma situação houve falha muscular, a única diferença era na velocidade das repetições controlada por transdutor de velocidade linear. Os dois grupos obtiveram ganhos em força muscular, porém o grupo que utilizou a máxima velocidade nas repetições foi superior ao grupo com velocidade lenta. Dessa forma, em protocolos submáximos

realizar repetições com alta velocidade parece ser necessário para provocar melhores ganhos de força muscular.

Um estudo de Pareja-Blanco et al. (2016a), comparou os efeitos de dois treinamentos de resistência que divergiu apenas na perda de velocidade da repetição de 20% vs 40%, em adaptações musculares estruturais e funcionais juntamente com a performance, durante 8 semanas no exercício de agachamento. A amostra foi composta por 22 homens jovens fisicamente ativos que foram divididos em dois grupos, o grupo 1 de 20% e o grupo 2 de 40%. Foi monitorada a velocidade de repetição pré e pós-treinamento e a carga foi progressiva. Foi avaliada força máxima de 1RM, salto de contra movimento e Sprint de 20m. O grupo 1 de 20% obteve similares ganhos de força e melhores resultados no salto contra movimento, porém o volume de treino do grupo 2 de 40% provocou uma maior hipertrofia muscular comparado com o grupo 1. Para o viés esportivo sob o objetivo de melhora da performance, o uso do treinamento próximo ou até a falha pode gerar prejuízos no desempenho muscular. Desta forma a acumulação progressiva de fadiga caracterizada pela perda de velocidade mais acentuada aparece como uma variável importante na configuração do estímulo do exercício (PAREJA-BLANCO et al., 2016a).

Em outro estudo Pareja-Blanco et al. (2016b) compararam o efeito da perda de velocidade em 15% versus 30% sobre a força muscular (1RM) e capacidade funcional (salto em contramovimento e Yo-Yo (teste) em jogadores de futebol profissional com experiência em treinamento resistido. O estudo contou com 16 jogadores que foram divididos em dois grupos: grupo 1 de 15% e grupo 2 de 30% que realizaram o protocolo de treinamento progressivo com a mesma magnitude de carga relativa, 3 vezes por semana no exercício de agachamento durante 6 semanas. Ao final do estudo o grupo 1 de 15% obteve maiores ganhos na altura do salto de contra movimento comparado com grupo 2 de 30%, não houve diferenças significativas entre os grupos para as demais variáveis. Portanto no âmbito esportivo um protocolo de treinamento com baixo grau de fadiga com perda de 15% da velocidade parece ser eficaz para induzir melhorias no desempenho neuromuscular (PAREJA-BLANCO et al., 2016b).

Dessa forma, o controle da velocidade da repetição sobre a queda de desempenho parece ser uma forma de monitorar a fadiga neuromuscular e pode interferir sobre aspectos morfológicos e funcionais (PAREJA-BLANCOA et al., 2016a). No entanto, nenhum destes estudos analisaram o comportamento da percepção

subjetiva de esforço e desconforto/dor durante a sessão para monitorar a resposta da carga interna com uma escala subjetiva.

## 2.4 MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA

### 2.4.1 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE DESCONFORTO/DOR

O estudo, e as investigações da percepção subjetiva de esforço teve seu início por volta dos anos de 1950 tendo como um dos principais investigadores um psicólogo sueco chamado Gunnar Borg (TIGGEMAN et al., 2010).

No início da década de 60, Borg começa a introduzir conceitos sobre as percepções inerentes as sensações que afetam as atividades da vida diária das pessoas, afirmando que não podemos analisar apenas sua performance física sob a ótica da fisiologia do exercício, mas também sob o olhar de suas sensações subjetivas inerentes a suas ações (BRANDAO et al., 1989).

Nesse sentido BRANDAO et al. (1989) fala sobre uma “gestalt psicomotora” que quer dizer que:

[...] para cada performance executada nós temos a integração de várias sensações e sentimentos psicológicos vindos dos músculos, pele e articulações, do sistema nervoso central (processos emocionais, de aprendizagem e motivação), uma visão não de uma imagem cambiante, mas de uma realidade integrada e continua do ser humano. (BRANDÃO et al., 1989, p. 35).

Portanto as sensações de fadiga, de desempenho e outras variáveis, podem ser analisadas pela fisiologia do exercício, mas também se caracterizam como um estado subjetivo em que o próprio indivíduo tem um certo conhecimento sobre suas reações corporais. (BRANDAO et al., 1989).

Dito isso unem-se duas áreas importantes para a compreensão da percepção e da performance, a psicofisiologia. A frequência cardíaca, consumo máximo de oxigênio, limiares ventilatórios e lactato sanguíneo são variáveis fisiológicas estudadas e analisadas pela psicofisiologia. Em paralelo, tolerância a dor, percepção subjetiva de esforço, ansiedade e cognição são variáveis psicológicas estudadas pela psicofisiologia (BRANDAO et al., 1989).

Em 1963 Borg cria uma escala de percepção do esforço categorizada em 21 pontos, que representam intensidades variadas entre muito leve até muito pesado. No

geral o uso da escala de percepção subjetiva de esforço é utilizada em diversas esferas tanto no âmbito da saúde na área clínica, quanto no meio esportivo. Com o passar do tempo houve algumas modificações e alterações da escala de percepção de 21 pontos surgindo então a escala de 10 pontos, que é conhecida como CR10, seu score varia de 0 a 10 pontos, e tem o objetivo de associar os níveis de categorias de esforço com uma escala numérica. Na prescrição do treinamento as escalas aparecem de forma bastante prática e acessível por serem de baixo custo e terem alta relação com diversas variáveis fisiológicas citadas anteriormente (BRANDAO et al., 1989).

