



AMANDA SIQUEIRA DE CASTRO

**A AÇÃO MUSCULAR LENTA EXCÊNTRICA AFETA OS
MARCADORES DE DESEMPENHO NEUROMUSCULAR?**

LAVRAS – MG

2022

AMANDA SIQUEIRA DE CASTRO

**A AÇÃO MUSCULAR LENTA EXCÊNTRICA AFETA OS MARCADORES DE
DESEMPENHO NEUROMUSCULAR?**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Graduação em Educação Física, para obtenção do título de Bacharel.

DR. SANDRO FERNANDES DA SILVA

Orientador(a)

LAVRAS – MG

2022

AMANDA SIQUEIRA DE CASTRO

**A AÇÃO MUSCULAR LENTA EXCÊNTRICA AFETA OS MARCADORES DE
DESEMPENHO NEUROMUSCULAR?
DOES ECCENTRIC SLOW MUSCLE ACTION AFFECT NEUROMUSCULAR
PERFORMANCE MARKERS?**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Graduação em Educação Física, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 29 de abril de 2022.
Dr. Sandro Fernandes da Silva UFLA
Guilherme Pereira Saborosa UFLA

DR. SANDRO FERNANDES DA SILVA
Orientador(a)

LAVRAS – MG
2022

AGRADECIMENTOS

A princípio gostaria de agradecer a Deus por ter me dado força e discernimento para ter chegado até aqui. Além de ter proporcionado a oportunidade de estar nesse momento concluindo mais uma etapa da minha vida.

Gostaria de agradecer também meus pais Mônica e Airton, por ter me dado todo apoio para superar os obstáculos impostos durante essa trajetória. Aos meus irmãos Igor e Ana Carolina que sempre esteve ao meu lado. Agradecer também meu namorado Richardson, que foi meu suporte e meu companheiro para enfrentar todos os desafios propostos para chegar até aqui.

As minhas grandes amigas que me acompanharam por toda a graduação Lara Resende, Julia Helena e Ayla Grecco obrigada por todo apoio e amizade. Agradecer também a uma amiga de longa data Pollyana Carvalho que esteve comigo durante toda minha trajetória acadêmica e pessoal.

Gostaria de mencionar também o GEPREN que foi um divisor de águas na minha graduação, e todos seus integrantes que tive a oportunidade de conhecer. Em especial ao Guilherme Saborosa que me ajudou em todos os momentos nessa caminhada.

Ao Professor Sandro Fernandes da Silva pela orientação e por todos conhecimentos obtidos. Ao Professor Marcelo de Castro Teixeira, que se fez presente em toda minha graduação e se tornou muito importante. Esses dois professores são exemplos de profissionais a serem seguidos, de tamanha responsabilidade, empenho e companheirismo, sendo meus pilares para a conclusão dessa etapa.

RESUMO

Com o aumento da procura da atividade física, o treinamento resistido, vêm tendo uma crescente popularidade, pelo fato de níveis adequados de força serem necessários para a qualidade de vida das pessoas, mas também na diminuição do percentual de gordura, aumento da massa magra e no aumento de força propriamente dito. Dentro do treinamento de força, deve-se ser considerado, repetições, séries, descanso, frequência e intensidade de treinamento, há pouco tempo tem sido apontado que a velocidade de execução do movimento e o tipo de ação muscular, deve também ser observado. Portanto, o objetivo deste estudo é identificar qual o efeito agudo de uma ação muscular excêntrica lenta no desempenho de marcadores neuromusculares? A presente pesquisa terá objetivos exploratórios e descritivos, sua abordagem será quantitativa e os procedimentos experimentais. A amostra foi constituída por 10 mulheres universitárias, ($21,9 \pm 0,56$ anos, $64,57 \pm 6,35$ kg, $162,58 \pm 4,17$ cm). Foram realizadas de 4 visitas, na qual a primeira ocorreu a caracterização da amostra e o teste de 1RM, a segunda os testes pré a intervenção com 60% 1RM com ênfase excêntrica lenta e os testes pós, já na terceira e quarta visita foram repetidos os testes de espessura muscular (EM) e CVIM. O presente estudo não encontrou diferença significativa na EM entre os momentos pré ($52,14 \pm 5,27$), pós ($53,51 \pm 6,37$) 24 horas após ($53,14 \pm 6,75$) e 48 horas ($52,68 \pm 6,88$) já a CVI pico, média, média ajustada e a DMIT obtiveram diferença significativa, no qual o p foi menor que 0,05. A conclusão desse estudo mostra que a ênfase excêntrica lenta de forma aguda altera os marcadores de desempenho de respostas neuromusculares, sendo capaz de ocorrer a potencialização da força muscular após a ativação, conhecida como potenciação pós ativação. A DMIT juntamente com o valor da EM faz direcionar para uma possível recuperação após 48 horas da intervenção.

Palavras-chave: Treinamento Resistido. Ação Muscular Excêntrica. Respostas Neuromusculares.

ABSTRACT

With the increase in demand for physical activity, resistance training has been growing in popularity, due to the fact that adequate levels of strength are necessary for people's quality of life, but also in the decrease in the percentage of fat, increase in lean mass and in the increase in force itself. Within strength training, repetitions, sets, rest, frequency and training intensity must be considered. Therefore, the aim of this study is to identify what is the acute effect of a slow eccentric muscle action on the performance of neuromuscular markers? The present research will have exploratory and descriptive objectives, its approach will be quantitative and the procedures experimental. The sample consisted of 10 university women (21.9 ± 0.56 years, 64.57 ± 6.35 kg, 162.58 ± 4.17 cm). Four visits were carried out, in which the first was the characterization of the sample and the 1RM test, the second the pre-intervention tests with 60% 1RM with slow eccentric emphasis and the post tests, on the third and fourth visit the tests were repeated. muscle thickness (MS) and CVIM tests. The present study found no significant difference in ME between pre (52.14 ± 5.27), post (53.51 ± 6.37) 24 hours after (53.14 ± 6.75) and 48 hours (52.68 ± 6.88), whereas the CVI peak, mean, adjusted mean and DMIT obtained a significant difference, in which p was less than 0.05. The conclusion of this study shows that the acute slow eccentric emphasis alters the performance markers of neuromuscular responses, being able to potentiate muscle strength after activation, known as post activation potentiation. The DMIT together with the value of the MS points towards a possible recovery after 48 hours of the intervention.

Keywords: Resistance Training. Eccentric Muscle Action. Neuromuscular responses

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------|----|
| Figura 1- Desenho do Estudo..... | 13 |
| Figura 2. Escala Visual Analógica..... | 16 |
| Figura 3. Escala de Borg..... | 17 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Caracterização da Amostra..... | 18 |
| Tabela 2. Dados da Intervenção..... | 18 |
| Tabela 3. Comparação da EM..... | 19 |
| Tabela 4. Comparação CVI pico..... | 20 |
| Tabela 5. Comparação CVI média..... | 22 |
| Tabela 6. Comparação CVI média ajustada..... | 23 |
| Tabela 7. Comparação da DMIT..... | 24 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Espessura muscular..... | 19 |
| Gráfico 2. CVI pico..... | 20 |
| Gráfico 3. CVI média..... | 21 |
| Gráfico 4. CVI média ajustado..... | 22 |
| Gráfico 5. DMIT..... | 23 |

LISTA DE SIGLAS

1RM- Uma Repetição máxima

AEL- Ação Muscular Excêntrica Lenta

AF- Atividade Física

AMC- Ação Muscular Concêntrica

AME- Ação Muscular Excêntrica

AMI- Ação Muscular Isométrica

CC- Célula de Carga

CK- Creatina Quinase

CVI- Contração Voluntária Isométrica

CVIM- Contração Voluntária Isométrica Máxima

CVIMA- Contração Voluntária Isométrica Média Ajustada

CVIP- Contração Voluntária Isométrica Pico

DEF- Departamento de Educação Física

DM- Dano Muscular

DMIT- Dor Muscular de Início Tardio

EM- Espessura Muscular

EMG- Eletromiográfica

LEMOH- Laboratório de Estudos do Movimento Humano

min- Minutos

PPA- Potencialização Pós Ativação

PSE- Percepção Subjetiva de Esforço

s- Segundos

TCLE- Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TR- Treinamento Resistido

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Hipótese | 1 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | |
| 2.1. Treinamento Resistido | 2 |
| 2.1.2. Treinamento Resistido para Mulheres | 3 |
| 2.1.3. Fisiologia das Ações Musculares..... | 3 |
| 2.1.4. Métodos de Treinamento Resistido | 4 |
| 2.1.5. Avaliação e Controle do Treinamento Excêntrico | 6 |
| 2.1.6. Benefícios da Ação Excêntrica na Resposta Neuromuscular | 8 |
| 2.1.7. Respostas Neuromusculares AME..... | 10 |
| 3. OBJETIVOS | 11 |
| 3.1. Geral | 11 |
| 3.2. Específicos | 11 |
| 4. JUSTIFICATIVA | 12 |
| 5. METODOLOGIA | 12 |
| 5.1. Tipo de Pesquisa | 12 |
| 5.2. Participantes | 12 |
| 5.3. Desenho da pesquisa | 13 |
| 5.4. Instrumentos e procedimentos..... | 13 |
| 5.5. Avaliação da Força Muscular Dinâmica..... | 14 |
| 5.6. Avaliação da Força Muscular Isométrica..... | 14 |
| 5.7. Morfologia Muscular..... | 15 |
| 5.8. Intervenção..... | 15 |
| 5.9. DMIT..... | 16 |
| 5.10. PSE..... | 16 |
| 5.11. Tempo sob Tensão..... | 17 |
| 5.12. Análise dos Dados Coletados | 17 |
| 6. RESULTADOS..... | 18 |
| 7. DISCUSSÃO..... | 24 |

| | |
|----------------------|----|
| 8. CONCLUSÃO | 28 |
| 9. REFERÊNCIAS..... | 29 |
| 10. APÊNDICE A | 40 |

1. INTRODUÇÃO

Seja qual for o movimento corporal que resulta em um gasto energético acima dos níveis de repouso é compreendida por atividade física (AF) (GLANER, 2002). Sendo assim, a mesma possui benefícios em relação à saúde, manutenção corporal, prevenção de doenças crônicas degenerativas, além de atuar na prevenção e manutenção em doenças de ordem metabólica, além da melhora do bem-estar e da autoestima (GUEDES, 2012). Com o aumento da procura da AF, o treinamento resistido (TR), vêm tendo uma crescente popularidade, pelo fato de níveis adequados de força serem necessários para a qualidade de vida das pessoas, mas também na diminuição do percentual de gordura, aumento da massa livre de gordura e no aumento de força propriamente dito (FLECK; KRAEMER, 2017).

No TR possui ação isométrica e isotônica, a ação muscular isométrica (AMI) é quando o músculo produz tensão, mas não é identificado a alteração externa perceptível no comprimento ou na angulação. A ação isotônica é dividida em ação muscular concêntrica (AMC) e ação muscular excêntrica (AME). Quando é visível o encurtamento do comprimento ou a diminuição do ângulo articular ao gerar tensão, dizemos que é AMC. Já AME o músculo realiza tensão com aparente alongamento do seu comprimento ou aumento da angulação (TRICOLI, 2014). A literatura traz que a ação muscular excêntrica (AME) é quando o músculo produz uma força enquanto está sendo estirado por forças externas, tais como a gravidade e/ou resistência externa (NEUMANN, 2006). De acordo com Guilhem (2010), as AME geram mais tensão e força do que as ações isométricas ou concêntricas.

As pesquisas com AME vem sendo alvo de interesse por parte da ciência do esporte, com isso, surgiu a problemática, o que a ação muscular excêntrica lenta (AEL) de forma aguda provoca nas respostas neuromusculares?

