
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS

GABRIEL DE PAULA LIRA

**ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES
TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA**

Dissertação apresentado ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de mestre pelo programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Rio Claro
2018

Gabriel de Paula Lira

**ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES TIPOS DE
LEVANTAMENTO TERRA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Adalgiso C Cardozo

Rio Claro – SP

2018

796.077 Lira, Gabriel de Paula

L768a Análise da atividade muscular em diferentes tipos de levantamento terra / Gabriel de Paula Lira. - Rio Claro, 2018
62 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Levantamento terra.
3. Eletromiografia. 4. Fadiga. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA

AUTOR: GABRIEL DE PAULA LIRA

ORIENTADOR: ADALGISO COSCRATO CARDOZO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ADALGISO COSCRATO CARDOZO
Departamento de Educação Física / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. PAULO ROBERTO VIANA GENTIL
Faculdade de Educação Física / UFG- UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - GO


Prof. Dr. MAURO GONÇALVES
Departamento de Educação Física / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 27 de fevereiro de 2018

Dedico esse trabalho a minha família, Evilasio Augusto Lira, Margareth Brito de Paula Manssur, Helena de Paula Lira e Eduardo Augusto Schuck Lira, sem o apoio deles nada seria possível, a família sempre será a base para todos conquistas, sempre estarão ao meu lado para o que der e vier.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo, que desde 2012 acreditou e aceitou ser meu orientador em minha primeira iniciação científica, que se estendeu a uma segunda e após ao TCC, o que finalmente gerou este excelente trabalho, o mestrado. Me ensinou muitas coisas importantes, como dar aulas na graduação (estágio docência), e todas as fases que envolvem uma excelente pesquisa acadêmica, independentemente do nível dela, seja Iniciação ou Mestrado, sempre com conversas produtivas e o mais importante, de igual para igual, sem a necessidade de se sobrepor. Muito obrigado “Adal”, por todas essas oportunidades, com toda certeza, são parte do meu crescimento e farão toda diferença em minha atuação.

Aos meus amigos que durante esses 7 anos que estive na UNESP – RC, participaram da minha vida, cada um do seu jeito, seja nos grupos de trabalhos, em festas, reuniões em Repúblicas/Kits, etc. Em especial a minha segunda e eterna família Rep. Santa Pirikita, que tive o privilégio de morar durante os 7 anos que estive em Rio Claro, sem vocês nada teria sido tão “louco” “top” como tenho a certeza de que foi, em homenagem a essa irmandade: “Quem Dividi, Multiplica!”

Aos companheiros de laboratório, Giovana e Renata, que sempre quando tive dúvidas e recorria a elas, nunca negaram ajudar. A Fernanda e Antônio, que no meu início no laboratório, me ajudaram nos primeiros passos.

Ao Prof. Dr. Mauro Gonçalves, pela oportunidade de participar de seu laboratório, onde tive um enorme aprendizado em uma das mais belas e importantes áreas da Educação Física e ao Prof. Dr. Paulo Gentil, por aceitar participar da banca examinadora e contribuir grandiosamente em nosso trabalho.

Me criticam por ser diferente, mas rio deles por serem todos iguais, e loucos como eu vivem pouco, mas vivem como querem pois não me importa se não houver o amanhã, me deram a vida e não a eternidade...

(Bob Marley)

Nunca me esquecerei de que a normalidade é uma ilusão imbecil e estéril.

(Sérgio Antunes de Freitas)

Veni, vidi, vici. ["Vim, vi e venci"]

(Júlio César)

RESUMO

Diante do grande crescimento de praticantes de atividades físicas resistidas o American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que o treinamento resistido faça parte de um programa de aptidão física para adultos, e o levantamento terra tem sido amplamente utilizado em diversos programas, sendo ele um exercício multiarticular, que também pode ser usado em treinos de cargas submáximas e cargas máximas, em uma variedade de configurações, que necessita de maiores pesquisas e informações para ter um melhor aproveitamento nesta gama de utilidades. Portanto, esse projeto teve como objetivo analisar parâmetros biomecânicos relacionados aos músculos de indivíduos que realizaram três estilos de levantamento terra (Convencional, Sumô, Hexagonal). Nesse estudo participaram 24 voluntários, sendo 14 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idade entre 18 e 35 anos, sendo que os 24 executaram todos os três tipos de levantamento terra. Como critério de inclusão, os voluntários tinham que ter pelo menos 2 anos de experiência em exercícios resistidos. Os voluntários realizaram avaliações para uma coleta de dados eletromiográficos, onde foram analisados seis músculos diferentes, sendo eles o músculo Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior, Bíceps Femoral, Vasto Medial, Multífido Lombar e Reto Abdominal, com e sem a inclusão da fadiga. Para avaliarmos essa fadiga, os candidatos realizaram 12 repetições máximas (12 R.M), sendo assim iremos comparar os valores da média das três primeiras repetições com o valor da média das últimas três repetições. Após a verificação da normalidade e homogeneidade dos dados foi selecionada a análise estatística adequada para a comparação e correlação das variáveis, sendo adotado nível de significância de $\alpha < 0,05$. Como resultados temos para os homens, sem a fadiga, que o estilo Hexagonal ativou mais VM do que o Convencional, e o estilo Sumô ativou mais o BF do que o Hexagonal, já com fadiga, o BF e o ML aumentaram sua ativação nos três estilos. Para as mulheres sem a fadiga, o estilo Sumô teve maior ativação do TA em relação ao Convencional, já com a inclusão da fadiga, o TA se mostra menos ativo nos três estilos e o RA e ML acabaram aumentando sua ativação em todos os estilos. Na Co-Contração sem fadiga, os homens tiveram uma maior ativação de TA/GM e VM/BF no estilo sumo em relação ao Hexagonal, quando com fadiga, as mesmas relações, aumentaram sua ativação para os três estilos e RA/ML aumentou para os estilos Convencional e Hexagonal apenas. Já para as mulheres, quando sem fadiga, a relação TA/GM no estilo Sumô teve maior ativação em relação ao Hexagonal, e quando com fadiga, a mesma relação, teve aumento em sua ativação nos estilos Sumô e Hexagonal. Em vista das várias diferenças encontradas entre as variáveis propostas neste estudo, podemos verificar a efetividade na utilização destes como estratégia na implementação em programas de treinamento e de reabilitação física.

Palavras-chave: Levantamento Terra, Eletromiografia, Fadiga

ABSTRACT

Faced with the great growth of practicing resisted physical activity, the American College of Sports Medicine (ACSM) recommends that resistance training be part of a physical fitness program for adults, and the deadlift has been widely used in other programs, being a multi-joint exercise, which can also be used in training of body, submaximal and maximum loads, in a variety of requirements, which requires more research and information for a better use in this range of utilities. Therefore, this project aimed to analyze biomechanical parameters related to the muscles of individuals who performed three styles of ground survey (Conventional, Sumo, Hexagonal). In this study 24 volunteers participated, being 14 males and 10 females, aged between 18 and 35 years, all 24 of them performing all three types of soil survey. As an inclusion criterion, volunteers had to have at least 2 years of experience in resistance exercises. The volunteers performed evaluations for an electromyographic data collection, in which six different muscles were analyzed: the Medial Gastrocnemius muscle, Anterior Tibial muscle, Femoral Biceps, Vasto Medial, Lumbar Multifido and Abdominal Straight, with and without the inclusion of fatigue. To evaluate this fatigue, the candidates performed 12 maximal repetitions (12 R.M), so we will compare the values of the average of the first three repetitions with the value of the average of the last three repetitions. After checking the normality and homogeneity of the data, we selected the appropriate statistical analysis for the comparison and correlation of the variables, being adopted a level of significance of $\alpha < 0.05$. As results we have for men, without the fatigue, that the Hexagonal style activated more VM than the Conventional one, and the Sumo style activated more the BF than the Hexagonal, already with fatigue, the BF and ML increased their activation in the three styles. For women without fatigue, the Sumo style had greater activation of the TA than the Conventional one, since with the inclusion of fatigue, the TA was less active in all three styles and the RA and ML increased their activation in all styles. In the Co-Contraction without fatigue, the men had a greater activation of TA / GM and VM / BF in sumo style in relation to the Hexagonal, when with fatigue, the same relations, increased their activation for the three styles and RA / ML increased for Conventional and Hexagonal styles only. For women, when without fatigue, the TA / GM relationship in the Sumo style had greater activation in relation to Hexagonal, and when with fatigue, the same relation, there was an increase in its activation in Sumo and Hexagonal styles. In view of the various differences found between the variables proposed in this study, we can verify the effectiveness in the use of these as strategy in the implementation in training programs and physical rehabilitation.

Keywords: Deadlift, Electromyography, Fatigue

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barra Reta.....	29
Figura 2 - Barra Hexagonal (A: vista superior; B: vista lateral)	29
Figura 3 – Anilhas utilizadas no estudo	30
Figura 4 - Levantamento Terra Convencional (A = vista frontal / B = vista lateral)	31
Figura 5 - Levantamento Terra Sumô (A = vista frontal / B = vista lateral)	32
Figura 6 - Levantamento Terra Hexagonal (A = vista frontal / B = vista lateral)	32
Figura 7 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Tibial Anterior (TA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	35
Figura 8 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Gastrocnêmio Medial (GM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	36
Figura 9 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Vasto Medial (VM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	37
Figura 10 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Bíceps Femoral (BF), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	37
Figura 11 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Reto Abdominal (RA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	38
Figura 12 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Multifido Lombar (ML), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	39
Figura 13 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Tibial Anterior/Gastrocnêmio Medial (TA/GM) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher)	39
Figura 14 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Vasto Medial/Bíceps Femoral (VM/BF) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher). ..	40

Figura 15 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Reto Abdominal/Multífido Lombar (RAb/ML) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher)41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados antropométricos dos participantes.	34
Tabela 2 - Cargas utilizada em 12 RM em cada estilo de levantamento	34

LISTA DE SIGLAS

ACSM	American College of Sports Medicine
R.M	Repetições Máximas
AAU	União Atlético Amadora
EMG	Eletromiografia
CVM	Contração Voluntária Máxima
RMS	Root Mean Square
TA	Tibial Anterior
GM	Gastrocnêmio Medial
VM	Vasto Medial
BF	Bíceps Femoral
ML	Multífido Lombar
RAb	Reto Abdominal
CM	Centrímetros
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
KG	Quilogramas
IMC	Índice de Massa Corporal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
21	Levantamento Terra.....	15
22	Eletromiografia no Levantamento Terra.....	16
3	JUSTIFICATIVA	26
4	OBJETIVOS	27
4.1	Objetivo Geral.....	27
4.2	Objetivos Específicos.....	27
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1	Amostra	28
5.2	Equipamentos.....	28
5.2.1	Eletromiografia	28
5.2.2	Barras e anilhas.....	29
5.3	Sistemática para coleta de dados	30
5.4	Análise de dados	33
5.5	Análise estatística	33
6	RESULTADOS.....	34
7	DISCUSSÃO	42
8	CONCLUSÃO	46
9	LIMITAÇÕES PARA O ESTUDO	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	Apêndices.....	55
	Anexos	59

1 INTRODUÇÃO

Um crescimento demasiado a procura pelo treinamento resistido fez com que se buscasse um maior conhecimento sobre as técnicas aplicáveis nos variáveis tipos de exercícios. O American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que o treinamento de resistência faça parte de um programa de aptidão física para adultos (ACSM, 1998).

Com recomendações de pelo menos uma série de oito a 10 exercícios para os principais grupamentos musculares, com frequência de duas a três vezes por semana, possuindo uma quantidade de oito a 12 repetições, isso para os adultos (ACSM, 1998). Em publicações recentes (ACSM, 2002), o ACSM mostrou melhores detalhes e informações sobre o treinamento resistido e suas variáveis, porém ainda tendo informações incompletas e/ou contraditórias.

O levantamento terra teve seu início na América do Norte, quando era utilizado nos programas de treinamento de atletas de futebol americano (PULLO, 1992; FLECK e KREMER, 1999), na época era conhecido com um dos três levantamentos básicos (Agachamento, Supino e Levantamento Terra), que nos últimos 30 anos ganharam muita popularidade e assim além de serem utilizados nas competições passaram a ser muito utilizados em salas de academias (musculação).

O levantamento terra é um exercício multiarticular amplamente utilizado em treinamentos resistidos, com cargas submáximas e cargas máximas, em uma variedade de configurações como por exemplo o estilo convencional, estilo sumô, barra hexagonal e também com a utilização de halteres, que necessita de maiores pesquisas e informações para ter um melhor aproveitamento nesta gama de variações, para seus devidos objetivos.

O exercício exige que o levantador segure uma barra no nível do solo em uma posição de agachamento e eleve a carga por meio da extensão dos tornozelos, joelho, quadril (SWINTON et al 2011).

Para entender a complexidade deste movimento, é necessária uma observação e análise de todas suas dificuldades, a qual começa com uma avaliação do padrão de movimento específico sendo, esse padrão, nada mais do que uma série de movimentos anatômicos com elementos em comum. Sendo o levantamento terra, considerado um movimento de elevação e puxada (DELONG, 2005).

As principais musculaturas que estão ativas no levantamento terra são os músculos quadríceps (vasto medial), isquiotibiais (bíceps femoral), gastrocnêmio medial, tibial anterior e multífido lombar. Tais músculos ativam para que haja uma flexão e extensão correta das articulações envolvidas (tornozelo, joelho e quadril), evitando possíveis lesões e trazendo um ganho maior de performance.