Nesse sentido, as escalas de percepção subjetiva de esforço são ferramentas que são bastante reprodutíveis para monitorar a intensidade dos exercícios. Um estudo de Buckley e Borg (2011), tiveram como objetivo oferecer um método alternativo e prático para determinar a carga no treinamento de força que são as escalas de percepção subjetiva de esforço. avaliaram também as mudanças nas escalas de CR10 e escala 6-20 de Borg no treinamento resistido durante 15 repetições máximas no exercício de leg press em 26 indivíduos idosos do sexo feminino e masculino fisicamente ativos. Os voluntários foram divididos em 2 grupos: um grupo que avaliou o comportamento escala CR10 e outro grupo que avaliou a escala 6-20 de Borg, ambos os grupos realizaram o mesmo protocolo mudando apenas a escala de esforço utilizada. Houve mudanças significativas nas duas escalas ao decorrer das repetições e as duas aumentaram seus escores, demonstrando haver grande relação com a intensidade do esforço. O estudo sugere ainda que a escala CR10 pode ser utilizada para prescrever uma porcentagem de 1 RM como também de monitorar a intensidade do exercício (BUCKLEY e BORG, 2011).

Contudo, o monitoramento dos esforços dos trabalhos realizados no treinamento resistido também pode ser verificados pela escala de OMNI-RES (BRANDAO et al., 1989).

FIGURA 1: Escala CR-10 de Borg (1998).

1	Muito Fraco
1,5	
2	Fraco
2,5	
3	Moderado
4	
5	Forte
6	
7	Muito Forte
8	
9	
<b>10</b>	<b>Extremamente Forte</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

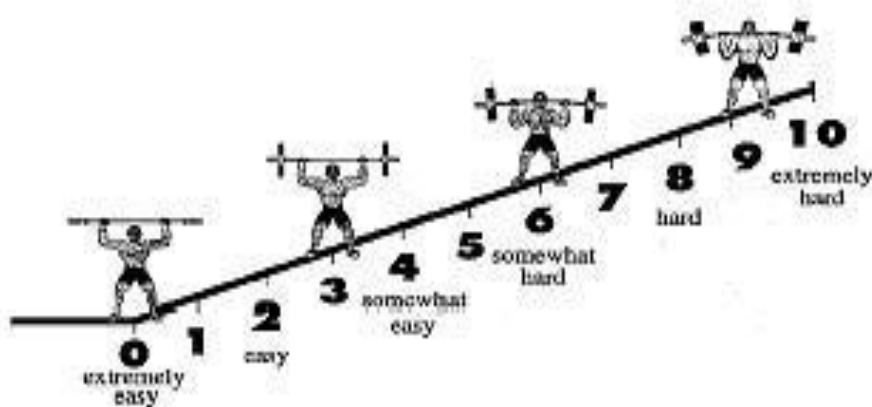
#### 2.4.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO: ESCALA OMNI-RES

A escala de OMNI-RES é uma escala específica para o treinamento resistido, ela contém informações numéricas e imagens ilustrativas o que facilita sua utilização (BRITO et al., 2011). Essa escala foi testada em um estudo de que buscou avaliar a sua efetividade em mulheres idosas portadoras de hipertensão arterial. A amostra foi composta de 21 voluntárias, eram realizados quatro sessões de exercícios, duas para membros inferiores e duas para membros superiores com intensidades de 60% e 80% de 15 repetições máximas. Cada sessão era composta de três séries de 15 repetições com intervalo de descanso de 90 segundos. Ao final de cada série foi aplicado o protocolo da percepção subjetiva de esforço, que indicou que a PSE foi mais acentuada nas séries de 80% do que nas séries de 60% o que demonstra a efetividade da escala de OMNI-RES para apontar as diferenças nas percepções em diferentes situações de esforço (BRITO et al. 2011).

Em um estudo de Silva et al. (2009), comparou a percepção subjetiva de esforço utilizando a escala de OMNI-RES em três protocolos diferentes de TF de alta velocidade de contração muscular em 12 mulheres idosas com idade entre 60 e 70 anos. Cada protocolo foi composto por 3 séries de 10 repetições com carga de 10 RM no

exercício de supino horizontal e leg press 45°. O protocolo 1 foi composto por 10 repetições contínuas, o protocolo 2 foi composto por 10 repetições descontínuas com uma pausa de 5 segundos entre a 6 e a 7 repetição, e o protocolo 3 foi composto por 10 repetições com uma pausa de 15 segundos entre a 6 e a 7 repetição, ambos os protocolos teve intervalo de descanso de 2 minutos em que eram aplicadas a escala de OMNI-RES. Nos resultados não foi observado diferenças significativas entre os 3 protocolos, a PSE aumentou com o decorrer das séries, demonstrando sua reprodutibilidade.

FIGURA 2: Escala OMNI-RES



Fonte: Disponível em: <[www.gease.pro.br](http://www.gease.pro.br)>. Acesso em: 13 nov. 2017.

### **3. MATERIAIS MÉTODOS**

#### **3.1 VOLUNTÁRIOS DO ESTUDO**

O estudo é um ensaio clínico agudo, aleatorizado, com duração de três visitas. Participaram do estudo 12 mulheres adultas jovens, recrutadas na Faculdade de Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás e arredores.