1.1. Hipótese

H1: A AEL provoca mudanças nos marcadores de desempenho neuromusculares;

H1n: A AEL não provoca mudanças nos aspectos neuromusculares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Treinamento Resistido

A denominação TR, treinamento de força, treinamento com peso, são utilizados para caracterizar um exercício que tem como objetivo movimentar ou tentar movimentar a musculatura contra uma força oposta, que pode ser gerada por máquinas, pesos livres ou o próprio corpo. Os indivíduos que procuram principalmente as academias através do TR, esperam obter os benefícios que ele produz, que são: condicionamento físico, saúde, ganho de força, melhora em atividades esportivas, redução da gordura corporal, aumento e/ou manutenção da massa magra e uma melhora na vida diária (FLECK e KRAEMER, 2017).

O estudo de Santos et al., (2021) realizou uma pesquisa bibliográfica e encontrou que o treinamento resistido constante melhora a composição corporal, diminuindo o percentual de gordura e aumentando a massa magra, podendo então, ser aliado no tratamento e na prevenção dos riscos para a saúde pública. Esse resultado depende da frequência, do tempo, da intensidade e do descanso do treinamento, influenciado também pela alimentação e idade dos praticantes.

Ao se iniciar um programa de TR, ocorre alguns ajustes e os primordiais são, aumento da força e hipertrofia muscular, possuindo uma relação imediata entre a espessura da área de secção transversa e a geração de força, isto é, com o aumento da capacidade de produção de força, ocorre também o aumento da área de secção transversa do músculo (TRICOLI, 2014).

Tendo em vista a importância do TR, convém o entendimento dos mecanismos encarregados pelas adaptações do treinamento que se torna primordiais para a maximização dos benefícios. Para o avanço da força muscular, ocorre adaptações nos mecanismos neurais e morfológicos. A otimização desses mecanismos adaptativos durante o treinamento ocasiona o ganho de força (BARROSO; TRICOLI e UGRINOWITSCH, 2005).

As mudanças no sistema nervoso podem ser definidas como adaptações neurais ao treinamento, as adaptações neurais fazem com que o músculo seja ativado de maneira eficiente, resultando em uma maior produção de força. (HEDAYATPOUR e FALLA, 2015).

Dentro do treinamento de força, deve-se ser considerado, repetições, séries, descanso, frequência e intensidade de treinamento, há pouco tempo tem sido apontado que a velocidade de execução do movimento e o tipo de ação muscular, deve também ser observado (TRICOLI, 2014).

2.1.2 Treinamento resistido para mulheres

Dentro da sala de musculação as mulheres eram praticamente excluídas. Porém, no final de 1960, pesquisadores e treinadores mostraram que TR e o treinamento de potência possui benefícios tanto para homens quanto para mulheres. As mulheres têm sido consideradas o gênero fraco em relação a força, e de fato foi constatado que as mulheres são 40 a 60% mais fracas do que os homens nos membros superiores e 25 a 30% nos membros inferiores. Porém, em relação à resistência à fadiga, a mulher consegue manter a produção de força constante de 50% por maior tempo que os homens (KENNEY; WILMORE e COSTILL, 2013).

O livro da autoria de Fleck e Kraemer (2017), expõe o medo das mulheres em “aumentar de tamanho”, por esse motivo evitam treinar com pesos, acreditando que é “coisa de homem”. Em virtude disso, mulheres treinam menos força que os homens.

2.1.3 Fisiologia das ações musculares

Foi denominada de ação muscular em razão da palavra “ação” ter o significado de mover, exercer, realizar alguma tarefa, que assemelha melhor em relação às variações da atividade muscular, diferentemente da palavra “contração” que significa encurtar, encolher, não tendo relação com a atividade muscular. Por esse motivo, usa-se AME, AMC, AMI. (TRICOLI, 2014).

No TR possui algumas ações musculares dinâmicas e estática, as ações musculares dinâmicas são: concêntrica, quando os principais músculos envolvidos se encurtam ou ocorre uma diminuição do ângulo articular, havendo assim, o levantamento de um peso, ocorrido pelo trabalho positivo entre a força proporcionada pela musculatura esquelética e o deslocamento que se direcionam para o mesmo sentido. Possui também a AME, que pertence às ações dinâmicas, na qual é compreendida quando os músculos incluídos estão realizando tensão e ocorre um visível alongamento do seu comprimento e o aumento do ângulo articular, nesse caso a força aplicada tem o direcionamento oposto ao do deslocamento. A AMI ou ação estática é quando o músculo realiza força, porém não há alteração externa perceptível no comprimento muscular ou no ângulo da articulação envolvida, a força interna se iguala a resistência externa, não havendo assim a movimentação das partes do corpo, podendo ocorrer no momento em que o peso está muito pesado ou está sendo mantido estacionário. (TRICOLI, 2014; FLECK e KRAEMER, 2017)

A AME é responsável por distintas alterações neurais e mecânicas, as alterações neurais faz com que diminua a ativação muscular EMG, que resulta em um menor número de fibras lesadas em relação às outras AM, ocasionando assim, uma proteção. As adaptações mecânicas também são capazes de controlar a AME, pois, tal ação proporciona alteração estrutural nos elementos elásticos (titina e desmina) que tem como respectivas funções a ancoragem dos filamentos de miosina a linha z e a união da linha z adjacentes e às localizados nas extremidades das fibras musculares, tal alteração estrutural resulta em um papel preventivo no hiperestiramento dos sarcômeros provocado pelo estresse mecânico que ocasiona a formação de edema (SILVA, 2015).

Herzog et al., (2016), aposta no modelo dos três filamentos, na teoria das pontes cruzadas foram incluídos dois filamentos contráteis, actina (filamento fino) e miosina (filamento grosso), na teoria os três filamentos além dos dois contém a titina, que possui seu papel funcional associado à centralização dos filamentos grossos no sarcômero e ao fornecimento de baixos níveis de força passiva quando os sarcômeros ficam excessivamente alongados.

O estudo de Herzog (2018), revela que o aumento da força passiva após e durante a ação excêntrica, pode ser explicado pela participação da titina durante o alongamento muscular ativo. Tal participação pode ocorrer de duas maneiras: a titina pode aumentar sua rigidez após se ligar no cálcio, portanto quando comparamos o sarcômero alongados no estado ativo em comparação com o passivo, a força da titina é maior ao esticar a musculatura. A outra maneira é que após a ativação e o alongamento a titina pode encurtar seu comprimento de mola ativa, tornando-se assim mais rígida e se ligando na actina.

2.1.4 Métodos de Treinamento Resistido

Na atualidade se vê diferentes métodos de treinamento, que visam as adaptações mecânicas e metabólicas. A diversidade dos métodos se dá pela maneira que as variáveis estão dispostas, tais variáveis são, intensidade, repetições, volume, séries, descanso e até mesmo a ordem dos exercícios (BAECHLE; EARLE e WATHEN, 2008).

Dentre os inúmeros métodos, um dos mais antigos é o método convencional ou tradicional, caracterizado pela realização de três a quatro séries. Dispõem da presença de exercícios básicos por grupamento muscular, com cargas e repetições fixas, sendo mais aplicado em iniciantes, para adaptarem ou retornarem ao TR. O intervalo desse método deve conter tempo suficiente para

recuperar as alterações provocadas pelo exercício, sendo capaz, por exemplo, de restabelecer a frequência cardíaca e fontes energéticas. Tal método possui uma desvantagem, por não trabalhar os grupamentos musculares de maneira específica (COSSENZA, 2001; FLECK e KRAEMER, 2017).

Outro método bastante conhecido é o denominado por bi-set, que consiste na realização de dois exercícios em sequência, não havendo intervalo passivo “parado”. Geralmente esses dois exercícios são da mesma musculatura, com o objetivo de causar um maior estresse muscular, acarretando em uma redução no tempo total do treino, por decorrência do intervalo menor (COSSENZA, 2001); (PONTES e FERRARESSO, 2015).

O estudo de Alves et al., (2018), teve como objetivo avaliar o gasto energético em diferentes métodos de treinamento, o estudo constatou que o método bi-set não teve diferença significativa no gasto energético, no peso levantado e no número de repetições em relação ao método tradicional. O método bi-set comparado com o tradicional obteve diferença significativa no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca.

Já o método tri-set, equivale a execução de três exercícios do mesmo segmento corporal, com pouco ou nenhum intervalo, tal método é utilizado por indivíduos bem treinados, tais benefícios são desejados para uma maior hipertrofia muscular, pois esse método pode induzir uma significativa sobrecarga metabólica (BAECHLE; EARLE e WATHEN, 2008).

O estudo de Garcia et al., (2014), resultou que ao comparar o método tradicional e o método tri-set, não houve diferença significativa na força muscular e na composição corporal, porém os dois métodos proporcionaram aos indivíduos ganhos de força.

Entre os métodos utilizados no TR, possui também, o método de pré-exaustão, tal método trabalha inicialmente uma musculatura monoarticular imediatamente seguido de outro exercício multiarticular, os dois exercícios tendo seu foco no mesmo grupamento muscular (MENDES, 2012).

Exemplificando esse método, podemos pensar que antes da execução do exercício supino reto são realizados exercícios como o crucifixo reto ou voador, que isolam e demandam uma ativação dos músculos peitorais, enquanto reduz as exigências sobre os músculos sinergistas, deixando-os mais disponíveis durante a execução subsequente do supino. A função dessa sequência é ampliar a demanda sobre o músculo, provocando um maior número de fibras estimuladas ao realizar o exercício multiarticular (GENTIL et al., 2007).

O estudo de Tibana et al., (2013) explicita que na pré-exaustão é indicado cargas de baixa a moderada intensidade, pois produzem efeitos satisfatórios, visto que foi verificada maior atividade eletromiográfica quando exercícios monoarticulares com 30% e 60% precederam um exercício multiarticular.

O estudo de Campos, et al., (2018), mostrou que o recrutamento eletromiografico dos músculos peitoral maior porção esternal, peitoral maior porção clavicular e o deltóide anterior é maior quando utilizada a estratégia do treinamento pré-exaustão na musculatura do tríceps braquial durante o supino inclinado. Em uma revisão de literatura sobre o protocolo de pré-exaustão foi encontrado que tal protocolo ocasiona uma maior fadiga muscular do que o treinamento em circuito, tendo como fatores o número de repetições e volume total da seção de treino (SILVA e SILVA, 2018)

Ao comparar o método pré-exaustão e o método tradicional nas respostas neuromusculares, a pesquisa de Silva et al., (2018) mostrou que o método de pré-exaustão teve um maior acúmulo de lactato, o acúmulo pode ser justificado pela sequência de três exercício sem intervalo entre elas, causando esse estresse metabólico.

2.1.5 Avaliação e Controle do Treinamento Excêntrico

Um dos fatores responsáveis por agravarem a ocorrência de danos é a velocidade de execução da AME (PADDON-JONES et al., 2001; FARTHING e CHILIBECK, 2003). A influência da velocidade de execução da AME na hipertrofia muscular, foi investigada por Farthing; Chillibeck (2003) e Paddon-Jones et al., (2001), através de um protocolo de treinamento que resultou no maior grau de hipertrofia quando os indivíduos treinavam utilizando a AME com velocidades mais altas. Outro autor comparou alta e baixa velocidade (20°s-1 e 210°s-1) na AME, foi retirada uma amostra do tecido muscular após uma única sessão de treinamento excêntrico, para verificar o dano muscular (DM) causado. O grupo que realizou a AME em alta velocidade deteve de maiores alterações na linha z dos sarcômeros (SHEPSTONE et al., 2005). A ocorrência de lesão muscular através da atividade física, pode ser verificada mediante a ruptura da linha z, sendo uma indicação clara de lesão (LIEBER; FRÍDEN, 1999).