Estudo como do (ESCAMILLA et al 2002), traz apenas informações da eletromiografia de 2 estilos de levantamento terra (Convencional e Sumô), já o estudo de (CAMARA et al 2016) traz de outros dois estilos (Convencional e Hexagonal), mas nenhum compara os 3 estilos no mesmo estudo, com a mesma sistemática de coleta, o que gera uma defasagem em informações para a utilização prática destas técnicas de levantamento terra. Também não inserem a fadiga em seus testes, sendo que no meio do treinamento resistido, técnicas de fadiga são muito utilizadas, o que torna de suma importância ser pesquisada para maior conhecimento, além da questão de utilizar os gêneros (homem e mulher), já que atualmente os dois praticam treinamentos resistidos e é interessante termos informações específicas sobre cada individualidade.

Sabendo destas defasagens, torna-se mais seguro sabermos melhor como cada estilo tem sua ação, pois sabendo quais músculos estão mais ativos na opção escolhida, você pode evitar o esforço desnecessário em regiões que já tenha lesionado ou que esteja sentindo algum desconforto. Também entra a situação de eficiência, que no caso de atletas isso se torna de grande importância, sabendo que cada pessoa tem suas individualidades, muitas vezes as mesmas possuem maior desempenho em certos grupamentos musculares, sabendo qual estilo ativa mais esses grupamentos, torna-se possível utilizar o melhor estilo para uma maior performance.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Levantamento Terra

Como um exemplo de esporte no qual a capacidade primordial, é a força muscular, temos o powerlifting, que também é chamado de Levantamento Básico (COUTINHO, 2011). O Powerlifting consiste na execução de três exercícios puramente de força, no qual a sequência é: o supino, o agachamento e o levantamento terra (GROVES, 2002; CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE LEVANTAMENTOS BÁSICOS, 2011). Esses três levantamentos são reconhecidos pela Federação Internacional de Powerlifting, e ela determina a ordem de realização dos mesmos em competições oficiais, mantendo a sequência: supino, o agachamento e o levantamento terra (GROVES, 2002; CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE LEVANTAMENTOS BÁSICOS, 2011).

Em 1960 a modalidade teve aceitação da União Atlético Amadora (AAU) e o primeiro campeonato oficial de levantamentos básicos dos Estados Unidos (US National Power Lifting Championship) foi realizado em 1965. FLECK e KREMER (1999), afirmam que o rápido crescimento na popularidade desse tipo de desporto pode ser atribuído ao fato de que ele é fácil de ser assimilado e se assemelha aos levantamentos usados nos programas de treinamento de pesos, como é o caso da musculação.

O levantamento terra é um dos exercícios com uma maior complexidade de movimento dentro da musculação e é, também, um exercício básico, que tem a ação de levantar certa carga do solo utilizando-se dos membros inferiores, superiores, tronco e também de músculos estabilizadores para sua conclusão. Assim podendo se dizer que é um exercício que utiliza o corpo por completo (BIRD e BARRINGTON-HIGGS, 2010).

Podem-se obter diferentes variações do mesmo e assim diferentes análises, essas variações podem ser desde a utilização de halteres ou cabos, como também pegadas diferentes em uma mesma barra (levantamento terra convencional vs sumo), além da utilização de uma barra diferente (levantamento terra hexagonal).

Suas principais diferenças são os pés mais afastados e braços na região de dentro das pernas para o estilo sumo e pés mais próximos e braços na região de fora das pernas, assim tendo diferenças na angulação dos pés (ESCAMILLA et al 2000). Como também diferenças nas angulações de articulações como tornozelo,

joelho, quadril e diferença na distância do peso em relação ao centro de gravidade do indivíduo e na distância vertical que o praticante percorre. Dentre estas variações, as mais antigas conhecidas e usadas em campeonatos de powerlifting e weightlifting, é o Levantamento terra convencional e o Levantamento terra sumo.

Quando atletas ou pessoas ativas vão executar o levantamento terra convencional ou sumo, são instruídos a posicionar a barra o mais próximo do corpo possível, para que assim minimize os riscos de lesões (GRAHAM, 2000).

Quando o praticante mantém a barra o mais próximo possível do corpo, isso faz diminuir toda resistência da carga, pois reduz o braço de momento. Utilizando a barra convencional (linear), pode-se reduzir ao máximo o braço de momento até quando a barra encosta no corpo. Para que esta limitação fosse ultrapassada, e assim o braço de momento diminuído, foi criada uma nova barra (não convencional). (SWINTON et al 2011).

Esta barra conhecida como “barra hexagonal” ou “hex bar”, já teve outro nome “barra armadilha”, em consequência de sua forma, pois anteriormente, possuía uma forma trapezoidal, que agora passou a ter uma forma hexagonal. Essa mudança de sua forma, ocorreu para que o levantador tivesse mais espaço dentro da barra e obtivesse uma maior estabilidade enquanto realizasse o movimento.

E como é sabido, neste tipo de exercício, homens e mulheres são praticantes, o que torna interessante e necessário este tipo de estudo ter os dois grupos como participantes.

Temos como exemplo dois estudos (STOCK and THOMPSON, 2014; LOCKIE et al 2017) que envolveram os dois gêneros em seus testes sobre o levantamento terra. Segundo STOCK (2014), existem diferenças significativas entre os dois grupos, como maiores valores médios de amplitude EMG para o grupo dos homens em relação ao grupo das mulheres. Porém pouco foi feito até hoje utilizando os dois sexos e ainda mais comparações entre eles, por tanto se torna de grande importância que façamos este tipo de análises.

2.2 Eletromiografia no Levantamento Terra

Eletromiografia nada mais é que o registro de fenômenos elétricos que podem estar relacionados com a contração muscular (KUMAR and MITAL, 1996). Há cerca de 200 anos Galvani fez descobertas que foram estudadas durante todos

esses anos, Galvani dizia que um músculo quando estimulado eletricamente se contrai, já quando o mesmo é contraído voluntariamente gera corrente elétrica perceptível.

Existem dois tipos de mecanismos que regulam a produção de força muscular: um é o recrutamento de unidades motoras adicionais e o outro é o aumento da taxa de disparo das unidades motoras já ativas (Merletti e Parker, 2004). Sendo dois mecanismos que estão presentes em diferentes proporções e em diferentes músculos (SCHWARTZ, 2010).

A fibra muscular constitui a unidade estrutural da contração e pode ser classificada em três tipos, com base nas propriedades fisiológicas: 1. de contração rápida e fatigável (chamadas fibras tipo IIb), 2. de contração rápida e resistente à fadiga (tipo IIa), 3. de contração lenta (tipo I), sendo as últimas as mais resistentes à fadiga (BURKER, 1981).

Partindo destas definições, a primeira parte do movimento levantamento terra para que haja a fixação da pegada no equipamento, todos os flexores do antebraço estão em ação. Após tal fixação os primeiros músculos realmente ativados são os músculos do quadríceps femoral, como o reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e o vasto medial, pois estamos realizando um exercício em cadeia fechada e esses participarão ativamente da extensão dos joelhos, principalmente entre 90° e 60°, após sua solicitação, começam a ser ativados os músculos posteriores do quadril, como o glúteo máximo, também temos a ativação dos isquiotibiais (bíceps femoral, semitendíneo e semimembranáceo) principalmente entre 60° e 0° (ESCAMILLA et al 2002). Neste momento, os principais riscos de lesão estão na região posterior das coxas, visto que os músculos que sofrerão maior ativação nesse instante são os isquiotibiais (SENDON, 2015). Rupturas, em especial no bíceps femoral são as mais frequentes. É importante salientar que durante a extensão dos joelhos há ação do músculo poplíteo (CASILLO, 2014).

Em um momento de 60° a 0° são ativados músculos que promovem a adução da escápula, como o trapézio, rombóide maior e menor, e o músculo grande dorsal ESCAMILLA et al 2002).

É importante ressaltar que talvez os eretores da espinha sejam os músculos mais importantes do movimento, capazes de gerar a estabilidade do tronco, além da estabilidade a qual promovem na coluna eles são imprescindíveis para a ativação da extensão e posteriormente da hiperextensão da mesma, essa manutenção

promovida por esses músculos é indispensável para a manutenção dos discos intervertebrais, mantendo sua estrutura anatômica, sem riscos de lesões, em especial na região de L4 e L5 (SENDON, 2015).

A região abdominal também é solicitada durante o movimento, como o reto abdominal, o transverso do abdômen e o quadrado lombar, o músculo transverso do abdômen possui uma face tendínea e, possui também fibras transversas longitudinais ao eixo do corpo e, quando contraídas, há uma compressão da face tendínea ao ventre com a região lombar (gerando uma pressão intra-abdominal), o reto abdominal, músculo de trabalho dinâmico é responsável pela movimentação da região lombar ou pela movimentação pélvica, entretanto, no levantamento terra, ele promove uma pressão intra-abdominal severa, a qual é essencial para a manutenção da postura no exercício, assim como o transverso do abdômen, cuja função será comprimir e suportar as vísceras (SENDON, 2015).

Nesta fase do movimento, o músculo tríceps braquial e o músculo ancôneo, são ativados simultaneamente, nesse momento, são solicitados músculos auxiliares como os do bíceps braquial, coracobraquial e mesmo o braquial, lembrando que, apesar do bíceps braquial estar em atividade, ele não está promovendo a flexão do cotovelo é importante salientar que não é infrequente que haja rupturas, em especial na inserção do bíceps durante essa fase do movimento, portanto, a subida sem a sobrecarga nos mesmos é essencial (SENDON, 2015).

2.3 Influência da fadiga e a co-contração

Quando se afirma que um músculo é incapaz de manter uma determinada atividade, esta pode ser utilizada como uma definição para fadiga muscular (EDWARDS, 1981), também é proposto que quando o músculo tem uma deficiência em sustentar um nível particular de desempenho durante um exercício físico, isso pode definir fadiga muscular (DAVIS and BAILEY, 1997).

A fadiga tem duas divisões, a fadiga central e a fadiga periférica, que pode ser explicada através da relação excitação-contração-relaxamento, que se alterada, afeta na produção de força (SANTOS et al 2003).

Os dois tipos existentes de fadiga podem ser definidos como, a periférica, que afeta os músculos, através da deterioração dos processos bioquímicos e

contráteis dos mesmos e a central, onde a parte nervosa da contração muscular é afetada (SANTOS et al 2003).

Aguda, subaguda e crônica são os três modos que podemos classificar a fadiga muscular, dependendo do seu período de aparição (POWERS and HOWLEY, 1990).

Dentre esses três modos, a fadiga aguda pode ocorrer por diversos fatores: hipoglicemia, substâncias tóxicas como o íon de amônia e alterações na captação de aminoácidos para a síntese de neurotransmissores, esses fatores deterioram vários processos responsáveis pela excitação-contração-relaxamento muscular ocasionando uma diminuição da frequência de ativação muscular que pode ocorrer em nível do neurônio ou do motoneurônio e isso caracteriza a fadiga aguda como uma alteração na produção de força esperada ou requerida (TERRADOS and FERNÁNDEZ, 1997).

Existe também a opção que afeta a membrana pós-sináptica, onde a acetilcolina tem uma atuação que acaba diminuindo o neurotransmissor ou gera uma falha na propagação do potencial de ação. (FITTS, 1994).

Portanto, a partir da via nervosa, ocorreria uma mudança na propagação do potencial de ação. A entrada de água e a saída de potássio intracelular podem ser as responsáveis por esta alteração na propagação do potencial de ação (MCARDLE et al 1994).

A intensidade do exercício, sua duração, o grupo muscular que está envolvido na atividade, o tipo de contração utilizada, todas estas são variáveis que alteram o prejuízo no desempenho, que resulta na fadiga muscular (MILLET; LEPERS, 2004).

A fadiga muscular afeta tanto processos motores como processos sensoriais, e isso ocorre através de uma série de efeitos agudos que prejudicam o desempenho (ENOKA, 2000). As variáveis que afetam um sistema fadigado, incluem o nível de motivação, a estratégia neural, a intensidade e duração da atividade muscular, a velocidade de contração, e a continuidade de sustentação de uma contração (SILVA et al, 2007).

Variáveis que são diminuídas/afetadas durante um processo de fadiga, é a força muscular, a taxa de produção de força, a potência e a velocidade de encurtamento (ENOKA, 1992). Estas alterações causam uma deficiência na performance motora, pois afetam a performance muscular (JARIC et. al, 1999).

Segundo KIRKENDALL (2000) e MCARDLE et al (1994) à natureza multifatorial e à complexidade que envolvem a fadiga, tornam difícil o processo de investigar a mesma.

Há um bom tempo vem sendo utilizada muitas variáveis para avaliar e identificar a fadiga, como modelos de exercícios, protocolos e métodos de avaliação (VAELLESTAD, 1997), o que torna difícil comparar todos os resultados dos diferentes estudos existentes.

Um dos vários métodos de análise existente na biomecânica, é a eletromiografia de superfície, que se apresenta como uma metodologia não invasiva de análise da fadiga muscular, sendo utilizada com eficaz tanto para a análise da amplitude como da frequência do sinal eletromiográfico para este fim (CHRISTENSEN, et al 1995; DeVRIES, et al. 1982; VAELLESTAD, 1997; HAGBERG, 1979).

Através da função do tempo, durante contrações sustentadas e com carga constante, verificamos um aumento da amplitude do sinal eletromiográfico e isso é o que determina a fadiga muscular (HAGBERG, 1979; MATON, 1981).