Os critérios de elegibilidade para participar do estudo foram: apresentar idades entre 18 a 35 anos e ser fisicamente ativa e ter experiência com o exercício agachamento. Os critérios de exclusão do estudo foram: apresentar diagnóstico de hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e/ou limitações ortopédicas que possam comprometer a execução do protocolo do estudo, bem como estar fazendo uso ou ter utilizado esteroides anabolizantes.

Todas as voluntárias foram informadas sobre os objetivos, procedimentos, possíveis desconfortos, riscos e benefícios do estudo, assim assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Neste termo constava de forma detalhada todas as informações sobre a pesquisa. Para além disso, as voluntárias responderam uma anamnese que teve por objetivo delinear o perfil sócio demográfico da amostra.

Todos os procedimentos experimentais desse estudo foram submetidos ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (UFG) e seguiram as diretrizes da resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para procedimentos envolvendo seres humanos (CAAE: 56907716.5.0000.5083).

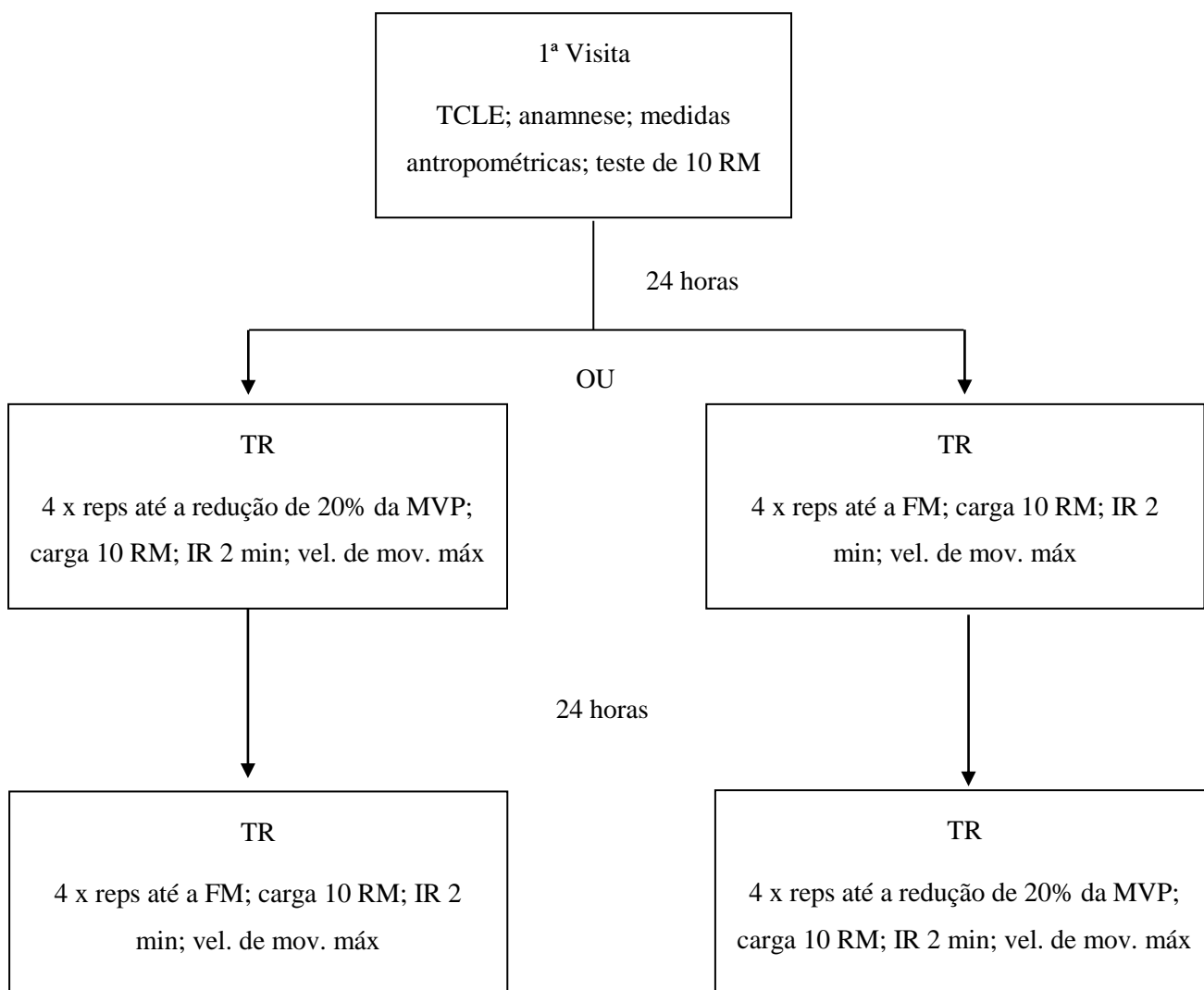
#### **3.2 DESENHO EXPERIMENTAL**

As voluntárias realizaram dois protocolos de TR com e sem falha muscular no exercício de agachamento paralelo na máquina Smith (4 séries até a falha, e 4 séries sem falha com perda de 20% da média da velocidade propulsiva (MVP) que é alcançado na fase concêntrica do movimento, ambos com manutenção da carga em cada série e com 2 minutos de intervalo de repouso entre as séries). Na primeira visita as voluntárias assinaram o TCLE, foram submetidas a anamnese, ao questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q), medidas antropométricas, teste de 10RM para flexores de

joelho. Na segunda e terceira visita as voluntárias realizaram um dos dois protocolos propostos com exercício até a falha muscular ou exercício sem falha muscular com perda de 20% da MPV. Foi adotado um intervalo mínimo de 24 horas entre os protocolos de exercício (Figura 3).



