

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

ANDERSON RANIERI MASSAHUD

**EFEITO DOS INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE 1 E 3
MINUTOS EM EXERCÍCIOS RESISTIDOS ATÉ FALHA CONCÊNTRICA EM
ATLETAS DE FUTEBOL DA CATEGORIA SUB 20: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO**

**Alfenas/MG
2018**

ANDERSON RANIERI MASSAHUD

**EFEITO DOS INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE 1 E 3
MINUTOS EM EXERCÍCIOS RESISTIDOS ATÉ FALHA CONCÊNTRICA
EM ATLETAS DE FUTEBOL DA CATEGORIA SUB 20: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Alfenas.

Área de Concentração: Ciências da Reabilitação;
Linha de Pesquisa: Processo de avaliação, prevenção e reabilitação nas disfunções musculoesqueléticas e do envelhecimento.

Orientador: Dr. Adriano Prado Simão

**Alfenas/MG
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas

Anderson Ranieri Massahud.
M414e Efeito dos intervalos de recuperação entre séries de 1 e 3 minutos em
exercícios resistidos até falha concêntrica em atletas de futebol da
categoria sub 20: ensaio clínico randomizado / Anderson Ranieri Massahud
-- Alfenas/MG, 2018.
85 f.: il. -

Orientador: Adriano Prado Simão.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade
Federal de Alfenas, 2018.
Bibliografia.

1. Educação Física e Treinamento. 2. Descanso. 3. Reabilitação.
I. Simão, Adriano Prado. II. Título.

CDD-613.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-Graduação em Ciências da
Reabilitação/UNIFAL-MG
Av. Jovino Fernandes Salles, 2.600 Bairro Santa Clara Alfenas - MG CEP 37133-840
Fone: (35) 3701-1928 (Coordenação) / (35) 3701- 1925 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgcr/>



ATA DO EXAME DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

No dia 03 de agosto de 2018 de 14:00 às 15:58 horas, no Auditório de Fisioterapia, localizado na Unidade Educacional Santa Clara, foi realizado o **Exame de Defesa de Dissertação de Mestrado** do candidato **Anderson Ranieri Massahud** que apresentou o trabalho intitulado "**Efeito dos intervalos de recuperação entre séries de 1 e 3 minutos em exercícios resistidos até a falha concêntrica em atletas de futebol da categoria sub 20: Ensaio Clínico Randomizado**". De acordo com os requisitos legais, a Banca Examinadora designada para proceder o exame, foi presidida pelo **Prof. Dr. Adriano Prado Simao** e composta pelo **Prof. Dr. Leonardo César Carvalho** e pelo **Prof. Dr. Giuliano Roberto da Silva**. Após a arguição em sessão pública, a Banca deliberou considerar o candidato:

() Aprovado

() Reprovado

Para constar, foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Alfenas, 03 de agosto de 2018.

Prof. Dr. Adriano Prado Simao _____

Prof. Dr. Leonardo César Carvalho _____

Prof. Dr. Giuliano Roberto da Silva _____

Dedico esse trabalho aos **MEUS PAIS**: nunca terei palavras suficientes para agradecê-los. Sei que, ao vencer essa etapa, estou realizando um sonho que é também de vocês. A cada dificuldade, sabia a quem recorrer. Que orgulho ter pais maravilhosos, que construíram uma base sólida de amor, integridade e caráter. Graças a vocês, sou realizado com o caminho que escolhi. Essa vitória dedico a vocês!

À minha amada **ESPOSA MARCELA**: Sem você, essa etapa e tantas outras da minha vida não seriam possíveis. Obrigado por compreender e apoiar as minhas ausências em função do cumprimento do dever e da busca da realização dos meus sonhos. Aliás, obrigado seria insuficiente para mostrar minha gratidão pelas recepções carinhosas. Você me ensinou a amar, a ter força e coragem para seguir em frente. Ofereceria a eternidade se possível fosse. Te amo além do que o amor é capaz de amar.

Ao meu amado **FILHO LUCAS**: De todas as bênçãos que DEUS me proporcionou você é a melhor e maior de todas elas. O que aprendi na escola, o que li nos livros, os significados no dicionário... nada me ensinou mais o que era a vida como você. De todas as felicidades que tenho na vida, a que mais me realiza é a de ser seu pai. Eu te amo!

AGRADECIMENTOS

A conclusão de uma dissertação, apesar do seu carácter individual, requer a parceria e colaboração de várias pessoas que, direta ou indiretamente a possibilitaram. Desafio tão grande quanto escrever esta pesquisa, foi utilizar apenas duas páginas para agradecer as pessoas que fizeram parte desta minha trajetória.

Agradeço primeiramente a DEUS. Se cada dia é uma dádiva, uma oportunidade de transformar sonhos em realidade, então por mais este projeto, tenho muito que agradecer. Agradeço-te meu Deus.

Gostaria de agradecer a uma pessoa que conheci como professor, em seguida como pessoa, e o hoje o tenho como um grande mestre. Sem dúvida alguma, foi a pessoa que mais contribuiu, contribui e espero que continue contribuindo por muito mais tempo na minha formação profissional: o meu orientador, professor, doutor e amigo Adriano Prado Simão. Os maiores e mais sinceros agradecimentos pelo constante incentivo, sempre indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade. Sua confiança e orientação foram capazes de me fazer trilhar por um crescimento profissional que julgava impossível. Mostrou novos rumos, guiou de mão segura pelos caminhos da verdadeira ciência, aplicou com toda sapiência os mais rigorosos padrões da pesquisa acadêmica para que o resultado fosse o melhor possível. Orientador é uma palavra ideal para defini-lo: é sob sua orientação que guiarei meus passos profissionais para sempre. Muito obrigado!

Na querida Unifal, agradeço a todos os funcionários, pelo pronto atendimento á todos os pedidos. De forma muito, muito especial agradeço a todo corpo docente do Programa de mestrado em Ciências da Reabilitação. Acredita-se que a Ciência é construída sobre os ombros de gigantes; vocês são alguns deles. Obrigado por me estenderem as mãos, e espero um dia ser digno de subir em vossos ombros.

Ainda na instituição, não poderia deixar de cumprimentar os colegas de caminhada que por consequência deste companheirismo, fizeram-se velhos amigos nessa jornada.

Aos colaboradores: Prof. Dr. Renato Aparecido de Souza (a quem estendo meus agradecimentos a todos do Instituto Federal de Muzambinho), Prof. Dr. Leonardo César Carvalho e Prof. Dr. Giuliano Roberto da Silva, membros da banca de qualificação, pelos pertinentes apontamentos que engrandeceram esse estudo. Sinto-me muito honrado pela participação de vocês neste trabalho.

Agradeço também aos parceiros/amigos: Marcelo Oliveira, Jean Ferreira, Filipe Gabriel e toda diretoria e comissão técnica do Clube Atlético Tricordiano e do BOA

Esporte/Semel, Academia Corpo Livre/O₂ que envolveram-se de forma muito significativa no projeto e permitiram que o projeto se tornasse real e concreto. Ninguém pode ter ideia do quanto é importante uma equipe trabalhando para alcançar um único objetivo.

Nessa caminhada, importância primordial tem os atletas-parceiros, que de forma voluntária atenderam aos nossos chamados para a realização de deste projeto. Meu reconhecimento da relevância de suas ações para a construção de um saber maior.

Por fim, aos leitores deste trabalho e todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação, dando-me força, incentivo e principalmente, acreditando no trabalho.

Aqueles não lembrados ou não citados, por favor, me perdoem a injustiça do esquecimento. Á todos, com imensa satisfação, mais uma vez agradeço, congratulo e socializo a responsabilidade e os méritos por todos os frutos colhidos ate aqui, lembrando que muito mais ainda precisa ser feito.

“Quando você está inspirado por algum projeto extraordinário, todos os seus pensamentos rompem seus vínculos: sua mente transcende as limitações, sua consciência se expande em todas as direções, e você se descobre em um mundo novo, grande e maravilhoso. Forças, faculdades e talentos dormentes tornam-se vivos e você percebe que é uma pessoa melhor do que jamais sonhou ser.”

AUTOR DESCONHECIDO

RESUMO

As pesquisas atuais demonstraram que o treinamento resistido traz diversos benefícios para melhoria da qualidade de vida, saúde, desempenho atlético e reabilitação física. Dentre os diversos métodos de treinamento o que mais vem crescendo nos últimos anos é o treinamento resistido até a falha concêntrica. A falha concêntrica indica que o limite de repetições para aquela carga foi alcançado, sendo necessário um intervalo de recuperação para a realização de uma nova série. Porém são escassos os estudos que comparem a influência dos diferentes intervalos de recuperação entre séries neste método de treinamento. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois diferentes intervalos de recuperação entre séries (1 e 3 minutos) durante a realização de um protocolo de exercícios resistidos até falha concêntrica em atletas de futebol. Foi realizado um estudo clínico randomizado com atletas de futebol do sexo masculino da categoria sub 20. Preencheram os requisitos de inclusão no estudo 24 homens, sendo doze em cada grupo. O primeiro grupo realizou o protocolo de treinamento com 1 minuto de intervalo (G1), enquanto o segundo grupo com 3 minutos de intervalo entre séries (G3). O programa de treinamento com exercícios resistidos até a falha concêntrica (75% do RM) teve duração de três semanas mais uma semana de treinamento regenerativo (40% do RM) e frequência de três vezes por semana com intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. A ordem do treinamento foi cadeira extensora, mesa flexora, *leg press* e agachamento. Realizaram-se três séries de cada exercício com os respectivos intervalos e, somente após as três séries no mesmo exercício, executava-se a sequência no exercício posterior. Os participantes foram avaliados através dos testes de desempenho funcional (*Single/Triple Hop Test e Vertical Jump*); Sinal eletromiográfico (RMS) através da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos reto femoral, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso e bíceps femoral; Pico de torque relativizado pelo corporal através da dinamometria isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho na velocidade de 60°/segundo; Número total de repetições durante o período de treinamento até a falha concêntrica e teste de repetição máxima (1 RM) pré e pós-intervenção. Para comparação dos resultados, utilizamos o valor de delta (Δ) obtido da comparação entre os valores pré e pós-treinamento (onde valor-pós menos o valor-pré = valor delta). Quando foi observada normalidade dos dados os mesmos foram analisados pelo teste t, em contrapartida, para os dados que apresentaram distribuição não normal foi utilizado o teste de *Mann-Whitney* (intergrupo) ou o teste de Wilcoxon (intragrupo). Foi considerado nível de significância de $p < 0,05$. De acordo com os resultados houve diferença significativa entre os dois grupos para

os valores de RMS da eletromiografia; pico de torque relativo na avaliação por dinamometria isocinética, do número total de repetições e do teste de 1 repetição máxima, sendo que o grupo experimental de 3 minutos apresentou valores de Δ superiores aos valores do grupo de 1 minuto de intervalo. Não foram encontradas diferenças significativas para os testes de desempenho funcional *Single/Triple Hop Test* e *Vertical Jump*. Podemos concluir que o treinamento resistido até a falha concêntrica com intervalos de recuperação entre as séries de três minutos são eficazes para o aumento do volume total de treinamento, torque muscular e ativação de unidades motoras quando comparados ao treinamento com um minuto de intervalo entre as séries.

Palavras Chave: Treinamento de Resistência. Descanso. Reabilitação.

ABSTRACT

Current researches have demonstrated that resistance training results in a variety of benefits to improve the quality of life, health, athletic performance and physical rehabilitation. Among the various training methods, the resistance training until the concentric failure is the one that has increased in recent years. The concentric failure indicates that the limit of repetitions for that load was reached. Thus, it is necessary a recovery interval for the realization of a new series. However, studies that compare the influence of different recovery intervals between series in this training method are scarce. The aim of this study was to evaluate the effect of two different recovery intervals between series (1 and 3 minutes) during the realization of a protocol of resisted exercises until concentric failure in soccer athletes. A randomized clinical trial was carried out with male football athletes from the category under - 20. Twenty-four men filled the inclusion requirements in this study, being twelve in each group. The first group performed the training protocol with 1 minute of interval (G1), while the second group with 3 minutes of interval between series (G3). The training program with resisted exercises until the concentric failure (75% of RM) lasted three weeks and one week of regenerative training (40% of RM). Furthermore, the frequency was three times a week with a minimum interval of 48 hours between sessions. The order of the training was chair extender, table flexor, *leg press* and squat. Three series of each exercise were carried out with their intervals and, only after the three series in the same exercise, the sequence was executed in the next exercise. Participants were evaluated through functional performance tests (*Single/Triple Hop test* and *Vertical Jump*); Electromyographic signal (RMS) through the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) of the muscles rectus femoris, vastus medialis, vastus medialis, semitendinosus and biceps femoris; Peak Torque relativized by the body through the isokinetic dynamometry of the extensor muscles and knee flexors at the speed of 60°/second; Total number of repetitions during the training period until the concentric failure and the one repetition maximum test (1 RM) pre and post intervention. To compare the results, it was used the value of delta (Δ) obtained from the comparison between the pre and post training values (post-value minus the pre-value = delta value). When it was observed normality of the data, these were analyzed by the T test. In contrast, it was used the Mann-Whitney test (intergroup) or Wilcoxon test (intragroup) for data that presented non-normal distribution. In addition, it was considered the significance level of $p < 0,05$. According to the results there was significant difference between the two groups for the RMS values of the electromyography; relative peak Torque in the evaluation by Isokinetic dynamometry, the

total number of repetitions and the test of 1 repetition maximum. The experimental group of 3 minutes interval presented Δ values higher than the values of the group with 1 minute interval. No significant differences were found for the functional performance tests *Single/Triple Hop test* and *Vertical Jump*. In conclusion, the resistance training until the concentric failure with recovery intervals of three minutes between series are effective for increasing the total volume of training, muscle torque and activation of motor units when compared to training with one minute interval between the series.

Keywords: Resistance training. Rest. Rehabilitation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------------|--|
| ACSM | - Colégio Americano de Medicina do Esporte |
| ADM | - Amplitude de movimento |
| ADP | - Adenosina difosfato |
| AST | - Aspartato aminotransferase |
| ATP | - Adenosina trifosfato |
| BF | - Bíceps femoral |
| Ca ²⁺ | - Cálcio |
| CCA | - Cadeia cinética aberta |
| CCF | - Cadeia cinética fechada |
| CIVM | - Contrações isométricas voluntárias máximas |
| CK | - Creatina quinase |
| Cl ⁻ | - Cloro |
| CP | - Fosfato Creatina |
| EMG | - Eletromiografia |
| G1 | - Grupo com 1 minuto de intervalo |
| G3 | - Grupo com 3 minutos de intervalo |
| GH | - Homônimo do crescimento |
| H ⁺ | - Hidrogênio |
| IMC | - Índice de massa corporal |
| IR | - Intervalo de recuperação |
| K ⁺ | - Potássio |
| Mg ²⁺ | - Magnésio |
| MMII | - Membro inferior |
| MMSS | - Membros superiores |
| Na ⁺ | - Sódio |
| OTG | - Orgão Tendinoso de Golgi |
| PA | - Ácido fosfatídico |
| Pi | - Fosfato inorgânico |
| PLD | - Enzima fosfolipase D |
| REBEC | - Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos |
| RF | - Reto femoral |
| RM | - Repetição(ões) máxima(s) |

| | |
|-----------|--|
| RMS | - <i>Root mean square</i> - raiz quadrada da média |
| SENIAM | - Society European Recommendations for Surface Eletromyography |
| SISNEP | - Sistema Nacional de Ética em Pesquisa |
| SNC | - Sistema Nervoso Central |
| SNP | - Sistema Nervoso Periférico |
| ST | - Semitendíneo |
| TCLE | - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido |
| TFC | - Treinamento resistido até a falha concêntrica |
| TR | - Treinamento resistido |
| UM | - Unidades motoras |
| UNIFAL-MG | - Universidade Federal de Alfenas |
| USDHHS | - Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos |
| VL | - Vasto lateral |
| VM | - Vasto medial |
| vs | - Versus |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| cm | - Centímetros |
| Hz | - Hertz |
| kg | - Quilogramas |
| m | - Metros |
| N | - Newtons |
| Nm | - Newton-metro |
| p | - Significância |
| < | - Menor |
| > | - Maior |
| Δ | - Delta |
| ° | - Graus |
| °/s | - Graus por segundo |
| % | - Percentual |
| kg/m ² | - Quilograma por metro quadrado |
| km/h | - Quilômetros por hora |
| ® | - Marca registrada |
| μ V | - Micro volts |
| mim | - Minutos |
| seg | - Segundos |
| n | - Número de amostra |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Desenho do estudo..... | 36 |
| Figura 2 - Procedimentos experimentais..... | 37 |
| Figura 3 – Sequência de avaliações e testes..... | 38 |
| Figura 4 - Procedimentos para avaliação dos <i>Hop Tests</i> | 39 |
| Figura 5 - Procedimentos de avaliação do <i>Vertical Jump</i> | 40 |
| Figura 6 – Manobra para posicionamento dos eletrodos..... | 42 |
| Figura 7 – Janelamento das variáveis da EMG..... | 43 |
| Figura 8 – Avaliação no Dinamômetro isocinético..... | 45 |
| Figura 9 – Delineamento das intervenções..... | 45 |
| Figura 10 – Sequência de exercícios resistidos..... | 47 |
| Figura 11 - Comparação intragrupo (G1) para o <i>Triple Hop Test</i> (pré vs. pós intervenção)..... | 51 |
| Figura 12 - Comparação intragrupo (G3) para o <i>Single Hop Test</i> (pré vs. pós intervenção)..... | 51 |
| Figura 13 - Comparação intragrupo (G3) <i>Triple Hop Test</i> (pré vs. pós intervenção)..... | 52 |
| Figura 14 - Comparação intragrupos no <i>Vertical Jump test</i> (pré vs. pós intervenção)..... | 52 |
| Figura 15 – Total de repetições (G1 vs. G3) durante o período de intervenção..... | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Caracterização descritiva da amostra (n=24)..... | 46 |
| Tabela 2 - Valores das cargas obtidas durante o teste de 1RM nos Grupos de Treinamento Resistidos pré e pós-intervenção G1 vs. G3 e o valor de Δ | 47 |
| Tabela 3 - Valores do pico de torque relativo obtido pela dinamometria isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho na velocidade de 60°/segundo..... | 49 |
| Tabela 4 - Valores de delta sobre o RMS médio bruto dos grupos G1 e G3, obtido pelo exame eletromiográfico dos músculos da coxa. | 50 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 19 |
| 2 | OBJETIVOS DO ESTUDO | 23 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 23 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 23 |
| 3 | REVISÃO DA LITERATURA | 24 |
| 3.1 | TREINAMENTO RESISTIDO | 24 |
| 3.1.1 | Treinamento resistido até a falha concêntrica (TFC) | 24 |
| 3.2 | INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES NO EXERCÍCIO RESISTIDO | 26 |
| 3.2.1 | Efeitos dos intervalos de recuperação sobre hipertrofia e força | 27 |
| 3.2.2 | Intervalos de recuperação entre séries e bioenergética | 28 |
| 3.2.3 | Efeitos dos intervalos de recuperação sobre o volume total de treinamento | 30 |
| 3.2.4 | Tipologia das fibras musculares e o intervalos de recuperação | 32 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 34 |
| 4.1 | TIPO DE ESTUDO | 34 |
| 4.2 | IMPLICAÇÕES ÉTICAS | 34 |
| 4.3 | AMOSTRA | 34 |
| 4.4 | CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO | 35 |
| 4.5 | PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS | 35 |
| 4.6 | PROCESSO DE RANDOMIZAÇÃO | 36 |
| 4.7 | TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM) | 36 |
| 4.8 | TESTES FUNCIONAIS (DISTÂNCIA ALCANÇADA) | 37 |
| 4.8.1 | <i>Single Hop Test</i> | 38 |
| 4.8.2 | <i>Triple Hop Test</i> | 39 |
| 4.8.3 | <i>Vertical Jump Test</i> | 40 |
| 4.9 | ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA | 40 |
| 4.9.1 | Processamento dos sinais EMG | 42 |
| 4.10 | DINAMOMETRIA | 43 |
| 4.11 | DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE TREINAMENTO | 45 |
| 4.12 | ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS | 47 |
| 5 | RESULTADOS | 49 |
| 5.1 | CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA | 49 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA..... | 49 |
| 5.3 | DESEMPENHO FUNCIONAL (<i>HOP TEST E VERTICAL JUMP TEST</i>) | 50 |
| 5.4 | ELETROMIOGRAFIA | 52 |
| 5.5 | DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO | 53 |
| 5.6 | NÚMERO TOTAL DE REPETIÇÕES | 54 |
| 6 | DISCUSSÃO | 55 |
| 6.1 | TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA..... | 55 |
| 6.2 | TESTES DE DESEMPENHO FUNCIONAL (DISTÂNCIA ALCANÇADA) | 56 |
| 6.3 | SINAL ELETROMIOGRÁFICO: ADAPTAÇÕES NEURAIS AO TREINO DE FORÇA..... | 57 |
| 6.4 | DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA | 59 |
| 6.5 | NÚMERO TOTAL DE REPETIÇÕES | 60 |
| 6.6 | EFEITOS PRÉ VS. PÓS INTERVENÇÃO | 62 |
| 6.7 | LIMITAÇÕES DO ESTUDO | 63 |
| 7 | CONCLUSÕES | 64 |
| | REFERÊNCIAS | 65 |
| | APÊNDICES..... | 79 |
| | ANEXOS | 83 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os exercícios resistidos fazem parte de programas de condicionamento físico, prevenção e reabilitação do sistema musculoesquelético (CÂMARA et al., 2007). A comunidade científica reconhece a força muscular como um importante componente da aptidão física relacionada a manutenção da saúde, da habilidade funcional e da qualidade de vida, além de exercer um papel relevante para o desempenho físico em inúmeras modalidades desportivas (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACMS, 2009).