No estudo de Ellwanger; Brentano e Krueel (2007), obteve uma diferença significativa ao comparar as velocidades altas e baixas da AME em relação ao tempo de recuperação. Neste, o

protocolo com velocidade baixa demandou um maior tempo de recuperação quando comparada com a velocidade rápida, tal resultado foi discutida pelo autor, que justifica através dos mecanismos neurais inibitórios encontrados em velocidade altas, tal inibição pode facilitar a recuperação da força, o que não ocorre no movimento lento. Tal recuperação foi mensurada pelo autor através da força isométrica máxima.

Conforme Tran; Docherty e Behm (2006) o aumento da fadiga neuromuscular é ocasionada pelo maior tempo sob tensão. Corroborando com esse estudo Ellwanger; Brentano e Kruehl (2007) concluíram que pelo fato da AME com baixa velocidade sustentar o estresse mecânico máximo por um maior tempo, promove uma lesão muscular maior. O estudo de Fukutani; Leonard e Herzog (2019), mostra que magnitude da força residual com velocidade altas é menor em comparação com velocidades lentas e moderadas.

O estudo de Kelly et al., (2015), teve como objetivo determinar se a AME gera maior força do que a AMC determinada por 1 repetição máxima (1RM). Esse estudo indicou que a AME produz 24% a mais de força que a AMC, além desse achado o estudo encontrou que a AME pode manter a produção de força por um longo período de tempo em comparação com a AMC. Outro estudo que confirma esses achados, é de Hollander et al., (2008) que encontrou uma diferença de 20% na geração de força quando comparou-se a AME com a AMC.

A DM manifestada algumas horas após a realização do exercício, tem seu valor elevado entre 24 a 72 horas, promovendo uma percepção subjetiva de desconforto no músculo esquelético, sendo denominada de dor muscular de início tardio (DMIT) (TRICOLI, 2001). O uso da DMIT tem como indicador de dor percebida pelo próprio indivíduo. Uma forma de avaliar é através da escala visual analógica que utiliza uma linha contínua para expressar a dor variando de zero (0) “sem dor” e dez (10) atribuída a “dor insuportável”.

O aumento da CK reflete a uma descontinuidade da membrana celular, ao ocorrer o dano na estrutura muscular ocorre a liberação da enzima. Uma das possíveis causas da DMIT é o edema local provocado pela inflamação decorrente ao dano (CLARKSON e HUBAL, 2002; SILVA, 2008). Portanto, uma sessão de TE provoca na estrutura muscular danos, este dano resulta em uma resposta inflamatória que estimula a DMIT e diminui a produção de força, por esse motivo a DMIT pode ser uma estratégia para avaliar e controlar o TE. (NOSAKA e NEWTON, 2002). Promove também a elevação da concentração da CK no sangue. (BROCKETT, MORGAN e PROSKE, 2001).

O estudo de Campos et al., (2017), demonstrou diferença significativa entre o protocolo com ênfase excêntrica em comparação com o protocolo concêntrico na DMIT no intervalo de 24 e 48 e 72 horas após o treinamento. O treinamento excêntrico ocasionou um maior DMIT em todos os intervalos citados ao comparar com AMC.

A contração voluntária isométrica máxima (CVIM) nos mostra em quilograma força (Kgf) quantos quilos foram gerados em um intervalo de tempo, mostrando a curva de geração de força. Ughini (2011) relata que devido a quantidade de DM causada pelo treinamento, acarreta uma queda na geração de força e sendo um indicador indireto de dano muscular. Normalmente, após exercícios concêntricos a força máxima tem uma redução entre 10 e 30% e após 24 horas retorna aos níveis anteriores ao exercício. A queda da força máxima pode atingir entre 50 e 65% após a realização das ações excêntricas e persiste por muitos dias após o protocolo de dano (CLARKSON e HUBAL, 2002).

A quantidade máxima de peso que pode ser levantada em uma única repetição é chamada de uma 1RM, a medida mais comum de força dinâmica. O teste de 1RM é definido como aquele que o indivíduo realiza com uma carga específica uma única repetição, sendo impossível realizar uma segunda repetição sequencial com esta mesma carga. (BROWN e WEIR, 2001).

O estudo de Souza et al., (2016), comparou a força dinâmica máxima 72 horas após os protocolos excêntricos e concêntricos, realizou também a média da percepção de esforço nos mesmos protocolos, o estudo conclui que não houve diferença significativa entre a força e percepção ao comparar os dois protocolos.

2.1.6 Benefícios da Ação Excêntrica na resposta neuromuscular

Tendo em vista, os benefícios da AME, em comparação com as outras ações musculares (AM), Barroso et al., (2005) aborda que AME gera uma maior força muscular. Isto significa, quando uma pessoa irá realizar por exemplo, uma rosca direta, essa pessoa realizará uma flexão de cotovelo com um determinado peso, quando essa mesma pessoa for realizar a extensão de cotovelo conseguirá pegar um peso ainda maior, ou seja, a extensão de cotovelo é a fase excêntrica do movimento.

Tal geração de força pode ser justificada pela interação do sítio de miosina com o de actina, formando as pontes cruzadas, que provoca uma tensão ativa no músculo. Já no momento que o

músculo se alonga, encontra-se a resistência dos componentes elásticos, tal resistência provoca uma tensão passiva, cada vez que ocorre a junção da tensão ativa das pontes cruzadas e a tensão passiva dos componentes elásticos, faz com que o músculo aumente sua produção de força, esse argumento comprova a maior força gerada na AME (TRICOLI, 2014).

É importante destacar que a AME também possui vantagens dentre as outras ações, na tensão muscular gerada e no comportamento quando há o aumento da velocidade de movimento. Na AMC, quando ocorre o aumento da velocidade do movimento a força tende a diminuir, já a AME comporta de maneira diferente, ao aumentar a velocidade de execução a mesma mantém constante a produção de força.

Em virtude da maior capacidade de força da AME em comparação com às AMC, esse aspecto altera drasticamente a prescrição de carga em exercícios excêntricos (BARRONI, 2012), já que as estratégias utilizadas frequentemente para estabelecer a carga no TR é o teste de 1RM, tal teste apresenta limitações quando a finalidade é prescrição de carga no TE (HOEGGER et al., 1990). No treinamento convencional geralmente é utilizado 80% do RM que corresponde ao percentual de força máxima da AMC, portanto representa um percentual inferior para a AME, essa inferioridade pode afetar nos resultados esperados para o TE (ACSM, 2009), (KRAEMER, RATAMESS, 2004).

As AME devem ser consideradas nas sessões de reabilitação e treinamento devido a sua potencialidade na geração de força com baixo custo metabólico. Vários estudos relataram que a AME combinada com uma sobrecarga, provoca um estímulo mais eficiente para propiciar o crescimento muscular e o aumento do impulso neural para o músculo em comparação com a AMC e a AMI. Portanto, o TE com cargas máximas são mais eficazes que o treinamento concêntrico e isométrico, levando a uma melhora considerável da função muscular. (HEDAYATPOUR, 2015)

A pesquisa de Douglas et al., (2017) realizou uma revisão sistemática sobre as adaptações crônicas ao TE, entre os 40 estudos incluídos para revisão no total teve 1150 participantes, a revisão encontrou que cargas excêntricas acima da força concêntrica máxima é um caminho para novos estímulos de treinamento nas variáveis força, potência e velocidade. O estudo mostra que AME provoca grandes aumentos na área transversal do músculo comparado com o treinamento concêntrico ou tradicional. Além de que, o TE pode estimular a sinalização anabólica em uma maior extensão em comparação com os treinamentos citados acima. Através da análise dos estudos

os autores atribuíram o principal fator dos aumentos marcantes de força observados após o TE no aumento do impulso voluntário do agonista.

Em relação aos benefícios da ênfase da AME fora do TR, o estudo de Fiorilli et al., (2020) incrementou no treino de 34 jogadores altamente treinados uma sobrecarga excêntrica isoinercial, e avaliou força explosiva e relativa, sprint linear, agilidade, desempenho na mudança de direção e precisão do tiro no futebol. A pesquisa revelou que o treinamento de sobrecarga excêntrica isoinercial levou a melhores adaptações e melhorias de desempenho em quase todas as variáveis estudadas em comparação com o que é visto no treinamento convencional (ou seja, treinamento de força com ações musculares concêntricas e excêntricas combinadas).

AME não pode ser considerada simplesmente uma ação muscular executada no sentido contrário ação concêntrica, exercícios excêntricos possuem respostas agudas específicas, quando realizado de forma sistematizada, essas adaptações do sistema muscular podem ter repercussões importantes sobre a funcionalidade do indivíduo (BARRONI, 2012).

2.1.7 Respostas Neuromusculares AME

A tensão muscular gerada pela AME, que está associado ao pequeno número de unidades motoras ativas, esse número reduzido ocasiona um estresse mecânico maior sobre as fibras ativas. Resultando assim, em um maior DM, que pode ser caracterizado pelas microlesões, que garantem uma maior hipertrofia, através da organização estrutural do músculo (TRICOLI, 2014).

Em virtude do fato que o TE, causa uma maior hipertrofia da musculatura ativada, tal treinamento induz um DM, se tornando em um considerável estímulo para o ganho de força, e característico para o obter o ganho de massa muscular (SHEPSTONE et al., 2005).

O dano muscular para Tricoli, (2014), está associado aos fatores de crescimento que são liberados pelos músculos esqueléticos e pelo processo de ativação, proliferação e diferenciação das células satélites. Ao verificar o dano nos elementos estruturais da célula muscular, a células satélites tem a função de consertar o dano provocado no músculo, contribuindo assim, na síntese proteica dentro da célula, em consequência disso ocorre o aumento na EM.

Estudos mostram a relevância da AME no aumento da hipertrofia muscular, pois podem ser capazes de estimular mais a via PI3K/Akt/mTOR/p70S6K em detrimento a AMC, permitindo

deduzir a importância do estresse muscular causado pelo processo hipertrofia muscular (ROSCHEL et al, 2011).

Sendo assim, a relação entre AME, tensão, via de sinalização da hipertrofia e o DM apresenta uma justificativa aceitável para o ganho de massa muscular decorrente do TR (TRICOLI, 2014).

Os estudos que apresentam resultados sobre treinamento de força excêntrico, exemplifica que além de colaborar para o ganho de força e hipertrofia muscular, ele estimula atividades neurais e fortalecimento dos ligamentos. Esses achados mostram que os treinos excêntricos tem sua importância ou são até mais efetivos do que ação muscular concêntrica (BARBOSA et al., 2015). O treinamento com ênfase na AME produz maiores ganhos hipertróficos e de força quando comparado com os programas de treinamento onde a AME não é enfatizada. (KELLY et al., 2015).

Em relação a hipertrofia, a meta-análise de Schoenfeld et al., (2017) constatou que o TE produziu maiores aumentos na hipertrofia em comparação com treinamento concêntrico. O TE obteve 10% de melhora, já o concêntrico deteve 6,8% de aumento nas respostas hipertróficas, ou seja, o TE fornece uma pequena vantagem. A pesquisa de Roing et al., (2008), teve os mesmos resultados, encontrando que AME tem melhores resultados na circunferência muscular e produz uma maior força total e força excêntrica quando equiparada o AMC.