FIGURA 3 – Diagrama do delineamento experimental



Fonte: Elaboração própria

Figura 1 – Diagrama do delineamento experimental: TCLE, termo de consentimento livre esclarecido; TR, treinamento resistido; FM, falha muscular; MVP, média da velocidade propulsiva; IR, intervalo de repouso entre séries; RM, repetição máxima

### 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

#### **Avaliação antropométrica**

A massa corporal foi medida por meio de uma balança eletrônica/digital com resolução de 50 gramas (peso mínimo 1kg e 50g – máximo 150 kg) da marca Lider®, modelo P-150M. A estatura foi medida por meio de um estadiômetro da marca *Sanny*, modelo *Professional Sanny* (campo de medição: 40 cm até 210 cm). Com os valores dessas duas variáveis será calculado o índice de massa corporal (IMC) das participantes, por meio da equação abaixo:

$$\text{IMC} = \text{Massa corporal (kg)} / \text{Estatura (metros}^2\text{)}$$

#### **Avaliação da força muscular**

A medida de força muscular foi realizada por meio de teste dinâmico (teste de 10RM). A carga de 10RM foi determinada para cada voluntária no agachamento paralelo na máquina Smith. A técnica de execução do exercício foi padronizada a fim de garantir uma boa produção de força e velocidade. Antes da realização do teste de 10RM foi realizado um aquecimento entre 6 e 10 repetições com aproximadamente 50% de uma carga estimada de 10RM. O teste de 10RM foi iniciado 2 minutos após o aquecimento. As voluntárias foram orientadas a tentar realizar 10 repetições com a carga imposta na maior velocidade intencional do movimento. Se a voluntária obtivesse sucesso na primeira tentativa, era adicionada uma carga entre 5 – 10% para segunda tentativa. Da mesma forma foi realizada a segunda tentativa, se a voluntária obtivesse sucesso, foi adicionado uma carga entre 5 – 10% para terceira tentativa. Nos casos em que a voluntária não conseguiu executar o movimento na amplitude proposta o teste foi interrompido e validado como carga máxima aquela obtida na última execução completa. O intervalo de descanso entre as tentativas foi de 5 minutos.

#### **Protocolo de exercício**

As voluntárias realizaram dois protocolos de TR, com falha muscular e outro sem falha muscular com perda de 20% da média da velocidade propulsiva (MPV). Nos dois protocolos foram realizadas quatro séries com a maior velocidade intencional no agachamento paralelo na máquina Smith. A carga empregada foi aquela determinada

pelo teste de 10RM, com manutenção da carga durante as quatro séries. Em todas as situações o intervalo de repouso entre as séries foi de 2 minutos. O estímulo verbal foi utilizado para ambas as situações.

As sessões de treino foram realizadas na sala de musculação da Faculdade de Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás.

### **Percepção subjetiva de esforço e desconforto**

Para avaliação da percepção subjetiva de esforço e desconforto/dor durante as sessões de exercício foram utilizadas a escala de PSE CR-10 (BORG) e Escala de Esforço OMNI-RES, após familiarização. Para PSE CR-10, foi perguntado para as voluntárias em seis situações, em repouso e após as quatro séries realizada imediatamente após cada série e trinta minutos após o final da sessão de exercício “como foi seu treino?”, e responderam numa escala de desconforto/dor de 0 a 10, a resposta indicou a sensação de desconforto/dor durante a sessão de treinamento. Já para Escala de Esforço, as voluntárias foram perguntadas imediatamente após o término de cada série do exercício “como você percebeu seu esforço?”, também responderam em uma escala de 0 a 10, o valor 10 representou que a voluntária não completou a repetição final, e, portanto, o esforço foi máximo caracterizado pela falha muscular.

### **Avaliação da velocidade de movimento e potência muscular**

A avaliação de velocidade de movimento e potência muscular foram realizadas por meio de teste dinâmico no agachamento paralelo na máquina Smith (Rocha Equipamentos, Brasil). Para aquisição dos dados foi utilizado o transdutor linear T-Force (Dynamic Measurement System; Ergotech Consulting S.L., Murcia, Espanha) acoplado na barra na máquina Smith. Ele registra a posição e deslocamento da barra por meio um conversor analógico-digital com taxa de 1000 Hz e acurácia de 2°. O transdutor linear foi conectado em um computador pessoal via USB com a placa de aquisição de dados com resolução de 14-bit e conversor A/D, que informou automaticamente os cálculos dos parâmetros cinéticos e cinemáticos via software especializado (T-Force Dynamic Measurement System). Para as análises foram avaliadas somente as ações musculares concêntricas do exercício.