A Co-contração pode ser definida como “a ativação simultânea de músculos agonistas e antagonistas, isso na mesma articulação, que pode ocorrer em muitas atividades, como por exemplo no controle postural, caminhada e corrida (Falconer, 1985; Winter, 1990; Lamontagne et al., 2000; Perez et al., 2007; Nagai, 2011). A Co-contração do antagonista/agonista, muitas vezes acaba sendo indesejável, pois acaba aumentando o custo energético da realização do trabalho muscular (Granata et al., 2004), isto ocorre através de uma ativação de maiores unidades motoras para que a tarefa seja concluída (Brown and McGill, 2008) o que acaba prejudicando o desempenho neuromuscular (Reeves et al., 2008, 2009). A co-contração é uma estratégia de controle motor normal observada em indivíduos saudáveis durante tarefas motoras funcionais, sua presença varia de acordo com as tarefas executadas, seu tempo de execução e o ambiente onde está sendo aplicada (Holmes et al., 2015). Por exemplo, em resposta ao novo ambiente, pode haver um aumento na co-contração para que se tenha uma estabilização da postura e do equilíbrio (Flanders and Cordo, 1987).

A evidência sugere que a co-contração facilita o desenvolvimento rápido do torque (Corcos et al., 1986), e neutraliza os torques do agonista (Van Zuylen, 1988; Corcos et al., 1990). Proporcionando um mecanismo confiável e rápido para

neutralizar as perturbações. Em uma escala de tempo mais longa (minutos, horas ou dias), a co-contracção diminui progressivamente (Busse, 2005; Darainy and Ostry, 2008).

A adaptação motor pode ser vista através de um padrão típico de ativação muscular, primeiramente com um aumento inicial da atividade muscular e co-contracção, seguido posteriormente de uma redução na atividade muscular e co-contracção (Darainy and Ostry, 2008; Thoroughman and Shadmehr, 1999). Este padrão faz com que se reduza a variabilidade do movimento (Osu et al., 2009, Seidler-Dobrin et al., 1998) e aumenta a precisão do desempenho da tarefa (Gribble et al., 2003) com um menor custo energético (Huang and Ahmed, 2013). Já em adultos mais velhos a co-contracção muscular acaba sendo muito mais excessiva (Darling, Cooke and Brown, 1989; Hortobagyi et al., 2009; Schmitz et al., 2009; Seidler-Dobrin et al., 1998), o que diminui normalmente à medida que a adaptação ocorre, acompanhada pela redução do custo metabólico (Huang and Ahmed, 2014). A co-contracção muscular foi testada amplamente para os pares de músculos antagonistas, tanto em saúde como em patologia, uma vez que é uma estratégia de aumentar a precisão do movimento, a estabilidade e uma opção valiosa para a reabilitação (Pizzamiglio et al., 2017).

2.4 Análise dos diferentes levantamentos

O levantamento terra é um exercício muito completo e que pode ser utilizado de várias maneiras, com variações de barras, posições iniciais e finais, sendo assim também é possível analisarmos ele de diferentes formas, com diferentes variáveis, e isso é possível vermos quando procuramos sobre o assunto na literatura.

Autores de quatro estudos diferentes utilizaram variáveis biomecânicas durante o levantamento terra com diferentes estilos e barras (ESCAMILLA, 2002; STOCK and TOMPSON, 2014; NIJEM et al 2016; CAMARA et al 2016).

Nos estudos de NIJEM et al (2016), seu objetivo foi determinar os efeitos que as resistências variáveis trazem para as ativações do músculo glúteo máximo, eretor da espinha, vasto lateral e as forças de reação do solo, e taxa de desenvolvimento de força.

Ele utilizou 13 homens treinados, com pelo menos 6 meses de experiência no levantamento terra. Foram 2 dias de coletas, tendo no mínimo 48hrs entre as

sessões e 120hrs no máximo. No primeiro dia ele realizou o teste de 1R.M, que consistia em realizar um warm-up dinâmico, depois completar 10 repetições a 50% do seu 1RM previsto, 5 repetições a 70%, 3 repetições a 80%, e uma repetição a 90%, em seguida, tiveram 5 chances para descobrir seu 1R.M, com 5 minutos de intervalo entre as tentativas. No segundo dia os indivíduos realizaram 3 repetições com e sem correntes, com uma carga de 85% de sua 1R.M. Para a condição com corrente, o peso da corrente era de aproximadamente 20% de 85% do 1RM.

Como resultado da EMG do glúteo máximo, mostrou diferença na relação de fase excêntrica e concêntrica, para o eretor da espinha tiveram diferenças para relação de fase excêntrica e concêntrica, e para fase inferior e superior do movimento, já para o vasto lateral houve diferença para a fase excêntrica e concêntrica.

Quando falamos da eletromiografia (EMG), podemos citar ESCAMILLA et al, (2002) que, além de utilizar a cinemática para avaliar os ângulos do joelho, analisou 16 diferentes músculos envolvidos no levantamento terra por meio de eletromiografia. Com isso o objetivo deste estudo foi comparar a atividade muscular entre o levantamento terra estilo sumo e convencional, e entre as condições de cinto e sem cinto.

Participaram 13 jogadores de futebol colegial, que realizaram o levantamento terra sumo e convencional, com e sem o cinto de elevação, utilizando uma intensidade de 12 RM. As atividades musculares foram calculadas e comparadas dentro de três intervalos de 30° de ângulo do joelho (90-0 ° durante a subida) e (0 a 90 ° durante a descida).

Seis câmeras de vídeo de alta velocidade sincronizadas, foram estrategicamente posicionadas em torno de cada assunto, e imagens dos marcadores reflexivos foram transmitidos diretamente para um sistema de análise de movimento (Análise de Movimento Corporation, Santa Rosa, CA).

Dados EMG foram quantificados com um canal de 16 unidades de telemetria (Noraxon EUA, Inc., Scottsdale, AZ). A frequência do amplificador variou de 16 a 500 Hz e um par de eletrodos foi colocado sobre os seguintes músculos: 1) reto femoral ; 2) vasto lateral ; 3) vasto medial ; 4) bíceps femoral ; 5) semitendinoso/semimembranoso ; 6) gastrocnêmio lateral; 7) gastrocnêmio medial ; 8) tibial anterior ; 9) adutores do quadril ; 10) glúteo máximo ; 11) paraespinhais L3 ;

12) paraespinhais T12 ; 13) trapézio médio ; 14) trapézio superior ; 15) reto abdominal ; e 16) oblíquos externos

Como resultado ele afirmaram que a atividade geral EMG dos músculos vasto medial, vasto lateral e tibial anterior foram significativamente maiores no levantamento terra sumo, enquanto a atividade EMG geral do gastrocnêmio medial foi significativamente maior no deadlift convencional.

Em comparação com a condição sem cinto, a condição com cinto produziu maior atividade no músculo reto abdominal e significativamente menor atividade no oblíquo externo. Para a maioria dos músculos, a atividade EMG foi significativamente maior em intervalos de extensão do joelho em comparação com os intervalos de flexão do joelho.

Atividade em quadríceps, tibial anterior, adutores do quadril, glúteo máximo, L3 e T12 e trapézio médio foram significativamente maiores em intervalos maiores de flexão do joelho em comparação com menores intervalos de flexão do joelho, enquanto isquiotibiais, gastrocnêmio e trapézio superior foram maiores em intervalos menores de flexão do joelho, comparado com maiores intervalos de flexão do joelho.

Este estudo mostra a importância de estudar a EMG no levantamento terra, pois é um exercício que envolve uma gama de músculos para que ele seja realizado com sucesso, e seguindo essa ideia de utilizar a EMG, que em estudos recentes STOCK and THOMPSON (2014) examinaram as mudanças na média da taxa de disparo das unidades motoras, bem como as taxas de disparo no recrutamento, para o vasto lateral e reto femoral, antes e após dez semanas de treinamento supervisionado do levantamento terra.

Vinte e seis homens participaram deste estudo, e foram aleatoriamente designados para o grupo treinamento de força (n = 15) e controle (n = 11). O grupo de treinamento de força, participavam de 2 sessões por semana, durante 10 semanas. Foi necessário um mínimo de 48 horas de descanso entre as sessões de treinamento. Buscou-se determinar a carga mais pesada em que o indivíduo realizasse, 5 séries de 5 repetições com a técnica correta. Cada sessão de treinamento começou com 2 séries de 5 repetições de aquecimento, com 3 minutos de descanso entre cada conjunto.

O grupo de treinamento de força, também realizou um teste de força isométrica. Em um dia separado por 24 a 48 horas antes do pré-teste, os indivíduos foram familiarizados com os procedimentos. Todos os testes de força máxima e

submáxima ocorreram em um ângulo de articulação de 60°. Após um breve período de aquecimento submáximo, os sujeitos realizaram 2 CVM de três segundos separados por três minutos. O valor mais elevado a partir das duas tentativas foi escolhido como a CVM. Após a determinação da CVM, os sujeitos realizaram uma contração isométrica trapezoidal: Variava de 0 a 50% da CVM, em cinco segundos (10%/segundo), depois realizava 50% constante durante dez segundos, e então de 50 a 0% em cinco segundos (10%/segundo). Durante o pós-teste, os indivíduos realizaram a mesma sequência de testes do pré-teste.

Os resultados indicaram que os valores de força da CVM, aumentaram para o grupo de treinamento, mas não no grupo controle e a média da taxa de disparo e da taxa de recrutamento, tanto para o vasto lateral, quanto para o reto femoral, não tiveram diferenças significativas.

Com esses resultados da taxa de disparo e resultados de estudos anteriores, concluímos que seria mais interessante e que nos traria melhores resultados, utilizamos o musculo vasto medial, já que em estudos anteriores ele se mostrou mais ativo que o reto femoral e vasto lateral, que também neste estudo mais recente, não mostraram diferença em suas taxas de disparo.

CAMARA et al, tem como objetivo em seu estudo examinar a barra Hexagonal em comparação com a barra reta (Convencional) através da análise de eletromiografia (EMG) do vasto lateral, bíceps femoral, e eretores da coluna, bem como pico de força, pico de potência e pico velocidade usando uma placa de força.

Vinte homens realizavam três treinos de resistência por semana, incluindo o levantamento terra uma vez por semana, durante um ano. Os participantes foram instruídos a evitar treinamento de resistência de qualquer parte inferior do corpo, 48 horas antes de cada sessão.

Os participantes visitaram o laboratório em 3 sessões de testes. Cada sessão começou com um aquecimento dinâmico e as primeiras 2 sessões consistiram na predição do 1R.M com cada barra em uma ordem aleatória. A terceira sessão consistiu de 3 repetições com cargas submáximas de 65 e 85% de 1R.M para cada barra.

Na predição do 1 R.M, além do aquecimento dinâmico, eles também realizavam 10 repetições a 50%, 5 repetições a 70%, 3 repetições a 80%, e uma repetição a 90% do seu 1R.M previsto e tiveram até 5 chances para achar seu 1R.M. A coleta de dados, em seguida, consistiu em 3 repetições a 65% e 3 repetições em

85% com cada barra. Os participantes foram instruídos a realizar cada repetição com velocidade máxima durante a fase concêntrica, em seguida, realizar sob controle a fase excêntrica.

Os resultados revelaram que não havia nenhuma diferença significativa para valores de 1RM entre as barras retas e hexagonais. Além disso, o levantamento hexagonal demonstrou maiores valores de pico de força, pico de potência e pico de velocidade, em relação ao estilo convencional. Significativamente maiores valores de EMG foram encontrados a partir do vasto lateral, para as fases concêntrica e excêntrica no levantamento hexagonal em relação ao levantamento convencional. Enquanto que o levantamento convencional teve valores EMG maiores do bíceps femoral durante a fase concêntrica e do eretor da espinha durante a fase excêntrica em relação ao levantamento hexagonal.

Estes resultados continuam a afirmar as diferenças significativas que existem entre os tipos de levantamento e agora entre tipos diferentes de barras. Tendo em vista a complexidade que o exercício levantamento terra possui, em suas diferentes formas de ser realizado, com barras diferentes, posições variadas e seus vários componentes que o compõe, cabe a nós pegar os principais e melhores resultados obtidos em estudos anteriores e separados, para uni-los em um só mais completo, para assim trazer novas e melhores informações em relação a tais movimentos, pois analisar apenas alguns desses poderá trazer resultados incompletos, sendo assim necessário esta análise mais completa, utilizando mais formas de se realizar o movimento e analisando variáveis biomecânicas de grande importância.

Assim, dos testes apresentados na literatura, o mais utilizado e que trouxe maiores resultados é a variável eletromiográfica, dentro de todas possíveis análises dentro da EMG, utilizaremos o root mean square (RMS) que irá avaliar a ativação dos músculos selecionados durante toda a amplitude do movimento, e durante os três estilos de levantamento, nos dois grupos selecionados. O root mean square (RMS) fornece informações durante a contração muscular sobre características geométricas (amplitude) e temporais do comportamento do músculo alvo.

3 JUSTIFICATIVA

Diante da importância que o levantamento terra tem nos dias atuais como método de treinamento para melhoria da saúde, na utilização com pessoas voltando de lesões e também por atletas de powerlifting, torna-se de suma importância conhecer, por meio de indicadores biomecânicos, quais músculos participam efetivamente nos variados tipos de levantamento, para que assim o público utilize a melhor técnica para seus objetivos específicos e diminua os riscos de lesão.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Analisar a ativação muscular e a co-contração muscular em três tipos de levantamento terra.