Entre os marcadores indiretos de dano muscular, a CIVM tem recebido maior atenção, por ser considerado o melhor marcador de dano funcional, pois refletir a capacidade dos sarcômeros produzir força (WARREN, LOWE & ARMSTRONG, 1999)

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Analisar o efeito da AEL de 4 segundos (s) no rendimento e nas respostas de marcadores neuromusculares;

3.2. Específicos

- Apontar se ação aguda altera o PUMP muscular pré e pós testes;

- Comparar a Contração Isométrica pré e pós a AEL;
- Identificar a DMIT 24 e 48 horas após uma AEL de forma aguda;

4. JUSTIFICATIVA

Muito se diz sobre as diferenças das AME das outras ações musculares, dado que as diferenças estão na maior produção de torque muscular, na contribuição dos componentes elásticos musculares, no recrutamento das fibras e no controle do sistema nervoso periférico e central (FANG et al., 2001). Portanto, além dessas diferenças esse estudo justifica-se em verificar se a ênfase na AEL afeta as respostas neuromusculares, ajudando o profissional de educação física a tomar decisões corretas na prescrição do treinamento, podendo ser mais uma opção fundamentada para utilização na prática.

5. METODOLOGIA

5.1. Tipo de Pesquisa

A pesquisa exploratória se adequa bem quando a demanda é entender mais sobre um assunto ainda pouco conhecido. Isso pode ocorrer por um tópico tipicamente novo ou algo já existente, porém observado de outro ângulo. Já a pesquisa descritiva tem o objetivo trazer mais informações sobre o assunto em questão (SORDI, 2017). A presente pesquisa terá objetivos exploratórios e descritivos, sua abordagem será quantitativa. Segundo Sordi (2017) o método quantitativo é mais dedutivo, objetivo e abrange testes estatísticos para análise dos dados. Em relação aos procedimentos ela será experimental. Os projetos experimentais possuem a finalidade de controlar ao máximo os fatores relevantes. (MARCONI e LAKATOS, 2021).

5.2. Participantes

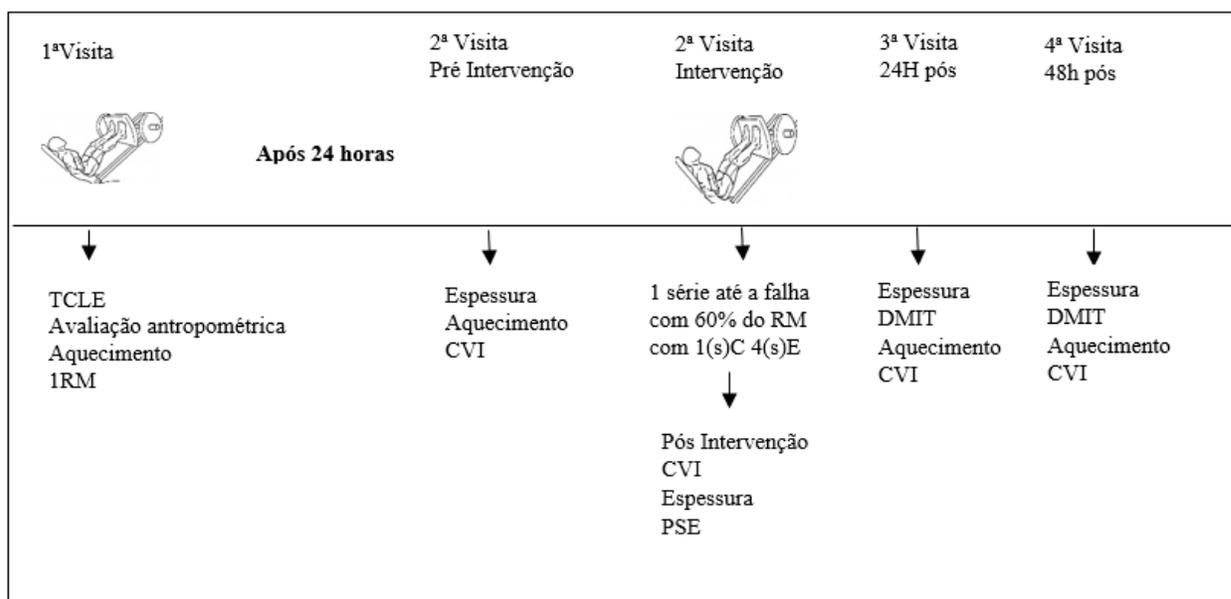
A amostra foi constituída por 10 mulheres universitárias, (21,9 \pm 0,56 anos), essa amostra foi selecionada por conveniência de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Os critérios de inclusão foi: indivíduos do sexo feminino; idade entre 18 anos a 25 anos; realizar prática regular de treinamento resistido de no mínimo 6 meses.

Em relação aos critérios de exclusão foi aplicado se no decorrer da pesquisa a amostra não compareceu ao Laboratório de Estudos do Movimento Humano (LEMOH) nos dias da realização dos testes; ser portador de diabetes e/ou doenças cardiovasculares; histórico de lesões musculares e osteoarticular nos últimos seis meses.

5.3. Desenho da pesquisa

Figura 1: Desenho do estudo e procedimentos metodológicos



Legenda: Termo de consentimento livre esclarecido (TCLE); uma repetição máxima (1RM); concêntrica (C); excêntrica (E); segundos (s); porcentagem (%); contração voluntária isométrica (CVI); dor muscular de início tardio (DMIT); percepção subjetiva de esforço (PSE).

5.4. Instrumentos e Procedimentos de Coleta de Dados

Todos os procedimentos foram realizados no LEMOH, o mesmo é localizado no Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal de Lavras. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), contendo nele todas as informações e esclarecimentos sobre a pesquisa. A coleta de dados foi realizada da seguinte forma:

- 1ª visita a amostra assinou o TCLE, realizou a pesagem na balança (*Id 1050 lider balanças*), foi medida a altura e posteriormente como aquecimento padronizado, foi realizado 5 minutos (min) na bicicleta ergométrica com carga 30 watts e 10 movimentos sem carga no Leg 45°, logo em seguida efetuou o teste de 1RM no exercício Leg press 45°. Após 24 horas foi realizado a 2ª visita.
- 2ª visita pré intervenção: foi realizada a EM, aquecimento de 5 min na bicicleta ergométrica com carga 30 watts e 10 movimentos sem carga no Leg 45° com ênfase excêntrica já familiarizando com o movimento realizado na intervenção, com intervalo de 2 min realizou a contração voluntária isométrica (CVI).
- 2ª visita intervenção: após o intervalo de 2 min ocorreu aplicação do protocolo de treinamento com 60% do RM e o tempo de execução de 1sC /4sE.
- 2ª visita pós intervenção: CVI, EM, PSE.
- 3ª e 4ª visita (24/48 horas): após a intervenção do protocolo de treinamento foram realizados a EM, o aquecimento de 5 min na bicicleta ergométrica com carga 30 watts e 10 movimentos sem carga no Leg 45, a CVI para assim identificar força isométrica e a DMIT.

5.5. Avaliação da Força Muscular Dinâmica

Na primeira visita foi realizada a caracterização da amostra e a avaliação da força muscular dinâmica no exercício Leg press 45°, determinada pelo método de predição de uma repetição máxima (1RM) de acordo com os procedimentos descritos por Santos et al., (2021).

Foi realizado um aquecimento prévio de 5 min na bicicleta ergométrica e 10 movimentos sem carga no Leg 45°. Após isso, foi perguntado para a amostra quanto de carga ela realiza 10 movimentos normalmente no seu treinamento, a partir disso foi estimado os percentuais do procedimento prévio de 1RM, sendo realizado 15 movimentos com 20% de 1RM estimado, 1 min de intervalo, 10 movimentos com 50% do 1RM estimado, 1 min intervalo, 5 movimentos com 70% de 1RM e posteriormente a isso 5 min de intervalo para cada tentativa em busca de uma única repetição, podendo ter no máximo 5 tentativas para identificar o máximo de carga a ser levantada.

5.6. Avaliação da Força Muscular Isométrica

Para coleta da contração voluntário isométrica no exercício foi necessário que o equipamento fosse fixado por uma corrente de maneira a impedir o seu deslocamento, sendo acopladas a uma célula de carga (CC) (Miotec, Equipamentos Biomédicos, Brasil). A CC é conectada a um conversor analógico digital (A/D) Miotool (Miotec, Equipamentos Biomédicos, Brasil), que fornece um gráfico representando a força gerado durante sua execução. Vale ressaltar que a duração da CVI foi de 10s para posteriormente ser selecionada os 5s mais estáveis, e ficou adotado como dado, a contração voluntária isométrica média (CVIM), contração voluntária isométrica pico (CVIP), contração voluntária isométrica média ajustado (CVIMA) gerada nesse intervalo de tempo (KG/F). A angulação adotada para avaliação no exercício foi de 90° de flexão de joelhos no Leg press 45°. Esse procedimento foi realizado antes e logo após o teste principal e depois de 24H e 48H de ter realizada a intervenção para conseguir analisar a recuperação.

5.7. Morfologia Muscular

Para avaliação morfológica, ou seja, da espessura muscular (EM), foi utilizada a ultrassonografia. A ultrassonografia é validada pela literatura e principalmente quando comparada com o modelo adotado como “padrão-ouro” de análise da EM a ressonância magnética (Walton et al., 1997; Reeves et al., 2004). O ultrassom utilizado foi o B-mode (Bodymetrix pro System, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA) para obtenção das imagens e posteriormente análise da espessura muscular. O procedimento acata as instruções dadas pelo software *BodyView™* que fornece informações do local anatômico onde deve ser feito a análise e posteriormente fornece a informação da EM da musculatura analisada. Para obtenção da imagem foi espalhado o gel na área que que foi feito o escaneamento da musculatura para identificar onde está a maior porção muscular, este escaneamento foi feito no reto femoral, considerados como agonista do exercício Leg press 45°. Vale ressaltar, que morfologia muscular foi realizado antes de começar qualquer procedimento, até mesmo do aquecimento.

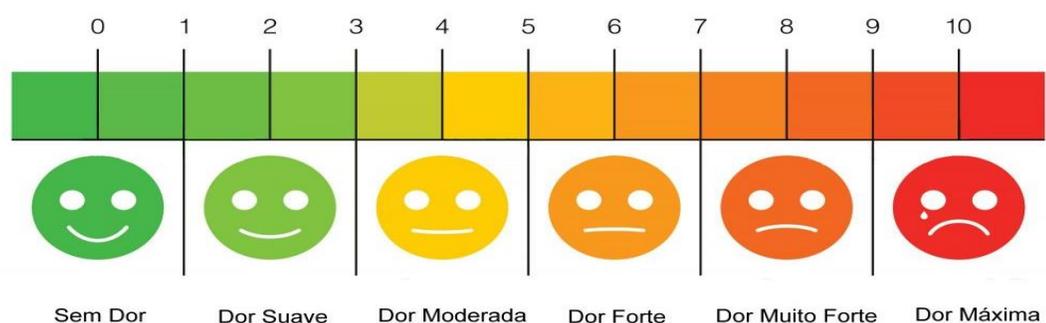
5.8. Intervenção

Antes da intervenção ocorreu uma familiarização da ênfase excêntrica no momento do aquecimento padronizado de 10 movimentos sem carga no Leg Press 45°, após isso foi realizada a intervenção no Leg Press 45° com carga de 60 % do 1RM, feito uma única série até a falha ou não conseguisse manter o padrão de movimento, onde foi cronometrado quanto tempo levou para que parasse o teste e a quantidade de repetições. Para a padronização da intervenção com a ênfase na fase excêntrica, foi utilizado o aplicativo de celular *Metronome Beat*, em 60bpm. Ficando quatro segundos na fase excêntrica e um segundo na fase concêntrica.