Uma das modalidades que mais vem se beneficiando da prática dos exercícios resistidos é o futebol. A sua utilização na preparação física dos atletas tem sido uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento da força muscular, sendo esta uma capacidade física imprescindível para o esporte (COTTA, 2010). O exercício resistido aplicado ao atleta de futebol tem como objetivo promover o reequilíbrio muscular, recuperação mais rápida de níveis de força perdidos por lesão, melhorar a eficácia dos gestos desportivos e contribuir para o desenvolvimento de outras capacidades motoras como a velocidade, coordenação e resistência além de ser um importante fator de prevenção de lesões musculares e articulares (KRUSTRUP; BANGSBO, 2001).

Segundo Martin (2007) a capacidade de exercer força contra uma resistência, envolvendo fatores mecânicos e fisiológicos, é denominada força muscular. A perda da capacidade de gerar força e sua consequente eficiência no sistema musculoesquelético pode criar uma variedade de problemas, desde a inabilidade para execução das atividades de vida diária até para a realização de prática esportiva (HAMILL, 1999). Neste contexto, o treinamento proposto para ganho de força muscular, é de grande interesse para profissionais da saúde e para pesquisadores, sendo essencial para a prevenção e reabilitação do indivíduo acometido por disfunções musculoesqueléticas. Esse tipo de treinamento previne a debilidade ou o desequilíbrio muscular, que podem resultar em movimentos anormais prejudicando as suas atividades de vida diária (LEHMKUHL; SMITH, 1998).

Existem várias formas e métodos para se trabalhar a componente força muscular, destacando-se a prática de exercícios com sobrecarga como a mais utilizada, por sua característica de fácil controle e especificidade muscular por meio de exercícios localizados (GRAVES; FRANKLIN, 2001). Houve grande avanço nos conhecimentos dentro da área de treinamento de força, resultando em melhorias significativas no desempenho físico e na rapidez de recuperação de lesões musculares (AQUINO et al., 2007). Nos últimos anos o método de treino resistido até a falha concêntrica (TFC) vem se popularizando

(WILLARDSON, 2007). Neste tipo de treinamento, um número determinado de repetições é realizado até a fadiga muscular momentânea. As possíveis vantagens do treino até a falha concêntrica são um maior recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente um maior estímulo para o ganho de força e hipertrofia (IZQUIERDO et al., 2006). Outro fator importante a destacar neste tipo de treinamento é a intensidade do treinamento em um curto período de duração. Estudos demonstraram que, devido a estas características, há uma relação direta entre a concentração de hormônios catabólicos (cortisol) e anabólicos (testosterona), indicando que o quadro metabólico induzido pelo método é favorável ao anabolismo proteico, potencializando o ganho de força e de resistência muscular localizada (UCHIDA; CHARRO; BACURAU, 2009).

Além do volume e intensidade, o treinamento resistido (TR) sofre influência de diversas outras variáveis como: ordem de execução, intervalo entre as séries, sessões de treinamento, cargas usadas e a velocidade dos movimentos (BALSAMO; SIMÃO, 2007; UCHIDA; CHARRO; BACURAU, 2009). Todas essas variáveis devem ser muito bem analisadas para se obter êxito nos objetivos propostos. Para Uchida et al. (2009) o intervalo de recuperação (IR) entre as séries é a variável mais negligenciada em um planejamento de treinamento. Na literatura é possível encontrar variáveis de 15 segundos até 10 minutos de recuperação entre as séries (PARCELL et al., 2002). No entanto, parece haver um consenso de que a utilização de um menor IR pode levar a uma fadiga muscular prematura, enquanto um IR maior geraria estímulos débeis. Apesar das pesquisas, a recomendação dos intervalos de recuperação para treinamento de força muscular, segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte - ACSM (2009), não é baseada em evidências científicas e sim em um consenso entre *“experts”*.

Apesar da importância do intervalo de recuperação, não existem estudos que comparem a influência do IR em sessões de TFC e suas implicações práticas permanecem incertas (GRGIC et al., 2017).

Desse modo, o estudo sobre os efeitos dos diferentes IR entre as séries torna-se relevante na elaboração de programa de treinamento que possibilitará aperfeiçoar e melhorar a estratégia de intervenção nas variáveis que tangem os exercícios resistidos até a falha concêntrica.

Na revisão de literatura para esta dissertação não foram encontrados estudos que relacionasse os IR com testes de desempenhos funcionais (distância alcançada). Dentre os testes que avaliam o desempenho funcional de membros inferiores se destacam os *Hop Tests* como os mais utilizados na avaliação da força e estabilidade do joelho (HEGEDUS et al.,

2014). A utilização dos testes nesta pesquisa se justifica para avaliar a estabilidade dos membros inferiores, de forma que é necessária força, flexibilidade, propriocepção e controle postural para sua realização (HEGEDUS et al., 2014; PLISKY et al., 2006). Neste contexto o *Single Hop Test* e *Triple Hop Test*, estão intimamente relacionadas com a capacidade de gerar força concêntrica na fase de decolagem e excêntrica na fase de recepção, principalmente pelos músculos extensores do joelho (AUGUSTSSON, 2003; ORISHIMO, 2006). Hamilton et al., (2008), confirmaram a importância da força e da potência muscular para o desempenho nos testes de distância horizontal. Os autores encontraram uma relação positiva entre a *performance* funcional e a potência e força muscular do quadríceps e isquiotibiais.

Outro objeto de investigação deste estudo, foi o teste de 1 RM. Este tipo de teste tem sua aplicação principal na investigação científica, em casos em que é necessário o conhecimento dos níveis de força nas situações pré e pós-treinamento e na própria prescrição do treinamento do protocolo de pesquisa (PEREIRA; GOMES 2003). Além do teste de força investigamos também o número total de repetições que os voluntários realizaram em todo período de TFC. Esta investigação se justifica, uma vez que, ainda existem lacunas na literatura no que diz respeito à quantificação das cargas de trabalho em programas de TR (KÜLKAMP; DIAS; WENTZ, 2009)

Para avaliar as adaptações neurais aos IR no TFC foi utilizado a eletromiografia (EMG). A utilização da eletromiografia é capaz de registrar os sinais elétricos enviados pelo SNC através dos moto neurônios com o objetivo de modular a força produzida pelas fibras musculares (ENOKA; DUCHATEAU, 2008). Segundo De Luca (1997) uma das principais finalidades da EMG é indicar a relação entre o sinal eletromiográfico e a força muscular produzida. A técnica é uma das mais aplicadas em pesquisas sobre o processo de ativação dos músculos e frequentemente é utilizada em estudos sobre o treinamento. Guedes, De Souza Junior e Rocha (2008) afirmam que a utilização da EMG no treinamento resistido pode comprovar os benefícios, potencializar os resultados, ou corrigir eventuais falhas dos métodos existentes. A produção de força se relaciona com as atividades neurais, pelo aporte do sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP), e não somente com o processo de hipertrofia muscular (REMPLE et al., 2001). Contudo, Defreitas et al. (2011), ressalta que ganhos hipertróficos também acontecem no início do treinamento e contribuem efetivamente para os ganhos de força tanto iniciais como os obtidos no decorrer do treinamento.

Além disso, este foi o primeiro estudo clínico randomizado que objetivou verificar os efeitos crônicos dos diferentes tipos IR com a utilização de um dinamômetro isocinético, considerado o padrão ouro na avaliação da força (torque) muscular (RIBEIRO et al., 2015;

SIQUEIRA et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2009). Logo, a proposta do atual estudo se destaca pelo ineditismo não apenas no que se refere a influência dos IR entre séries no TFC, mas também pelos instrumentos de avaliação utilizados.

Considerando estas informações torna-se relevante avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação entre séries durante a realização de exercícios resistidos até falha concêntrica em atletas de futebol da categoria sub 20.

2 OBJETIVOS DO ESTUDO

Os objetivos deste trabalho estão descritos a seguir.

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de dois diferentes intervalos de recuperação entre séries (1 e 3 minutos) durante a realização de um protocolo de exercícios resistidos até falha concêntrica em atletas de futebol da categoria sub 20.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em métodos de treinamento de exercícios resistidos até a falha concêntrica, no torque isocinético de extensores e flexores do joelho;
- b) Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em métodos de treinamento de exercícios resistidos até a falha concêntrica, na ativação neuromuscular de extensores e flexores do joelho;
- c) Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em métodos de treinamento de exercícios resistidos até a falha concêntrica, no resultado de testes funcionais (distância alcançada) para os membros inferiores;
- d) Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em métodos de treinamento de exercícios resistidos até a falha concêntrica, no número total de repetições;
- e) Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em métodos de treinamento de exercícios resistidos até a falha concêntrica, no resultado de testes de repetição máxima.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, serão abordados os temas centrais necessários para melhor entendimento deste trabalho.

3.1 TREINAMENTO RESISTIDO

A comunidade científica reconhece a força muscular como um importante componente da aptidão física relacionada a manutenção da saúde, da habilidade funcional e da qualidade de vida, além de exercer um papel relevante para o desempenho físico em inúmeras modalidades desportivas (ACSM, 2009; ARCOS et al., 2014; PAREJA-BLANCO et al., 2014) sendo recomendado por muitas organizações da área de saúde (USDHHS, 1996; ACSM, 2002).

Existem várias formas e métodos para se trabalhar o componente força muscular, destacando-se a prática de exercícios com sobrecarga como a mais utilizada, por sua característica de fácil controle e especificidade muscular por meio de exercícios localizados comumente chamados de treinamento resistidos (GHORAYEB; BARROS, 1999).

Esse tipo de treinamento evita a debilidade ou o desequilíbrio muscular, que podem resultar em movimentos anormais que prejudicam as atividades de vida diária (LEHMKUHL; SMITH, 1998; VOIGHT; PRENTICE, 2003).

Segundo Aquino et al. (2007) o avanço do conhecimento na área de treinamento de força, tem resultado em melhorias significativas no desempenho físico e na rapidez de recuperação após lesões musculares.

O treinamento resistido sofre influência de diferentes variáveis (TAN, 1999; BIRD et al., 2005; ACSM, 2009). Dentre estas variáveis encontram-se a frequência, velocidade dos movimentos, o volume e a intensidade de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009; UCHIDA et al., 2009).

3.1.1 Treinamento resistido até a falha concêntrica (TFC)

Dentre vários métodos de TR, o TFC vem se popularizando nos últimos anos, embora sua prática seja conhecida desde antes da década de 70 (WILLARDSON, 2007). Neste tipo de treinamento, um número determinado de repetições é realizado até a fadiga muscular momentânea conceituada por Mannion e Dolan (1996), como a incapacidade de se manter nível adequado de trabalho ou rendimento durante uma atividade sustentada, ocasionada por

fadiga muscular decorrente a deposição de resíduos metabólicos.

A falha concêntrica é um fenômeno multifatorial. Segundo MaClaren et al., (1989) a fadiga momentânea pode acontecer por uma falha em algum momento da sequência de eventos que desencadeiam. Segundo Rodrigues e Garcia (1998) a falha momentânea é um mecanismo de defesa, na tentativa de manter a homeostase, no qual diferentes fatores podem promover a interrupção voluntária do exercício. Os fatores elucidados por Rodrigues e Garcia (1998) são temperatura corporal, equilíbrio acidobásico e hidroeletrolítico, fluxo sanguíneo, ventilação pulmonar, atividade neural e disponibilidade de substratos. Havendo relato também do acúmulo de lactato (SCHWARZENEGGER; DOBBINS, 2006).

Bucci (2008) complementa que, “a fadiga neuromuscular pode ser definida como qualquer redução na capacidade de exercer a força máxima voluntária, induzida por qualquer tipo de exercício”, ou seja, há um decréscimo de trabalho muscular decorrente aos resíduos metabólicos, acarretando em uma menor amplitude e força ao tentar realizar o movimento.

Fleck e Kraemer (2017) citam que no TR, a falha muscular momentânea está associada ao volume, intensidade, distribuição das fibras musculares, tipo de treinamento e o IR entre as séries.

Lapin et al., (2007), ressalta que há o estresse orgânico gerado e fortemente influenciado por metabólitos como creatinina, íons de hidrogênio e amônia causando alteração do pH muscular. Sustentando a informação anterior, Ascensão, (2003) ressalta que tais metabólitos diminuem a amplitude do potencial de ação e a excitabilidade muscular, fazendo com que processo contrátil se torne prejudicado.

As principais vantagens evidenciadas no treinamento até a falha concêntrica são um maior recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente um maior estímulo para o ganho de força e hipertrofia (IZQUIERDO et al., 2006). Outro fator importante a destacar neste tipo de treinamento é a intensidade associada ao curto período de duração. Estudos demonstram que, devido a estas características, há uma relação direta entre a concentração de hormônios catabólicos (cortisol) e anabólicos (hormônio do crescimento e testosterona), indicando que o quadro metabólico induzido pelo método é favorável ao anabolismo proteico, potencializando o ganho de força e de resistência muscular localizada (UCHIDA et al., 2009).

Segundo Nóbrega et al., (2016) o TFC influencia de forma diferente indivíduos treinados destreinados. Em seu estudo, o autor evidencia que para os indivíduos destreinados o exercício resistido até a falha concêntrica não é necessário para ganhos máximos na força e hipertrofia quando o protocolo de treinamento é realizado com intensidade elevada (80% RM). Em contrapartida, os resultados foram promissores quando o TFC foi realizado com

intensidade baixa/moderada (30% RM). Já para os indivíduos treinados, as evidências apontam que o TFC (80% RM) é uma estratégia eficaz na otimização dos ganhos de força, arquitetura e massa muscular.

Inúmeros são os benefícios sobre este método descritos na ciência, porém, independente dos benefícios obtidos, é importante ressaltar que este método de TFC não deve ser executado continuamente por longos períodos, devido à elevada possibilidade atividade pró-oxidante e inflamatória (TANSKANEN; TALAY; UUSITALO, 2010) e consequentemente de *overtraining* e lesões por excesso de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2005; IZQUIERDO et al., 2006).

3.2 INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES NO EXERCÍCIO RESISTIDO

As variáveis mais investigadas no TR são, principalmente, a intensidade e volume de treinamento (TAN, 1999). Porém, alguns autores que a IR entre as séries interfere diretamente nos objetivos do treinamento, sejam nas adaptações agudas como nos estudos de Bottaro et al., (2005) e de Ratamess et al., (2007) ou ainda nas adaptações crônicas como no estudo de Kraemer e Ratames, (2004).

Apesar das pesquisas, a recomendação dos intervalos de recuperação para treinamento de força muscular, segundo ACSM, (2009), não é baseada em evidências científicas e sim em um consenso entre “*experts*”.

Uchida (2009), afirma que o IR entre séries é a variável mais negligenciada em um planejamento de TR. Na literatura é possível encontrar variáveis de 15 segundos até 10 minutos de recuperação entre as séries (PARCELL, 2002). No entanto, parece haver um consenso de que a utilização de um menor intervalo de recuperação, 30 e 90 segundos, visam a hipertrofia muscular como afirmam os estudos de Tan (1999); Kraeme; Ratames (2004); De Lima Pinto e Cunha (2017), enquanto outros autores sugerem, de dois a cinco minutos de IR, para o aumento da força muscular, possibilitando assim maior a manutenção da intensidade do treinamento (ACSM, 2009; RAHIMI, 2005; RICHMOND; GODARD, 2004; WILLARDSON; BURKETT, 2005;).

Apesar da importância do intervalo de recuperação, não foram encontrados estudos que comparem a influência do IR em sessões de treinamento que utilizam o método de treinamento resistido até a falha concêntrica.

3.2.1 Efeitos dos intervalos de recuperação sobre hipertrofia e força

Em uma revisão sistemática, GRGIC et al. (2017), pesquisaram sobre os efeitos dos intervalos de recuperação curtos (< 60 seg.) vs. longos (> 60 seg.) e concluíram que evidência atual indica que tanto intervalos curtos quanto longos podem ser úteis no treinamento para alcançar ganhos em hipertrofia muscular.

Em um estudo, Fink, Kikuchi e Nakazato (2016), analisaram os efeitos agudos e crônicos nas respostas metabólicas e de hipertrofia entre diferentes IR entre as séries. Com base nos resultados os autores sugerem que o intervalo curto (30 segundos) combinado com o treinamento de baixa carga (20 RM) pode induzir uma alta quantidade de estresse metabólico, levando a uma maior hipertrofia muscular, enquanto o intervalo prolongado (3 minutos) com treinamento de alta carga (8 RM) pode levar a aumentos de força. Outro dado interessante a se observar neste estudo foi que o grupo que utilizou intervalos curtos realizou aproximadamente o mesmo volume total de treino em menos metade do tempo total da sessão.

Já o estudo de Schoenfeld et al. (2015) teve como objetivo investigar os efeitos do IR curtos normalmente associados à hipertrofia *versus* IR longo tradicionalmente usado em treinamento força. Segundo o autor, intervalos curtos, comumente utilizados por fisiculturistas, permitiriam um maior estresse mecânico e metabólico, uma vez que não seria possível repor o sistema ATP-CP e com isso haveria uma maior depleção dos estoques de glicogênio muscular, maior liberação dos hormônios anabólicos, estimulando a síntese proteica e consequentemente promovendo uma maior hipertrofia. Já os intervalos longos, comumente utilizados por levantadores de peso, seriam ideais para promover o restabelecimento das funções orgânicas.

Já no estudo de Behm et al., (2008) e Jan et al., (2008), vinte e três voluntários do sexo masculino entre 18 e 35 anos foram submetidos a 8 semanas de TR, três vezes por semana. O protocolo era composto de 7 exercícios/sessão (Agachamento avanço, *Leg Press* com placas, cadeira extensora, remada alta, *pull down*, *pulley*, remada sentado) em três séries de 8 a 12 repetições. Os participantes foram randomizados em dois grupos. Um com IR de 1 minuto e outro em intervalos de 3 minutos. O autor avaliou o aumento da força através do teste de 1 RM (repetição máxima) e comprovou que, a força máxima foi significativamente maior para os indivíduos que realizaram os exercícios com IR maior. Porém, outra medida de avaliação foi a espessura do músculo. Nesta avaliação o aumento foi significativamente maior para grupo com IR maior quando se comparado ao grupo com IR menor, contrapondo-se as

tendências atuais. Ambos os grupos observaram aumentos significativos na resistência muscular local superior do corpo, sem diferenças significativas observadas entre os grupos. O estudo fornece evidências de que o TR com períodos de repouso mais prolongados promovam aumentos maiores na força muscular e hipertrofia.