4.2 Objetivos Específicos

- Comparar os valores de ativação dos músculos TA, GM, VM, BF, ML, RAb, e a co-contração muscular de GM/TA, BF/VM e Rab/ML obtidos durante os levantamentos terra convencional, sumô e com barra hexagonal.
- Avaliar a influência da fadiga através da comparação das três primeiras repetições com as três últimas nos valores de ativação dos músculos TA, GM, VM, BF, ML, RAb, e de co-contração muscular de GM/TA, BF/VM e ML/RAb obtidos durante os levantamentos terra convencional, sumô e com barra hexagonal.
- Comparar os valores de ativação muscular dos músculos TA, GM, VM, BF, ML, RAb, e a co-contração muscular de GM/TA, BF/VM e ML/RAb entre homens e mulheres.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Amostra

No estudo participaram 24 voluntários, 14 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idades entre 18 e 35 anos. Os participantes foram convidados a participar do estudo e mediante o interesse dos mesmos, foram esclarecidos todos os procedimentos a serem adotados. Em seguida, os participantes receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para poderem participar do estudo. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da instituição por meio do número CAAE 59933716.8.0000.5465.

Para a coleta das variáveis antropométricas, massa corporal e estatura, foi utilizada uma balança (Welmy) com precisão de 100g, que possui um estadiômetro com escala de 0,1 cm.

Como critério de inclusão, os voluntários deveriam ter pelo menos dois anos de experiência em exercícios resistidos (Fisher, Bruce-Low, Smith, 2012; Bezerra et al 2013), já tendo realizado os estilos de levantamento em algum momento.

Como critérios de exclusão para o presente estudo, o participante não pode ter sofrido qualquer tipo de lesão em regiões como tornozelo, joelho, quadril, lombar e não poderá apresentar sintomas no momento do teste como sensações subjetivas de dor e/ou espasmo muscular.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Eletromiografia

A coleta dos dados EMG foi realizada com um módulo de aquisição de sinais biológicos de 16 canais por telemetria (Noraxon), calibrado com uma frequência de 1500 amostras por segundo, e ganho total de 2000 vezes (20 vezes no sensor e 100 vezes no equipamento).

Os sinais foram captados por eletrodos de superfície de Ag/AgCl (Meditrace®), posicionados em configuração bipolar com área de captação de 1cm de diâmetro e distância entre os centros dos eletrodos de 2cm.

Para diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG, foi realizada previamente à colocação dos eletrodos tricotomia e limpeza da pele com álcool, de acordo com o SENIAM (HERMES et al., 1999).

Os eletrodos foram posicionados sobre o músculo Gastrocnêmico Medial (GM), Tibial Anterior (TA), Vasto Medial (VM), Bíceps Femoral (BF), Multifído Lombar (ML) de acordo com as normas do SENIAM (HERMES et al., 1999), e o Reto Abdômnal (RA) de acordo com DELAGI et al (2005).

5.2.2 Barras e anilhas

A Barra Reta possui 8 kg, 170 cm de comprimento, 2,8 cm de diâmetro no local onde o participante a segura e 2,8 cm de diâmetro no local onde se colocam as anilhas (Figura 1).



Figura 1 - Barra Reta.

A Barra Hexagonal possui 7 kg, 140 cm de comprimento, 2 cm de diâmetro no local onde o participante a segura, 2 cm no local onde se colocam as anilhas, e um formato com 6 lados, possuindo 60cm de largura, local onde o voluntario permanece dentro (Figura 2).

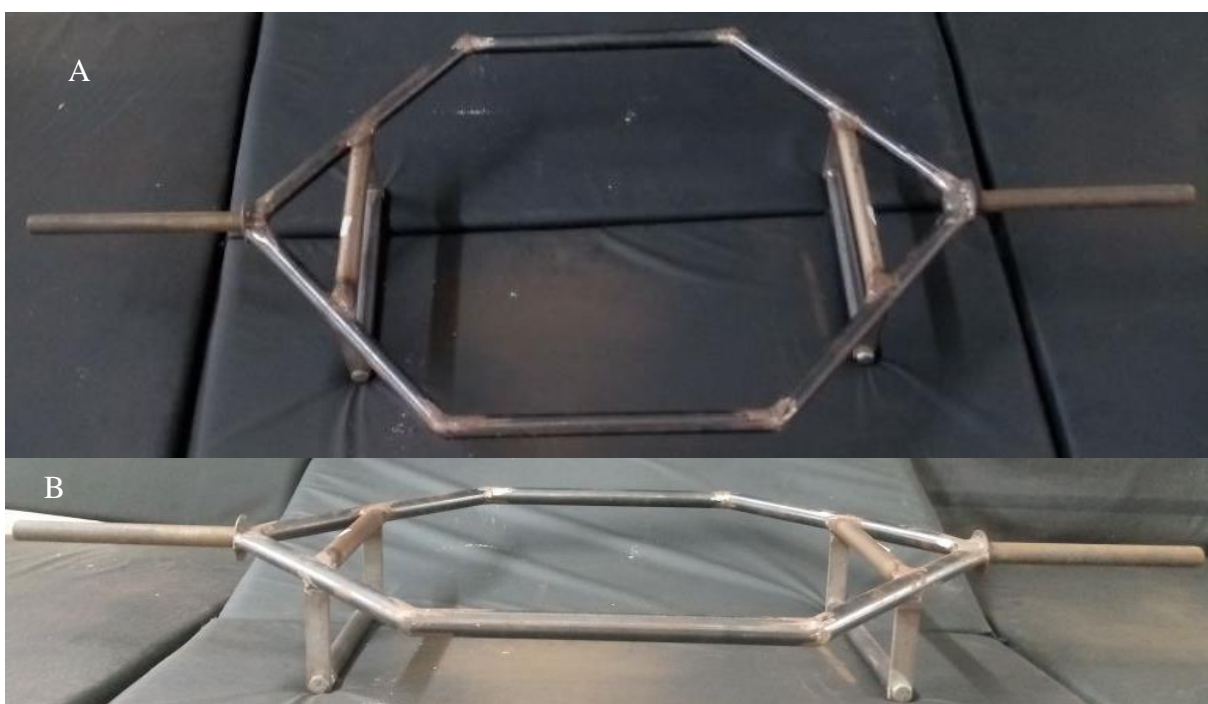


Figura 2 - Barra Hexagonal (A: vista superior; B: vista lateral)

As anilhas utilizadas são compostas por variações de 0,5kg, 1kg, 2kg, 5kg, 10kg e 20kg (Figura 3).



Figura 3 – Anilhas utilizadas no estudo

5.3 Sistemática para coleta de dados

Inicialmente foi obtida a carga de 12 R.M. (12 repetições máximas) de cada participante nos três tipos de levantamento terra que foram realizados. Para tanto, o participante foi instruído a realizar o levantamento de uma determinada carga por quantas repetições conseguir. Após esta etapa, foi alterada a carga para mais ou para menos, de acordo com a quantidade de repetições realizadas, para que fosse alcançada as 12 repetições. Os participantes tiveram três chances para encontrar a carga ideal de 12 R.M, com um intervalo de 5 minutos entre tentativas (Brennecke et al 2009; Pauletto, B. 1991). Os participantes realizaram um aquecimento específico em cada exercício adotado, sendo duas séries de 15 repetições com 30% do peso corporal (Maior AS et al 2007 and 2008). Além disso, os participantes realizaram os testes sempre no mesmo período do dia, separados por no mínimo 48 horas e no máximo 120 horas (Nijem et al 2016).

Uma semana após a obtenção da carga de 12 RM, se iniciou a coleta de dados nos três levantamentos, as quais foram realizadas em três dias diferentes, também separadas por no mínimo 48 horas e no máximo 120 horas (Nijem et al 2016). A ordem dos levantamentos nesta etapa também foi randomizada. Inicialmente foram posicionados os eletrodos e, em seguida, os participantes realizaram o mesmo aquecimento específico realizado na primeira etapa, em cada exercício adotado, sendo duas séries de 15 repetições com 30% do peso corporal (Maior AS et al 2007 and 2008). Por fim, os participantes realizaram o teste de 12 R.M, sempre mantendo a perfeição no movimento. Caso seja detectado má postura,

o teste é interrompido, foi considerado como má postura, qualquer curvatura da coluna vertebral.

Na figura a seguir (figura 4), temos a execução do levantamento terra Convencional, com seu início no nível do solo e fim a nível do quadril (A = vista frontal / B = vista lateral).



Figura 4 - Levantamento Terra Convencional (A = vista frontal / B = vista lateral).

Na figura 5, temos a execução do levantamento terra Sumô, com seu início no nível do solo e fim a nível do quadril (A = vista frontal / B = vista lateral).

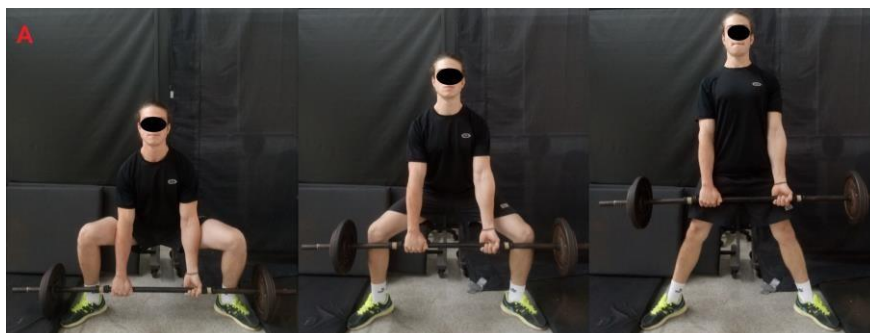




Figura 5 - Levantamento Terra Sumô (A = vista frontal / B = vista lateral).

Na figura 6, temos a execução do levantamento terra Hexagonal, com seu início no nível do solo e fim a nível do quadril (A = vista frontal / B = vista lateral).



Figura 6 - Levantamento Terra Hexagonal (A = vista frontal / B = vista lateral).

5.4 Análise de dados

Os sinais EMG foram filtrados por um filtro digital (Butterworth de 2ª ordem para passa alta e 4ª ordem para passa baixa) passa banda de 20-500Hz. Após, foi realizado o cálculo de root mean square (RMS) para cada músculo durante todo o ciclo de movimento. A partir deste procedimento foi realizada a normalização do sinal EMG pelo pico de ativação obtido para cada um dos seis músculos na primeira contração do levantamento terra convencional.

Também foram calculadas as co-contrações, a saber: TA/GM, VM/BF e RAb/ML.

5.5 Análise estatística

Inicialmente foram realizados testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e de homocedasticidade (Levene) a fim de verificar o atendimento dos pressupostos para testes paramétricos.

Garantidas as condições de distribuição normal e variâncias homogêneas, foi utilizado o teste de ANOVA two way (estilo [convencional vs sumô vs hexagonal] x fadiga [pre vs pós]) medidas repetidas para o fator fadiga, a fim de verificar o comportamento ativação muscular e da co-contração muscular.

Em todos os casos foi adotado o nível de significância de $\alpha < 0.05$ para cada comparação, e todas as análises foram realizadas no pacote estatístico IBM SPSS Statistics, versão 20 (IBM Corp. in Armonk, NY, USA).

6 RESULTADOS

Os dados antropométricos dos participantes (homens e mulheres) e cargas utilizadas para a execução dos 12 RM em cada estilo estão apresentados nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1 - Dados antropométricos dos participantes.

	Idade	Peso	Altura	IMC
Homem (n=14)	23± 2,37	79,71± 9,55	177± 6,83	25,66± 4,10
Mulher (n=10)	22,75± 1,90	56,62± 6,54	160± 5,32	21,87± 1,57

Idade (anos); Massa (Quilogramas); Estatura (metros); IMC (massa/estatura²).

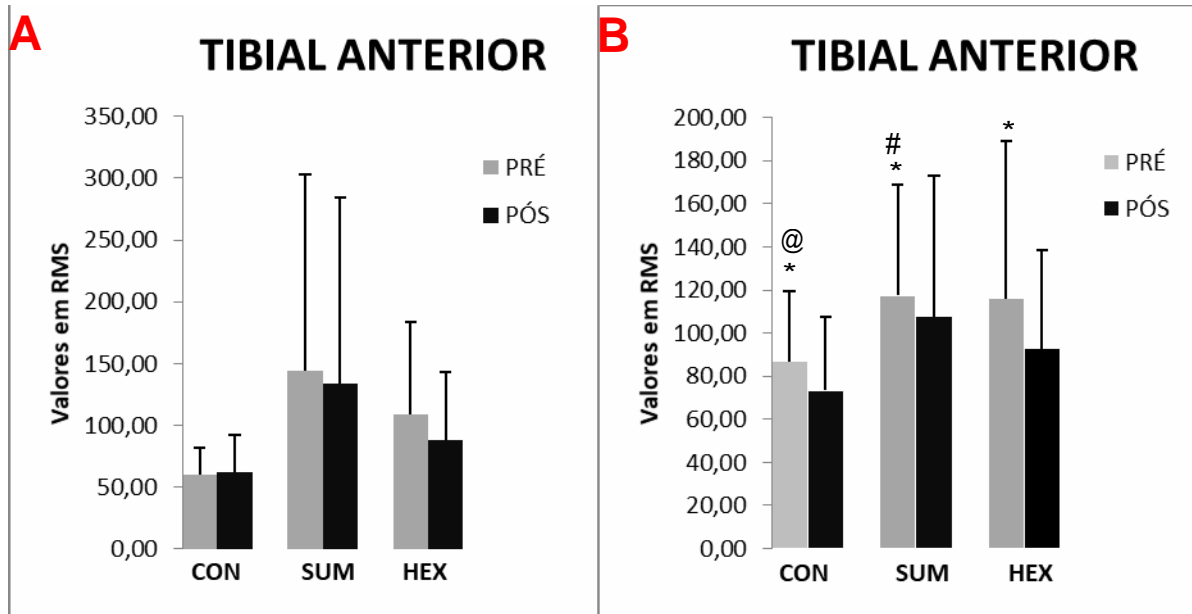
Tabela 2 - Cargas utilizada em 12 RM em cada estilo de levantamento.