O controle da velocidade foi realizado pela média da velocidade propulsiva (MVP). O *feedback* foi de modo concomitante entre a execução da voluntária e o controle do avaliador. Para a situação de perda de 20% da MVP, foi observado o maior valor inicial das repetições e quando diminuísse 20% da velocidade inicial era dado o comando para encerrar o movimento e finalizar a série do exercício. Um avaliador controlava a aquisição dos dados pelo T-FORCE e outro avaliador controlada a execução do exercício.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise descritiva está apresentada por média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação do volume total de repetições foi utilizado o teste t pareado. ANOVA de medidas repetidas foi utilizada para comparar entre as situações (falha vs não falha) sobre os desfechos de esforço e desconforto/dor (OMNI-RES e Borg CR-10), repetições realizadas entre séries, média e máxima MPV e média e máxima MPP. Quando apresentou significância foi utilizado o teste post hoc de Tukey para identificar as diferenças. A significância foi determinada por  $p\text{-valor} < 0,05$ . As análises foram calculadas pelo software R versão 3.4.1.

#### 4. RESULTADOS

##### Caracterização da amostra

A tabela 1 representa a caracterização das voluntárias sobre os dados antropométricos, força muscular, tempo de experiência com o treinamento de força e nível de atividade física.

TABELA 1 – Caracterização das voluntárias

	GE (n=12) média ± DP
Idade (anos)	24,93 ± 5,04
Massa corporal (kg)	59,2 ± 11,2
Estatura (m)	1,63 ± 0,06
10 RM (kg)	46,16 ± 13,79
Experiência com TF	4,5 ± 4,23

##### Percepção de esforço e dor

A tabela 2 representa a análise de esforço e dor, a análise de esforço na situação não falha produziu menor esforço comparado com a situação de falha após todas as séries. Já na avaliação da dor, houve diferenças, na situação de falha na terceira série comparado com o repouso nas duas situações (falha e não falha), na primeira série e 30 minutos após na situação não falha.

Tabela 2 Percepção de esforço e dor após dois protocolos de agachamento.

	OMNI		CR-10	
	Falha Média ± DP	Não falha Média ± DP	Falha Média ± DP	Não falha Média ± DP
Repouso	0	0	1,58±2,31	3,00 ± 2,04
1ª Série	9,67 ± 0,78	5,91± 1,68 <sup>*,**</sup>	6,75 ± 1,76	4,87 ± 1,42 <sup>§</sup>
2ª Série	10	6,75 ± 1,86 <sup>*</sup>	7,33 ± 1,56	5,42± 1,56
3ª Série	10	7,33 ± 1,72 <sup>*</sup>	7,46 ± 1,30 <sup>§</sup>	5,87±1,98
4ª Série	10	8,08 ± 1,16 <sup>*,**</sup>	7,33 ± 2,10	6,25±2,09

30 min pós	-	-	5,25 ± 1,23	3,79±1,85
------------	---	---	-------------	-----------

\*1ª a 4ª séries situação não falha menor que falha ( $p < 0,05$ ); \*\* 1ª série menor que 4ª série para situação não falha ( $p < 0,05$ ); § não falha, 1ª série foi menor comparada a 3ª série da situação falha muscular.

### Repetições e volume total de repetições

As repetições produzidas entres os momentos falha e não falha apresentaram diferenças entre as séries ( $p < 0,05$ ). A situação falha ocasionou maior volume de repetições na primeira série, mas foi inferior na última série comparada com a situação não falha (tabela 3 e figura 4). Os volumes totais de repetições não diferiram entre as situações (tabela 3 e figura 4).

TABELA 3 - Repetições e volume total de repetições após dois protocolos no agachamento com falha e não falha muscular.

	Falha (n=12) Repetições Média ± DP	Não falha (n=12) Repetições Média ± DP
1ª série	11,58 ± 1,83 <sup>a</sup>	7,58 ± 1,72 <sup>b</sup>
2ª série	6,33 ± 1,43 <sup>b,c</sup>	6,25 ± 0,96 <sup>b,c</sup>
3ª série	4,75 ± 0,86 <sup>c,d</sup>	5,25 ± 1,13 <sup>c</sup>
4ª série	3,58 ± 1,08 <sup>d</sup>	5,41 ± 1,08 <sup>c</sup>
Volume de repetições	26,25 ± 3,47	24,5 ± 3,65

Letras diferentes demonstram diferenças entre as situações; A interação entre séries foi avaliada por teste de ANOVA post hoc de Tukey ( $p < 0,0001$ ); volume de repetições comparada por teste t independente  $p = 0,19$ .

FIGURA 4 – Repetições por série

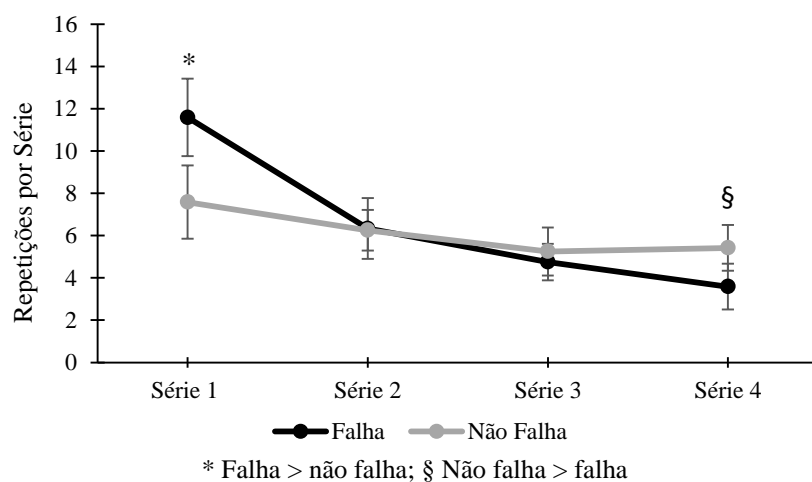
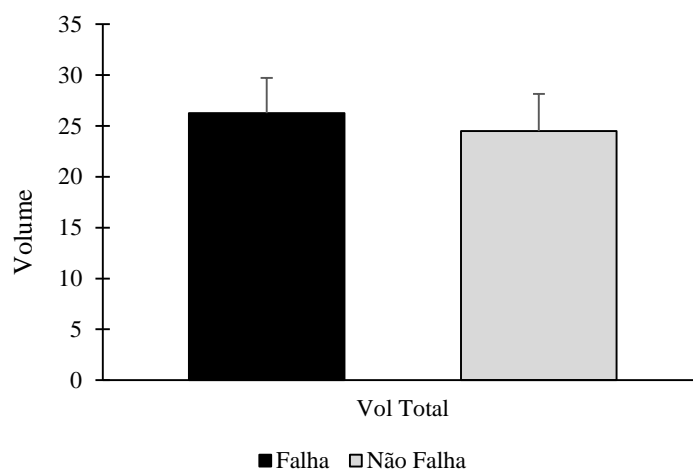