5.9. DMIT

Para avaliar a DMIT foi utilizada a escala visual analógica (EVA) que utiliza uma linha contínua para expressar a dor variando de zero (0) “sem dor” e dez (10) atribuída a “dor insuportável” (PRICE et al., 1983). Esse procedimento foi utilizado 24 e 48 horas após a intervenção com ênfase na ação muscular excêntrica. Sendo coletado antes de qualquer procedimento do dia.

Figura 2- Escala Visual Analógica



Fonte: Google Imagens

5.10. PSE

Para quantificar a percepção subjetiva de esforço foi utilizado a Escala de Borg, onde a amostra identificava a sua percepção do exercício, sendo 0 repouso e 10 exaustivo. Foi mensurado a PSE após a intervenção com 60% do 1RM.

Figura 3- Escala de Borg



Fonte: Google Imagens

5.11. Tempo sob Tensão

O tempo sob tensão pode ser estruturado pela manipulação de variáveis, sendo elas a duração da repetição (tempo gasto para realização de uma ação muscular) e o número de repetições totais. (LACERDA et al., 2016). De acordo com Mang et al., (2022) o treinamento resistido de baixa intensidade e repetições lentas, proporciona um tempo sob tensão elevado. Provocando assim, uma estimulação das atividades periféricas e com isso realizando um estímulo mais forte para adaptações, sendo elas, o aumento da densidade capilar, uma biogênese mitocondrial aprimorada, uma estimulação de moduladores upstream de PGC-1 α e o aumento do lactato sanguíneo que aumenta linearmente junto com o tempo sob tensão. Concluindo que o treinamento resistido com alto Tempo sob tensão leva a perturbação metabólica, isquemia e hipóxia do músculo esquelético, que regulam positivamente as cascatas de sinalização para angiogênese e mitocondrial biogênese. Dessa forma, para calcular o tempo sob tensão, foi utilizado um cronômetro do celular, no qual foi iniciado junto com a primeira repetição e pausado quando a participante não conseguiu mais realizar o movimento

5.12. Análise dos Dados Coletados

Para a análise de todas as variáveis obtidas foi utilizada a estatística descritiva com a determinação de média e do desvio padrão, como medidas de tendência central e dispersão dos dados. Para análise da distribuição das amostras foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e para analisar o nível de significância foi utilizado o Teste T para amostras pareadas, sendo considerado diferença significativa $p < 0,05$. O software utilizado foi o SPSS (Statistical Package for the Social Science).

6. RESULTADOS

Os dados da tabela 1 traz a caracterização da amostra, como: medição da massa corporal, da estatura, da idade e do teste de uma repetição máxima. Utilizando tais dados, como caracterização da amostra.

Tabela 1- Caracterização da amostra

| Variável | Média | Desvio Padrão |
|-----------------|--------------|----------------------|
| MASSA (kg) | 64,57 | ±6,35 |
| ESTATURA (cm) | 162,58 | ±4,17 |
| IDADE (anos) | 21,9 | ±0,56 |
| RM (kg) | 227 | ±43,94 |

Fonte: Do autor (2022)

A tabela 2 traz os dados sobre o momento da intervenção, sendo os valores das médias do 60% do 1RM, do número de repetições, do tempo sob tensão e da percepção subjetiva de esforço.

Tabela 2- Dados da intervenção

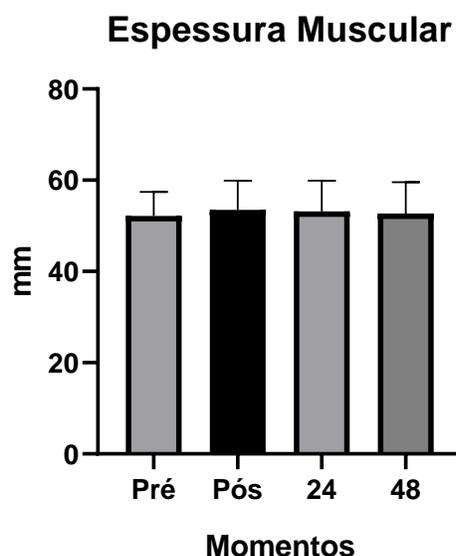
| VARIÁVEIS | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
|----------------------|--------------|----------------------|
| 60% do RM (Kg) | 136,2 | ±26,36 |
| REPETIÇÕES | 15,6 | ±4,88 |
| TEMPO SOB TENSÃO (s) | 84,7 | ±26,98 |
| PSE | 7,6 | ±0,74 |

Fonte: Do autor (2022)

O gráfico 1 representa os valores da espessura muscular, nos momentos pré, pós, 24 e 48 horas, não evidenciando diferença significativa. A EM pré possui o valor de $52,14 \pm 5,27\text{mm}$, alterando no momento pós para $53,51 \pm 6,37\text{mm}$. Após 24 horas de intervalo teve o valor de $53,14 \pm 6,75\text{mm}$ e no intervalo de 48 horas obteve $52,68 \pm 6,88\text{mm}$.

A tabela 3 evidenciou que não houve diferença significativa ao comparar as espessuras musculares nos diferentes momentos: pré, pós, 24 e 48 horas.

Gráfico 1- Valor da espessura muscular, no momento pré e pós realização dos protocolos de exercício e seu comportamento após 24, 48 horas.



Fonte: Do autor (2022)

Tabela 3- Comparação entre os momentos coletados a espessura muscular

| MOMENTOS | DIFERENÇA DAS MÉDIAS | DIFERENÇA EM % | VALOR DE P |
|------------------------------|----------------------|----------------|------------|
| Espessura Pré- Espessura Pós | 1,37mm | 2,63 | 0,061 |
| Espessura Pré – Espessura 24 | 1,00mm | 1,92 | 0,355 |
| Espessura Pré- Espessura 48 | 0,54mm | 1,04 | 0,652 |
| Espessura Pós- Espessura 24 | -0,37mm | -0,69 | 0,739 |
| Espessura Pós- Espessura 48 | -0,83mm | -1,55 | 0,555 |
| Espessura 24- Espessura 48 | -0,46mm | -0,87 | 0,540 |

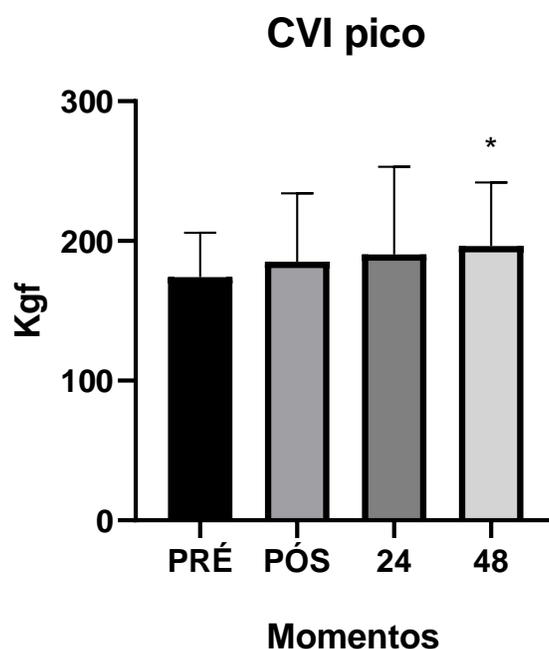
(*) Diferença significativa ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2022)

Gráfico 2 representa os valores das médias da CVI pico, nos momentos pré, pós, 24 e 48 horas após, havendo diferença significativa no momento 48 horas. O gráfico mostra o valor da CVI pico pré de $174,23 \pm 31,61$ Kgf, sofrendo um aumento para $185,08 \pm 48,94$ Kgf no momento pós. Já 24 horas depois obteve o valor de $190,25 \pm 62,99$ Kgf e posteriormente 48 horas apresentou o $196,37 \pm 45,51$ Kgf.

A tabela 4 mostra que houve diferença significativa ao comparar momento pré e o momento 48 horas ($p=0,026$) ao comparar os outros momentos não houve diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 2- Valor da CVI pico, no momento pré e pós realização dos protocolos de exercício e seu comportamento após 24, 48 horas.



(*) Diferença significativa entre o momento Pré e 48 horas

Fonte: Do autor (2022)

Tabela 4- Comparação entre os momentos da CVI pico

| MOMENTOS | DIFERENÇA DAS MÉDIAS | VALOR DE P |
|----------------------------|----------------------|------------|
| CVI pico Pré- CVI pico Pós | 10,85Kgf | 0,245 |
| CVI pico Pré- CVI pico 24 | 16,02Kgf | 0,324 |

| | | |
|---------------------------|----------|--------|
| CVI pico Pré- CVI pico 48 | 22,14Kgf | 0,026* |
| CVI pico Pós- CVI pico 24 | 5,17Kgf | 0,740 |
| CVI pico Pós- CVI pico 48 | 11,29Kgf | 0,278 |
| CVI pico 24- CVI pico 48 | 6,12Kgf | 0,673 |

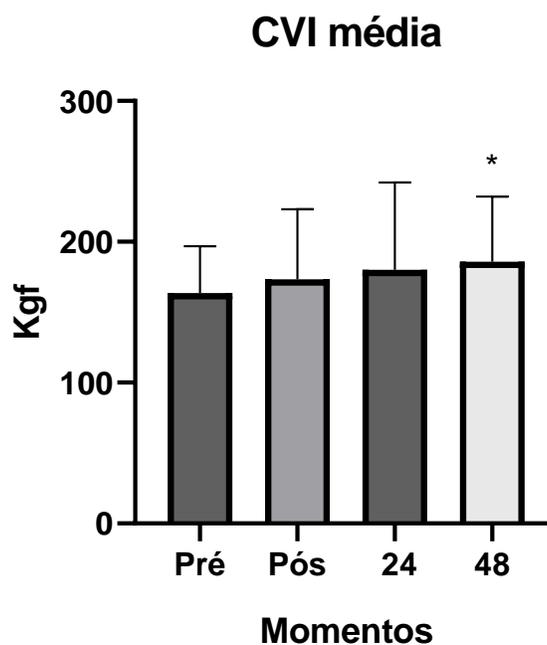
(*) Diferença significativa ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2022)

O gráfico 3 apresenta os valores das médias da CVI média em todos os momentos verificados. A CVI média pré apresentou média $163,72 \pm 33,26$ Kgf sofrendo um aumento para $173,38 \pm 49,79$ Kgf, após 24 horas, tendo um aumento para $180,19 \pm 61,97$ Kgf após 48 horas, para $185,94 \pm 46,07$ Kgf. Evidenciando diferença estatisticamente significativa no momento 48 horas.

De acordo com a tabela 5 a comparação da média CVI média pré e a CVI média 48 horas teve diferença significativa ($p=0,024$). Nos outros momentos comparados não houve diferença significativa.

Gráfico 3- Valor da CVI média, no momento pré e pós realização dos protocolos de exercício e seu comportamento após 24, 48 horas.