	Convencional	Sumô	Hexagonal
Homem	91,14± 10,11 kg	89,70± 10,73 kg	107± 10,65 kg
Mulher	58,36± 3,27 kg	60,86± 3,77 kg	68,24± 3,81 kg

Peso (quilogramas)

Ao analisar a variável EMG (RMS), não foram encontradas diferenças significativas para o músculo Tibial Anterior (Figura 7) tanto sem fadiga, como com fadiga, para o grupo dos homens nos três estilos de Levantamento Terra. No caso do o grupo das mulheres, foram encontradas diferenças significativas tanto na situação com fadiga, quanto na situação sem fadiga. Na primeira, a diferença ficou por conta de maiores valores para o estilo Sumô em relação ao estilo Convencional, e na segunda maiores valores são vistos para o estado Pré Fadiga nos três estilos

de Levantamento. Quando comparamos os gêneros, foi observado maior valor para o pré fadiga do estilo Hexagonal das mulheres em relação ao estilo Convencional no estado pré fadiga dos homens ($p < 0.05$).



Diferença significativa em relação ao estilo Convencional.

* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

@ Diferença significativa em relação ao estilo Convencional dos homens.

Figura 7 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Tibial Anterior (TA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

Também não foram encontradas diferenças significativas para o músculo Gastrocnêmio Medial (Figura 8), para todas as variáveis.

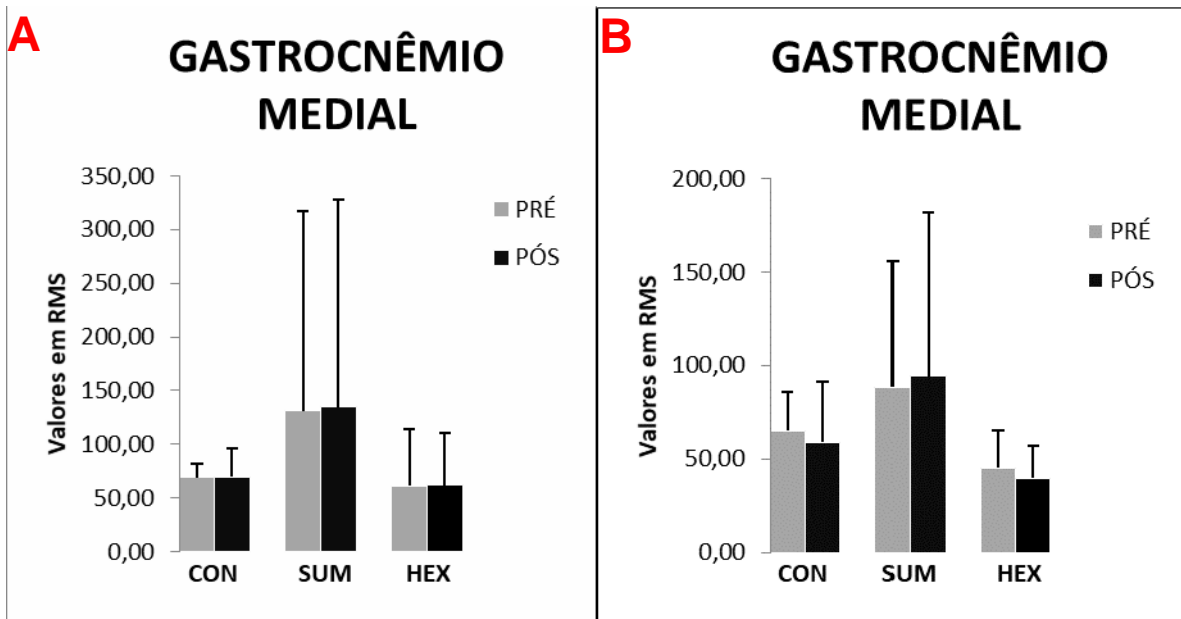
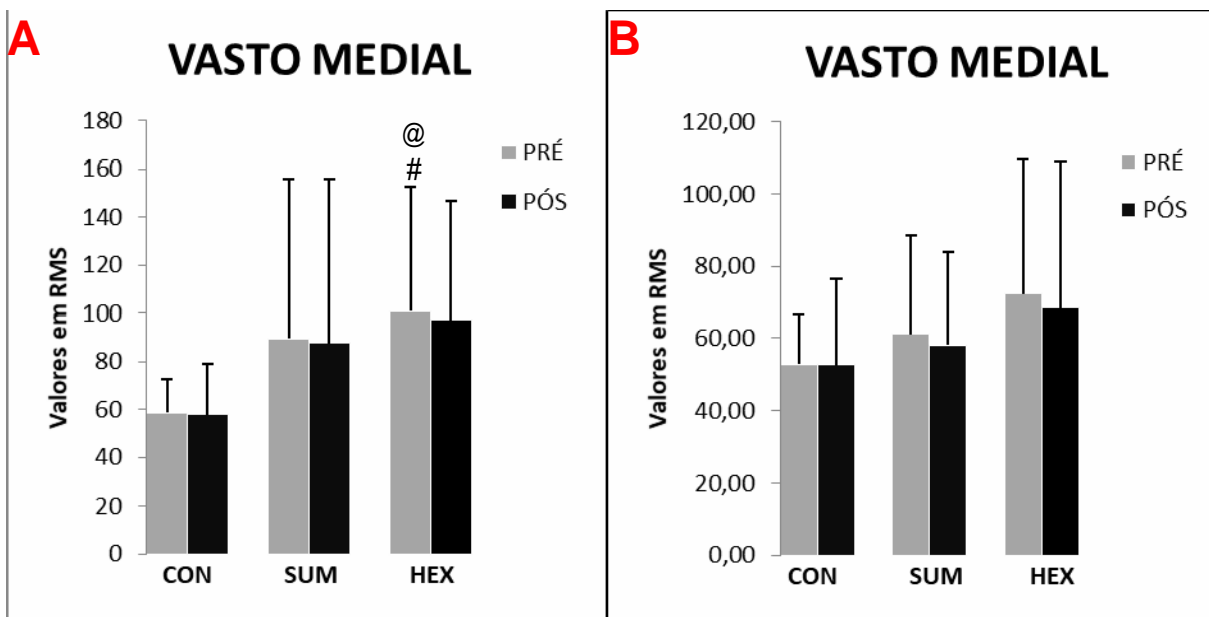


Figura 8 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Gastrocnêmio Medial (GM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

Na Figura 9, é possível observarmos diferença significativa na situação sem fadiga dos homens, no qual os valores do estilo Hexagonal foram maiores que do estilo Convencional, que também acabou sendo maior que o valor do estilo Convencional do grupo das mulheres ($p < 0.05$). Adiante no grupo das mulheres, não foram observadas nenhuma diferença significativa em qualquer uma das situações.

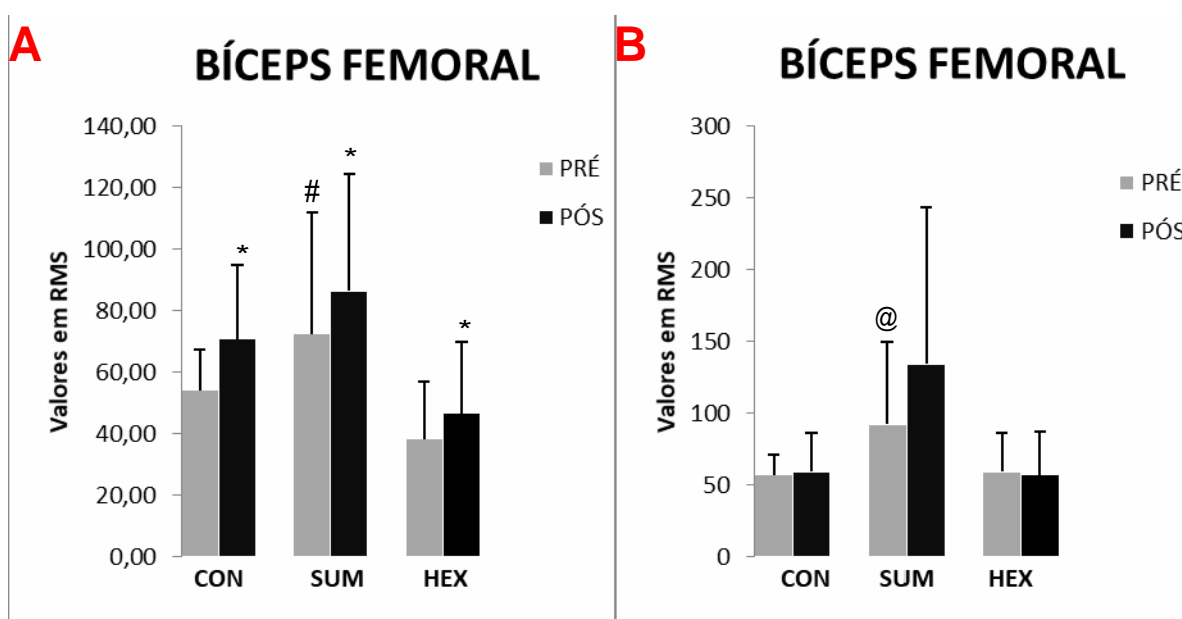


Diferença significativa em relação ao estilo Convencional.

@ Diferença significativa em relação ao estilo Hexagonal das mulheres.

Figura 9 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Vasto Medial (VM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

Já na Figura 10, podemos ver na situação sem fadiga do grupo homens, que o valor do estilo Sumô obteve uma diferença significativa em relação ao estilo Hexagonal. Na situação com fadiga, os valores pós foram maiores em todos os três casos ($p < 0.05$). Quando comparado os gêneros, o valor do estilo Sumô das mulheres foi maior que os valores dos estilos Convencional e Hexagonal do grupo dos homens ($p < 0.05$).



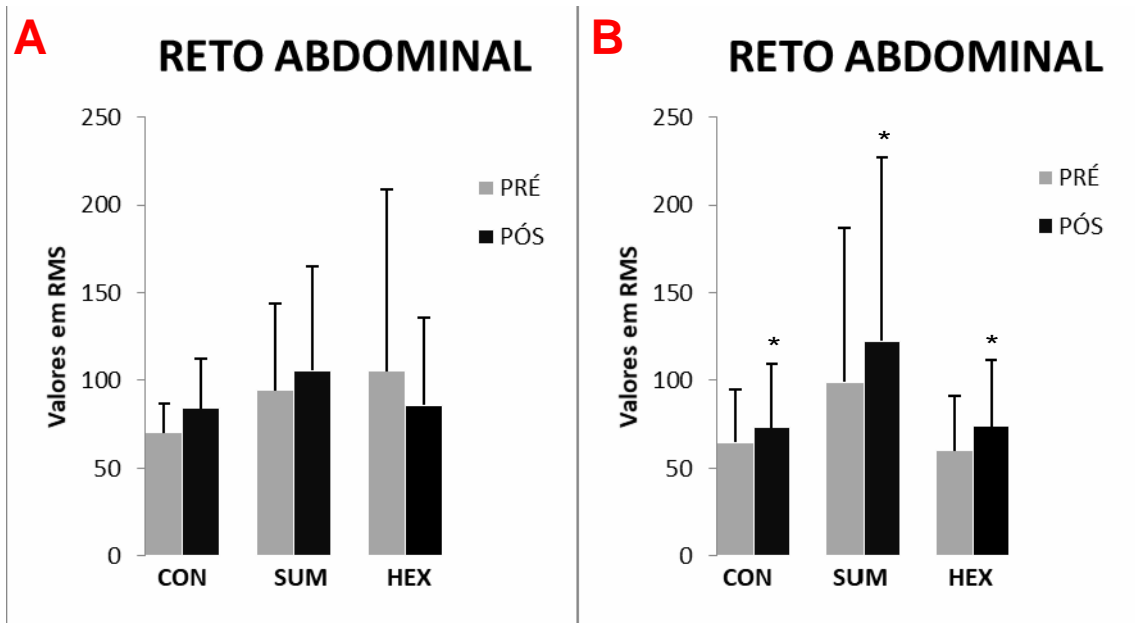
Diferença significativa em relação ao estilo Hexagonal.

* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

@ Diferença significativa em relação aos estilos Sumô dos homens.