FIGURA 5 – Gráfico que representa o volume



### Velocidade e Potência.

A situação falha muscular presenciou uma queda significativa na terceira e quarta séries comparada a situação não falha ( $p < 0,001$ ). A velocidade máxima produzida entre os momentos (falha vs não falha) foram diferentes apenas na primeira série da situação não falha comparada com a quarta série da situação falha ( $p < 0,001$ ). As potências médias e máximas produzidas entre as situações não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) (tabela 4).

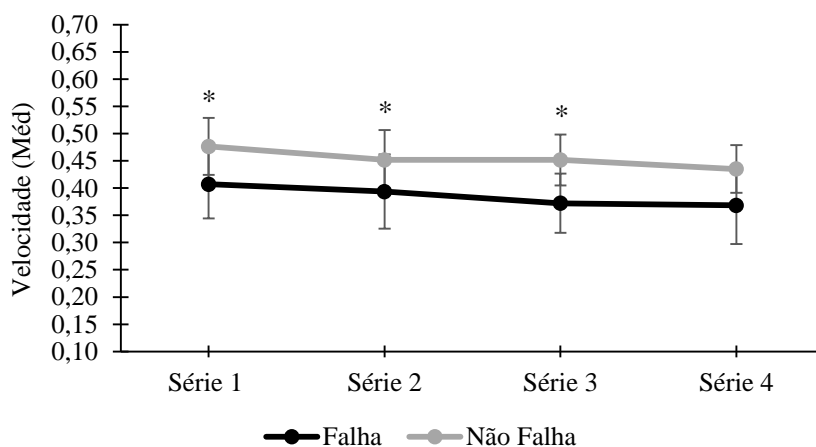
TABELA 4 - Alterações na velocidade e potência após dois protocolos de agachamento com falha e não falha muscular

		Falha	Não Falha	Falha	Não Falha
		Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP
		Velocidade Média (m/s)		Velocidade Máx	
Série	1 <sup>a</sup>	0,40 $\pm$ 0,06 <sup>abc</sup>	0,48 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	0,53 $\pm$ 0,09 <sup>ab</sup>	0,54 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
Série	2 <sup>a</sup>	0,39 $\pm$ 0,07 <sup>bc</sup>	0,45 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>	0,49 $\pm$ 0,09 <sup>ab</sup>	0,52 $\pm$ 0,07 <sup>ab</sup>
Série	3 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	0,45 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>	0,46 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>	0,51 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>
Série	4 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	0,43 $\pm$ 0,04 <sup>abc</sup>	0,44 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	0,50 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>
		Potência Média (w)		Potência Máx (w)	

1 <sup>a</sup>				
Série	182,16 ± 45,73	216,03 ± 61,31	238,23 ± 66,33	247,81 ± 73,44
2 <sup>a</sup>				
Série	173,54 ± 36,55	203,58 ± 52,50	217,80 ± 46,21	233,75 ± 61,75
3 <sup>a</sup>				
Série	165,36 ± 35,49	204,37 ± 54,98	201,34 ± 43,01	232,05 ± 60,60
4 <sup>a</sup>				
Série	161,87 ± 32,45	198,01 ± 56,99	190,37 ± 37,96	228,62 ± 65,75

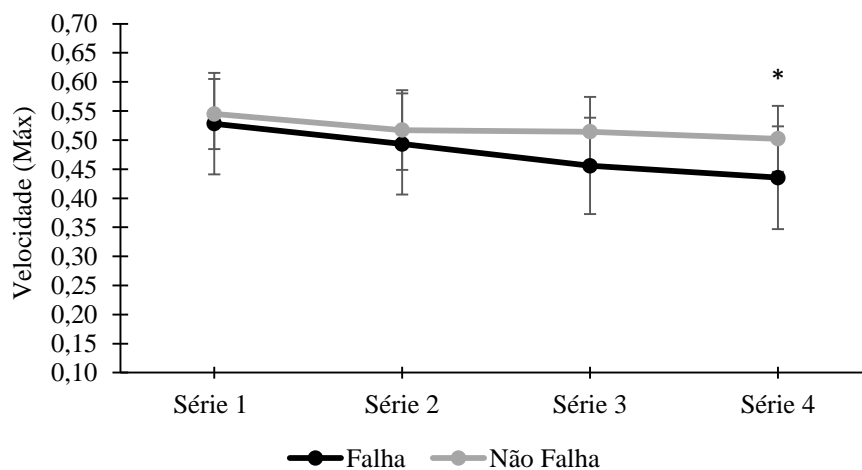
Velocidade média, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries para a situação falha foram inferiores a situação não falha; A interação da velocidade média foi avaliada por teste de ANOVA e post hoc de Tukey ( $p < 0,0001$ ); Velocidade máxima, 1<sup>a</sup> séries da situação não falha foi diferente da 4<sup>a</sup> série da situação falha muscular; A interação da velocidade máxima foi avaliada por teste de ANOVA e post hoc de Tukey ( $p < 0,001$ ).