(*) Diferença significativa entre o momento Pré e 48 horas

Fonte: Do autor (2022)

Tabela 5- Comparação entre os momentos da CVI média

| MOMENTOS | DIFERENÇA DAS MÉDIAS | VALOR DE P |
|------------------------------|----------------------|------------|
| CVI média Pré- CVI média Pós | 9,65Kgf | 0,286 |
| CVI média Pré- CVI média 24 | 16,46Kgf | 0,280 |
| CVI média Pré- CVI média 48 | 22,22Kgf | 0,024* |
| CVI média Pós- CVI média 24 | 6,81Kgf | 0,654 |
| CVI média Pós- CVI média 48 | 12,56Kgf | 0,246 |
| CVI média 24- CVI média 48 | 5,75Kgf | 0,679 |

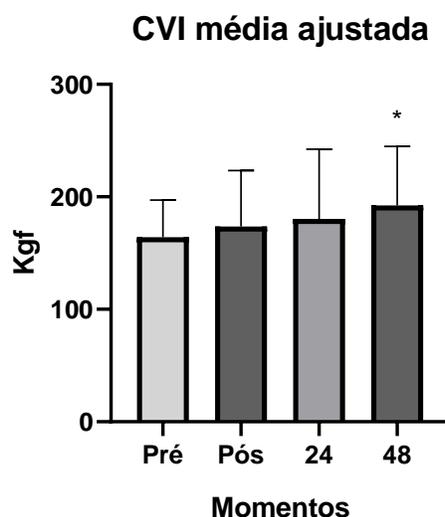
(*) Diferença significativa ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2022)

O gráfico 4 representa os valores das médias da CVI média ajustada, nos momentos pré, pós, 24 e 48 horas, tendo diferença significativa no momento 48 horas. A CVI média ajustada pré possui o valor de $164,00 \pm 33,17$ Kgf, alterando no momento pós para $173,64 \pm 49,74$ Kgf. Após 24 horas de intervalo teve o valor de $180,41 \pm 61,93$ Kgf e no intervalo de 48 horas obteve $192,25 \pm 52,69$ Kgf.

A tabela 6 mostra que houve diferença significativa ao comparar momento pré e o momento 48 horas ($p=0,015$). Ao comparar os outros momentos não houve diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 4- Valor da CVI média ajustada, no momento pré e pós realização dos protocolos de exercício e seu comportamento após 24, 48 horas.



(*) Diferença significativa entre o momento Pré e 48 horas

Fonte: Do autor (2022)

Tabela 6- Comparação entre os momentos da CVI média ajustada

| MOMENTOS | DIFERENÇA DAS MÉDIAS | VALOR P |
|------------------------------------|----------------------|---------|
| CVI média aj Pré- CVI média aj Pós | 9,63 Kgf | 0,287 |
| CVI média aj Pré- CVI média aj 24 | 16,40Kgf | 0,282 |
| CVI média aj Pré- CVI média aj 48 | 28,25Kgf | 0,015* |
| CVI média aj Pós- CVI média aj 24 | 6,76Kgf | 0,656 |
| CVI média aj Pós- CVI média aj 48 | 18,61Kgf | 0,078 |
| CVI média aj 24- CVI média aj 48 | 11,84Kgf | 0,425 |

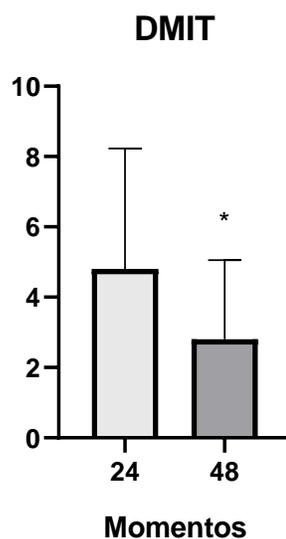
(*) Diferença significativa ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2022)

O gráfico 5 demonstra os valores da DMIT 24 e 48 horas após a intervenção com 60% do RM com ênfase excêntrica, verificando diferença significativa 48 horas pós intervenção. Sendo DMIT 24 horas no valor de $4,8 \pm 3,42$ e a DMIT 48 horas $2,8 \pm 2,25$.

A tabela 7 mostra que houve diferença significativa nos momentos comparados, a diferença nas médias foi de $2,0 \pm 1,69$ com valor de $p=0,005$.

Gráfico 5- Valor da DMIT, após 24, 48 horas.



(*) Diferença significativa entre o momento 24 e 48 horas

Fonte: Do autor (2022)

Tabela 7- Comparação entre os momentos da DMIT

| VARIAVEIS | DIFERENÇA DAS MÉDIAS | DESVIO PADRÃO | VALOR DE P |
|------------------|----------------------|---------------|------------|
| DMIT 24- DMIT 48 | 2,00 | 1,69 | 0,005* |

(*) Diferença significativa ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2022)

7. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou uma intervenção aguda com ênfase na fase excêntrica lenta (1sC/4sE) em relação aos marcadores de desempenho neuromusculares, verificando as variáveis: espessura muscular, CVI pico, CVI média, CVI média ajustada, em momentos pré intervenção, pós, 24 e 48 horas posteriores. Além da mensuração da dor muscular de início tardio que foi analisada em 24 e 48 horas após. E as variáveis obtidas na intervenção, tais como, tempo sob tensão e número máximo de repetições. O atual estudo evidenciou, que após a intervenção desencadeou um aumento de força, levando a entender que ocorreu uma potencialização pós ativação. Outro achado importante é que 48 horas após, a EM e a DMIT já estava retornando aos valores encontrados na pré intervenção, caracterizando-se como uma opção de recuperação.

O estudo de Wilk et al., (2018) teve no movimento lento com ênfase excêntrica (6x4) um total de $15,71 \pm 4,03$ repetições, concordando com o resultado disposto na atual pesquisa que foi de $15,6 \pm 4,8$ repetições, porém teve o tempo sob tensão de 178,89s cerca de 94s a mais que a atual pesquisa, isso se dá pelo tempo de cada repetição, no qual o estudo citado teve o tempo total por repetição de 10 s e a presente pesquisa de 5 s, esse maior tempo pode interferir diretamente no volume de treinamento que impacta nos padrões de adaptações no sistema neuromuscular (WILK et al., 2018). Outro elemento desse estudo, mostra que o tempo sob tensão da ênfase excêntrica (6x4) é maior em comparação com a o exercício regular (sem ênfase 2x2), mesmo tendo o número de repetições menor que o exercício regular, tendo como limitação a não equalização do movimento. A pesquisa de Wilk; Zajac e Tufano (2021) realizaram uma revisão sobre a influência do tempo do movimento durante TR nas variáveis força e na hipertrofia, obteve como resultado

que o movimento lento excêntrico aumenta a fibra tipo I, o tempo sob tensão, o nível de estresse metabólico, as respostas hormonais e o dano da fibra muscular, que são consideradas fatores importantes na promoção da hipertrofia muscular.

Hatfield et al., (2006) demonstraram na sua pesquisa que os atletas que usam movimento lentos tiveram como resultado a realização de um número menor de repetições e um maior declínio pós na potência muscular gerada em comparação aos sujeitos que utilizaram o ritmo mais rápido. Esse declínio pode ser justificado pelo tempo sob tensão por repetição que nesse estudo foi de 10s, ocasionando um tempo sob tensão prolongado que pode ocorrer dano indireto e conseqüentemente uma piora na potência, diferente da atual pesquisa que o tempo sob tensão por repetição foi de 5s, não sendo capaz de provocar DM e posteriormente um piora de desempenho por exemplo na força, diferente disso, ocorreu uma melhora de desempenho nessa variável. Tendo como diferença entre os estudos a carga de trabalho.

Em relação a PSE o estudo Raso; Matsudo e Matsudo (2000) obtiveram como média da PSE com carga de 60% do RM no supino reto o valor de $7,44 \pm 0,73$. A atual pesquisa possui similaridade com o estudo citado na carga utilizada, no qual também utilizou 60% do RM e também no valor bem próximo do PSE que foi de $7,6 \pm 0,74$. O estudo de Silva et al., (2020) comparou as cadências, excêntrica (6x2) e normal (2x2) na PSE e número total de repetições tendo como resultado que a cadência excêntrica possui um menor número de repetições porém tem o PSE maior em relação as outras cadência, devido ao maior tempo sob tensão.

Uma novidade exposta nesse trabalho de conclusão de curso é a análise da espessura muscular, que evidência o inchaço “pump” muscular pós exercício. Os resultados obtidos pela espessura muscular, não demonstrou diferença significativa entre os momentos. Porém quando ocorre a comparação do momento pré e pós, foi verificado que a espessura muscular teve um aumento de 2,63% não sendo considerado estatisticamente significante. Em concordância com a presente pesquisa o estudo de Hill et al., (2021) não identificou diferença significativa na espessura muscular pré e imediatamente após a intervenção excêntrica com diferentes cargas de treinamento, sendo a carga de 40% e 80%. Todavia esse estudo também identificou um aumento entre os momentos pré e pós, sendo o período pós maior em: 9,16% (40%) e 5,96%; (80%), não sendo suficientes para ter diferença significativa. Já a pesquisa de Buckner et al., (2016) houve divergências com os resultados obtidos nessa pesquisa, identificando diferença significativa na espessura muscular de aproximadamente 3 cm após o exercício de rosca com halteres com 70% RM, tal divergência pode

se dá devido o percentual de RM mais alto e também no membro utilizado, onde utilizaram membros superiores e a presente pesquisa inferiores. Tais resultados demonstram que diferentes cargas com ênfase excêntrica proporciona um aumento da espessura muscular, o que em partes evidência o “pump” muscular.

O estudo de Pereira et al., (2016), comparou a velocidade rápida (1s para concêntrica e 1s para excêntrica) e a velocidade lenta (1s na concêntrica e 4s na excêntrica) na espessura muscular após 12 semanas de treinamento, utilizando a intervenção de 3 séries de 8 rep. Foi verificado diferença significativa na espessura muscular, diferente do atual estudo que utilizou a mesma cadência (1sC e 4sE) e não obteve diferença significativa na espessura muscular pré e pós, isso pode ser justificado por ter realizado a metodologia de forma aguda e uma única série até a falha e o estudo citado utilizou a metodologia de forma crônica e três séries.

A pesquisa realizada obteve um aumento da espessura muscular 24 horas ($53,14 \pm 6,75\text{mm}$) em relação aos valores de pré ($52,14 \pm 5,27\text{mm}$), sem apresentar diferença significativa. Descordando desse achado o estudo de Costa (2019) ao analisar a espessura muscular do reto femoral teve como informação 24 horas ($29,50 \pm 3,30\text{mm}$) teve o valor menor que o valor pré ($33,51 \pm 6,08\text{mm}$), no qual concluiu que a magnitude do esforço e dano muscular causado não foi suficiente para ocasionar um possível inchaço muscular. Outro dado relevante foi que o valor obtido em 48 horas ($52,68 \pm 6,88\text{mm}$) chegou bem próximo ao valor pré intervenção ($52,14 \pm 5,27\text{mm}$), tendo como tendência a recuperação. Diferente desse achado a pesquisa de Brusco (2015) analisou o bíceps femoral pós exercício excêntrico, evidenciando que nos momentos 24 horas e 72 horas após a espessura muscular teve seu pico e o momento 48 horas se encontrava maior que o momento 24 e maior que o momento pré.

Os valores obtidos pela mensuração da contração voluntária isométrica nos dados pico, média e média ajustada seguiu o mesmo padrão onde os valores foram tendo um aumento progressivo entre o momento pré para pós, do pós para 24 e do 24 para 48 horas. Obtendo diferença significativa na comparação entre o momento pré com as 48 horas pós. Diferente desse achado o estudo de Costa (2019) encontrou que a contração voluntária isométrica máxima e a pico em 24 horas após teve uma diminuição e não o aumento igual encontrado nessa pesquisa. O estudo de Fernández-Gonzalo et al., (2011) também discorda com a presente pesquisa, no qual encontrou resultados de perda de força pós realização de exercícios excêntricos. A pesquisa de Ellwanger; Brentano e Kruel (2007) evidenciou que o momento pós foi menor que o momento pré diferente do achado desta pesquisa,

porém obteve os valores de 24, 72, 120 após maiores que o momento pós igual a presente pesquisa. Concluindo que ação excêntrica lenta acarreta em maior período de recuperação no torque isométrico.