Figura 10 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Bíceps Femoral (BF), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

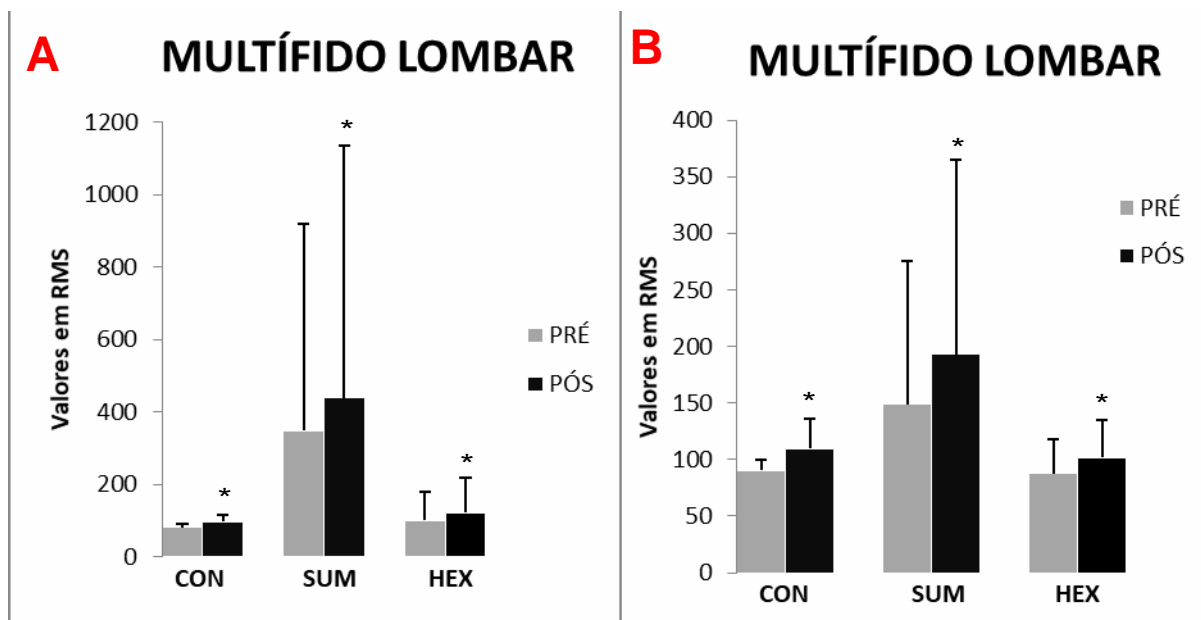
A Figura 11, não demonstrou diferenças significativas em nenhuma das situações para os três estilos de Levantamento Terra no grupo dos homens. Já para as mulheres podemos observar maiores valores para o estado Pós Fadiga nos três estilos de levantamento ($p < 0.05$).



* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

Figura 11 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Reto Abdominal (RA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

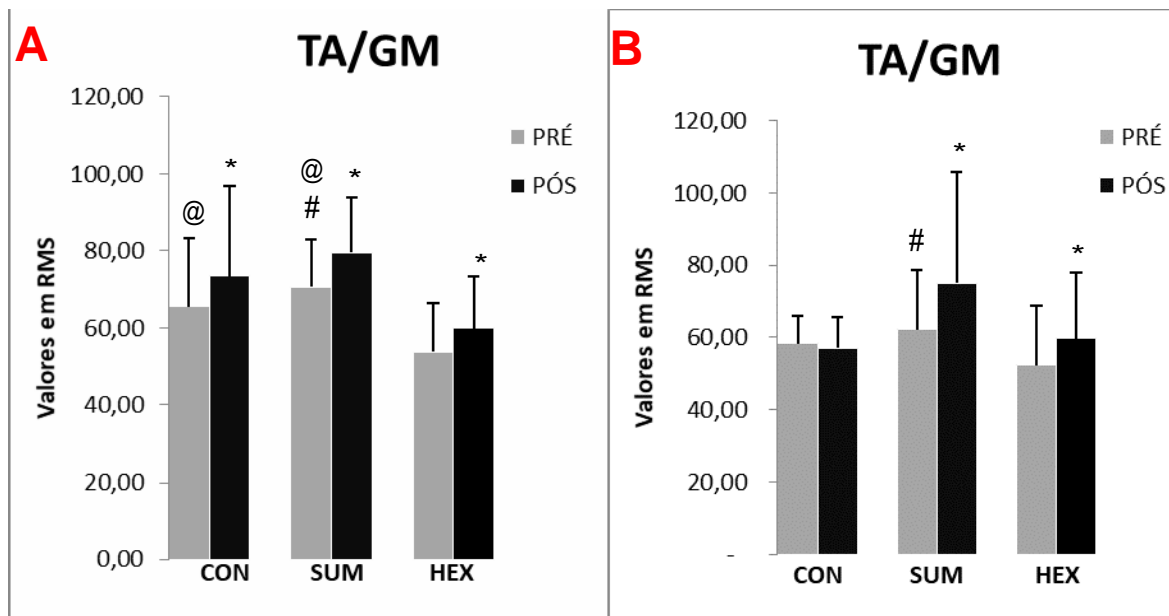
Podemos ver a seguir (Figura 12) que para o músculo Multifído Lombar, a situação Pós Fadiga mostrou valores diferentes para os três estilos, tanto para os homens como para as mulheres ($p < 0.05$).



* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

Figura 12 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Multífido Lombar (ML), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

Quanto aos valores de Co-Contração do grupo dos homens e das mulheres para os músculos Tibial Anterior/Gastrocnêmio Medial (Figura 13), é possível observarmos diferenças significativas, no estilo Sumô em relação ao estilo Hexagonal, com maiores valores para o primeiro, ($p < 0.05$). Também é possível visualizar que entre os gêneros, as mulheres obtiveram maiores valores para o Convencional e Sumô em relação ao Hexagonal dos homens ($p < 0.05$).



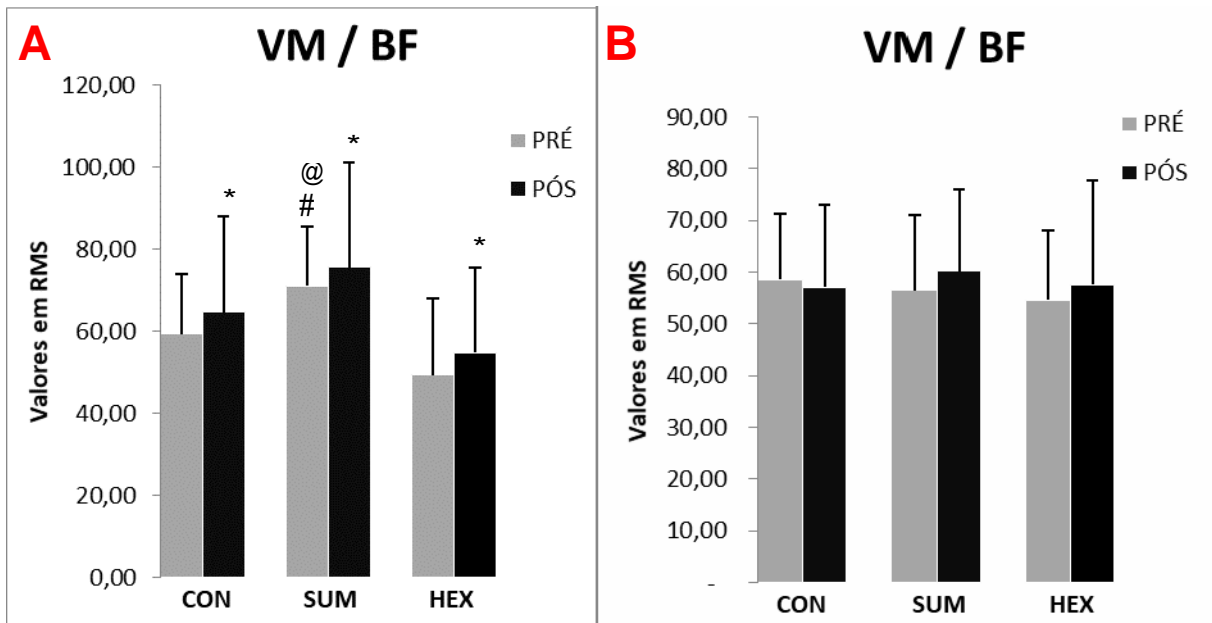
Diferença significativa em relação ao estilo Hexagonal.

* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

@ Diferença significativa em relação ao estilo Convencional e Sumô das mulheres.

Figura 13 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Tibial Anterior/Gastrocnêmio Medial (TA/GM) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

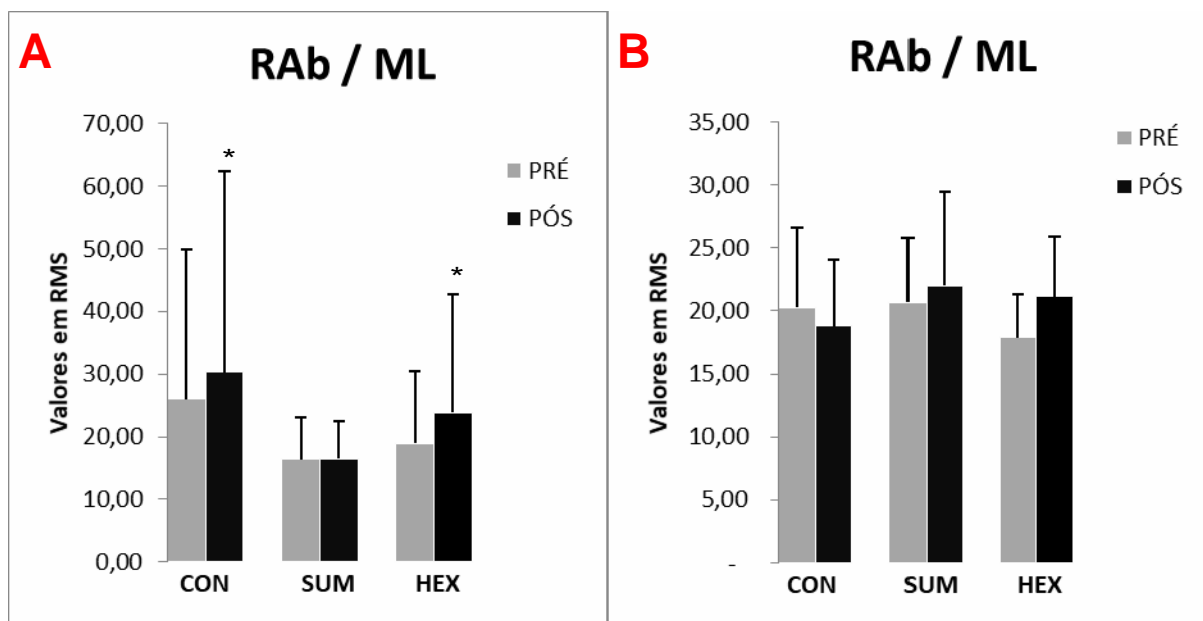
Na figura 14 obtivemos uma diferença significativa, com maiores valores para o estilo Sumô em relação ao estilo Hexagonal no grupo dos homens, além de diferenças de valores para seu estado pré fadiga em todos estilos de levantamento. Para a relação dos dois gêneros temos valores do Sumô dos homens maiores que o valor Hexagonal das mulheres ($p < 0.05$).



Diferença significativa em relação ao estilo Hexagonal.
 * Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.
 @ Diferença significativa em relação ao estilo Sumô das mulheres.

Figura 14 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Vasto Medial/Bíceps Femoral (VM/BF) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

Na Co-Contração RAb/ML (Figura 15), podemos verificar que apenas os valores com fadiga obtiveram diferenças significativas, com maiores valores para os estilos Convencional e Hexagonal, no estado Pós Fadiga para o grupo dos homens, com as mulheres não demonstrando diferenças ($p < 0.05$).



* Diferença significativa em relação ao estado Pré Fadiga.

Figura 15 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Reto Abdominal/Multífido Lombar (RAb/ML) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).

7 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou analisar a ativação muscular e a co-contração muscular em três tipos de levantamento terra (Convencional, Sumô, Hexagonal), por meio da análise de seis músculos diferentes, em situação com e sem fadiga e entre os gêneros, utilizando uma variável EMG, o RMS.

Diversos autores demonstraram que existem várias diferenças entre os estilos de levantamento terra (ESCAMILLA et al 2002; STOCK and TOMPSON, 2014; NIJEM et al 2016; CAMARA et al 2016). Entretanto, estas diferenças nunca foram analisadas com os três estilos de levantamento terra, e sim utilizando apenas dois deles por estudo. Também não encontramos estudos que analisaram diferenças entre homens e mulheres e a influência da fadiga.

Autores como CAMARA et al (2016), não encontraram diferença entre o valor da carga total utilizada entre os participantes. Porém em nosso estudo foram encontradas diferenças claras em relação a carga total utilizada pelos participantes tanto do sexo masculino, como do sexo feminino, no qual o estilo Hexagonal apresentou maiores cargas absolutas em relação aos outros dois estilos de levantamento, corroborando com estudos de SWINTON et al (2011).

Quanto as ativações eletromiográficas, no presente estudo foram encontradas diferenças significativas para os músculos Vasto Medial e Bíceps Femoral para o grupo dos homens e para o Tibial Anterior no grupo das mulheres, quando comparado os três estilos de levantamento, sem a inclusão da fadiga. Com maiores valores de ativação do Vasto medial para o estilo Hexagonal em comparação ao estilo Convencional o que está de acordo com estudos de CAMARA et al (2016). Para o Bíceps Femoral, o estilo Sumô apresentou uma maior ativação quando comparada ao estilo Hexagonal, o que pode ser explicado pela facilidade que a barra Hexagonal proporciona no momento de realizar o movimento, por ser mais anatômica, e permanecer mais próxima do centro de gravidade do executor. Além disso, a mesma não exige a necessidade de passar pela frente dos joelhos, fazendo com que o participante possa permanecer com um tronco mais ereto, com menor flexão de quadril e assim menor atuação do Bíceps Femoral.