FIGURA 6 – Velocidade média



1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries não falha > falha muscular

FIGURA 7 – Velocidade máxima



\* 4<sup>a</sup> série não falha > 1<sup>a</sup> série falha muscular.



## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da percepção subjetiva de esforço e desconforto/dor em dois protocolos com ou sem falha muscular no exercício de agachamento. Nós identificamos que um protocolo sem falha muscular apresentou menor PSE, com menor percepção subjetiva de desconforto/dor na primeira série. Em revisão de literatura sobre a PSE Tiggemann et al. (2010), relataram que menores percepções de esforço são relatados nas primeiras séries em comparação com as demais em exercício único, devido ao grau de fadiga localizada. Vieira et al. (2014), evidenciaram uma maior percepção subjetiva de desconforto/dor 30 minutos após o fim da sessão em treinamento de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo, comparado com treinamento de alta intensidade pra flexores do cotovelo, em indivíduos homens jovens com experiência em TF. Ao passo que o nosso estudo foi para membros inferiores e apresentou maior desconforto na situação de falha muscular. Embora a percepção de intensidade da sessão 30 minutos após foi semelhante entre os dois protocolos, acreditamos que tal achado se deu pois as duas situações geraram volumes semelhantes. Na situação de falha muscular houve uma maior queda significativa da MVP entre as séries, acarretando queda de desempenho pela fadiga acumulada o que refletiu uma maior percepção de esforço nas últimas séries.

Diante disso, parece ser necessário monitorar o grau de fadiga acumulada para alterações no sistema musculoesquelético, uma forma de monitorar a magnitude da fadiga neuromuscular é controlando a perda de velocidade de movimento ( SÁNCHEZ-MEDINA e GONZÁLES-BADILLO, 2011). Foi observado em nosso estudo em uma situação de perda de 20% de velocidade (situação sem falha) teve uma menor perda da MVP comparado com a situação de falha. Sánchez-Medina e González-Badillo (2011), indicaram a MVP como indicador de fadiga neuromuscular comparando 3 séries de agachamento paralelo com ou sem falha muscular, na situação induzida até a falha houve maiores percentuais de perda de velocidade o que foi correlacionado com a queda de desempenho no salto de contra movimento. Em nosso estudo nós não avaliamos a perda de capacidade funcional, embora na situação de falha teve maior queda da MPV o que poderia influenciar uma queda na capacidade funcional. Para a potência muscular não houve diferenças significativas.

Para a velocidade máxima identificamos uma queda, porém não teve significância. A situação de falha teve uma maior queda da velocidade máxima durante a primeira e segunda série o que apresentou perda de desempenho. A velocidade máxima alcançada no movimento de agachamento geralmente é alcançada nas 3 primeiras repetições, e na situação de falha houve perda de 20% da velocidade máxima comparado com a situação sem falha que apresentou apenas 8% de perda da velocidade máxima. Esses dados são importantes, na situação esportiva como um indicador de fadiga neuromuscular, o que pode interferir no desempenho das capacidades funcionais (PAREJA-BLANCO et al., 2016b).

Junto a isto, em nosso estudo identificamos queda no desempenho entre a primeira e última série, na situação sem falha teve um menor grau comparado com a situação de falha que o grau foi maior, porém não foi significativo, ao final o volume produzido foi semelhante entre as duas situações. Dito isto o volume no TF é importante para melhora da força e hipertrofia, como pode ser observado em um estudo de Schoenfeld (2016), que investigou os efeitos de 2 intervalos de descanso diferentes no TF, descanso curto e descanso longo em 3 séries de 12 repetições máximas no agachamento. Para força máxima e hipertrofia muscular foi significativamente maior para o grupo com descanso longo comparado com descanso curto, o que indica que um maior volume é importante no TF para aumento da força e hipertrofia muscular. Em um estudo crônico de Pareja-Blanco et al. (2016a), demonstrou que um volume maior teve um maior desfecho em hipertrofia comparado com o grupo que teve um menor volume com perda de 20% da velocidade. No entanto nosso estudo teve apenas a análise de uma sessão aguda, e essa sessão produziu um volume semelhante ao de 40% de perda de velocidade. Portanto não se sabe o efeito crônico em 4 séries, é necessário mais estudos para verificar tais respostas. Identificamos ainda que em nosso estudo teve maior volume, ainda sim produzindo menor esforço.

## 6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que no treinamento de força realizar o agachamento com perda de 20% da velocidade sem falha muscular, apresentou menor percepção de esforço e desconforto comparado com treinamento induzido à falha muscular. O treinamento sem falha após 4 séries apresentou um volume de repetições totais semelhante ao treinamento com falha com percepção da sessão de treinamento após 30 minutos também semelhante a situação de falha muscular. Além disso o treinamento até a falha produziu maior queda nas velocidades de movimento média e máxima, o que indica maior fadiga neuromuscular. Portanto em duas situações fadigantes produziu volume semelhante com menor PSE para situação sem falha, o que é interessante para pessoas que não gostam de sentir maior esforço e desconforto durante uma sessão de treinamento de força.