O estudo de Alves et al. (2011) procurou investigar a relação dos diferentes IR (1 e 3 minutos) e os danos musculares. Em seu estudo foram investigados a concentração sérica de dosagem das enzimas creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST). A análise bioquímica comprovou que o TR causa aumento na atividade sérica de CK e AST, porém sem diferença significativa entre os diferentes IR entre séries.

Ainda levando-se em consideração as normativas do treinamento para hipertrofia, temos o trabalho de Lima et al. (2006). Após analisar 26 indivíduos treinados (4 séries de supino guiado 70% RM com o objetivo de alcançar 12 repetições por série) os resultados mostraram que nem o intervalo de 90 ou 120 segundos foram adequados, pois verificou-se queda significativa do rendimento caracterizada pela redução do número de repetições no decorrer das séries e conseqüentemente maior estresse metabólico, característico do treinamento para hipertrofia.

3.2.2 Intervalos de recuperação entre séries e bioenergética

MacDougall et al. (1999) realizaram um estudo com fisiculturistas, separados randomicamente em dois grupos. Amostras de biópsias do músculo bíceps braquial foram coletadas imediatamente após uma série de flexões de cotovelo (grupo A) ou após três séries de flexões de cotovelo com IR de 180 segundos de duração entre as séries (grupo B). Ambos os grupos realizaram o exercício até a fadiga muscular com intensidade a 80% de 1RM. Amostras sanguíneas foram coletadas cinco minutos, antes e após, a realização do exercício. Os autores verificaram reduções significativas nas concentrações de glicogênio muscular somente no grupo que realizou três séries. Dessa forma, os participantes do estudo podem ter iniciado as séries subsequentes com as concentrações de glicogênio muscular parcialmente restauradas. Entretanto, a ligação entre a degradação do glicogênio muscular e a diminuição da força muscular durante as séries subsequentes não foram completamente esclarecidas (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008). Acredita-se que durante o exercício intenso o glicogênio intramuscular é depletado, diminuindo a ressíntese de ATP – Adenosina trifosfato (FRIDÉN; SEGER; EKBLÖM, 1989). Nota-se então, a preocupação em realizar um IR eficiente na recuperação dos substratos energéticos.

Por se tratar de um exercício com uma demanda energética predominantemente anaeróbia, antes da utilização do glicogênio muscular, as fontes energéticas provem do sistema ATP-CP (MACDOUGALL, 1999). A característica bioenergética dessa via metabólica causa a diminuição do trifosfato de adenosina (ATP) e fosfocreatina (CP) e o aumento do fosfato inorgânico (Pi), adenosina difosfato (ADP), lactato e íons hidrogênio (H^+). De acordo com Lambert e Flynn (2002), as razões da fadiga durante as primeiras séries do treinamento resistido até a “falha muscular momentânea” poderiam ser associadas à redução da concentração de fosfocreatina muscular e à acidose metabólica. Já para Westerblad et al., 2002 a fadiga seria decorrente do aumento da quantidade de fosfato inorgânico (Pi) o que seria inversamente proporcional com a produção de força muscular (PATHARE et al., 2005). Ou seja, quanto maior a concentração de Pi maior inibição no desenvolvimento de força (ALLEN et al., 2008; FITTS, 2008; KENT-BRAUN, 2009).

Segundo Willardson (2006), o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia – ATP e CP, possibilitar a remoção dos resíduos metabólicos que levam à fadiga como o hidrogênio (H^+) e restabelecer a força muscular. Geralmente IR muito curto, causa desconforto muscular devido à oclusão do fluxo sanguíneo, produção de lactato, depleção das fontes energéticas e queda na produção de força durante o exercício.

Corroborar-se com essas afirmações o estudo realizado por SIMÃO et al. (2006). Neste estudo realizado com 11 indivíduos, compararam-se os efeitos de três diferentes tempos de intervalos de descanso entre séries (1, 3 e 5 minutos) em exercícios composto por três séries em 10RM (*Leg Press* 45° e *Supino Horizontal*). O volume total de exercício foi definido como sendo o total de repetições completadas somando-se as três séries. Os resultados mostraram que IR de 1 minuto não foi suficiente para que os substratos energéticos e/ou o sistema neural fossem recuperados para completar a série seguinte, mantendo a mesma intensidade. Nos intervalos de 3 minutos obteve-se um maior volume na sessão de treinamento do que no de 1 minuto; no entanto, para uma restauração praticamente completa, um bom tempo de recuperação para os exercícios selecionados neste treinamento e nesta intensidade parece estar perto de 5 minutos. Tibana et al. (2011) analisou os IR de 90 e 120 segundos e concluiu que ambos os intervalos não foram suficientes para que os substratos energéticos e/ou o sistema neural fossem recuperados.

Os mecanismos fisiológicos que tentam explicar a importância de um tempo adequado de descanso entre as séries estão relacionados com a recuperação total de ATP, que dura em média, de 3 a 5 minutos após exercício extenuante, assim como a CP que leva em média, 8 minutos (PARCELL et al., 2002). De acordo com Pincivero, Lephart e Karunakara, (1998) e

Coburn et al. (2006) outro fator que pode influenciar na recuperação entre as séries é o aumento nos níveis de lactato durante o treinamento de força intenso. Segundo estes autores o tempo necessário para diminuição do lactato após os ER desempenhados em alta intensidade deve ser entre 4 e 10 minutos, tempos inferiores a faixa citada acarretam elevada concentração de íons de hidrogênio (H^+), diminuindo o pH intracelular, resultando em fadiga muscular.

Assim, mesmo existindo diferenças metodológicas nos estudos supracitados, grande parte dos estudos demonstrou que um maior tempo de intervalo entre as séries permitiu um maior número de repetições nos exercícios avaliados. Desse modo, IR mais longo pode ser promissor na manutenção da força por permitir uma maior ressíntese dos substratos enquanto IR curtos levam a um maior estresse metabólico, depredando os estoques de glicogênio e induzindo a hipertrofia muscular.

3.2.3 Efeitos dos intervalos de recuperação sobre o volume total de treinamento

O IR está diretamente relacionado a capacidade de manutenção do volume de carga e de repetições máximas do TR, ou seja, a capacidade de manter uma mesma carga pelo número de repetições máximas, contribuindo, desta forma, para as adaptações aos ganhos de força e hipertrofia. Neste contexto, a maioria dos estudos que investigaram os efeitos de diferentes tempos de recuperação entre séries no TR, avaliou o seu impacto no total de repetições realizadas. O estudo mais recente de Monteiro et al. (2016) avaliou os intervalos de 1, 3 e 5 minutos nos exercícios de supino reto e *pulley* alto. O estudo aponta que IR inferiores a 3 minutos são ineficientes para manutenção do número de repetições com cargas máximas para 10 RM.

Em um estudo realizado com jogadores de futebol americano, Kraemer (1997) verificou que IR de 3 minutos entre as séries foi suficiente para que realizassem 10RM em 3 séries consecutivas. Quando o IR foi reduzido a 1 minuto, os voluntários realizaram 10, 8 e 7 repetições nas 3 séries. Os resultados são semelhantes com o estudo de Barros, Ribeiro e Rocha (2009) que após avaliar 10 voluntários concluiu que quanto maior foi o IR entre as séries, maior foi o número de repetições realizadas com a mesma carga. Em outro estudo, Larson e Potteiger (1997) verificaram, em indivíduos atletas, que o número de repetições máximas realizadas no exercício agachamento com uma carga de 85% de 10-RM com 3 minutos de IR reduziu da 1ª para a 4ª série.

Willardson e Burkett (2005) avaliaram 15 homens experientes em treinamento de

força, no supino e agachamento, em quatro séries de 8RM, com intervalos de 1, 2 e 5 minutos entre as séries. Os testes foram realizados em três dias diferentes, uma vez por semana. Foram encontradas diferenças significativas entre 1, 2 e 5 minutos de intervalo no supino sendo que o intervalo de 5 minutos apresentou o maior volume completado, seguido do de 3 minutos e, por fim, de 1 minuto.

O mesmo IR foi investigado por Richmond e Godard (2004) que avaliaram 28 homens que executaram no supino em duas séries a 75% do RM até a exaustão voluntária. Foram encontradas diferenças significativas no volume completado no exercício de supino de 1 minuto de intervalo em relação ao de 3 e 5 minutos. Assim, mesmo existindo diferenças metodológicas nos estudos, ambos demonstraram que um maior tempo de intervalo entre as séries permitiu um maior volume total de treinamento nos exercícios avaliados.

É interessante notar que em Simão et al.(2008), publicaram dois artigos em que o IR adotado não influenciou a força nos testes de 10RM. Em ambos os estudos o objetivo foi verificar a influência de dois diferentes intervalos de recuperação (1 e 3 minutos) entre séries para grupos musculares distintos. No primeiro estudo, os participantes foram submetidos a oito semanas de treinamento (três series de 10 repetições de cada exercício), enquanto no segundo foram submetidos a quatro semanas de treinamento (quatro séries de 8-12RM). Em ambos os resultados mostraram que não houve diferenças significativas nas cargas obtidas para 10RM. Porém, nos dois estudos o autor revela que as limitações do tamanho amostral sugerem que novos estudos devam ser realizados.

Mirzaei, Rahmani Nia e Saberi (2008) analisaram o efeito do IR (90, 150 e 240 segundos) entre as séries com intensidade de 60% e 90% de 1 RM em quatro séries até a exaustão. O resultado foi que ocorreu também declínio no número de repetições a cada série para ambas as intensidades utilizadas em todos os intervalos, porém a medida que o intervalo aumentou houve um menor declínio do número de repetições.

De Salles (2008) fez uma importante pesquisa que vem confirmar que o IR afeta diretamente o volume total de treinamento. Doze homens realizaram quatro sessões de exercícios. As duas primeiras sessões foram realizadas com intervalos de dois minutos entre séries. Na primeira sessão foi executado o *Leg Press*, e no dia seguinte a Cadeira Extensora. Após 72 horas da primeira sessão, foi realizado o mesmo protocolo incluindo as duas sessões, só que desta vez com intervalos entre as séries de cinco minutos. Os voluntários realizaram cinco séries de cada exercício até o alcance da falha muscular concêntrica, e mantendo o padrão de execução. Concluiu-se que o IR de cinco minutos, obtiveram maiores volumes totais do que para o IR de dois minutos para os dois exercícios.

Em um estudo transversal, Silva et al. (2011), analisaram em uma amostra de 23 voluntários (15 a 18 anos), os efeitos de diferentes intensidades e IR (30 segundos, 1 e 2 minutos) do TR na percepção subjetiva de esforço (PSE). Quanto menor o IR maior foram os níveis de fadiga podendo levar ao indivíduo a falha muscular momentânea e a um volume de treinamento menor. Uma maior ativação dos sensores musculares (fusos musculares) e tendíneos (Órgão Tendinoso de Golgi [OTG]), parecem ter sido os principais responsáveis pela percepção do esforço no TR, juntamente com o custo metabólico (LAGALLY et al., 2002).

3.2.4 Tipologia das fibras musculares e o intervalos de recuperação

As tipologias das fibras musculares também possuem efeito sobre o desempenho muscular (FLECK; KRAEMER, 2017). Willardson (2006), em uma revisão, ressaltou que a escolha do IR depende não só dos objetivos do treino, mas também de outras variáveis como a composição das fibras musculares.

As fibras musculares são divididas basicamente em três discretas categorias: 1- fibras oxidativas de contração lenta (tipo I), 2- fibras oxidativas/glicolíticas de contração rápida (tipo IIA) e 3- fibras glicolíticas de contração rápida (tipo IIB), de acordo com o padrão de coloração histoquímica para a reação da mATPase. As fibras tipo I são vermelhas, de contração lenta e possuem maior capacidade oxidativa e facilidade em obter ATP por meio da via aeróbia. As fibras tipo II são brancas, de contração rápida e glicolíticas. Possuem maior capacidade de gerar força e velocidade, porém sofrem um esgotamento mais rápido das reservas energéticas e têm menor resistência à fadiga (FLECK; KRAEMER, 2017; MACDOUGALL et al., 1999).

Com relação ao comportamento das fibras musculares, sabe-se que o TFC as fibras de contração lenta, tipo I, são recrutadas em primeiro lugar. Na medida em que o exercício requer maior quantidade de força, as fibras de contração rápida (brancas) vão sendo progressivamente recrutadas, ou seja, quanto maior a intensidade do exercício, maior a participação das fibras tipo II (SALE, 1987). Esse fenômeno é conhecido como princípio da ordem de recrutamento das fibras musculares (FLECK; KRAEMER, 2017).

Com relação ao IR entre séries, as fibras tipo II possuem uma maior dependência da glicólise anaeróbia para produção de energia. Nesse sentido, acumulam uma maior quantidade de lactato, resultando em queda do pH e, conseqüentemente, aumento nas concentrações de H^+ (LAMBERT; FLYNN, 2002). Neste contexto as fibras de contração rápida, tipo II,

necessitam de um maior IR para que a série subsequente não seja iniciada com a musculatura pré-fadigada e conseqüentemente na redução na capacidade de gerar força (RATAMESS et al., 2007). Os diferentes comportamentos das fibras musculares pode ser observado no estudo de MacDogall et al., (1999), onde verificaram, em três séries de flexão de cotovelo com 80% de 1RM e três minutos de IR, que as fibras tipo II apresentavam maior concentração de lactato, maior depleção de fosfato e baixa taxa de ressíntese de CP, comparadas às fibras tipo I, isto é, as fibras tipo II são mais fadigáveis.

Hakkinen et al. (2001) afirmam que para que haja uma melhor recuperação do sistema nervoso e energético, é preciso IR mais longos, o que possibilitará ativar uma quantidade de unidades motoras suficientes e capazes de suportarem a mesma carga e manter o volume nas séries subsequentes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico, será descrito e apresentado os materiais, equipamentos e métodos utilizados para realizar o estudo.

4.1 TIPO DE ESTUDO

A pesquisa em questão caracteriza-se por ser um estudo clínico prospectivo, comparativo e randomizado.

4.2 IMPLICAÇÕES ÉTICAS

Esta pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas (CEP/UNIFAL), tendo seu conteúdo sido aprovado pelo parecer de número 1.935.982/2017 a partir da geração de um processo administrado através do Sistema Nacional de Ética em Pesquisa- SISNEP, no ambiente virtual da Plataforma Brasil. Além disso, foi registrado no portal de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos – REBEC, registro: RBR-4vktzw.

Os sujeitos da pesquisa foram totalmente esclarecidos com relação aos possíveis riscos, assim como os objetivos da pesquisa, através do TCLE. A desistência da participação na pesquisa poderia ter se dado a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ao participante.

4.3 AMOSTRA

Iniciaram o estudo 39 participantes. Os mesmos foram recrutados através de convite feito para o Departamento de esportes de base do Clube Atlético Tricordiano/Três Corações e do Boa Esporte Clube/Semel/Varginha. Ao longo da pesquisa quatorze (14) sujeitos do Clube Atlético Tricordiano abandonaram as fases finais dos testes pelo fim da equipe de sua faixa etária (sub 20 anos) e um (01) do Boa Esporte Clube por lesão muscular antes a avaliação experimental.

Vinte e quatro participantes completaram todo experimento, tendo estes, atendido aos critérios de inclusão previamente estabelecidos na composição da amostra.

Todos participaram do estudo de forma voluntária e foram informados dos objetivos

do estudo, dos procedimentos a serem realizados e dos possíveis riscos e desconfortos. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B). Para os participantes menores de 18 anos, o termo foi assinado pelos pais ou responsáveis legais.

4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Critérios de inclusão:

Sexo masculino; entre de 17 e 20 anos de idade; atletas de futebol; experiência prévia de pelo menos seis meses em treinamento resistido, com frequência igual ou superior a três sessões semanais.

Critérios de exclusão:

Os critérios de exclusão foram: a) os voluntários não participarem de pelo menos 80% do treinamento; b) faltar dois dias de treinamento consecutivos; c) Indivíduos usuários, por um período mínimo de seis meses anteriores ao início deste estudo, de suplementos alimentares e/ou recursos farmacológicos que pudesse influenciar o desempenho físico; d) indivíduos que possuíam doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão).

4.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se iniciou com a aplicação dos questionários sociodemográficos e do nível de atividade física (Apêndice A), quando foram categorizados os critérios de inclusão e exclusão. Após a coleta dos dados pessoais, os participantes ou responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) contendo todas as informações sobre os procedimentos que seriam realizados durante a pesquisa. Em seguida foram realizadas as medidas para caracterização da amostra através da avaliação antropométrica. As medidas usadas para caracterização da amostra foram a massa corporal, estatura e composição corporal (percentual de gordura). A massa corporal foi mensurada em uma balança eletrônica da marca TOLEDO[®], modelo 2096-PP com precisão de 50 gramas; a estatura mensurada com um estadiômetro anexado a base desta balança, com precisão de 0,5 centímetros e, em seguida, calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) (DÂMASO, 2006) Na determinação do percentual de gordura corporal utilizou-se as espessuras cutâneas (tricipital, subescapular, supra ilíaca, abdominal e coxa), através de compasso científico CESCORF[®], com precisão de 0,1 milímetros (GUEDES; GUEDES, 2006).

4.6 PROCESSO DE RANDOMIZAÇÃO

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão; caracterização da amostra, os participantes passaram por um processo de alocação aleatória. O sorteio foi realizado por um pesquisador independente através da abertura de envelopes, nos quais estava contido o grupo em que o voluntário seria inserido: G1 ou G3. Grupo (G1) onde receberiam o treinamento descrito no protocolo de exercícios resistidos com intervalo de 1 minuto entre cada série e Grupo (G3), onde receberiam o treinamento descrito no protocolo de exercícios resistidos com intervalo de 3 minutos entre cada série.

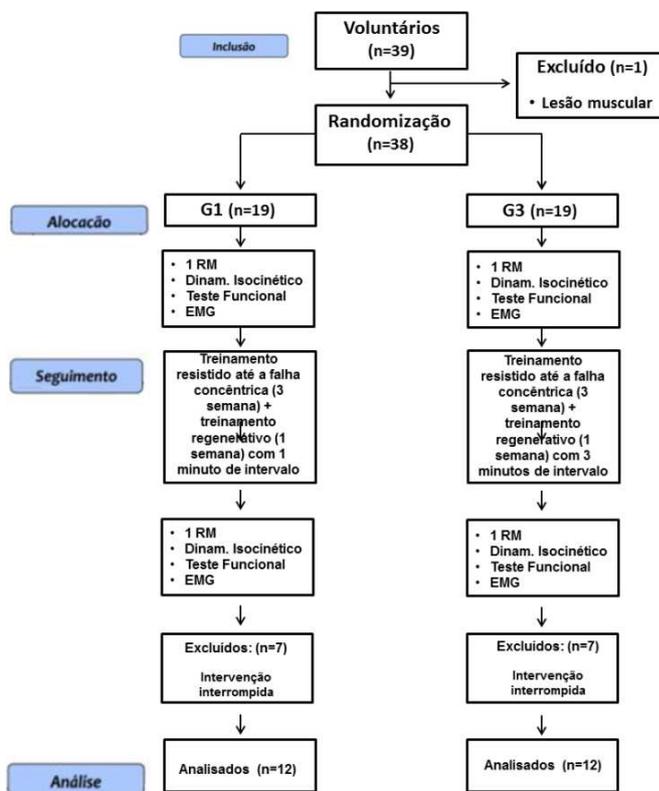


Figura 1 - Desenho do estudo
Fonte: Do autor

4.7 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM)

Após a coleta de dados, avaliação antropométrica e alocação, os voluntários compareceram mais três vezes no ginásio de treinamento com o objetivo de determinar as cargas que seriam utilizadas nos protocolos, sendo realizado o teste de 1 repetição máxima (1RM) [Figura 2]. Os exercícios utilizados para os testes foram: cadeira extensora, mesa

flexora, *Leg Press* e agachamento.