Para as mulheres, o Tibial Anterior acabou mostrando uma maior ativação no estilo Sumô em comparação ao Convencional, o que está de acordo com estudos de ESCAMILLA et al (2002), que também mostrou maior ativação do Tibial Anterior

para o estilo Sumô quando comparado ao estilo Convencional. Nesse estudo, participaram apenas homens, então podemos concluir que neste quesito os dois gêneros possuem um mesmo mecanismo de ativação.

Já com a interferência da fadiga o grupo dos homens demonstraram diferença significativa para os músculos Bíceps Femoral e Multífido Lombar, enquanto que para as mulheres essas diferenças ocorreram para o Tibial Anterior, Reto Abdominal e Multífido Lombar. Tanto o Bíceps Femoral, como o Multífido Lombar obtiveram maiores valores para a situação pós fadiga nos três estilos de Levantamento do grupo homens o que também pode ser visto para o Reto Abdominal e o Multífido Lombar no grupo das mulheres, apresentando maiores valores para a situação pós fadiga nos três estilos. Este comportamento é explicado em estudos de HAGBERG (1979) and MATON (1981). Já o Tibial Anterior, apresentou menores valores para a situação pós fadiga nos três estilos, mesmo ele sendo um musculo predominantemente do tipo II, o que faz com que fadigue mais rapidamente que um do tipo I, isso deve ter ocorrido pelo fato do Tibial não ser um musculo primordial para este movimento, atuando mais como um estabilizador.

Quanto aos valores da Co-Contração, sem a fadiga mostram diferenças significativas para Tibial/Gastrocnêmio e Vasto/B.Femoral para o grupo dos homens. Já para as mulheres apenas diferenças foram encontradas para Tibial/Gastrocnêmio. Em todos os casos citados anteriormente, as diferenças encontradas foram entre o estilo Sumô e o estilo Hexagonal, sempre com maiores valores para o primeiro, respectivamente. Portanto, podemos relacionar estes resultados com o fato citado anteriormente de que o levantamento Sumô não ocorre da maneira mais natural e anatômica possível, já que a barra reta precisa passar pelos joelhos durante o movimento, ocasionando certa instabilidade para o executor, o que aumenta a co-contracção para que haja maior estabilidade e melhor performance no exercício, corroborando com estudos de Flanders and Cordo, (1987); Seidler-Dobrin et al., (1998); Gribble et al., (2003); Osu et al., (2009). Ainda, a co-contracção Tibial/Gastrocnêmio obteve diferença nos dois gêneros, afirmando sua ação de estabilizador neste movimento.

Quando analisamos a Co-Contração com a fadiga, temos resultados variados, como diferenças significativas para as três Co-Contrações no grupo dos homens e para as mulheres apenas na relação Tibial/Gastrocnêmio. Nas relações de Tibial/Gastrocnêmio e Vasto/B.Femoral para o grupo dos homens foi possível

observar um aumento nos valores pós fadiga para os três estilos de levantamento. Estas duas relações também se mostraram diferentes sem a inserção da fadiga, o que nos remete que são músculos muito importantes para o grupo dos homens no que diz respeito a boa execução do movimento. Já para o R.Abdôminal/Multífido os valores aumentaram no pós fadiga apenas para o estilo Convencional e Hexagonal, fato este que pode ter ocorrido uma vez que no estilo Sumô o executor permanece com seu tronco mais ereto (vertical) durante a execução do levantamento. Este comportamento foi mostrado em estudos de ESCAMILLA et al (1999 e 2002), assim não tendo tanta ativação dos músculos do core tanto como atuador principal, como para manter o equilíbrio.

Já para as mulheres, o estilo Sumô e Hexagonal trouxeram valores maiores no estado pós fadiga na relação Tibial/Gastrocnêmio, o que é possível ser explicado através dos resultados que tivemos anteriormente, no qual o Tibial Anterior teve uma maior ativação sem a fadiga, e quando foi analisado com a sua presença, seus valores diminuíram, levando a crer que houve uma co-contração do Gastrocnêmio Medial para que houvesse uma estabilização do movimento.

Ao compararmos os valores entre os dois gêneros com os três estilos de levantamento, para o Tibial Anterior encontramos diferenças significativas entre o estilo Convencional, com maiores valores para as mulheres em relação aos homens.

Analisando esses resultados, fica cada vez mais claro a importância que o Tibial Anterior tem para as mulheres, uma vez que obteve maiores valores que os homens.

Valores significativos também foram encontrados para o Vasto Medial, com maiores valores para o estilo Hexagonal e agora com maiores valores para o grupo dos homens em relação as mulheres, confirmando a maior ação deste musculo durante o estilo Hexagonal como mostrado em nossos resultados e em estudos de CAMARA et al (2016), e também sua maior importância para o grupo dos homens, já que se mostrou com maior ativação.

Por último temos o Bíceps Femoral com diferenças entre o estilo Sumô, com maiores valores para o grupo das mulheres, assim podemos observar que mesmo as mulheres não tendo diferença entre os estilos e o estado Pré x Pós dentro de seu grupo, elas apresentaram diferenças entre os homens, no caso maior valor, o que deixa claro a importância desse músculo para o Levantamento Sumô para este grupo. Porém estes resultados são um pouco diferentes dos estudos de ESCAMILLA

et al (2002), onde o Bíceps Femoral teve maior ativação no Levantamento Convencional.

8 CONCLUSÃO

Assim podemos concluir que para os homens, em um treinamento sem utilizar a fadiga, é melhor utilizar o estilo Hexagonal do que o Convencional para ativar o músculo Vasto Medial e o estilo Sumô do que o Hexagonal para ativar o Bíceps Femoral, já em um treinamento com fadiga, o Bíceps Femoral e o Multifido Lombar serão músculos que vão aumentar sua ativação nos três estilos. Para as mulheres em um treinamento sem a situação de fadiga, é melhor utilizar o estilo Sumô em vez do Convencional para uma maior atuação do Tibial Anterior, já com a inclusão da fadiga, o Tibial se mostra menos ativo nos três estilos e o Reto Abdominal e Multifido Lombar acabaram aumentando sua ativação em todos os estilos.

Para se ter um movimento mais estável no estilo sumo é interessante que os homens deem atenção especial para a relação TA/GM e VM/BF, pois obtiveram maior ativação que o estilo Hexagonal na situação sem fadiga e quando com fadiga, dar atenção para as mesmas relações, só que agora para os três estilos, pois em todos aumentaram sua ativação e atenção na relação RA/ML, para os estilos Convencional e Hexagonal apenas. Já para as mulheres, quando sem fadiga, atenção para a relação TA/GM no estilo Sumô, que teve maior ativação em relação ao Hexagonal, e quando com fadiga, foco na mesma relação, nos estilos Sumô e Hexagonal, que foram os estilos onde a ativação teve aumento.

9 LIMITAÇÕES PARA O ESTUDO

Analisando todas coletas que foram feitas, foi possível observar que tanto para o grupo dos homens, como para o grupo das mulheres, uma dificuldade encontrada foi a questão da empunhadura, onde alguns participantes, em sua maioria do sexo feminino, acabavam não aguentando segurar a barra, antes mesmo de qualquer um dos músculos analisados fadigarem com o levantamento.

Sendo assim nós sugerimos que em próximos estudos seja feita a utilização do “Strap” para uma melhor empunhadura e assim, performance durante a atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American College of Sports Medicine. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*; 30:975-91, 1998.

American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*; 34:364-80, 2002.

BASMAJIAN, J and De Luca, CJ. *Muscles alive: Their functions revealed by electromyography*. 5th ed. Baltimore: Williams &Wilkins, 1985.

BEZERRA, E. S., SIMÃO, R., FLECK, S. J., PAZ, G., MAIA, M., COSTA, P. B., & SERRÃO, J. C. Electromyographic activity of lower body muscles during the deadlift and still-legged deadlift. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(3), 30-39. Bird, S., & Barrington, 2013.

BIRD, Stephen; BARRINGTON-HIGGS, Benjamin. Exploring the Deadlift.. *Strength & Conditioning Journal*: April 2010 – Volume 32 – Issue 2 – pp 46-51. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-scj/Fulltext/2010/04000/Exploring_the_Deadlift.4.aspx>. Acesso em: 02 mar. 2015, 2010.

BROWN, E. W., and K. ABANI. Kinematics and kinetics of the dead lift in adolescent power lifters. *Med. Sci. Sports Exerc*. 17:554–566, 1985

BROWN SH AND MCGILL SM. Co-activation alters the linear versus non-linear impression of the EMG–torque relationship of trunk muscles. *J Biomech* 41, 491–497, 2008.

BURKE, R. “Motor units: anatomy, physiology, and functional organization. *Handbook of Physiology*”, American Physiological Society, v. 2, p. 345-422, 1981.

BUSSE ME, WILES CM, VAN DEURSEN WM. Muscle co-activation in neurological conditions. *Phys Ther Rev*. 10(4):247–53.10.1179/108331905X78915, 2005.

CAMARA, K.D., J.W. COBURN, D.D. DUNNICK, L.E. BROWN, A.J. GALPIN, AND P.B. COSTA. An examination of muscle activation and power characteristics while performing the deadlift exercise with straight and hexagonal barbells. *J Strength Cond Res* 30: 1183- 1188, 2016

CASILLO, Francesco. *Kinesiological and Anatomical Approach to Deadlift*. 2008. Disponível em: <<http://www.bodybuilding.com/fun/casi4.htm>>. Acesso em: 02 mar.2014.

CHOLEWICKI, J., S. M. MCGILL, and R. W. NORMAN. Lumbar spine loads during the lifting of extremely heavy weights. *Med. Sci. Sports Exerc*. 23:1179 –1186, 1991.

CHOLEWICKI, J., and S. M. MCGILL. Lumbar posterior ligament involvement during extremely heavy lifts estimated from fluoroscopic measurements. *J. Biomech.* 25:17–28, 1992.

CHRISTENSEN, H. et al. Intramuscular and surface EMG power spectrum from dynamic and static contractions. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 5(1):27-36, 1995.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE LEVANTAMENTOS BÁSICOS. Livro de Regras Técnicas. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.powerlifting-ipf.com/rulescodesinfo/technical-rules.html>> Acesso em: 05 dez 2017

CORCOS DM, GOTTLIEB GL, PENN RD, MYKLEBUST B, AGARWAL GC. Movement deficits caused by hyperexcitable stretch reflexes in spastic humans. *Brain* (1986) 109(Pt 5):1043–58.10.1093/brain/109.5.1043, 1986.

CORCOS DM, AGARWAL GC, FLAHERTY BP, GOTTLIEB GL. Organizing principles for single-joint movements. IV. Implications for isometric contractions. *J Neurophysiol.* 64(3):1033–42, 1990.

COUTINHO, M. Powerlifting: de volta ao básico. São Paulo: Editora Phorte, 2011.

DARAINY M, OSTRY DJ. Muscle cocontraction following dynamics learning. *Exp Brain Res.* 190(2):153–63.10.1007/s00221-008-1457-y, 2008.

DARLING, W. G., COOKE, J. D., and BROWN, S. H. Control of simple arm movements in elderly humans. *Neurobiol Aging*, 10(2), 149-157, 1989.

DAVIS, J.M. BAILEY, S.P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 29: 45-57, 1997.

DELONG, T, H. The effects of the trunk, arm, thigh and shank lengths on the initial lift-off position of the deadlift movement. 2005. 105 f. A Thesis Doctorate in kinesiology – Department of kinesiology, California State University, Long Beach.

DeVRIES, H.A. et al. The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyographic data. *Ergonomics.* 25(9): 783-791, 1982.

DELAGI, E. F. et al. *Anatomic Guide for the Eletromyographer*. Springfield, Illinois, USA: Charles C. Thomas Publisher, 2005.

EDWARDS, R.H.T. *Human muscle function and fatigue*. Londres. Edic. Whelan, 82:1-18, 1981.

ENOKA, R. M. *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. 2.ed. São Paulo: Manole, 2000.

ENOKA RM, STUART DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol.* 72:1631-1648, 1992.

ESCAMILLA, R. F., A. C. FRANCISCO, G. S. FLEISIG, S. W. BARRENTINE, C. M. WELCH, A. V. KAYES, K. P. SPEER, and J. R. ANDREWS. A three-dimensional

biomechanical analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol. 32, No. 7, pp. 1265–1275, 2000.

ESCAMILLA, R. F., T. M. LOWRY, D. C. OSBAHR, and K. W. SPEER. Biomechanical analysis of the deadlift during the 1999 Special Olympics World Games. *Med. Sci. Sports Exerc*. 33:1345–1353, 2001.

ESCAMILLA, R. F., A. C. FRANCISCO, A. V. KAYES, K. P. SPEER, and C. T. MOORMAN, III. An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol. 34, No. 4, pp. 682–688, 2002.

FALCONER K, WINTER DA. Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint in walking. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 25(2–3):135–49, 1985.

FISHER J, BRUCE-LOW S, SMITH D. A randomized trial to consider the effect of Romanian Deadlift exercise on the development of lumbar extension strength. *Phys Ther Spor*, 2012

FITTS, R.H. Mecanismos de fadiga muscular. In: Prova de esforço e prescrição de exercício. American College of Sports Medicine. São Paulo: Revinter, 73-79, 1994.

FLANDERS M, CORDO PJ. Quantification of peripherally induced reciprocal activation during voluntary muscle contraction. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 67(5):389–94.10.1016/0013-4694(87)90001-0, 1987.

FLECK, S. J. KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª edição. 1999. Ed. Artmed.

GENTRY, M., D. PRATT, and T. CATERISANO. Introducing the Trap Bar. *Nat. Strength Cond. Assoc. J*. 9(3):54 - 55. 1987.