O estudo de Santos et al., (2021) comparou duas durações das repetições (1sC e 3sE e 3sC e 1sE) no desempenho de saltos de contramovimento. A intervenção foi no Leg 45° e teve carga de 70% do 1RM, realizando 3 séries de 5 repetições, o estudo concluiu que a ênfase na ação excêntrica não obteve diferença significativa na altura média e a potência relativa do salto contramovimento, porém assim como este estudo no elemento contração voluntária isométrica não teve diferença significativa, mas teve um aumento na comparação do momento pré e pós, assim como o estudo de Santos et al., (2021) que teve um aumento percentual do pós em relação ao pré, seguindo a linha a mesma linha de uma possível potencialização pós-ativação (melhora do desempenho), a pesquisa também mostrou que a ênfase na fase concêntrica diminui o desempenho.

O estudo de Pereira et al., (2016) verificou que após 12 semanas de intervenção com ênfase excêntrica (1sC 4sE) houve um aumento significativo de força dinâmica na musculatura do bíceps em comparação com pré e pós, diferente desse estudo que não houve diferença significativa nesses momentos, tal resultado pode ser justificado que o estudo de Pereira analisou um estímulo crônico e a atual pesquisa um estímulo agudo.

O estudo de Beato; Stiff e Coratella (2019), teve amostra de 18 homens ativos e utilizou flywheel ergometer para realizar a ênfase excêntrica e teve como resultado através de um dinamômetro isocinético que após 3' 5' 7' e 9' da ênfase excêntrica ocorreu um aumento de força, concordando com atual pesquisa que a pós a ênfase excêntrica desencadeou um aumento da força.

Como a presente pesquisa utilizou como metodologia a intervenção de uma única série até a falha com ênfase excêntrica lenta, não sendo capaz de ter dano muscular indireto, ou seja, diminuição da força. Todavia, há tendência de ter ocorrido uma potencialização pós ativação (PPA) que é definida como uma melhora acentuada no desempenho muscular pós o máximo de esforço (BOULLOSA et al., 2018). A PPA refere-se ao aumento na produção de força e potência após uma atividade contrátil anterior realizada geralmente com exercícios intensos contra-resistência (IDE, 2010). Um dos fatores que podem contribuir para o surgimento da potencialização seria a fosforilação da cabeça da miosina de cadeia regulatória leve, sendo as fibras tipo II as que têm melhores características para surgimento deste efeito (BATISTA et al., 2003). Com a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, há uma alteração e conformação das pontes cruzadas e

aproximam-se as cabeças globulares próxima dos filamentos finos de actina (BATISTA et al., 2010). Para o desencadeamento da potencialização se faz necessário realizar uma atividade prévia com intensidade próxima da máxima e de curta duração. (TILLIN; BISHOP, 2009). O achado que a força isométrica pós foi maior que a pré pode ser dá devido a intervenção excêntrica que serviu de potencializador dos resultados da força.

Muito se diz que a potencialização só ocorre com intensidades altas, no qual permitem de 1 a 5 repetições máximas, porém o presente estudo evidenciou a potencialização com uma intensidade de 60% do 1RM realizando 15 repetições. Em concordância com este estudo Baker (2003) mostrou que a potencialização do desempenho em membros superiores pode ser induzida com exercícios de intensidade mais baixa, isto é, 65% de 1RM.

Em relação a dor muscular de início tardio a atual pesquisa teve uma média 24 horas após ($4,8 \pm 3,42$) e a DMIT 48 horas $2,8 \pm 2,25$, mostrando que em 48 horas após a intervenção aguda excêntrica o DMIT já teve o valor mais baixo, tendo diferença significativa quando comparado 24 e 48 após. Descordando desse achado o estudo Brusco (2015) obteve valor 48 horas maior que o valor dado em 24 horas. Já o estudo de Chen et al., (2011) em concordância com esse estudo verificou que houve um pico de dor 24h pós.

As limitações do estudo, se dá devido à falta de comparação com a velocidade rápida, a falta de exames bioquímicos como a CK para verificar de forma direta o dano muscular, a não limitação da pratica de treinamento resistido prévio aos testes, além disso um outro limitante foi a não realização da circunferência da perna.

8. CONCLUSÃO

Com os resultados da presente pesquisa, foi possível observar que a ênfase excêntrica lenta de forma aguda altera os marcadores de desempenho de respostas neuromusculares, sendo capaz de potencializar a força muscular. No entanto, a maioria dos estudos publicados até o momento teve como foco em adaptações crônicas enquanto apenas alguns analisaram os benefícios agudos da potencialização pós ativação no protocolo excêntrico. A DMIT juntamente com o valor da espessura muscular faz direcionar para uma possível recuperação após 48 horas da intervenção. Essas informações podem ser importantes para o desenvolvimento de estratégias para otimização

da força antes de uma sessão de treinamento ou competição. Vale ressaltar a importância de mais estudos na área, com diferentes populações, exercícios, tempos sob tensão total, tempo sob tensão por repetição, carga de trabalho e os diferentes musculaturas envolvidas, buscando identificar se há padrões nessas respostas em diferentes metodologias adotadas.

9. REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. **Progression models in resistance training for healthy adults**. Med Sci Sports Exerc 2009; 41(3): 687-708

ALVES, R. C. *et al.* **Comparação do gasto energético em diferentes métodos do treinamento de força**. Conscientiae Saúde, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 293-301, 28 set. 2018. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/conssaude.v17n3.8288>.

BAECHLE, T. R; EARLE R.W, WATHEN. D. **Resistance training. National Strength & Conditioning Association**. In: Baechle T.R, Earle R.W, editors. Essentials of strength training and conditioning. 3. ed. Champaign: Human Kinetics; 2008, p. 382-412

BAKER, D. **Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training**. Journal Strength Conditioning Research, Champaign, v. 17, no. 3, p. 493-497, 2003.

BARBOSA, D. A. *et al.* **Resposta aguda de variáveis clínicas e funcionais em exercício máximo de contração concêntrica versus excêntrica**. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, [s.l.], v. 37, n. 1, p.87-95, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2015.01.001>

BARONI, B. M. **Adaptações Neuromusculares de Extensores de Joelho ao Treinamento Excêntrico em Dinamômetro Isocinético**. 2012. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Física, Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. **Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas.** R. Bras. Ci e Mov. 2005; 13(2): 111-122.

BATISTA, M. A. B. et al. **POTENCIALIZAÇÃO: A INFLUENCIA DA CONTRAÇÃO MUSCULAR PRÉVIA NO DESEMPENHO DA FORÇA RÁPIDA.** Revista Brasileira Ciência E Movimento, São Paulo, v. 11, n. 2, p.07-12, - jun. 2003.

BATISTA, M. A.B. **Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência.** R. da Educação Física/UEM. v.21, n.1, p.161-174, 2010.

BEATO, M; STIFF A; CORALATELLA, G. **Effects of Postactivation Potentiation After an Eccentric Overload Bout on Countermovement Jump and Lower-Limb Muscle Strength.** J Strength Cond Res. 2021 Jul 1;35(7):1825-1832. doi: 10.1519/JSC.0000000000003005. PMID: 30615009.

BOULLOSA, D. *et al.* Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: a review. **European Journal Of Sport Science**, [S.L.], v. 18, n. 5, p. 595-610, 1 mar. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>.

BUCKNER, S. L. et al. **Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise.** European Journal Of Applied Physiology, [S.L.], v. 117, n. 1, p. 213-224, 24 dez. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3521-9>.

BRUSCO, C. M. **Efeito do treinamento de flexibilidade sobre o dano muscular induzido por exercício excêntrico.** 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BROCKETT, C. L.; MORGAN, D. L.; PROSKE, U. **Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length.** *Medicine And Science In Sports And Exercise*, [S.L.], p. 783-790, maio 2001. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200105000-00017>.

BROWN, L.E; WEIR, J. P. **Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power.** *Journal of Exercise Physiology online*, [S.L], v. 4, n. 3, p. 1-21, ago. 2011

CAMPOS, Y. A et al. **Efeito da pré-exaustão do tríceps braquial na atividade eletromiográfica das porções esternal e clavicular do peitoral maior e deltóide anterior durante o supino inclinado.** *Motricidade*, [S.I], v. 14, n. S1, p. 192-202. 2018.

CAMPOS, Y. D. A et al. **Does emphasis on speeds of execution modify the markers of muscle damage and neuromuscular parameters?** *Motricidade*, [s. l], v. 13, n. 1, p. 12-20, may, 2017.

CHEN, T. C. et al. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. **European Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 111, n. 2, p. 211-223 (2011). Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1648-7>.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. **American Journal Of Physical Medicine & Rehabilitation**, [S.L.], v. 81, n. , p. 52-69, nov. 2002. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>.

COSENZA, C. E. **Musculação Métodos e Sistemas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2001. 89 p.

COSTA, O. R. **A ÊNFASE EM DIFERENTES AÇÕES MUSCULARES MODIFICA OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES?** 2019. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

DOUGLAS, J. *et al.* **Chronic Adaptations to Eccentric Training: a systematic review.** Sports Medicine, [S.L.], v. 47, n. 5, p. 917-941, 19 set. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4>.

ELLWANGER, R. B; BRENTANO, M. A; KRUEL, L. F. M. **Efeito da utilização de diferentes velocidades do treino de força em marcadores indiretos de lesão muscular.** Rev. Bras. Educ. Fís. Esp, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 259-270, out/dez. 2007.

FANG, Y. *et al.* **Greater movement-related cortical potential during human eccentric versus concentric muscle contractions.** Journal of Neurophysiology, [S.I.], v.86, p.1764-1772, Oct. 2001.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P.D. **The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy.** European Journal of Applied Physiology, Berlin, v.89, p.578-86, 2003.

FERNANDEZ-GONZALO, R. *et al.* **Effects of a 4-week eccentric training program on the repeated bout effect in young active women.** J Sports Sci Med 10: 692-699. 2011.

FIORILLI, G. *et al.* **Isoinertial Eccentric-Overload Training in Young Soccer Players: Effects on Strength, Sprint, Change of Direction, Agility and Soccer Shooting Precision.** J Sports Sci Med. 2020 Feb 24;19(1):213-223. PMID: 32132845; PMCID: PMC7039027.

FLECK, S. J; KRAEMER, W. J. **Princípios Básicos do Treinamento Resistido e Prescrição de Exercícios.** In: FLECK, Steven J; KRAEMER, William J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 4. ed. Editora: Artmed, 2017. p. 1-472.

FUKUTANI, A; LEONARDO, T; HERZOG, W. **Does stretching velocity affect residual force enhancement?** Journal Of Biomechanics, [S.L.], v. 89, p. 143-147, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.04.033>.

GARCIA, P. *et al.* **Comparison between the multiple-set plus 2 weeks of tri-set and traditional multiple-set method on strength and body composition in trained women: a pilot**

study. Clinical Physiology And Functional Imaging, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 47-52, 12 set. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cpf.12192>.

GENTIL, P. et al. **Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance.** Journal of Strength Conditioning Research, v. 21, n.4, p.1082-1086, 2007.

GLANER, M. F. **Nível de atividade física e aptidão física relacionada à saúde em rapazes rurais e urbanos.** Rev. paul. Educ. Fís. São Paulo, 16(1): 76-85, jan./jun. 2002.

GUEDES, D. P. et al. **Aptidão física relacionada à saúde de escolares: programa fitnessgram.** Rev. Bras. Med. Esporte. Vol. 18, Nº 2 – Mar/Abr, 2012

GUEDES, D. P; GUEDES, J. E. P. **Atividade Física, Aptidão Física e Saúde.** Revista Brasileira Atividade Física e Saúde, Londrina, v. 1, n. 1, p. 18-35, 1995.

GUILHEM, G; CORNU, C; GUÉVEL, A. **Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise.** Annals Of Physical And Rehabilitation Medicine, [S.L.], v. 53, n. 5, p. 319-341, jun. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2010.04.003>.