Para realização do teste, foi solicitado aos voluntários abstenção de pelo menos 24 horas sem exercício extenuantes.

Para a determinação da carga de 1RM foram realizados os procedimentos seguindo as recomendações de Kraemer (1995): 1) aquecimento de oito repetições com cargas de 40 a 50% de 1RM estimada; 2) descanso de um minuto seguindo de seis repetições com 50 a 60% de 1RM estimada; 3) incremento do peso tentando alcançar 1RM em três a cinco tentativas, usando cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 4) o valor registrado foi o de uma repetição o com o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida (o voluntário completou uma única repetição, ocorrendo falha na ação muscular concêntrica ao tentar executar a segunda repetição).

Para uma melhor confiabilidade do teste foram realizados, pelo mesmo avaliador treinado, dois testes em dias diferentes com intervalo de no mínimo 72 horas (teste/re-teste).

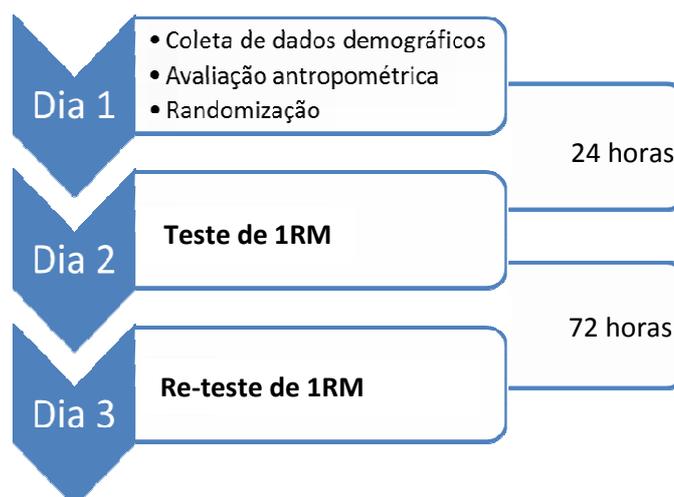


Figura 2 - Procedimentos experimentais
Fonte: Do autor

4.8 TESTES FUNCIONAIS (DISTÂNCIA ALCANÇADA)

A utilização de testes funcionais para distância alcançada em nosso estudo, mais especificamente a bateria de *Hop Tests*, torna-se adequado, pois os mesmos têm sido sugeridos como uma avaliação sobre o controle neuromuscular (REID et al. 2007) tendo demonstrado valores elevados de confiabilidade teste-reteste, em indivíduos com lesão, após lesão e indivíduos saudáveis (MUNRO; HERRINGTON 2011; MYER et al. 2011; REID et al. 2007). Além da confiabilidade, os testes reproduzem a estabilidade do joelho durante as atividades dinâmicas e desportivas (MUNRO; HERRINGTON 2011; WILLIAMS et al. 2001).

Neste contexto, incluímos também o *Vertical Jump Test*, que tem como objetivo aferir propriedades neuromusculares e de desempenho distintas de um indivíduo (CRONIN; HING; MCNAIR.2004).

Os participantes presentes na pesquisa realizaram, previamente aos testes, uma preparação para a atividade em uma esteira ergométrica por quinze minutos com velocidade moderada (entre 6 km/h e 10 km/h).

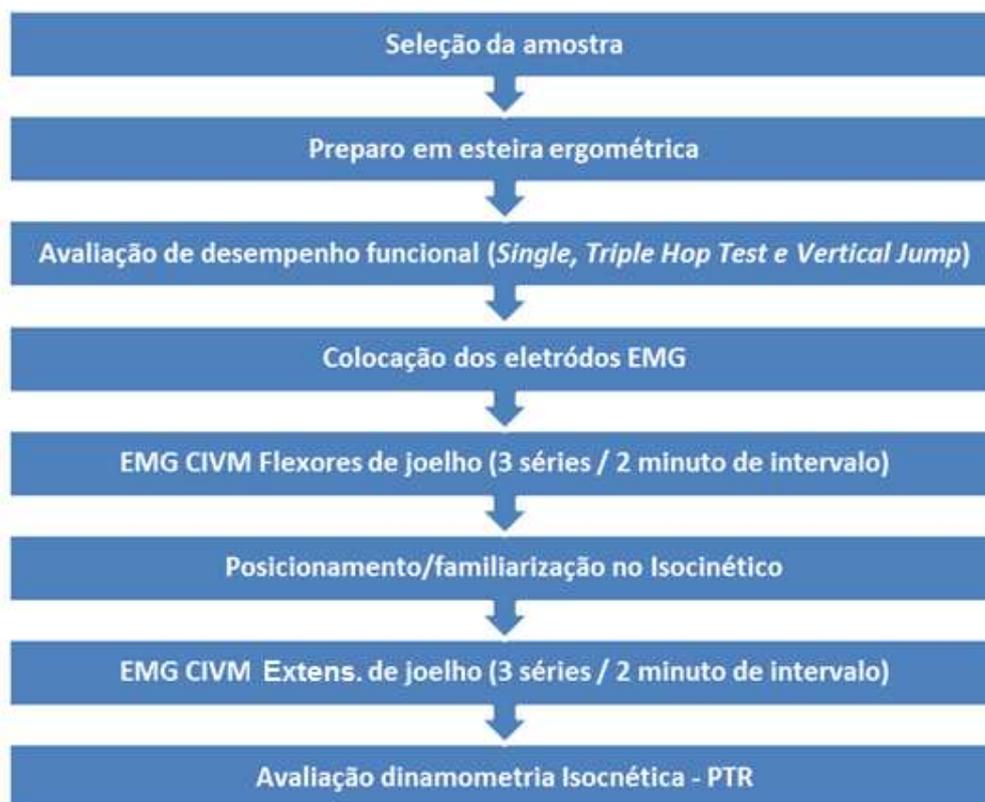


Figura 3 – Sequência de avaliações e testes

Fonte: Do autor

Notas: Eletromiografia (EMG)

Contração isométrica voluntária máxima (CIVM)

Pico de torque relativizado (PTR)

Antes da execução do teste propriamente dito, foi feita uma explicação verbal a cada participante acerca da forma como os testes deviam ser executados. Após familiarização do protocolo pré-experimental em duas tentativas, foi realizado o protocolo experimental.

4.8.1 *Single Hop Test*

Os voluntários foram testados em uma área previamente demarcada em metros. A extremidade anterior do pé direito dos voluntários foi posicionada sobre a primeira marcação

para iniciar o teste. Os atletas foram informados sobre o procedimento do salto e solicitados a saltar a maior distância possível com cada membro inferior. Os atletas podiam utilizar os membros superiores (MMSS) para auxiliar na impulsão, aproximando do padrão de movimento dos MMSS no esporte (FELTNER et al., 2002). Na execução do salto foi realizada uma fase excêntrica antes do seu início. Saltos que permitem esta fase excêntrica, junto com a movimentação de MMSS, também permitem uma maior geração de força devido a aspectos fisiológicos e biomecânicos (KOMI, 2000). Os atletas foram orientados a permanecer com o pé no local da queda após a aterrissagem. A distância do ponto mais posterior do calcanhar até a primeira marcação foi medida com a fita milimétrica e considerada como a distância obtida no salto (Figura 4a). Os saltos foram executados por três vezes com cada membro inferior. O procedimento foi então reproduzido para o MI esquerdo. O melhor salto com cada membro foi utilizado para fins estatísticos.

4.8.2 Triple Hop Test

Para realizar o “*Triple Hop Test*”, os voluntários foram instruídos a executar três saltos consecutivos máximos com um dos membros inferiores (MMII) -primeiro com o membro dominante seguido pelo membro não dominante, e manter o equilíbrio na última aterrissagem por pelo menos dois segundos antes de colocar o membro contralateral no solo (BALDON et al., 2012). Os padrões utilizados para mensuração foram os mesmos do *Single Hop Test* (Figura 4b).

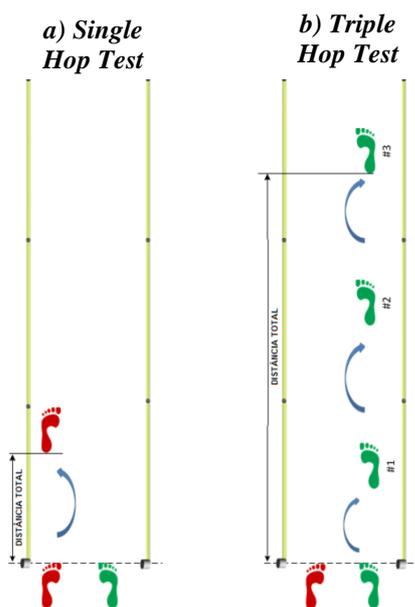


Figura 4 - Procedimentos para avaliação dos *Hop Tests*

Nota: *Single Hop Test* (a); *Triple Hop Test* (b)

Fonte: Site da Opto Jump Next (Adaptado)²

¹ Disponível em <<http://www.optojump.com>> Acesso em maio de 2018

4.8.3 Vertical Jump Test

Antes da realização do teste, os voluntários se posicionaram ao lado de a superfície graduada, e com o braço estendido acima da cabeça, o mais alto possível, mantendo as plantas dos pés em contato com o solo. Foi feita uma marca com os dedos, na posição mais alta que conseguiram atingir. Para facilitar a leitura, os dedos do testando foram sujos com pó de giz. O teste consistiu em saltar o mais alto possível, sendo facultado ao testando, o flexionamento de quadril e joelhos e o balanço dos braços para a execução do salto (MARINS; GIANNICHI, 1998). O resultado do teste foi dado pela diferença dos registros, antes e após a execução do salto (Figura 5).

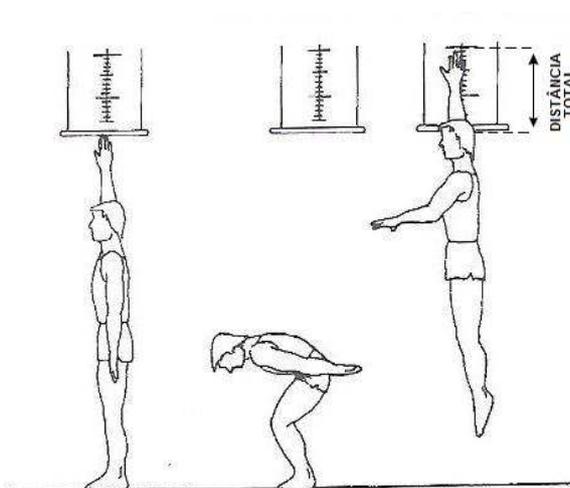


Figura 5 - Procedimentos de avaliação do *Vertical Jump*
Fonte: Weineck (1999)

4.9 ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA

Para o registro dos sinais eletromiográficos de superfície dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto medial (VM), bíceps femoral (BF) e semitendíneo (ST) foi utilizado o aparelho *Trigno Wireless* com oito canais (EMGworks, Delsys Inc.). Todos os sinais eletromiográficos foram ampliados em 1000 vezes, e filtrados em filtros de banda de 20 a 500 Hz.

A eletromiografia tem sido utilizada tanto em aplicações práticas quanto em pesquisa acadêmica em diversas áreas, como nas ciências da reabilitação, ciências do esporte e diagnósticos neuromusculares (RAINOLDI; CHIORRI; CARUSO, 2004; STEGEMAN et al., 2000; VIGOTSKY et al., 2018). Os exames eletromiográfico proporcionam um objetivo e preciso meio e avaliação, determinando as características elétricas de um musculo

(PORTNEY; ROY, 2004)

Para avaliação EMG foi realizada a preparação adequada da pele, com remoção dos pelos e limpeza da pele com o álcool 70%, para garantir a redução da impedância da pele e máximo contato do eletrodo. Os eletrodos foram posicionados paralelamente a orientação das fibras dos músculos supracitados, em ambos os membros. O posicionamento dos eletrodos obedeceu aos critérios preconizados pelo *SENIAM - Society European Recommendations for Surface Electromyography*. Manobras específicas de contração voluntária máxima foram realizadas para garantir a exata localização dos músculos, a fim de facilitar a colocação do eletrodo. Após a colocação dos eletrodos, o procedimento experimental compreendeu a avaliação da atividade mioelétrica (HERMENS, 2000).

Para avaliação da atividade mioelétrica dos músculos bíceps femoral e semitendíneo, o voluntário foi posicionado em decúbito ventral, com os joelhos flexionados a 45° (SCHAEFER, 2014) e fixado nesta angulação por meio de um cinto sobre a região do calcanhar, restringindo assim qualquer movimento isotônico durante a realização do protocolo experimental. Os músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial foram avaliados em contração isométrica de extensão de perna. Os avaliados foram posicionados sentados no dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro®, com o tronco ereto a 90°, quadris fletidos a 90° e joelhos fletidos e 60° (PASSOS; CERQUEIRO, 2008).

Após a fixação e instrumentação dos avaliados foi realizada uma breve familiarização que consistiu na realização de duas contrações isométricas submáximas (50% da contração isométrica máxima imaginável).

O protocolo experimental consistiu na realização de três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) unilaterais de sete (7) segundos para cada condição experimental: (a) flexão de joelhos posicionados a 45°; (b) extensão de joelhos com o posicionamento a 60° de flexão. Foi estabelecido intervalo de dois minutos entre as contrações para evitar os efeitos da fadiga muscular (PIZZATO et al., 2007).

As condições experimentais foram conduzidas pelo mesmo avaliador. Nos casos em que o indivíduo não manteve a posição correta, a tentativa foi excluída.



Figura 6 – Manobra para posicionamento dos eletrodos
Fonte: Do autor

4.9.1 Processamento dos sinais EMG

O processamento das atividades eletromiográfica (EMG) foram analisadas pela *root mean square* - raiz quadrada da média (RMS) da amplitude do sinal EMG (expressa em μV).

Foram coletadas três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) unilaterais de sete (7) segundos. Porém para o tratamento de dados, as janelas do primeiro e último segundo de todas as séries do sinal EMG bruto foi descartado. Para homogeneização e atenuação das diferenças interindividuais os valores RMS foram normalizados pela média do pico isométrico máximo da amostra (WINTER; FUGLEVAND; ARCHER, 1994).

A normalização é um procedimento comum (WASEM; CANDOTTI, 2009) para analisar e comparar sinais EMGs de diferentes indivíduos. A normalização se faz necessária pela variabilidade do sinal por fatores intrínsecos como o tipo de fibra muscular, profundidade, diâmetro da fibra muscular também por fatores extrínsecos como localização e distância entre os eletrodos (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

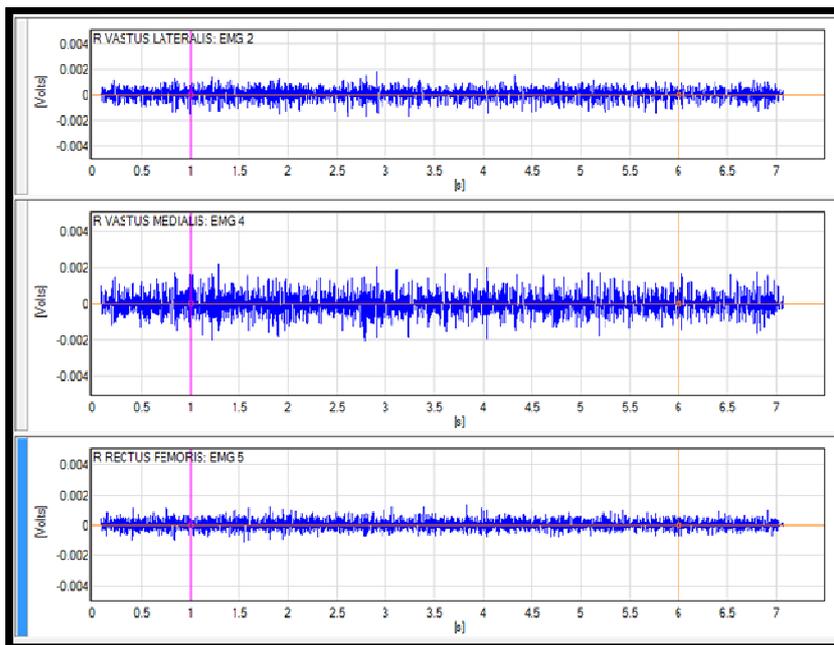


Figura 7 – Janelamento das variáveis da EMG
 Fonte: Do autor

4.10 DINAMOMETRIA

A função muscular esquelética foi avaliada pela mensuração da força de contração isocinética voluntária máxima dos músculos extensores (quadríceps femoral) e flexores (isquiotibiais) de joelho, utilizando o dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro® (Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY, USA) do Laboratório de Tecnologias Aplicadas as Ciências da Saúde e do Esporte (LITEC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho.

O dinamômetro isocinético é um equipamento eletromecânico controlado por microcomputador que oferece a possibilidade de avaliar, objetiva e quantitativamente, parâmetros físicos da função muscular tais como força, potência e resistência em diversas velocidades angulares pré-selecionadas. Este instrumento tem sido aceito como representativo da realidade e representa o “padrão ouro” na avaliação do desempenho muscular (PERRIN, 1993; RIBEIRO et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2009). O equipamento é composto por uma cadeira, um dinamômetro e um microcomputador para o processamento dos dados.

Para realização dos testes, os voluntários foram posicionados sentados, com o tronco ereto, quadris e joelhos fletidos a 90° e os braços cruzados a frente do tronco. O braço de

alavanca do dinamômetro foi posicionado paralelamente à perna dos atletas com a resistência fixada distalmente e o eixo do aparelho alinhado com o eixo articular do joelho. A estabilização dos voluntários na cadeira do dinamômetro foi realizada por meio de cintos fixados no tórax, pelve e coxa do membro a ser testado, sendo que o outro membro permaneceu fixo por um cinto adaptado à cadeira. Anterior aos testes, os sujeitos realizaram um exercício preparatório e de familiarização com o equipamento, realizando cinco contrações isocinéticas submáximas. Além disso, foi realizada a calibração das angulações avaliadas e a correção da gravidade.

Durante todo o teste, foi fornecido *feedback* verbal padronizado aos voluntários, sempre pelo mesmo avaliador (CARUSO; BROWN; TUFANO, 2012; PINCIVERO; LEPHART; KARUNAKARA., 1997). Todo o procedimento foi descrito pelo avaliador, dando ênfase na necessidade de se realizar o movimento de flexo-extensão do joelho de forma rápida e máxima. Os voluntários foram instruídos a realizar força máxima para mover a alavanca do dinamômetro e que se move a uma velocidade constante previamente determinada. A resistência oferecida por esta alavanca é acomodativa, ou seja, tem intensidade igual à força exercida pela participante. Como a velocidade é mantida constante não há aceleração e desaceleração de movimentos e o risco de lesão é, portanto, mínimo. (DIAS *et. al.*, 2004; ZACARON *et. al.*, 2006).

A variável gerada no equipamento isocinético “pico de torque/massa corporal” foi obtida com contrações concêntricas a uma velocidade angular de 60°/segundo com cinco repetições para caracterizar o parâmetro força muscular. Como o trabalho foi calculado proporcional ao peso corporal (J/Kg) seus valores foram descritos em porcentagem (%). Cada voluntário realizou três vezes o teste com intervalo de três minutos entre cada teste.

Foi utilizado trabalho normalizado por massa corporal, pois representa a força produzida em situações dinâmicas, ou seja, a capacidade de um indivíduo de produzir torque durante uma determinada amplitude de movimento (ADM) e as diferenças de massa entre os indivíduos passam a não interferir na variável (PERRIN, 1993).

Os grupos musculares avaliados foram o quadríceps e os isquiotibiais, ambos relacionados diretamente com a estabilidade da articulação do joelho. A calibração do equipamento isocinético foi realizada conforme instrução do fabricante, antes da avaliação, e todos os valores obtidos foram corrigidos pela gravidade, isto é, o membro foi pesado a cada avaliação para que o equipamento efetuasse os cálculos e as compensações (PERRIN, 1993).