## 7. REFERÊNCIAS

BRANDÃO, M. R.; PEREIRA, M. H.; OLIVEIRA, R.; MATSUDO, V. Percepção do esforço: uma revisão da área. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. Distrito Federal, v.3, n.1, 1989.

BRITO, A.; ALVES, N. F.; SILVA, A. A; SILVA, A. S. O uso da escala de OMNIRES em idosas hipertensas. **Estudo interdisciplinar sobre envelhecimento**. Porto Alegre, v.16, n.1, p.111-125, 2011.

BUCKLEY, J.; BORG, G. Escalas de Borg no treinamento de força: da teoria a prática em adultos jovens e mais velhos. **Fisiologia aplicada nutrição e metabolismo**, p. 82 - 92, 2011.

DANKEL, S.; JESSEE, M.; MATTOCKS, K.T.; MOUSER, G.; COUNTS, B.; BUCKNER, S., LOENNEKE, J. P. Training to fatigue: the answer for standardization when assessing muscle hypertrophy. **Journal of sports medicine**, v. 47, n. 6, p. 1021 – 1027, 2017.

DAVIES, T.; ORR, R.; HALAKI, M.; HACKETT, D. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Journal of sports medicine**, v. 46, n. 4, p. 487 – 502, 2016.

FARUP, J.; DE PAOLI, F.; BJERG, K.; RIIS, S.; RINGGARD, S.; VISSING, K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 25, n. 6, p. 754 – 63, 2015.

FINK, J.; KIKUCHI, N.; YOSHIDA, S.; TERADA, K.; NAKAZATO, K. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development. **Springerplus**, v. 5, n. 1, p. 698, 2016.

FLECK, S. J., KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3ª Edição. São Paulo: Phorte, 2006.

FOLLAND, J.P.; IRISH, C.S.; ROBERTS, J.C.; TARR, J.E.; JONES, D.A. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. **Journal of sports medicine**, v. 36, p. 370 – 374, 2002.

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.

GONZÁLEZ-BADILLO, J.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GOROSTIAGA, E.; PAREJA-BLANCO, F. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. **European journal of sport science**, v. 14, n. 8, p. 772 – 81, 2014.

IZQUIERDO-GABARREN, M.; GONZÁLEZ, R.; GARCÍA-PALLARÉS, J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; VILLAREAL, E. S.; IZQUIERDO, M. Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 42, n. 6, p. 1191 – 9, 2010.

IZQUIERDO, M.; IBAÑEZ, J.; GONZÁLES-BADILLO, J.; HAKKINEN, K.; RATAMESS, N.; KRAEMER, W. J.; FRENCH, D.; ESLAVA, J.; ALTADILL, A.; ASIAIN, X.; GOROSTIAGA, E. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. **Journal applied physiology**, v. 100, n. 5, p. 1647 – 56, 2006.

PAREJA-BLANCO, F.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; SANCHIS-MOYSI, J.; DORADO, C.; MORA-CUSTODIO, R.; YÁÑEZ-GARCÍA, J. M.; MORALES-ALAMO, D.; PÉREZ-SUÁREZ, I.; CALBET, J. A. L.; GONZÁLES-BADILLO, J. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 27, n. 7, p. 724 – 735, 2016a.

PAREJA-BLANCO, F.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; SUÁREZ-ARRONES, L.; GONZÁLES-BADILLO, J. Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. **International review of physiology and sports performance**, v. 12, n. 4, p. 512 – 519, 2016b.

SAMPSON, J. A.; GROELLER, H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 26, n. 4, p. 375 – 383, 2015.

SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLES-BADILLO, J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 9, p. 1725 – 1734, 2011.

SILVA FILHO, J. N. Treinamento de força e seus benefícios voltados para um emagrecimento saudável. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo, v.7, n.40, p.329-338, agosto 2013.

SCHOENFELD, B. J.; POPE, Z. K.; BENIK, F. M.; HESTER, G. M.; SELLERS, J.; NOONER, J. L.; SCHNAITER, J. A.; BOND-WILLIAMS, K.; CARTER, A. S.; ROSS, C. L.; JUST, B. L.; HENSELMANS, M.; KRIEGER, J. W. Longer intersert rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. **Journal strength conditioning research**, v. 30, n. 7, p. 1805 – 1812, 2016.

SILVA, R.; NOVAES, J.; AQUINO, M.; BOTTARO, M. Protocolos de treinamento resistido de alta velocidade de contração muscular em idosos: efeitos na percepção de esforço. **Revista da Educação Física da UEM**, Maringá, v. 20, n. 1, p. 77 – 84, 2009.

STEELE, J.; FISHER, J.; GIESSING, J.; GENTIL, P. Clarity in reporting terminology and definitions of set end points in resistance training. **Revista muscle e nerve**, v. 56, n. 3, p. 368 – 374, 2017.

TIGGEMANN, C.L; PINTO, R.S; KRUEL, L.F. A percepção de esforço no treinamento de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Niterói, v.16, n.4, p.301-309, 2010.

VIEIRA, A.; GADELHA, A.; FERREIRA, J.; BOTTARO, M. Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 35, n. 5, p. 323–7, 2015.

WILLARDSON, J. M. The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 2, p. 628 – 631, 2007.