HATFIELD, D. L. et al. **The Impact of Velocity of Movement on Performance Factors in Resistance Exercise.** The Journal Of Strength And Conditioning Research, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 760-766, 2006. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/r-155552.1>.

HEDAYATPOUR, N; FALLA, D. **Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: mechanisms and considerations for training.** Biomed Research International, [S.L.], v. 2015, p. 1-7, 2015. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/193741>.

HERZOG, W. et al. **Residual Force Enhancement Following Eccentric Contractions: A New Mechanism Involving Titin.** Physiology (Bethesda). 2016 Jul;31(4):300-12. doi: 10.1152/physiol.00049.2014. PMID: 27252165.

HERZOG, W. **Why are muscles strong, and why do they require little energy in eccentric action?** *Journal Of Sport And Health Science*, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 255-264, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2018.05.00>

HILL, E. C. *et al.* High- vs. Low-Intensity Fatiguing Eccentric Exercise on Muscle Thickness, Strength, and Blood Flow. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 33-40, jan. 2021. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002632>.

HOEGER, W.W.L; HOPKINS, D.R; BARRETTE S. L; HALE, D.F. **Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females.** *Journal of Applied Sport Science Research* 1990; 4(2): 47-54.

HOLLANDER, D. B *et al.* **Load Rather Than Contraction Type Influences Rate of Perceived Exertion and Pain.** *Journal Of Strength And Conditioning Research*, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 1184-1193, jul. 2008. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816a8bc2>.

IDE, B. N. **ADAPTAÇÕES MUSCULARES AO TREINAMENTO DE FORÇA COM SOBRECARGAS EXCÊNTRICAS.** 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

KELLY, S. B. *et al.* **Comparison of Concentric and Eccentric Bench Press Repetitions to Failure.** *Journal Of Strength And Conditioning Research*, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 1027-1032, abr. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000713>.

KENNEY, W. L; WILMORE, J. H; COSTILL, D. L. **Adaptações do Treinamento de Força: controle neural dos ganhos de força.** In: KENNEY, W. Larry; WILMORE, Jack H; COSTILL, David L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 5. ed. [S.I.]: Manole, 2013. p. 1-644.

KRAEMER, W.J; RATAMESS N. A. **Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription.** Med Sci Sports Exerc 2004, 36(4):674-688

LACERDA, L. T. et al. **Variations in Repetition Duration and Repetition Numbers Influence Muscular Activation and Blood Lactate Response in Protocols Equalized by Time Under Tension.** Journal Of Strength And Conditioning Research, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 251-258, jan. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001044>.

LIEBER, R. L; FRIDÉN, J. Mechanisms of muscle injury after eccentric contraction. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 253-265, out. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1440-2440\(99\)80177-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1440-2440(99)80177-7).

MARCONI, M. D. A; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas da Pesquisa.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MANG, Z. A. et al. **Aerobic Adaptations to Resistance Training: the role of time under tension.** International Journal Of Sports Medicine, [S.L.], p. 1-11, 27 jan. 2022. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/a-1664-8701>.

MENDES, R. J. D. O. **MÉTODO DE TREINAMENTO PRÉ-EXAUSTÃO E A RESPOSTA DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA.** 2012. 38 f. Monografia (Especialização) - Curso de Educação Física, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Ufmg, Belo Horizonte, 2012.

NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física.** 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, cap.1, p.3-24.

NOSAKA, K.; NEWTON, M. **Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading.** Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v. 16, no. 2, p. 202-208, 2002.

PADDON-JONES, D.; ABERNETHY, P.J. **Acute adaptation to low volume eccentric exercise.** *Medicine and Science in Sports & Exercise*, Madison, v.33, p.1213-9, 2001.

PEREIRA, M. I. R; GOMES, P. S. C. **Movement Velocity in Resistance Training.** *Sports Medicine*, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 427-438, 2003. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333060-00004>.

PEREIRA, Paulo Eduardo *et al.* **Resistance training with slow speed of movement is better for hypertrophy and muscle strength gains than fast speed of movement.** *International Journal Of Applied Exercise Physiology*, [S.I.], v. 5, n. 2, p. 37-43, jul. 2016.

PONTES, L. S. B; FERRARESSO, R. L. P. 15ª EDIÇÃO DO CONIC-SEMESP – CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2015, Ribeirão Preto. **EFEITOS MORFOLÓGICOS FRENTE A DIVERSOS MÉTODOS DE TREINAMENTO DE FORÇA.** Jaguariúna, 2015. 12 p.

PRICE, D. D. et al. **The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain.** *Pain*, v. 17, n. 1, p. 45–56, set. 1983.

RASO, V; MATSUDO, S; MATSUDO, V. Determinação da sobrecarga de trabalho em exercícios de musculação através da percepção subjetiva de esforço de mulheres idosas – estudo piloto. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 27-33, jan. 2000.

REEVES, N. D; MAGANARIS, C. N; NARICI, M. V. **Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size.** *European Journal Of Applied Physiology*. [S.I] p. 116-118. nov. 2004.

ROING, M. *et al.*, **The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis.** *British Journal Of Sports Medicine*, [S.L.], v. 43, n. 8, p. 556-568, 3 nov. 2008. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2008.051417>.

ROSCHEL, H. et al. 2011. **Effect of eccentric exercise velocity on Akt/mTOR/ p70s6k signaling in human skeletal muscle.** Applied Physiology, Nutrition and Metabolism 36:283-290

SANTOS, G. D. O et al. **EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL: revisão** / effects of resistant training on body composition: Review. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v.7 , n. 1,p. 8826-8836,2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-598>.

SANTOS, W. M. et al. **Does different repetition duration modify the post-activation performance enhancement effects?** Trends In Sport Sciences, [S.L.], v. 4, n. 28, p. 273-280, dez. 2021. Poznan University of Physical Education. <http://dx.doi.org/10.23829/TSS.2021.28.4-4>.

SCHOENFELD, B. J. et al. **Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis.** J Strength Cond Res. 2017 Sep;31(9):2599-2608. doi: 10.1519/JSC.0000000000001983. PMID: 28486337.

SHEPSTONE, T. N et al. 2005. **Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men.** Journal of Applied Physiology 98:1768-1776.

SILVA, G. D. S. **Efeito da sessão repetida de exercício excêntrico na expressão de genes pró e anti-inflamatórios no músculo esquelético.** 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVA, G. P. D; SILVA, S. F. da. **TREINAMENTO DA PRÉ EXAUSTÃO: UMA EVIDÊNCIA BASEADA NA LITERATURA.** Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v. 12, n. 72, p. 78-88, jan/fev. 2018.

SILVA, G. P. *et al.* **Neuromuscular and metabolic responses of the pre-exhaustion method in highly-trained individuals.** Journal Of Human Sport And Exercise, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-10,

2019. Universidad de Alicante Servicio de Publicaciones.
<http://dx.doi.org/10.14198/jhse.2019.141.09>.

SILVA, R. B. D. **Respostas Musculares à realização de ações excêntricas em diferentes velocidades e sua influência no efeito da carga repetida.** 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, R. L. *et al.* **Efeito da velocidade de contração na fase excêntrica sobre a percepção subjetiva de esforço.** Journal Of Physical Education, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 1-9, 15 set. 2020. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/jphyseduc.v31i1.3172>.

SOUZA, G. C. *et al.* **INFLUÊNCIA DO CICLO MENSTRUAL NA FORÇA E NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO QUADRÍCEPS EM MULHERES FISICAMENTE ATIVAS.** Pensar A Prática, Goiânia, v. 18, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2015.

SOUZA, H. L. R. *de et al.* **Influence of Different Speeds of Muscle Actions in the Maximum Dynamic Strength, in the Maximum Volume of Repetitions, and Rated Perceived Exertion.** Journal Of Exercise Physiologyonline, [S.I.], v. 19, n. 1, p. 57-65, fev. 2016.

SORDI, J. O. D. **Desenvolvimento de Projeto de Pesquisa.** São Paulo: Saraiva, 2017.

TIBANA, R. A. *et al.* **Pré-exaustão muscular induzid.** Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, [S.I.], v. 12, n. 4, p. 248-253, jul. 2013.

TILLIN, N. A.; BISHOP, D. **Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities.** Sports Med. v.39, n.2, p.147-166, 2009

TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D.; BEHM, D. **The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses.** European Journal of Applied Physiology, Berlin, v.98, p.402-10, 2006.

TRICOLI, V. **Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia.** Rev Bras Cien Mov 2001; 9:39-44.

TRICOLI, V. **Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular.** Revista da Biologia, [S.I.], p. 38-42, 2014.

UGHINI, C. C. **Influência de uma e três séries do exercício supino nos marcadores indiretos de dano muscular.** Monografia, Porto Alegre, 2011

WALTON, J. M; ROBERTSON, N; WHITEHOUSE, G. H. **Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging.** British Journal Of Sports Medicine. Londres, p. 59-64. Marc. 1997.

WARREN, G.L.; LOWE, D.A.; ARMSTRONG, R.B. **Measurement tools used in the study of eccentric contraction induced injury.** Sports Medicine, Auckland, v.27, n.1, p.43-59, 1999.

WILK, M. *et al.* Physiological responses to different neuromuscular movement task during eccentric bench press. **Neuroendocrinology Letters**, República Checa, v. 39, p. 2-8, jan. 2018.

WILK, M. *et al.* Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume? **Journal Of Human Kinetics**, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 241-250, 6 jun. 2018. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/hukin-2018-0034>.

WILK, M; ZAJAC, A; TUFANO, J. J. **The Influence of Movement Tempo During Resistance Training on Muscular Strength and Hypertrophy Responses: a review.** Sports Medicine, [S.L.], v. 51, n. 8, p. 1629-1650, 27 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-021-01465-2>.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

I - TÍTULO DO TRABALHO EXPERIMENTAL: A ação muscular lenta excêntrica afeta os marcadores de desempenho neuromusculares?

Pesquisador responsável: Amanda Siqueira de Castro

Instituição/Departamento: Departamento de Educação Física

Local da coleta de dados: Laboratório de Estudos do Movimento Humano-LEMOH

Prezado(a) Senhor(a): Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar em participar desta pesquisa, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas antes que você se decida a participar. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito, não acarretando qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

II – OBJETIVOS: Verificar o efeito da AEL no desempenho de marcadores neuromusculares.

III – JUSTIFICATIVA: Esse estudo justifica-se em verificar se a ênfase na AEL afeta as respostas neuromusculares, ajudando o profissional de educação física a tomar decisões corretas na prescrição do treinamento, podendo ser mais uma opção fundamentada para utilização na prática.

IV- PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO: Durante a realização da pesquisa, será feito o teste de 1RM (Uma Repetição Máxima), avaliações de força muscular (CVIM) e espessura muscular.

V - RISCOS ESPERADOS: O teste de 1RM e o exercício com ênfase excêntrica no aparelho Leg press 45°, poderá causar dores musculares tardias, o que não é um risco para esse tipo de amostra.

VI – BENEFÍCIOS: Conhecimento sobre valores de força e espessura muscular.

VII - RETIRADA DO CONSENTIMENTO: O próprio sujeito tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao atendimento a que está sendo ou será submetido.

VIII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA: A pesquisa pode ser suspensa caso apresente irregularidades nos procedimentos e nos critérios apresentados acima.

Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Amanda Siqueira de Castro, pesquisadora responsável pelo estudo. Telefone: (35) 99701-6351, e-mail: amanda.castro1@estudante.ufla.br

IX– CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO:

Eu _____, certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

Lavras, ____ de _____ de 20__.

NOME (Legível) _____ RG _____

ASSINATURA _____

ATENÇÃO: A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço –Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037.