Figura 8 – Avaliação no Dinamômetro isocinético

4.11 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE TREINAMENTO

Os sujeitos realizaram um programa de treinamento resistido até a falha concêntrica (TFC) com duração de três semanas (TOSCANO et al., 2014) mais uma semana de treinamento regenerativo (TR) e frequência de três sessões semanais (Figura 9).

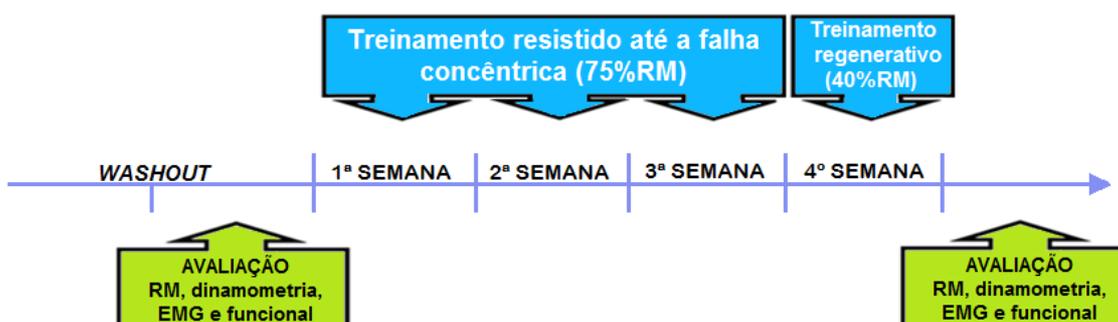


Figura 9 – Delineamento das intervenções

Antes de iniciar o protocolo de exercícios resistidos até a falha concêntrica, os voluntários realizaram um *washout* de 15 dias para o treinamento físico, a fim de assegurar que não estavam acometidos de fadiga crônica associada a treinamento prévio. Os voluntários foram orientados a não executar qualquer outro treinamento físico sistematizado até o final do

programa de treinamento e evitarem atividades cotidianas que possam alterar o padrão normal de horas de sono, além de não ingerir qualquer suplemento esportivo.

Na semana anterior ao início dos treinamentos, foram realizados testes de avaliação de 1 repetição máxima, descobrindo assim, a carga máxima estimada de cada um (BAECHLE, 1992).

Para prevenir intercorrências durante o treinamento resistido, os voluntários realizavam antes de cada sessão de treinamento, uma preparação seguindo o protocolo sugerido por Brown e Weir, (2001) divididos em duas etapas, sendo a primeira o aquecimento geral com corrida em esteira (cinco minutos a 9km/h); e a segunda específica nos exercícios avaliados, com cargas submáximas estimadas em aproximadamente 50% a 70% R.M. (1 série de 5 repetições), sendo que o aquecimento realizado nesta pesquisa foi semelhante a outros estudos que avaliaram os efeitos do treinamento de força (GIL, ROSCHELL, BARROSO, 2015; LAMAS et al., 2008; TIGGEMANN et al., 2016).

O programa de treinamento foi composto por quatro semanas totalizando 12 sessões (três sessões por semana). Durante as três primeiras semanas (9 sessões) foi realizado o TFC com intensidade de treinamento de 75% do RM em cada um dos exercícios seguindo as recomendações da Garber et al., (2011).

Na quarta semana foi realizado o treinamento com cargas regenerativas. As sessões foram realizadas com intervalo mínimo de 48 horas entre as mesmas. Para o treinamento regenerativo, realizou-se as mesmas 3 séries, porém com um volume de 10 repetições e intensidade de 40% do RM (TOSCANO, 2014). Foi utilizado o mesmo intervalo entre as séries. A adoção do treinamento regenerativo se justifica na tentativa de atenuar o viés dos voluntários chegarem à reavaliação acometidos de qualquer fadiga ou dor muscular tardia induzida pelo TFC.

Foi determinada a realização de três séries de cada exercício. Os IR entre séries foram de 1 minuto para o grupo G1 e de 3 minutos para o G3.

O ritmo de execução das séries em ambos os grupos foi controlado por um metrônomo, estabelecendo-se um tempo de dois segundos para cada uma das fases, excêntrica e concêntrica (D'ASSUNÇÃO, 2007), permitindo um controle mais rigoroso da intensidade dos exercícios (ACSM, 2009; LACHANCE; HORTOBAGYI, 1994).

Antes da execução de cada exercício foi fornecido ao indivíduo orientação verbal padronizada sobre a realização das repetições até não conseguir mais vencer a resistência devido a fadiga ou por interrupção do profissional.

A ordem de execução do treinamento foi cadeira extensora, mesa flexora, *Leg Press* e

agachamento. Para os exercícios de cadeira extensora e mesa flexora, os exercícios eram executados unilateralmente, iniciando sempre com o membro dominante. O propósito se adotar uma rotina com a realização primeiramente de exercícios monoarticulares seguidos de multiarticulares ocorreu pelo fato de diminuir a interferência dos grupamentos musculares pequenos na realização dos exercícios para os grandes grupamentos musculares (BACURAU et al., 2009).

Considerando que, naturalmente, os sujeitos iriam ganhar força, eles foram instruídos a realizar o maior número de repetições sempre que se possuísem condições de fazê-la. Após a realização dos exercícios, o número de repetições de cada série de cada indivíduo foi contado e anotado, visto que esse número foi diversificado devido a cada indivíduo estabelecer a falha concêntrica de acordo com sua fadiga muscular momentânea. A falha concêntrica foi estabelecida quando o indivíduo não conseguisse realizar o movimento com a técnica de execução correta. No horário dos experimentos, o ginásio de treinamento ficou reservado apenas para este procedimento, de modo que o tempo de deslocamento e utilização entre uma máquina e outra não interferiram no resultado.



Figura 10 – Sequência de exercícios resistidos.
Fonte: Do autor

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS

Todos os dados foram organizados e analisados em computador pessoal usando programa de planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 2011) e de análise estatística (GraphPad-Prism 5.01).

Para a estatística descritiva foi utilizada a média e o desvio padrão. Para testar a

normalidade da amostra, utilizou-se o Teste de Shapiro-Wilk, o qual é indicado para amostras com menos de 50 participantes, sendo considerado o nível de significância de 5%.

Para comparação entre os grupos utilizamos o valor de delta (Δ) obtido da comparação entre os valores pré e pós-treinamento (onde valor-pós – valor-pré= valor delta). Quando foi observada normalidade dos dados os mesmos foram analisados pelo teste t para amostras independentes, em contrapartida, para os dados que apresentaram distribuição não normal foi utilizado o teste de *Mann-Whitney*.

Para comparação intragrupo, em caso de normalidade de dados, utilizamos o teste t para amostras relacionadas e em caso de distribuição não normal, foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Foi estabelecido um nível de significância de $\alpha < 0,05$ para todas as avaliações.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos nos experimentos detalhados no item anterior estão descritos abaixo.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra final foi composta por 24 homens jovens com idade de $18,88 \pm 1,39$ anos, estatura de $176,21 \pm 7,20$ cm, massa corporal de $65,86 \pm 8,75$ kg, índice de massa corporal (IMC) $21,21 \pm 2,65$ kg/m², composição corporal $10,54 \pm 3,06\%$ gordura corporal, com experiência média de $12,04 \pm 6,38$ meses em exercícios resistidos, com frequência igual ou superior a três sessões semanais. Não houve diferenças significativas entre os grupos em relação à média de idade, massa corporal, estatura, IMC, composição corporal e tempo de prática de treinamento resistido conforme os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização descritiva da amostra (n=24)

| | G1 n = 12 | G3 n = 12 | Valor p |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Idade (anos) | 18,00±1,53 | 17,75±1,22 | 0,83 ^{&} |
| Massa corporal (kg) | 63,15±6,23 | 68,57±7,08 | 0,13 ^{&} |
| Estatura (cm) | 172,75±6,35 | 179,67±6,18 | 0,18 [#] |
| IMC (kg/m²) | 21,14±2,76 | 21,28±3,36 | 0,90 [#] |
| Composição corporal (%) | 9,92±2,10 | 11,17±3,74 | 0,33 ^{&} |
| Tempo de treinamento (meses) | 12,75±6,48 | 11,33±6,18 | 0,52 ^{&} |

Fonte: Do autor.

Legenda: Grupo experimental com IR de 1 minuto (G1);

Grupo experimental com IR de 3 minutos (G3);

Índice de Massa Corporal (IMC).

Nota: Comparação pelo teste *t* de Student para amostras independentes (#);

Comparação pelo teste de Mann Whitney para amostras independentes (&);

Valores são apresentados em média ± desvio-padrão.

5.2 TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA

Os resultados obtidos no teste e re-teste de 1 RM nos exercícios de cadeira extensora, mesa flexora, Leg Press e agachamento estão apresentados na Tabela 2.

Ao confrontarmos os valores Δ entre os grupos percebemos que os dados obtidos do grupo G3 foram estatisticamente superiores nos exercícios de cadeira extensora ($p = 0,045$) e mesa flexora ($p = 0,042$).

Para os exercícios de *Leg Press* ($p = 0,069$) e agachamento ($p = 0,188$), não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre os grupos.

Outro valor que podemos observar sobre o Teste de 1RM, é a percentagem de ganho de força após o período de 3 semanas de TFC mais uma semana de treinamento regenerativo. Esta percentagem foi obtida comparando a carga atingida no pré-treino com a carga do pós-treino de cada avaliado. Observamos nesse tipo de comparação que as maiores médias de ganho de força foram no grupo G3.

Tabela 2 – Valores das cargas obtidas durante o teste de 1RM nos Grupos de Treinamento Resistidos pré e pós-intervenção G1 vs. G3 e o valor de Δ

| Exercícios | G1 Pré interv. | G1 Pós interv. | Δ | % | G3 Pré interv. | G3 Pós interv. | Δ | % | Valor p |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------|------|----------------------|----------------------|----------|------|-------------------------|
| Cad. | 62,9±4,9 | 69,1±5,1 | 6,2 | 9,0 | 76,2±10,4 | 85,0±8,7 | 9,5 | 10,4 | 0,045 ^{&*} |
| Exten. (kg) | | | | | | | | | |
| M. Flexora (kg) | 38,7±4,8 | 41,6±3,8 | 2,9 | 7,0 | 35,8±4,1 | 42,0±5,8 | 6,2 | 14,8 | 0,042 ^{&*} |
| Leg Press (kg) | 258,5±36,8 | 311,8±32,5 | 53,3 | 17,1 | 230,1±19,0 | 302,3±13,6 | 72,1 | 23,9 | 0,069 [#] |
| Agach. (kg) | 51,1±10,8 | 58,8±9,3 | 7,6 | 13,1 | 44,5±10,3 | 57,8±8,6 | 13,3 | 23,0 | 0,188 ^{&} |

Fonte: Do autor.

Legenda: Grupo experimental com IR de 1 minuto (G1);

Grupo experimental com IR de 3 minutos (G3);

Nota: Valores são apresentados em média \pm desvio-padrão;

O valor de Δ = valor-pós – valor-pré;

Percentagem de ganho de força após 4 semanas de treinamento (%)

Diferença significativa na comparação intergrupos pelo valor de Δ , $p < 0,05$ (*);

Comparação pelo teste *t* de Student para amostras independentes (#);

Comparação pelo teste de Mann Whitney para amostras independentes (&).

5.3 DESEMPENHO FUNCIONAL (*HOP TEST E VERTICAL JUMP TEST*)

Não houve diferença significativa na comparação intergrupo. Porém na observação intragrupo foi possível verificar melhora nos testes pós-intervenção tanto para o grupo G1, quanto para o grupo G3.

Para o G1, a diferença observada ($p = 0,008$) foi em relação ao *Triple Hop Test* (Figura 11).

Já o grupo G3, as diferenças ($p = 0,035$) foram observadas no *Single Hop Test* (Figura 12) e *Triple Hop Test* ($p = 0,002$) [Figura 13].

Foi observado melhora para ambos os grupos em relação ao *Vertical Jump*: G1 ($p = 0,015$) e G3 ($p = 0,0002$) (Figura 14).

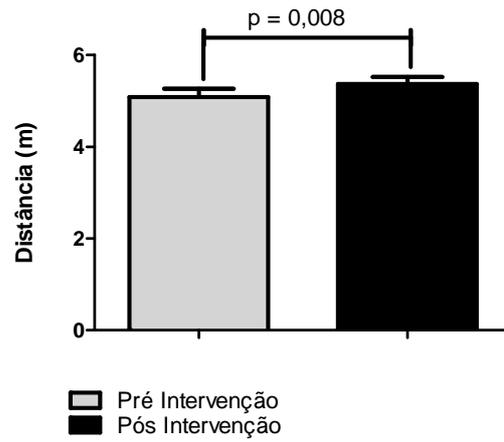


Figura 11 - Comparação intragrupo (G1) para o *Triple Hop Test* (pré vs. pós intervenção)

Nota: Teste estatístico: *t* de *student*

Fonte: Do autor

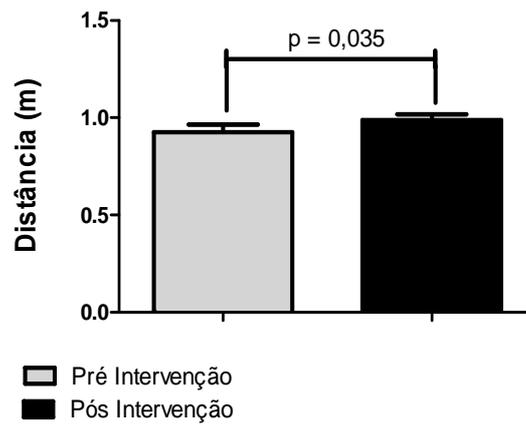


Figura 12 - Comparação intragrupo (G3) para o *Single Hop Test* (pré vs. pós intervenção)

Nota: Teste estatístico: *t* de *student*

Fonte: Do autor

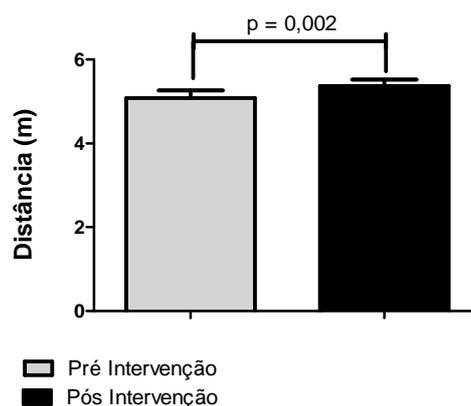


Figura 13 - Comparação intragrupo (G3) *Triple Hop Test* (pré vs. pós intervenção)

Nota: Teste estatístico: *t* de *student*

Fonte: Do autor

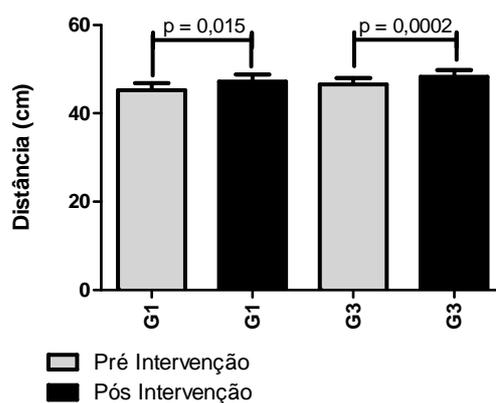


Figura 14 - Comparação intragrupos no *Vertical Jump Test* (pré vs. pós intervenção)

Nota: Teste estatístico: *t* de *student*

Fonte: Do autor

5.4 ELETROMIOGRAFIA

Quando comparamos as médias Δ (Delta) de ambos os grupos, vemos que as médias do grupo G3 foram superiores as médias de grupo G1. Todavia as diferenças são estatisticamente significativas para a ativação neuromuscular dos músculos BF ($p = 0,041$), VL ($p = 0,045$) e reto femoral ($p = 0,035$). Os músculos semitendíneo e vasto medial não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 3 – Valores de delta sobre RMS normalizado pela média do pico do sinal G1 e G3, obtido pelo exame eletromiográfico dos músculos da coxa.

| RMS | G1 | | Δ G1 | G3 | | Δ G3 | Valor de p |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|
| | Pré interv. | Pós interv. | | Pré interv. | Pós interv. | | |
| Semitendinoso (ST) | 13,94±7,14 | 15,49±10,15 | 1,42±4,6 | 9,33±2,69 | 14,25±2,25 | 4,91±2,04 | 0,84 ^{&} |
| Bíceps fem. (BF) | 13,18±7,27 | 13,49±6,33 | 0,28±4,48 | 9,84±2,00 | 12,06±4,76 | 2,22±3,99 | 0,041 ^{&*} |
| Vasto Lateral (VL) | 13,91±9,21 | 15,90±8,75 | 2,73±8,22 | 10,53±4,82 | 15,60±7,73 | 5,07±3,07 | 0,045 ^{&*} |
| Vasto medial (VM) | 20,51±16,68 | 21,31±21,78 | 0,73±9,37 | 8,07±2,29 | 8,41±2,55 | 0,34±1,84 | 0,115 ^{&} |
| Reto Femoral (RF) | 12,93±7,59 | 12,99±10,33 | 0,06±3,72 | 9,58±3,06 | 14,52±4,10 | 4,94±3,68 | 0,035 ^{&*} |

Fonte: Do autor.

Legenda: Grupo experimental com IR de 1 minuto (G1);

Grupo experimental com IR de 3 minutos (G3);

Nota: Valores são apresentados em média \pm desvio-padrão;

O valor de Δ = valor-pós – valor-pré.

Diferença significativa na comparação intergrupos pelo valor de Δ , $p < 0,05$ (*);

Comparação pelo teste de *Mann Whitney* para amostras independentes (&).

5.5 DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

Ao analisarmos as médias Δ (Delta) do teste isocinético dos flexores e extensores de joelho (pico de torque relativizado pela massa corporal na velocidade de 60°/segundo), percebemos que as médias do grupo G3 foram superiores as médias do grupo G1. As diferenças são estatisticamente significativas tanto nos movimentos de extensão ($p = 0,045$) quanto para os movimentos de flexão de joelho (0,040).

Tabela 4 – Valores do pico de torque relativo obtido pela dinamometria isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho na velocidade de 60°/segundo.

| PTR | G1 | | G1 (Δ) | G3 | | G3 (Δ) | Valor p Δ |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|
| | Pré interv. | Pós interv. | | Pré interv. | Pós interv. | | |
| Extensão (N.m) | 340,1±36,6 | 345,2±37,2 | 5,05 | 330,0±47,9 | 343,1±36,6 | 13,1 | 0,045 ^{#*} |
| Flexão (N.m) | 174,7±24,0 | 180,8±22,1 | 6,06 | 180,6±64,2 | 194,0±66,9 | 13,3 | 0,040 ^{#*} |

Fonte: Do autor.

Legenda: Grupo experimental com IR de 1 minuto (G1);

Grupo experimental com IR de 3 minutos (G3);

Nota: Valores são apresentados em média \pm desvio-padrão;

O valor de Δ = valor-pós – valor-pré.

Diferença significativa na comparação intergrupos pelo valor de Δ , $p < 0,05$ (*);

Comparação pelo teste *t* de *Student* para amostras independentes (#);

5.6 NÚMERO TOTAL DE REPETIÇÕES

No que diz respeito ao número de total de repetições, o grupo G3 apresentou maior número de repetições ao final da intervenção. É interessante destacar que essa diferença foi estabelecida para todos os exercícios (Figura 15).

Quando comparados o número total de repetições entre os grupos, a diferença estatística significativa observada foi: cadeira extensora (0,0008), mesa flexora ($p = 0,0002$), *Leg Press* ($p = 0,005$) e agachamento ($p < 0,0001$).

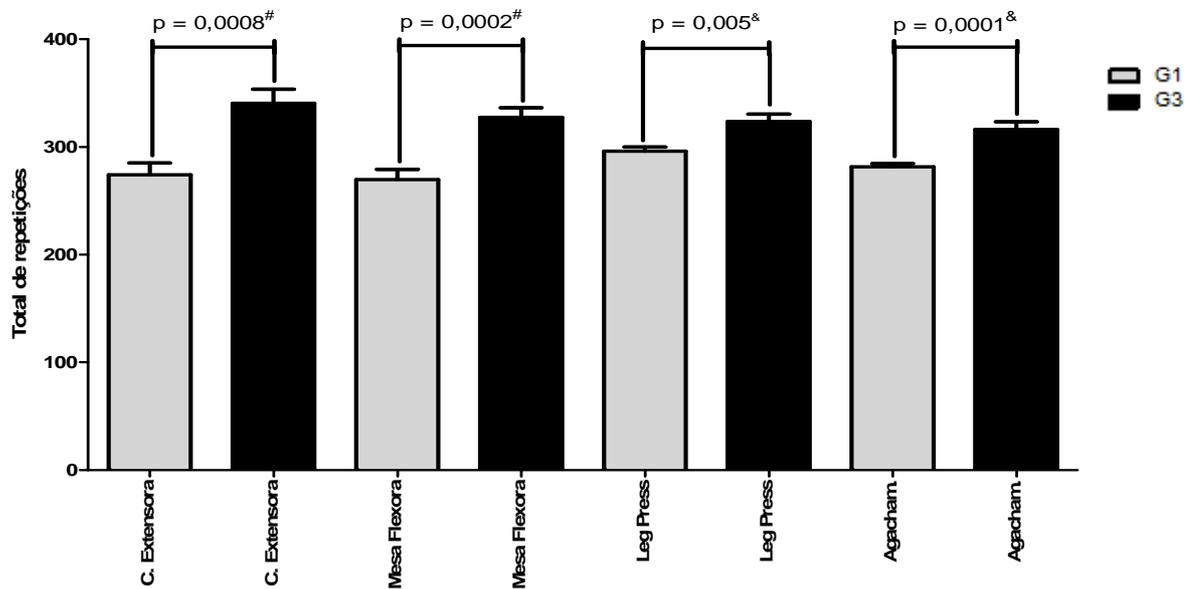


Figura 15 – Total de repetições (G1 vs. G3) durante o período de intervenção

Fonte: Do autor

Nota:

Comparação pelo teste *t* de *Student* para amostras independentes (#);

Comparação pelo teste de *Mann Whitney* para amostras independentes (&).

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de dois diferentes intervalos de recuperação entre séries (1 e 3 minutos) durante a realização de um protocolo de exercícios resistidos até falha concêntrica em atletas de futebol da categoria sub 20.

Atualmente as evidências sobre os IR, em sua maioria, baseiam-se em adaptações agudas (LARSON; POTTEIGER, 1997; MACDOUGALL et al., 1999; SIMÃO; POLITO e MONTEIRO, 2008; DE SALLES et al., 2008; SILVA et al., 2011; SCHOENFELD et al., 2015; FINK et al., 2016; MONTEIRO et al., 2016).

Porém não podem ser expandidas aos estudos que investigam os efeitos crônicos, como o presente. Em nossa revisão foram obtidos poucos os estudos que investigaram os efeitos crônicos dos diferentes IR entre séries (OLIVEIRA; SILVA, 2016; ROBINSON et al., 1995).

6.1 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA

Em relação às principais investigações sobre o tema IR, está o aumento da força muscular. Uma das formas mais comuns no meio científico de se analisar o aumento da força é pelo método de teste de 1RM. O teste de uma repetição máxima tem sido utilizado como medida de avaliação da força máxima e para prescrição do exercício (HOEGGER, et al., 1990; SHIMANO et al., 2006) e é capaz de apresentar a quantidade máxima de carga que um indivíduo é capaz de levantar em uma repetição de um determinado exercício (BROWN; WEIR, 2001). A quantidade de carga que o indivíduo consegue levantar no teste de 1RM nos dá um parâmetro do nível de força muscular desses indivíduos (ACSM, 2009; LIPSITZ et al., 1994).

Neste contexto, nosso estudo buscou investigar os efeitos de dois diferentes intervalos de recuperação entre séries sobre os testes de 1RM. Os resultados nos mostram que ambos os grupos de intervenção, G1 e G3, apresentaram aumento nos níveis de força após as 4 semanas de treinamento, sendo que o G3 apresentou uma maior média do que o G1, em relação a carga (peso) obtidos entre teste e re-teste, pré e pós-treinamento respectivamente.

Nossos dados estão de acordo com a literatura em questão, que traz aumentos nos níveis de força dinâmica máxima, como no estudo de Schoenfeld et al. (2015), onde o autor avaliou o aumento da força através do teste de 1RM e comprovou que, a força máxima foi significativamente maior para os indivíduos que realizaram os exercícios com IR maior.

Assim como em nosso estudo o autor avaliou os intervalos de 1 e 3 minutos em voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 35 anos. Outro estudo que apresentou resultados semelhantes foi de Robinson et al., 1995. Neste estudo, o objetivo foi verificar a influência de cinco semanas de treinamento em 33 homens treinados, em três IR (180, 90 e 30 segundos) no exercício de agachamento. A conclusão deste estudo foi que, quanto maior o intervalo entre as séries, maiores foram os ganhos de força no teste de 1RM.

Em contraposição, Ahtiainen et al. (2005) e Simão et al. (2006), verificaram que o maior tempo de intervalo não promoveu maiores ganhos de força. Simão et al. (2006) destacam em seu estudo que, mesmo sem apresentar diferenças estatísticas entre os diferentes intervalos de tempo de recuperação, os valores percentuais na evolução de cargas foram maiores no grupo com 3 minutos de intervalo.

Observamos em nosso estudo que não houve diferenças significativas entre os grupos para os exercícios *Leg Press* ($p = 0,069$) e agachamento ($p = 0,188$). Interessante observarmos que tratam-se dos exercícios com características multiarticulares. Uma possível explicação para este fato seria que o protocolo de treinamento do nosso estudo não enfatizou os músculos eretores da coluna, glúteos máximo, adutores de coxa. O desenvolvimento destas musculaturas possibilitaria possivelmente maior capacidade de suportar cargas na execução do agachamento e *Leg Press*, uma vez que atuam como músculos acessórios na execução desses movimentos (MALDONADO, 2008).

6.2 TESTES DE DESEMPENHO FUNCIONAL (DISTÂNCIA ALCANÇADA)

Na revisão de literatura para esta dissertação não foram encontrados estudos que relacionassem os resultados dos *Hop Tests* (*Single e Triple*) e *Vertical Jump* com a aplicação de diferentes IR entre séries em TR, embora os testes de desempenhos físicos sejam muito utilizados para avaliação da função dos membros inferiores.

Em nosso estudo não houve diferença significativa entre os valores de Δ do grupo G1 *versus* G3. Porém é importante destacar que ambos os grupos apresentaram melhoras na avaliação intragrupo.

As diferenças encontradas no presente estudo podem ser explicadas pelo aumento da força muscular induzida pelo TFC. Também podemos associar a melhora dos resultados intragrupo a melhora capacidade cinestésica/proprioceptiva e, conseqüentemente, melhor controle motor e estabilidade postural associado aos resultados dos testes funcionais avaliados. Segundo Ribeiro e Oliveira (2007), a prática de exercícios físicos melhora a

propriocepção articular promovendo adaptações morfológicas no fuso neuromuscular.

Os resultados apresentados nos testes de capacidades funcionais estão intimamente relacionados com a capacidade de gerar força muscular durante o salto. Na fase inicial dos testes (decolagem) é preciso gerar força concêntrica e na fase final (recepção) exige-se força excêntrica, principalmente pelos músculos extensores do joelho (AUGUSTSSON et al., 2006; ORISHIMO; KREMENIC, 2006).

No estudo de Hamilton et al., (2008), realizados com atletas de futebol foi possível comprovar a importância da força muscular nos testes funcionais que avaliaram a distância horizontal. Os autores encontraram uma relação entre o desempenho funcional e a força muscular do quadríceps e ísquiotibiais. Os atletas que apresentavam maior força muscular alcançavam as maiores distância nos testes. Tais resultados são semelhantes aos encontrados em nosso estudo.

Relacionando ao desempenho no *Vertical Jump*, vários estudos evidenciaram que o exercício resistido é responsável pela melhora do salto vertical (AYESTARÁN, 2001; BADILLO; MARQUES; GONZÁLEZ-BADILLO; 2008; KETTUNEN et al., 1999; MARQUES JUNIOR, 2001; TEIXEIRA; GOMES, 1998).

Através dos nossos resultados é possível estabelecer que os testes de desempenho funcional apresentam características relevantes. Assim pode-se sugerir que os *Hop Tests* (*Single* e *Triple*) e o *Vertical Jump Test* sejam utilizados como forma de avaliação. Porém, há a necessidade de mais estudos focando nos efeitos comparativos entre os *Hop Tests* e *Vertical Jump test* com métodos utilizados no TR.

6.3 SINAL ELETROMIOGRÁFICO: ADAPTAÇÕES NEURAIS AO TREINO DE FORÇA

Na maioria das pesquisas cujo objeto de estudo é o TR, a adaptação neural ao treino é comumente avaliada através da eletromiografia. Esta medida permite aceder a informações do âmbito neural (RIBEIRO; OLIVEIRA, 2007; VIGOTSKY et al., 2018).

Deschenes e Kraemer (2002), afirmam que o aumento da força inicial em um programa de TR está mais relacionado com a adaptação neural do que com a estrutural.

De acordo com Moritani (1993), quanto maior o número de unidades motoras recrutadas (UMs) e suas frequências de disparo, maior poderá ser a força produzida pelo músculo. Existem evidências de que a frequência de disparo das unidades motoras aumenta com o TR (ENOKA, 2008).

Para Hakkinen (2001), o aumento da força muscular por adaptações neurais ocorre pelo aumento da velocidade de condução e frequência dos estímulos nervosos para cada unidade motora. Essas adaptações ocorrem de ordem intra e intergrupamentos musculares. A coordenação intramuscular são as primeiras adaptações apresentadas pelo TR (SIMÃO, 2003). Weineck (1999) destaca que isso ocorre devido ao aumento da capacidade de um músculo em mobilizar um maior número de unidades motoras, aumentando a capacidade de desenvolver força de contração. Para Badillo e Avestaran (2001) com o TR as unidades motoras passam a ser recrutadas de forma mais sincronizada, o que por sua vez compreende maior força muscular produzida.

Há evidências que os sinais eletromiográficos apresentam uma tendência de aumento, após o treinamento de força (KYRÖLÄINEN et al., 2005; MCBRIDE et al., 2002). Em nosso estudo, foi possível verificar que houve aumento intragrupo do aumento do sinal da EMG em ambos os grupos de estudo, G1 e G3. Quando comparado os valores de Δ do G1 *versus* o G3, foi possível estabelecer que o G3, apresentou valores de Δ significativamente maiores em relação ao G1. Este aumento foi detectado tanto para os músculos extensores quanto para os músculos flexores do joelho.

Em relação aos músculos flexores do joelho que são possíveis de avaliar os sinais EMG, o músculo bíceps femoral apresentou diferença significativa ($p = 0,041$). Já em relação aos músculos extensores do joelho, o único que não apresentou diferença significativa foi o vasto medial, embora o valor de Δ tenha apresentado maiores valores no G3. Os demais apresentaram diferenças significativas, sendo: vasto lateral ($p = 0,045$) e reto femoral ($p = 0,035$).

É importante ressaltar que poucos estudos analisaram a EMG no TR com diferentes IR. O único estudo do nosso conhecimento até o presente momento foi de Ahtiainen et al. (2005). Os autores deste estudo investigaram a atividade eletromiográfica em um protocolo com exercícios multiarticulares (*Leg press* e agachamento) com carga estipulada em 10RM com intervalos de dois e cinco minutos e verificaram que não houve diferença significativa na atividade eletromiográfica entre os diferentes IR. Entretanto, deve-se ressaltar que, a atividade EMG foi avaliada por meio de uma contração isométrica voluntária máxima na extensão de joelhos.

Isso pode explicar, em partes, a diferença dos resultados entre o nosso estudo e o de Ahtiainen et al. (2005). Acreditamos que a diferença dos resultados esteja na especificidade dos exercícios utilizados para o treinamento e avaliação. Em nosso estudo utilizamos tanto exercícios em cadeia cinética aberta (CCA), quanto de cadeia cinética fechada (CCF). Já no

estudo de Ahtiainen et al. (2005) utilizou somente exercícios em CCF para o treinamento, porém a avaliação eletromiográfica, assim como o nosso, foi em CCA.

Pode-se constatar que alguns estudos já comprovaram através da avaliação eletromiográfica, que há diferenças na ativação neuromuscular nos diferentes exercícios em CCA e CCF. Hebert e Xavier, (2003) afirmam em seu estudo que nos exercícios em CCA ocorre um baixo nível de coativação entre o quadríceps e os ísquiotibiais (exceto durante a amplitude final da extensão). Já o estudo de Escamilla et al. (1998) afirma que no exercício em CCF há maior atividade dos músculos vasto medial e lateral, enquanto que o músculo retofemural são mais ativados em atividades em CCA.

Os achados destes estudos reforçam que as diferenças entre os resultados encontrados em nosso estudo e o apresentado por Ahtiainen et al. (2005) podem ser elucidados pela escolha do método de treinamento e avaliação da atividade eletromiográfica.

6.4 DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA

O nosso foi o primeiro estudo clínico randomizado que objetivou verificar os efeitos crônicos dos diferentes tipos IR com a utilização de um dinamômetro isocinético, considerado o padrão ouro na avaliação da força (torque) muscular (RIBEIRO et al., 2015; SIQUEIRA et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2009).

Outros estudos que utilizaram o dinamômetro isocinético avaliaram somente as variáveis agudas do treinamento resistido (BOTTARO; RUSSO; DE OLIVEIRA, 2005; THEOU; GARETH; BROWN, 2008). Outros ainda utilizaram o dinamômetro para aplicar exercícios isocinéticos como método de treinamento (PARCELL et al., 2002; PINCIVERO et al., 1997).

Embora, utilizando outros testes de avaliação (RM e teste de força de flexão de braço), alguns estudos experimentais verificaram as adaptações crônicas e constataram que um IR maior potencializou o ganho de força muscular (HILL-HAAS et al., 2007; PINCIVERO et al., 1997; ROBINSON et al., 1995; WILLARDSON; BURKETT, 2006).

Esses resultados estão de acordo com os resultados encontrados em nossa pesquisa, aonde o grupo G3, com maior IR, apresentou os maiores ganhos de força muscular quando comparados os valores Δ (pós – pré-treinamento).

É importante ressaltarmos que para avaliação e comparação da força muscular entre os dois IR utilizamos a variável do pico de torque relativo (PTR) normalizado pelo peso corporal do indivíduo. Segundo Bonnie, James e Roger (2008), ao se comparar grupos, o PTR deve ser

utilizado para minimizar os efeitos da heterogeneidade da amostra.

Outro fator importante a ser destacado em nosso estudo foi na escolha da velocidade angular de 60°/s. A escolha dessa velocidade pode ser justificada, pois nela que se obtém o maior pico de torque, sendo a velocidade indicada para se avaliar essa variável isocinética (BOTTARO; RUSSO; OLIVEIRA, 2005; BROWN e WEIR, 2001; TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). A velocidade angular mais baixa permite uma melhor reprodutibilidade do pico de torque, pois resulta em avaliações mais estáveis, além de se aproximar da realidade do tempo de execução dos exercícios resistidos isotônicos (BABAULT, et al., 2003). As avaliações musculares com velocidades mais altas podem produzir maior movimentação do indivíduo no momento dos testes, comprometendo, dessa forma, sua reprodutibilidade na reavaliação (ANDREWS; HARRELSON; WILK, 2005).

6.5 NÚMERO TOTAL DE REPETIÇÕES

O número total de repetições é uma das variáveis mais estudadas na literatura relacionada ao TR, pois influencia diretamente sobre o volume total de treinamento,

Um grande número de repetições implica em alto volume de treino. A influência do volume de treino tem sido investigada em diversos estudos, considerando-se alterações dos sistemas metabólico, hormonal, muscular e sistema nervoso (ÅSTRAND et al., 2006; CAMPOS et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS 2004; PAULSEN et al., 2003).

Porém, cabe ressaltar que a literatura ainda não é conclusiva sobre como o volume de treinamento afeta os ganhos de força e de massa muscular.

O volume de treino é a soma matemática do total de repetições (séries x repetições) (FLECK, 2017; KRAEMER; RATAMESS, 2004; TAN, 1999). Porém é importante destacarmos é que outros estudos multiplicam o número de repetições pela carga utilizada (repetição x carga).

Os resultados demonstraram que o número de repetições completadas, nas três séries aumentou nos dois grupos. Todavia o volume total foi significativamente maior no grupo que utilizou 3 minutos de IR. Em todos os exercícios houve diferença significativa quando comparados o G1 *versus* G3.

Estudos tem demonstrado que o IR entre séries afeta o número total de repetições e consequentemente o volume de treinamento, confirmando, assim como nosso estudo que a redução do volume de treinamento está associado aos menores IR entre séries (MIRANDA et al., 2007; RATAMESS et al., 2007).

Willardson e Burkett, (2005) encontraram resultados semelhantes aos nossos. Os autores avaliaram o efeito de três IR (1, 2 e 5 minutos) em quatro séries de supino horizontal (SH) e agachamento com carga de 8RM. Os resultados do volume total nos revelaram que o número de repetições foi maior à medida que o IR foi aumentando. Os mesmos autores, Willardson e Burkett (2006), no ano seguinte realizaram um novo experimento com IR de 30, 60 e 120 segundos e carga de 15 RM. Os autores observaram que no exercício de agachamento houve uma diferença significativa no número total de repetições ao comparar 30 segundos com 120 segundos.

Rahimi (2005) realizou um estudo com 85% da carga de 10RM, em 4 séries de agachamento utilizando IR de 1, 2 e 5 minutos. Assim como em nosso estudo, a amostra também foi composta por homens jovens com experiência no ER. Os resultados demonstraram que o total de repetições realizadas foi significativamente menor com 1 e 2 minutos de IR quando comparado com 5 minutos. Contudo, não foram encontradas diferenças significativas quando comparado os IR de 1 e 2 minutos.

Richmond e Godard (2004) avaliaram os efeitos de um, três e cinco minutos de IR entre as séries de Supino horizontal. Foram utilizados 28 voluntários do sexo masculino com experiência mínima de 8 semanas no TR. A carga utilizada neste estudo foi a mesma que utilizamos em nosso estudo, ou seja, 75% do RM, porém em apenas duas séries de 8 a 12 repetições. Os resultados demonstraram que com o IR de 1 minuto, o volume foi significativamente menor em comparação aos IR com três ou cinco minutos.

O estudo de Miranda et al. (2007) avaliaram os mesmos IR do nosso estudo, 1 e 3 minutos e sua influência no total de uma sequência de seis exercícios, com três séries (8RM). Os resultados demonstraram que o volume total dos seis exercícios foi significativamente maior com IR de três minutos, comparado com um minuto.

É interessante ressaltarmos que a diminuição do volume total pode atenuar a hipertrofia muscular. Embora não seja objeto de estudo da nossa pesquisa devemos ressaltar esta variável. Tal fato pode relacionar-se com a meta análise de Krieger (2010) que concluiu que o treinamento com alto volume total promove uma hipertrofia 40% maior do que o treinamento com baixo volume. Acredita-se que os mecanismos responsáveis pelos ganhos hipertróficos, estão relacionados a soma de estímulos mecânicos, ou seja, quanto maior o número de repetições, maior estresse mecânico.

Esse estresse mecânico, ativa vias de hipertrofia muscular: a mecanotransdução, que é a sinalização química dada pela transformação de energia mecânica através da contração muscular, sinalizando as vias Akt/mTOR (HORNBERGER et al., 2006; TEIXEIRA, 2015).

Nosso estudo sugere que o TR até a falha concêntrica com maior IR, aumenta o número de repetições e conseqüentemente o volume total de treinamento.

6.6 EFEITOS PRÉ VS. PÓS INTERVENÇÃO

Os principais resultados do presente estudo indicam que os diferentes IR entre séries interferem diretamente nos efeitos sobre nos exercícios resistidos até a falha concêntrica.

Comparando os valores de Δ , os efeitos pós-intervenção – pré-intervenção entre os grupos G1, com 1 minuto de IR e o grupo G3, com 3 minutos de IR, verificou-se que grupo com maior IR obteve o maior volume de treino total (número total de repetições) apresentando uma diferença significativa para todos os exercícios em relação ao grupo com menor IR entre séries.

Quando foi investigado o teste de 1RM, os resultados mostraram que o G3 obteve melhores resultados em relação ao G1. Cabe ressaltar que os valores foram significativos para os exercícios mono articulares (cadeira extensora e mesa flexora). Porém a diferença não foi significativa para os exercícios multi articulares (*Leg Press* e agachamento).

Outra evidência a favor dos longos IR entre séries, é que nossos dados advogam em favor da possibilidade do grupo com maior IR entre séries apresentar uma tendência de aumento na atividade mioelétrica após o período de treinamento. Esse fato foi destacado ao analisar a média da RMS normalizado pela média do pico da EMG (μV).

Por fim, constatamos que houve diferença entre os diferentes IR entre séries através do dinamômetro isocinético, considerado um instrumento padrão ouro na avaliação da força muscular. Analisando a variável do pico de torque relativo (PTR) normalizado pelo peso corporal de cada indivíduo, o estudo aponta que houve diferença significativa para os músculos extensores ($p = 0,045$) e flexores do joelho ($p = 0,040$).

Devemos destacar que em nosso estudo, diferentemente dos demais, o protocolo de treinamento submeteu os participantes até a falha muscular concêntrica. Essa característica permite afirmar que todos os voluntários chegaram ao final de cada sessão de exercícios com características fisiológicas e metabólicas equivalentes. Com base no presente estudo e nas evidências apresentadas anteriormente, sugerimos que os IR longo possibilitam uma maior recuperação do sistema energético e neural e, conseqüentemente um maior volume de treinamento (FOLLAND et al., 2002; KRAEMER; HATAMESS, 2004; RICHMOND; GODARD, 2004; ROBINSON et al., 1995; TAN, 1999; WILLARDSON; BURKETT, 2005).

6.7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo apresenta limitações no que tange as variáveis que são de natureza incontrolável relacionada aos hábitos de vida de cada indivíduo como o estado nutricional bem como seu hábito alimentar, condição socioeconômica, situação psicológica momentânea, conformação da atividade laboral e a prática da atividade física como forma de lazer, pois tais fatores fogem ao controle e podem ter influenciado os resultados deste estudo.

Além disso, por se tratar de um estudo envolvendo diferentes equipes de futebol, o treinamento coletivo também é visto como viés para alinhar toda a equipe no mesmo desenvolvimento físico-técnico-tático.

7 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo nos permitem concluir que os diferentes IR entre séries influenciam diretamente nos efeitos sobre o treinamento resistido até a falha concêntrica em atletas de futebol da categoria sub 20. O grupo com IR de três minutos, comparado ao grupo com 1 minuto, ao final da intervenção, apresentou maior valores de carga no Teste de 1 RM; na atividade eletromiográfica; no pico de torque relativo isocinético e no número de repetições nos exercícios.

REFERÊNCIAS

- AHTIAINEN, Juha P. et al. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. Colorado Springs . **Journal of Strength and conditioning Research**, Colorado Springs, v. 19, n. 3, p. 572, 2005.
- ALLEN, David G.; LAMB, Graham Douglas; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological reviews**, Rockville, v. 88, n. 1, p. 287-332, 2008.
- ALVES, Ramon Martins et al. Efeito do exercício com 1 e 3 minutos de intervalo de descanso entre as séries na atividade sérica das transaminases. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Santo Antônio de Pádua-RJ, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2011.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 41, n. 3, p. 687, 2009.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.
- ANDREWS, James Rheuben; HARRELSON, Gary L.; WILK, Kevin E. Reabilitação física do atleta. Rio de Janeiro. Guanabara. , 3. ed., 2005.
- AQUINO, C. F. et al. Isokinetic dynamometry in sports and rehabilitation sciences. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga-DF, v. 15, n. 1, p. 93-100, 2007.
- ARCOS, Asier Los et al. Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. **International journal of sports physiology and performance**, Denver, v. 9, n. 3, p. 480-488, 2014.
- ASCENSÃO, António et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa Ciências do Desporto**, Porto v. 33, n. 3, p. 32-37, 2003.
- ÅSTRAND, P.; Radahl, K.; Dahl, H. A.; Stromme, S. **Tratado de fisiologia do trabalho: bases fisiológicas do exercício**. 4. ed. Porto Alegre, Artmed , 2006.
- AUGUSTSSON, J. et al. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Wollongong, v. 16, n. 2, p. 111-120, 2006.
- AUGUSTSSON, Jesper et al. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 17, n. 2, p. 411-416, 2003.

BABAULT, Nicolas et al. Effect of quadriceps femoris muscle length on neural activation during isometric and concentric contractions. **Journal of applied physiology**, Rockville, v. 94, n. 3, p. 983-990, 2003.

BACURAU, Reury Frank Pereira; NAVARRO, Francisco; UCHIDA, Marco Carlos. **Hipertrofia, hiperplasia: fisiologia, nutrição e treinamento do crescimento muscular**. São Paulo. Phorte, 2009.

BADILLO, Juan José González; AYESTARÁN, Esteban Gorostiaga. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. Porto Alegre, Artmed, 2001.

BAECHLE, T. R.; GROVES, B. R. Weight training: steps to success eight training, steps to success eight training: steps to success. **Champaign: Human Kinetics**, Champaign, v7, n.5, p. 32-42, 1992.

BALDON, R de M. et al. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 44, n. 1, p. 135-45, 2012.

BALSAMO, Sandor; SIMÃO, Roberto. **Treinamento de força para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento**. São Paulo. Phorte, 2007.

BARROS, Cristiano Lino Monteiro; RIBEIRO, Danilo da Cruz; ROCHA, Willian Corrêa. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no número de repetições máximas **Revista Mineira de Ciências da Saúde**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 32-42, 2009.

BEHM, David G. et al. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, Ottawa, v. 33, n. 3, p. 547-561, 2008.

BIRD, Stephen P.; TARPENNING, Kyle M.; MARINO, Frank E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. **Sports medicine**, Chennai, v. 35, n. 10, p. 841-851, 2005.

BONNIE, V.L.; JAMES, A.O.; ROGER O.K. Assessing muscular strenght at the hip joint. **Athletic Therapy Today**, Tennessee, v.2, p. 18-24, 2008.

BOTTARO, Martim; RUSSO, André Faria; DE OLIVEIRA, Ricardo Jacó. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. **Journal of sports science & medicine**, Bursa Turkey, v. 4, n. 3, p. 285, 2005.

BROWN, Lee E.; WEIR, Joseph P. Asep procedures recommendation i: accurate assessment of muscular strength and power. **Professionalization of Exercise Physiology**, Minnesota, v. 4, n. 11, 2001.

BUCCI, Marco et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Revista brasileira de ciência e movimento**, Taguatinga-DF, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2008.

CÂMARA, Lucas Caseri et al. Exercícios resistidos terapêuticos para indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica: evidências para a prescrição. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 247-57, 2007.

CAMPOS, Gerson E. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European journal of applied physiology**, Heidelberg, v. 88, n. 1, p. 50-60, 2002.

CARUSO, John F.; BROWN, Lee E.; TUFANO, James J. The reproducibility of isokinetic dynamometry data. **Isokinetics and Exercise Science**, Tel Aviv, v. 20, n. 4, p. 239-253, 2012.

COBURN, Jared W. et al. Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 20, n. 4, p. 892-898, 2006.

COTTA, Rafael Martins. **Treino é jogo! Jogo é treino!** A especificidade do treinamento no Futebol atual. São Paulo, Phorte, 2010.

CRONIN, John B.; HING, Raewyn D.; MCNAIR, Peter J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 18, n. 3, p. 590-593, 2004.

D'ASSUNÇÃO, Welton et al. Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 118-22, 2007.

DÂMASO, Ana Raimunda et al. Tratamento multidisciplinar reduz o tecido adiposo visceral, leptina, grelina e a prevalência de esteatose hepática não alcoólica (NAFLD) em adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 590-593, 2006.

DE LIMA PINTO, Julio Cesar Barbosa; CUNHA, Raíssa Forte Pires. Abordagem sobre intervalos de recuperação em exercícios resistidos e a resposta no volume completado e na variação hormonal. **Actividad física y ciencias**, Maracay, v. 8, n. 2, 2017.

DE LUCA, Carlo J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of applied biomechanics**, Birmingham, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.

DE SALLES, Belmiro Freitas et al. Influência de dois e cinco minutos de intervalo entre séries em exercícios mono e multiarticulares para membros inferiores. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, São Paulo v. 7, n. 1, 2008.

DEFREITAS, Jason M. et al. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. **European journal of applied physiology**, Heidelberg, v. 111, n. 11, p. 2785-2790, 2011.

DESCHENES, Michael R.; KRAEMER, William J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine &**

Rehabilitation, Filadélfia, v. 81, n. 11, p. S3-S16, 2002.

DIAS, JM D. et al. Relação isquiotibiais/quadríceps em mulheres idosas utilizando o dinamômetro isocinético. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. São Carlos, v. 8, n. 2, p. 111-115, 2004.

ENOKA, Roger M.; DUCHATEAU, Jacques. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **The Journal of physiology**, Malden, v. 586, n. 1, p. 11-23, 2008.

ESCAMILLA, Rafael F. et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 30, p. 556-559, 1998.

FARINA, Dario; GAZZONI, Marco; CAMELIA, Federico. Low-threshold motor unit membrane properties vary with contraction intensity during sustained activation with surface EMG visual feedback. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 96, n. 4, p. 1505-1515, 2004.

FELTNER, M. E. et al. Lower extremity kinetics during countermovement (CM) vertical jumps performed with and without an arm swing. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Denver, v. 34, n. 5, p. S253, 2002.

FINK, Julius; KIKUCHI, Naoki; NAKAZATO, Koichi. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. **Clinical physiology and functional imaging**, Copenhagen, v. 6, n. 3, p. 59-63, 2016.

FITTS, Robert H. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. **Journal of applied physiology**, Rockville, v. 104, n. 2, p. 551-558, 2008.

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

FOLLAND, Jonathan P. et al. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. **British journal of sports medicine**, London, v. 36, n. 5, p. 370-373, 2002.

FRIDÉN, Jan; SEGER, Jan; EKBLÖM, Björn. Topographical localization of muscle glycogen: an ultrahistochemical study in the human vastus lateralis. **Acta Physiologica**, Berlin, v. 135, n. 3, p. 381-391, 1989.

GARBER, Carol Ewing et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GHORAYEB, Nabil; BARROS, Turibio. **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo, Atheneu, v. 49, 1999.

GIL, Saulo; ROSCHEL, Hamilton; BARROSO, Renato. O efeito do aquecimento geral no desempenho da força máxima de membros superiores e inferiores. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, Palmas-MA v. 9, n. 55, p. 493-498, 2015.

GRAVES, James E.; FRANKLIN, Barry A. **Resistance training for health and rehabilitation**. 1. ed. London, Human Kinetics, 2001.

GRGIC, Jozo et al. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. **European journal of sport science**, London, v. 17, n. 8, p. 983-993, 2017.

GUEDES, Dilmar Pinto; DE SOUZA JUNIOR, Tácito Pessoa; ROCHA, Alexandre C. **Treinamento personalizado em musculação**. São Paulo, Phorte, v. 11, p. 24, 2008.

GUEDES. D. P. e GUEDES. J. E. R. P., **Manual Prático para Avaliação em Educação Física**. 1. ed. Barueri, São Paulo, Manole , 2006.

HAKKINEN, Keijo et al. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiologica**, Berlin, v. 171, n. 1, p. 51-62, 2001.

HAMILL, Joseph et al. A dynamical systems approach to lower extremity running injuries. **Clinical biomechanics**, London, v. 14, n. 5, p. 297-308, 1999.

HAMILTON, R. Tyler et al. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. **Journal of athletic training**, Carrollton, v. 43, n. 2, p. 144-151, 2008.

HEBERT, S.; XAVIER, R. **Ortopedia e Traumatologia Princípios e Prática**, 3 ed. São Paulo, Artmed , 2003.

HEGEDUS, Eric J. et al. Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 49, n. 10, p. 642-648, 2014.

HERMENS, Hermie J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and Kinesiology**, London, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.

HILL-HAAS, Stephen et al. Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. **Journal of sports sciences**, London, v. 25, n. 6, p. 619-628, 2007.

HOEGER, Werner WK et al. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: A comparison between untrained and trained males and females. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 4, n. 2, p. 47-54, 1990.

HORNBERGER, T. A. et al. The role of phospholipase D and phosphatidic acid in the

mechanical activation of mTOR signaling in skeletal muscle. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington-DC, v. 103, n. 12, p. 4741-4746, 2006.

IZQUIERDO, Mikel et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. **Journal of applied physiology**, Rockville, v. 100, n. 5, p. 1647-1656, 2006.

JAN, Mei-Hwa et al. "Investigation of clinical effects of high-and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial" **Physical therapy**, Alexandria, v. 88, n. 4, p. 427-436, 2008.

KENT-BRAUN, Jane A. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage?. **Exercise and sport sciences reviews**, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 3, 2009.

KETTUNEN, Jyrki A. et al. Jumping height in former elite athletes. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, Heidelberg, v. 79, n. 2, p. 197-201, 1999.

KOMI, Paavo V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of biomechanics**, Virginia, v. 33, n. 10, p. 1197-1206, 2000.

KRAEMER, William J. A series of studies-the physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 11, n. 3, p. 131-142, 1997.

KRAEMER, William J. et al. Strength testing: development and evaluation of methodology. **Physiological assessment of human fitness**, Windsor, v. 2, p. 119-150, 1995.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Medicine**, Chennai, v. 35, n. 4, p. 339-361, 2005.

KRIEGER, James W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, 2010.

KRUSTRUP, Peter; BANGSBO, Jens. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. **Journal of sports sciences**, London, v. 19, n. 11, p. 881-891, 2001.

KÜLKAMP, Wladimir; DIAS, Jonathan Ache; WENTZ, Marcelo Diederichs. Percentuais de 1RM e alometria na prescrição de exercícios resistidos. **Revista Motriz**, Rio Claro, v. 15, n. 4, p. 976-986, 2009.

KYRÖLÄINEN, H. et al. Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Wollongong, v. 15, n. 1, p. 58-64, 2005.

LACHANCE, Peter F.; HORTOBAGYI, Tibor. Influence of Cadence on Muscular Performance During Push-up and Pull-up Exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 8, n. 2, p. 76-79, 1994.

LAGALLY, Kristen M. et al. Ratings of perceived exertion during low-and high-intensity resistance exercise by young adults. **Perceptual and motor skills**, Eastern Virginia, v. 94, n. 3, p. 723-731, 2002.

LAMAS, Leonardo et al. Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 235-245, 2008.

LAMBERT, Charles P.; FLYNN, Michael G. Fatigue during high-intensity intermittent exercise. **Sports medicine**, Chennai, v. 32, n. 8, p. 511-522, 2002.

LAPIN, Livia Pascoti et al. Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, Santo André, v. 2, n. 4, p. 115-24, 2007.

LARSON JR, Gerald D.; POTTEIGER, Jeffrey A. A Comparison of Three Different Rest Intervals Between Multiple Squat Bouts. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 11, n. 2, p. 115-118, 1997.

LEHMKUHL, L.D.; SMITH, L.K. (1998). **Brunstrom: cinesiologia clínica**. 4 ed. São Paulo, Manole, 1998.

LIMA, Fernando Vitor et al. Analysis of two training programs with different rest periods between series based on guidelines for muscle hypertrophy in trained individuals. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 175-178, 2006.

LIPSITZ, Lewis A. et al. Muscle Strength and Fall Rates Among Residents of Japanese and American Nursing Homes: An International Cross-Cultural Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 42, n. 9, p. 953-959, 1994.

MACDOUGALL, J. Duncan et al. Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. **Canadian journal of applied physiology**, Ottawa, v. 24, n. 3, p. 209-215, 1999.

MACLAREN, Don PM et al. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. **Exercise and sport sciences reviews**, Philadelphia v. 17, n. 1, p. 29-66, 1989.

MAIOR, Alex Souto; ALVES, Antônio. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Revista Motriz**, Rio Claro, v. 9, n. 3, p. 161-8, 2003.

MALDONADO, D.T; et al. Análise anatômica e eletromiográfica dos exercícios de

legpress, agachamento e stiff. **Revista Integração**. São Paulo, Ano XIV, nº53. P. 151-157, 2008.

MANNION, Anne F.; DOLAN, P. Relationship between myoelectric and mechanical manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle group. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, Heidelberg, v. 74, n. 5, p. 411-419, 1996.

MARCHETTI, Paulo Henrique; DUARTE, Marcos. **Instrumentação em eletromiografia**. Laboratório de Biofísica, Escola de Educação Física e Esporte. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2006.

MARINS, João Carlos Bouzas; GIANNICHI, Ronaldo Sérgio. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. Rio de Janeiro, Shape, 1998.

MARQUES JUNIOR, N. K. **Voleibol: biomecânica e musculação aplicadas**. Rio de Janeiro, Grupo Palestra Sport, p. 34-37, 2001.

MARQUES, Mário A. Cardoso; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan J. O efeito do treino de força sobre o salto vertical em jogadores de basquetebol de 10-13 anos de idades. **Revista brasileira de ciência e movimento**, Taguatinga-DF, v. 13, n. 3, p. 51-58, 2008.

MARTIN, James C. Muscle power: the interaction of cycle frequency and shortening velocity. **Exercise and sport sciences reviews**, Philadelphia, v. 35, n. 2, p. 74-81, 2007.

MCBRIDE, Jeffrey M. et al. The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 16, n. 1, p. 75-82, 2002.

MIRANDA, Humberto et al. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 21, n. 4, p. 1032, 2007.

MIRZAEI, Bahman; RAHMANI NIA, F.; SABERI, Yaser. Comparison of 3 different rest intervals on sustainability of squat repetitions with heavy vs. light loads. **Brazilian journal of biomotricity**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 220-229, 2008.

MONTEIRO, Estêvão Rios et al. Influência de diferentes intervalos de recuperação sobre o número de repetições máximas no treinamento de força. **Corpus et Scientia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 68-77, 2016.

MORITANI, Toshio. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. **Journal of Biomechanics**, Virginia, v. 26, p. 95-107, 1993.

MUNRO, Allan G.; HERRINGTON, Lee C. Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 25, n. 5, p. 1470-1477, 2011.

MYER, Gregory D. et al. Utilization of modified NFL combine testing to identify

functional deficits in athletes following ACL reconstruction. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 41, n. 6, p. 377-387, 2011.

NÓBREGA, Sanmy Rocha.. **A falha muscular não é necessária para maximizar as adaptações neuromusculares ao treinamento de força**. 2016.45f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos São Carlos, São Carlos, 2016.

OLIVEIRA, C. B., DA SILVA, G. N. **Perfil do Controle do Intervalo de Recuperação entre séries se praticantes de musculação de diferentes localidades da Grande Vitória-Es**. 2016. 20f. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

OPTO JUMP NEXT. Aplicações. [Desenvolvido pela Microgate]. 2018. Disponibiliza informações sobre a aplicação de testes de saltos. Disponível em: <<http://www.optojump.com>> Acesso em: 15 maio 2018.

ORISHIMO, Karl F.; KREMENIC, Ian J. Effect of fatigue on single-leg hop landing biomechanics. **Journal of applied biomechanics**, Birmingham, v. 22, n. 4, p. 245-254, 2006.

PARCELL, Allen C. et al. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 34, n. 6, p. 1018-1022, 2002.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. **International journal of sports medicine**, Colônia, v. 35, n. 11, p. 916-924, 2014.

PASSOS, F. F.; CERQUEIRO, E. P. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercício em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga-DF, v. 11, n. 3, p. 67-76, 2008.

PATHARE, Neeti et al. Changes in inorganic phosphate and force production in human skeletal muscle after cast immobilization. **Journal of applied physiology**, Rockville, v. 98, n. 1, p. 307-314, 2005.

PAULSEN, Gosran et al. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 17, n. 1, p. 115-120, 2003.

PEREIRA, Marta Inez Rodrigues; GOMES, Paulo Sergio Chagas. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima-Revisão e novas evidências. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 325-35, 2003.

PERRIN, D. H. **Isokinetic exercise and assessment**. Human Kinetics Pub., London, v. 1, n.1, 112-114, 1993.

PINCIVERO, D. M.; LEPHART, S. M.; KARUNAKARA, R. A. Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. **International journal of sports medicine**, Colônia, v. 18, n. 02, p. 113-117, 1997.

PINCIVERO, Danny M.; LEPHART, Scott M.; KARUNAKARA, Raj G. Effects of Intrasession Rest Interval on Strength Recovery and Reliability During High Intensity Exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 12, n. 3, p. 152-156, 1998.

PIZZATO, Letícia Maciel et al. Análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico de indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior em exercícios isométricos de cadeia cinética aberta e fechada. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-5, 2007.

PLISKY, Phillip J. et al. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 36, n. 12, p. 911-919, 2006.

PORTNEY, L.; ROY, S. H. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento**. São Paulo, Manole, p. 183-217, 1993.

RAHIMI, Rahman. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. **Journal of sports science & medicine**, Bursa Turkey, v. 4, n. 4, p. 361, 2005.

RAINOLDI, A., MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **Journal of neuroscience methods**, Malta, v.134, p. 37-43, 2004

RATAMESS, Nicholas A. et al. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 100, n. 1, p. 1-17, 2007.

RATAMESS, Nicholas A. et al. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 100, n. 1, p. 1-17, 2007.

REID, Andrea et al. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 87, n. 3, p. 337-349, 2007.

REMPLE, Michael S. et al. Sensitivity of cortical movement representations to motor experience: evidence that skill learning but not strength training induces cortical reorganization. **Behavioural brain research**, Amsterdã, v. 123, n. 2, p. 133-141, 2001.

RIBEIRO, Fernanda et al. Test-retest reliability of lower limb isokinetic endurance in COPD: a comparison of angular velocities. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, London, v. 10, p. 1163, 2015.

RIBEIRO, Fernando; OLIVEIRA, José. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. **European Review of Aging and Physical Activity**, London, v. 4, n. 2, p. 71, 2007.

RICHMOND, Scott R.; GODARD, Michael P. The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 18, n. 4, p. 846-849, 2004.

ROBINSON, Joseph M. et al. Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 9, n. 4, p. 216-221, 1995.

RODRIGUES, L. O. C.; GARCIA, E. S. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção? Temas Atuais em Educação Física e Esportes. **Coletânea de Trabalhos dos professores do Departamento de Esportes da Escola de Educação Física/UFMG**. 1ed. Belo Horizonte, Health, 1998.

SALE, Digby G. 5 Influence of Exercise and Training on Motor Unit Activation. **Exercise and sport sciences reviews**, Philadelphia, v. 15, n. 1, p. 95-152, 1987.

SALE, Digby G. Influence of exercise and training on motor unit activation. **Exercise and sport sciences reviews**, Philadelphia, v. 15, p. 95-151, 1987.

SCHAEFER, Daniella Regina Crispim; RIES, Lílian Gerdi Kittel. Análise eletromiográfica dos músculos posteriores da coxa na cadeira e mesa flexora. **Journal of Physical Education**, Maringá v. 21, n. 4, p. 616-624., 2014

SCHOENFELD, Brad J. et al Longer inter-set rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v.30, p. 101, 107, 2015.

SHIMANO, Tomoko et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 20, n. 4, p. 819, 2006.

SILVA, Michel Santos et al. Análise do efeito de diferentes intensidades e intervalos de recuperação na percepção subjetiva de atletas. **Revista Motricidade**, Ribeira de Pena, v. 7, n. 1, p. 3-12, 2011.

SIMÃO, Roberto et al. Diferentes intervalos entre séries e sua influência no volume total dos exercícios resistidos. **Fitness & Performance Journal**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 76-80, 2006.

SIMÃO, Roberto et al. A influência de três diferentes intervalos de recuperação entre séries com cargas para 10 repetições máximas. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga-DF, v. 14, n. 3, p. 37-44, 2008.

SIMÃO, Roberto; POLITO, Marcos; MONTEIRO, Wallace. Effects of different rest intervals in a resistance training program for trained individuals. **Revista Brasileira de**

Medicina do Esporte, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 353-356, 2008.

SIQUEIRA, Cássio Marinho et al. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. **Revista do Hospital das Clínicas**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 19-24, 2002.

STEGEMAN, Dick F. et al. Surface EMG models: properties and applications. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, London, v. 10, n. 5, p. 313-326, 2000.

SCHWARZENEGGER, Arnold; DOBBINS, Bill. **Enciclopédia de fisiculturismo e musculação**. Porto Alegre, Artmed, 2006.

TAN, Benedict. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 13, n. 3, p. 289-304, 1999.

TANSKANEN, Minna; ATALAY, Mustafa; UUSITALO, Arja. Altered oxidative stress in overtrained athletes. **Journal of sports sciences**, London, v. 28, n. 3, p. 309-317, 2010.

TEIXEIRA, Cauê V. la Scala. **Métodos Avançados de Treinamento para Hipertrofia**. 2. ed. v.1. p.76, Charleston, CreateSpace, 2015.

TEIXEIRA, Márcio; GOMES, Antônio Carlos. Aspectos da preparação física no voleibol de alto rendimento. **Revista Treinamento Desportivo**, Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 105-111, 1998.

TERRERI, Antonio Sérgio AP; GREVE, Júlia MD; AMATUZZI, Marco M. Avaliação isocinética no joelho do atleta Isokinetic evaluation of athletes' knee. **Revista Brasileira de Medicina do esporte**, São Paulo, v. 7, n. 5, p. 170-174, 2001.

THEOU, Olga; GARETH, Jones R.; BROWN, Lee E. Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 22, n. 6, p. 1876-1881, 2008.

TIBANA, Ramires Alsamir et al. Influência de diferentes intervalos de recuperação sobre o volume total de treino e a percepção subjetiva de esforço em indivíduos treinados. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, Palmas-MA, v. 4, n. 19, 2011.

TIGGEMANN, Carlos Leandro et al. Efeito do alongamento prévio ao treinamento de força no desempenho de força máxima em homens jovens. **Revista Biomotriz**, Cruz Alta-RS, v. 10, n. 1, 2016.

TOSCANO, Lydiane Tavares et al. Vinho Tinto melhora o Perfil Lipídico, mas não Atenua o Estresse Oxidativo provocado pelo Treinamento resistido até a Falha Concêntrica. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, João Pessoa, v. 18, p. 25-34, 2014.

UCHIDA, Marco Carlos; CHARRO, Mario Augusto; BACURAU, Reury Frank P. **Manual de musculação**: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força. São

Paulo, Phorte , 2009.

USDHHS. Physical activity and health: a report of the surgeon general. **GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention**, Atlanta, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.

VASCONCELOS, Rodrigo Antunes de et al. Confiabilidade e validade de um dinamômetro isométrico modificado na avaliação do desempenho muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 214-224, 2009.

VIGOTSKY, Andrew D. et al. Interpreting Signal Amplitudes in Surface Electromyography Studies in Sport and Rehabilitation Sciences. **Frontiers in Physiology**, Ohio, v. 8, 2018.

VOIGHT, Michael L.; PRENTICE, Willian E. **Técnicas em reabilitação musculoesquelética**. Porto Alegre, Artmed , 2003.

WASEM FRAGA, Carina Helena; CANDOTTI, Cláudia Tarragô. Estudo comparativo sobre diferentes métodos de normalização do sinal eletromiográfico aplicados ao ciclismo. **Revista Brasileira de Biomecânica**, São Paulo, v. 9, n. 17, p. 124-129, 2009.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9 ed. Barueri, São Paulo, Manole, 1999.

WILLARDSON, Jeffrey M. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 20, n. 4, p. 978-984, 2006.

WILLARDSON, Jeffrey M. The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 21, n. 2, p. 628, 2007.

WILLARDSON, Jeffrey M.; BURKETT, Lee N. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 19, n. 1, p. 23, 2005.

WILLARDSON, Jeffrey M.; BURKETT, Lee N. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 20, n. 2, p. 400, 2006.

WILLIAMS, Glenn N. et al. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, Alexandria, v. 31, n. 10, p. 546-566, 2001.

WINTER, D. A.; FUGLEVAND, A. J.; ARCHER, S. E. Crosstalk in surface electromyography: theoretical and practical estimates. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, London, v. 4, n. 1, p. 15-26, 1994.

ZACARON, Katy Andrade Monteiro et al. Nível de atividade física, dor e edema e suas

relações com a disfunção muscular do joelho de idosos com osteoartrite. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos-SP, v. 10, n. 3, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha de avaliação e dados demográficos

Data: ____/____/2017

1. Nome: _____ ID: _____

2. Data de Nascimento: ____/____/____ Idade: _____

3. Peso: _____ Altura: _____

4. Tem acompanhamento nutricional? Sim: () Não: ()

5. Tem algum problema de saúde? Qual(is)?:

() Cardíaco

() Respiratório

() Hormonal

() Circulatório

() Neurológico

() Ortopédicos

() Outros

() Diabetes

Qual(ais)?

6. Pratica musculação?

() Sim

() Não

Há quanto tempo? _____

7. Tem alguma lesão diagnosticada?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

8. Alguma vez já sentiu dor em alguma articulação?

() Não

() Sim

Em qual articulação, e como é essa dor? Qual(ais)?

9. Atualmente está sentindo dor em alguma articulação?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

10. Possui algum impedimento para não praticar atividade física?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

11. Possui algum impedimento para realização de algum exercício de musculação?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

12. Está tomando algum medicamento?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

13. Já se submeteu a algum procedimento cirúrgico?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

14. Já fez uso ou está utilizando algum tipo de substância ergogênica?

() Não

() Sim

Qual(ais)?

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido

PESQUISA: Efeito dos diferentes intervalos de recuperação entre séries em exercícios resistidos até falha concêntrica em indivíduos fisicamente ativos.

RESPONSÁVEIS: Anderson Ranieri Massahud e Prof. Dr. Adriano Prado Simão

O senhor está sendo convidado a participar de uma pesquisa que será realizada no laboratório de marcha da Universidade Federal de Alfenas e no Centro de Ciência Aplicada à Educação e Saúde do Instituto Federal do Sul de Minas em Muzambinho.

O sucesso na obtenção das modificações desejadas com a realização de um treinamento com pesos (musculação) depende da manipulação de suas variáveis. Entre essas variáveis está o intervalo de recuperação (tempo de descanso) entre as séries dos exercícios. Apesar da importância do intervalo de recuperação, não existem estudos que comparem a influência do intervalo de recuperação em treinamentos com metodologia até a falha concêntrica. Neste contexto, o objetivo deste estudo será avaliar os efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre séries em exercícios resistidos até a falha concêntrica nos exercícios cadeira extensora, Mesa Flexora, *Leg Press* e Agachamento. Como voluntário você será submetido a uma entrevista e uma avaliação, na qual será verificada a condição de saúde em geral. Após essa avaliação, caso seja considerado apto a participar, será instruído verbalmente sobre todos os procedimentos do estudo e convidado a participar. Nos primeiros encontros será realizado o teste de determinação da carga de treinamento para os exercícios (teste de 1RM) e também avaliação isocinética. A avaliação isocinética consiste realizar alguns movimentos em um aparelho que mede a força muscular exercida em cada movimento. Esses testes serão realizados no Centro de Ciência Aplicada à Educação e Saúde do Instituto Federal do Sul de Minas em Muzambinho. Fazem parte do processo de avaliação também o teste de eletromiografia de superfície. Esse método é não invasivo, indolor, sem contraindicação e tem a finalidade de mensuração da amplitude do sinal elétrico gerado no músculo durante sua contração nos exercícios resistidos em mesa flexora e cadeira extensora. Para essa avaliação, sua pele será limpa com álcool, será feita uma depilação com lâmina de barbear descartável e abrasão para retirada do tecido morto. A avaliação funcional consiste em três testes específicos: - Single Hop Test: consiste em você realizar um salto com apenas uma perna para frente o mais distante possível e realizar a aterrissagem com a mesma perna. - Triple Hop Test: que consiste em três saltos unilaterais consecutivos com o objetivo de se alcançar a maior distância possível. Após a aterrissagem é mensurado com fita métrica a distância frontal alcançada pelo salto. - Vertical Jump: O teste consiste em saltar o mais alto possível. Você se posicionará de lado para a superfície graduada, e com o braço estendido acima da cabeça, o mais alto possível, mantendo as plantas dos pés em contato com o solo, sem flexioná-los. Deverá fazer uma marca com os dedos, na posição mais alta que possa atingir.

O resultado do teste é dado pela diferença dos registros, antes e após a execução do salto. As avaliações eletromiográficas e funcionais ocorrerão no Laboratório de marcha da Universidade Federal de Alfenas – Campus Santa Clara. Nos dias subsequentes serão realizados os treinamentos de exercícios resistidos com os diferentes intervalos de recuperação. Durante três primeiras semanas a intensidade do treinamento será estimada em 75% do RM. Após este período os testes isocinéticos, eletromiográficos e de avaliação funcional serão repetidos. Na semana subsequente serão realizados exercícios regenerativos, com carga estimada em 40% do RM e os testes novamente repetidos para coleta de dados.

Os exercícios a serem utilizados não tem contra-indicações à população considerada no estudo. Contudo, exercícios físicos podem gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias. De uma forma ampla, os dados obtidos no estudo podem trazer benefícios aos

praticantes de treinamento com pesos, por possibilitar a prescrição de treinos mais eficientes que possam otimizar na obtenção dos resultados desejados. O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores. É importante destacar que você poderá abandonar o teste a qualquer momento que desejar, sem qualquer constrangimento ou implicação, bastando para isso informar ao avaliador sobre sua decisão. **Em caso de dúvida ou reclamação, o senhor poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis.**

Os resultados deste trabalho serão possivelmente publicados em uma revista científica. No entanto, ressaltamos que sua identidade será mantida em sigilo, e os dados serão guardados apenas pelo pesquisador responsável pelo projeto.

Eu, _____, abaixo assinado, tendo lido o “*Esclarecimento ao Participante da Pesquisa*” e sido devidamente esclarecido sobre os objetivos, riscos e demais condições que envolverão minha participação no Projeto de Pesquisa intitulado “*Efeito dos diferentes intervalos de recuperação entre séries em exercícios resistidos até falha concêntrica em indivíduos fisicamente ativos.*”, realizado pelo pesquisador Anderson Ranieri Massahud e orientado pelo Prof. Dr. Adriano Prado Simão, declaro que tenho total conhecimento dos direitos e das condições que me foram apresentadas e asseguradas, as quais passo a descrever:

1. A garantia de ser informado e de ter qualquer pergunta respondida ou esclarecimento a dúvidas sobre os procedimentos, objetivos, decorrências e riscos referentes às situações da pesquisa a que serei submetido, ainda que isso possa influenciar a minha decisão de nele permanecer;
2. A liberdade de deixar de participar do estudo, a qualquer momento, sem qualquer ônus ou constrangimento;
3. A garantia de que não serei pessoalmente identificado e que terei a minha privacidade resguardada, considerando o fato de que os dados genéricos deste trabalho serão publicados e divulgados em artigos científicos e eventos da área;
4. Neste fica estabelecido o contato com os pesquisadores responsáveis através do telefone: (35) 98876 0123,
5. O recebimento de uma via deste Termo de Consentimento, assinada pelo pesquisador.

Declaro, ainda, que estou ciente e concordante com todas as condições que me foram apresentadas e que, livremente, manifesto a minha vontade em participar do projeto supracitado.

Alfenas, de _____, de 20__ .

Assinatura
Nome do Participante:
RG:

Anderson Ranieri Massahud
Pesquisador Responsável
(35) 98876 0123

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito dos diferentes intervalos de recuperação entre séries em exercícios resistidos até falha concêntrica em indivíduos fisicamente ativos

Pesquisador: Adriano Prado Simão

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 61652016.2.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.935.982

Apresentação do Projeto:

Trabalho de Mestrado

Neste trabalho destaca o treino de força muscular e este treino pode ser realizado de várias formas e métodos. Um dos métodos é o treino resistido até a falha concêntrica, isto é realizar várias repetições até a fadiga muscular momentânea. A vantagem deste treino é maior recrutamento de unidades motoras, maior estímulo para o ganho de força e hipertrofia e o treinamento em curto período de duração.

Objetivo da Pesquisa:

GERAL

Avaliar o efeito de dois diferentes intervalos de recuperação entre séries durante a realização de um protocolo de exercícios resistidos até falha concêntrica em indivíduos fisicamente ativos

ESPECÍFICOS

1. Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em protocolos de exercícios resistidos até a falha concêntrica, na força muscular isocinética de extensores e flexores do joelho.
2. Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em protocolos de exercícios resistidos até a falha

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



Continuação do Parecer: 1.935.982

concêntrica, na ativação muscular de extensores e flexores do joelho.

3. Avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação, em protocolos de exercícios resistidos até a falha concêntrica, no resultado de testes funcionais para os membros inferiores.

- a. Objetivos claros e definido
- b. Coerência
- c. Exequíveis

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

a. Risco de execução do projeto:

Risco mínimo como cansaço, dor muscular, os exercícios serão interrompidos a qualquer sinal de sobrecarga, tais como dispneia, sudorese, queixa de cansaço ou qualquer outra manifestação contrária à continuação da realização do exame. Para minimizar os protocolos serão realizados por profissional capacitado e utilizando-se ambiente e materiais adequados.

b. Benefícios:

Os benefícios com tal procedimento incluem uma avaliação detalhada da força e potência muscular e da atividade neuroelétrica muscular local.

a. Apresentou os risco corretamente e uma correta ação para minimiza-lo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- a. Metodologia da pesquisa – está adequada. Apresenta critério de inclusão e exclusão; Análise isocinética, Análise eletromiográfica, Análise funcional e análise estatística.
- b. Referencial teórico da pesquisa – está atualizado, suficiente para aquilo que se propõe.
- c. Cronograma de execução da pesquisa – Presente e adequado no projeto e na plataforma.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos obrigatórios do projeto:

- a. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Presente e adequado
- b. Termo de Assentimento (TA): não se aplica
- c. Termo de Assentimento Esclarecido (TAE): não se aplica
- d. Termo de Compromisso para Utilização de Dados e Prontuários (TCUD): não se aplica
- e. Termo de Anuência Institucional (TAI): presente e adequado de todas as intuições
- f. Folha de rosto: presente e adequado

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



Continuação do Parecer: 1.935.982

g. Projeto de pesquisa completo e detalhado: presente e adequado

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovação

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado do CEP acata o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|---------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_798772.pdf | 02/12/2016 11:22:37 | | Aceito |
| Outros | Carta_de_anuencia.pdf | 02/12/2016 11:21:42 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_Rosto.pdf | 04/11/2016 12:46:56 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 24/09/2016 17:33:45 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Detalhado.pdf | 24/09/2016 17:33:26 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Parceria_Unincor.pdf | 24/09/2016 17:32:53 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Parceria_IF_Muzambinho.pdf | 24/09/2016 17:32:37 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |
| Cronograma | Cronograma.pdf | 24/09/2016 17:29:08 | Anderson Ranieri Massahud | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ALFENAS, 21 de Fevereiro de 2017

Assinado por:
Marcela Filié Haddad
(Coordenador)

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br