GRAHAM, J.F. Exercise: Deadlift. *Strength Cond. J*. 22(5):18 - 20. 2000.

GRANATA KP, SLOTA GP and WILSON SE. Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability. *Hum Factors*46, 81–91, 2004.

GRANHED, H., R. JONSON, and T. HANSSON. The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting. *Spine*. 12:146–149, 1987.

GRIBBLE, P. L., MULLIN, L. I., COTHROS, N., & MATTAR, A. Role of cocontraction in arm movement accuracy. *J Neurophysiol*, 89(5), 2396-2405. doi: 10.1152/jn.01020.2002, 2003.

GROVES, B. Powerlifting: levantamentos básicos. São Paulo: Manole Editora, 2002.

HAGBERG, M. The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol*. 40(4):265-272, 1979.

HAMIL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole, 1999.

HARMAN, E. A., P. N. FRYKMAN, E. R. CLAGETT, and W. J. KRAEMER. Intra-abdominal and intra-thoracic pressures during lifting and jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20:195–201, 1988.

HARMAN, E. A., R. M. ROSENSTEIN, P. N. FRYKMAN, and G. A. NIGRO. Effects of a belt on intra-abdominal pressure during weight lifting. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21:186–190, 1989.

HORTOBAGYI, T., SOLNIK, S., GRUBER, A., RIDER, P., STEINWEG, K., HELSETH, J., and DEVITA, P. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. *Gait Posture*, 29(4), 558-564. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.12.007, 2009.

HUANG, H. J., & AHMED, A. A. Older adults learn less, but still reduce metabolic cost, during motor adaptation. *J Neurophysiol*, 111(1), 135-144. doi: 10.1152/jn.00401.2013, 2014.

JARIC S, BLESIC S, MILANOVIC S, RADOVANOVIC M, LJUBISAVLJEVIC M, ANASTASIJEVIC R. Changes in movement final position associated with agonist and antagonist muscle fatigue. *Eur J Appl Physiol.* 80:467-471, 1999.

KIRKENDALL, D.T. Fatigue from voluntary motor activity. In: *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins, p.97-104, 2000.

KUMAR, S e MITAL, A. *Electromiography in ergonomics*. UK: Taylor & Francis, 1996.

LAMONTAGNE A, RICHARDS CL, MALOUIN F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *J Electromyogr Kinesiol.* 10:407–15.10.1016/S1050-6411(00)00028-6, 2000.

LOCKIE, R.G.; MORENO, M.R.; LAZAR, A.; RISSO, F.G.; TOMITA, T.M.; STAGE, A.A.; BIRMINGHAM-BABAUTA, S.A.; TORNE, I.A.; STOKES, J.J.; GIULIANO, D.V.; et al. The one-repetition maximum mechanics of a high-handle hexagonal bar deadlift compared to a conventional deadlift as measured by a linear position transducer. *J. Strength Cond. Res.* 2017

MAIOR AS, VARALLO AT, MATOSO AGS, et al. Resposta da força muscular em homens com a utilização de duas metodologias para o teste de 1RM. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 9(2):177-82, 2007.

MAIOR AS, MENUCCI T, SOARES V, ET AL. Variação da sobrecarga de treinamento no comportamento da força muscular e da percepção subjetiva de dor em mulheres sedentárias. *Rev Medicina.* 41(2):168-76, 2008.

MATON, B. Human motor unit activity during the onset of muscle fatigue in submaximal isometric isotonic contraction. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 46(3):271-281, 1981.

MATTHEW R. HOLMES, JEFFREY R. GOULD, ILANA PEÑA-GONZÁLEZ, ROGER M. ENOKA. Force steadiness during a co-contraction task can be improved with practice, but only by young adults and not by middle-aged or old adults, First published: 14 January 2015, DOI: 10.1113/expphysiol.2014.083741, 2015.

MCARDLE, W.D. KATCH, F.I. KATCH, V.L. Essentials of exercise physiology. Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

MCGUIGAN, M. R. M., and B. D. WILSON. Biomechanical analysis of the deadlift. *J. Strength Condit. Res.* 10:250 –255, 1996.

MERLETTI, R. e PARKER, P. A. Electromyography – Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications. USA: IEEE Press Series in Biom. Eng, 2004.

MILLET, G. Y.; LEPEERS, R. Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 34, n. 2, p. 105–16, jan. 2004

NAGAI K., YAMADA M., UEMURA K., YAMADA Y., ICHIHASHI N., TSUBOYAMA T. Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 53, 338–343 10.1016/j.archger.2011.01.003, 2011.

NIJEM, R. M., COBURN, J. W., BROWN, L. E., LYNN, S. K., & CICCONE, A. B. Electromyographic and force plate analysis of the deadlift performed with and without chains. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1177-1182. doi:10.1519/JSC.0000000000001351, 2016.

NORDIN, M.; LORENZ, T.; CAMPELLO, M. Biomechanics of tendons and ligaments. In: NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 2001.

OSU, R., MORISHIGE, K., MIYAMOTO, H., & KAWATO, M. Feedforward impedance control efficiently reduce motor variability. *Neurosci Res*, 65(1), 6-10. doi: 10.1016/j.neures.2009.05.012, 2009.

PAULETTO, B. Strength Training for Coaches. Champaign, IL.: Leisure Press, 1991.

PEREZ MA, LUNDBYE-JENSEN J AND NIELSEN JB. Task-specific depression of the soleus H-reflex after cocontraction training of antagonistic ankle muscles. *J Neurophysiol* 98, 3677–3687, 2007.

PIZZAMIGLIO S, DESOWSKA A, SHOJAI P, TAGA M, TURNER DL . Muscle co-contraction patterns in robot-mediated force field learning to guide specific muscle group training. NeuroRehabilitation. ;41(1):17-29. doi: 10.3233/NRE-171453, 2017

POWERS, S.K. HOWLEY, E.T. Exercise physiology, theory and application to fitness and performance. Wm. C. Brown Publishers. p.417-426, 1990.

- PULLO, F. M. 1992. A profile of NCAA División I strength and conditioning coaches. *Journal of Applied Sport Science Research* 6:55-62 apud FLECK, S. J. KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª edição. 1999. Ed. Artmed.
- REEVES ND, SPANJARD M, MOHAGHEGHI AA, BALZPOULOS V & MAGANARIS CN. The demands of stair descent relative to maximum capacities in elderly and young adults. *J Electromyogr Kinesiol* 18, 218–227, 2008.
- REEVES ND, SPANJARD M, MOHAGHEGHI AA, BALZPOULOS V & MAGANARIS CN. Older adults employ alternative strategies to operate within their maximum capabilities when ascending stairs. *J Electromyogr Kinesiol* 19, e57–e68, 2009.
- SANTOS M, DEZAN V, SARRAF T. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev Bras Cien Mov.* 11(1):7-12, 2003.
- SCHMITZ, A., SILDER, A., HEIDERSCHEIT, B., MAHONEY, J., & THELEN, D. G. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(6), 1085-1091. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.10.008, 2009.
- SCHWARTZ, F. P. Análise do Comportamento dos Descritores Biomecânicos e Eletromiográficos de Superfície em Exercício Resistido por Dinamometria Isocinética com Produção de Fadiga. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.TD- 053/10, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 115p, 2010.
- SEIDLER-DOBRIN, R. D., HE, J., & STELMACH, G. E. Coactivation to reduce variability in the elderly. *Motor Control*, 2(4), 314-330, 1998.
- SENDON, Marcelo. Análise Cinesiológica do Levantamento Terra. *Revista Musculação e Fitness*: 14 de junho de 2015. Disponível em: <http://www.musculacaoefitness.com.br/analise-cinesiologica-do-levantamento-terra/>. Acesso: 25 set. 2015, 2015
- SHEPARD, G. *Bigger, Faster, Stronger*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 93 – 101, 2009
- SILVA, S. R. D., FRAGA, C. H. W., GONÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. *Motriz*, Rio Claro, v.13 n.3 p.225-235, jul./set. 2007.
- STOCK, M.S. and B.J. THOMPSON. Sex comparisons of strength and coactivation following ten weeks of deadlift training. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 14(3):387-397, 2014.
- SWINTON, P. A., STEWART, A., AGOURIS, I., KEOGH, J. W. L. and LLOYD, R., A biomechanical analysis of straight and hexagonal barbell deadlifts using submaximal loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (7), pp. 2000-2009, 2011

TERRADOS, N. FERNÁNDEZ, B. Fatiga muscular. In: Fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Sintesis, 1997.

THOROUGHMAN, K. A., & SHADMEHR, R. Electromyographic correlates of learning an internal model of reaching movements. *J Neurosci*, 19(19), 8573-8588, 1999.

VAELLESTAD, N.K. Measurement of human muscle fatigue. *J. Neurosci. Methods*. 74(2):219-227, 1997.

VAN ZUYLEN EJ, GIELEN CC, DENIER VAN DER GON JJ. Coordination and inhomogeneous activation of human arm muscles during isometric torques. *J Neurophysiol*. 60(5):1523-48, 1988.

WINTER DA. *Biomechanics and motor control of human movement*. 2a ed. New York: John Wiley & Sons; 1990.

Apêndices

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Você está sendo convidado a participar do estudo “**ANÁLISE DE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS EM DIFERENTES TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA**” que tem como pesquisador Gabriel de Paula Lira, RG 36.713.377-5, mestrando do programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias – IB, orientado pelo Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo, RG 30.114.333-X. Com intuito de esclarecer possíveis dúvidas seguem abaixo informações a respeito do estudo.

Nosso objetivo é analisar o movimento e a atividade muscular de participantes que realizarão três tipos de levantamento terra.

Para participar do estudo você deve ser uma pessoa ativa, que tenha no mínimo 2 anos de experiência em exercícios resistidos com idade entre 18 e 35 anos. Os participantes visitarão o laboratório em seis ocasiões, com as sessões separadas por 48 horas no mínimo. Nos primeiros três dias, serão obtidos, além do peso e da altura do participante, a carga que cada um consegue realizar 12 repetições máximas no levantamento terra convencional, no levantamento terra sumô e no levantamento terra com barra hexagonal. Nos outros três dias serão coletados os dados de movimento e atividade muscular durante o levantamento em cada uma das barras. Em todos os testes, você ficará em pé, em posse da barra específica do dia e executará o levantamento terra escolhido para cada dia de coleta. Antes do início do levantamento, você realizará um aquecimento de cinco minutos.

Nos dias de coleta, serão colocados em você eletrodos para captar a atividade muscular e marcadores para captar o movimento pelas câmeras. Para isto, precisaremos raspar os pelos de regiões da sua coxa, perna e tronco. Esta raspagem será feita com aparelhos de barbear descartáveis.

Devido à necessidade de avaliação do peso, altura e raspagem dos pelos, você pode sentir-se constrangido. Esta possibilidade será atenuada pelo fato desta avaliação ser realizada em ambiente fechado e conduzida apenas por avaliadores participantes do projeto, sem presença de outras pessoas no momento da avaliação. Ainda, a raspagem dos pelos pode causar irritações superficiais, as quais desaparecem em poucas horas e são amenizadas pelo correto procedimento de limpeza que será realizado no local. Além disso, por se tratar de um exercício que exige a força dos músculos dos membros inferiores e do tronco, você pode sentir dor muscular leve no momento do teste e/ou uma dor muscular leve tardia. Caso ocorra dor muscular leve no momento do teste, o mesmo será encerrado, o que fará com que esta dor cesse em poucos minutos. Se ocorrer dor muscular leve tardia, a mesma desaparecerá dentro de um ou dois dias. Tanto a dor muscular leve no momento do teste quanto a dor muscular leve tardia, não promovem nenhum tipo lesão permanente e não requerem nenhum tipo de intervenção médica,

desaparecendo naturalmente. Em casos extremos, a avaliação pode provocar risco de lesão muscular, o qual é minimizado pelo correto posicionamento do participante e pelo correto movimento do mesmo. Caso ocorra lesão muscular ou qualquer desconforto excessivo, você será encaminhado a um pronto atendimento.

Os benefícios do presente estudo se dão no sentido de fornecer informações sobre o comportamento de variáveis biomecânicas durante o exercício levantamento terra, muito difundido no meio esportivo.

Comunicamos que não haverá nenhum retorno financeiro ao participante e tampouco despesas. Garantimos a confidencialidade das informações geradas e a privacidade de sua identidade. Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos e seu nome não será divulgado ou citado em nenhum momento.

A sua recusa em participar do estudo será sempre respeitada, possibilitando que seja interrompida a rotina de avaliações a qualquer momento, a critério do participante, sem qualquer penalidade. A qualquer momento você poderá requisitar informações esclarecedoras sobre o estudo, por meio de contato com os pesquisadores.

Se você estiver suficientemente esclarecido sobre sua participação nessa pesquisa, convido-o a assinar este Termo elaborado em duas vias, sendo que uma via ficará com você e a outra com os pesquisadores.

_____, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador responsável
Gabriel de Paula Lira

Contatos e Questões:

ANÁLISE DE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS EM DIFERENTES TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA.

Pesquisador Responsável: Gabriel de Paula Lira

Cargo/função: Mestrando no Programa em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita (UNESP)

Endereço: Av. 24-A, nº 1515. Laboratório de Biomecânica. Rio Claro. São Paulo.

Dados para Contato: telefone (19) 981558590 e-mail: gabrielplira@hotmail.com

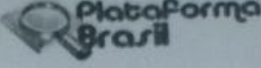
Telefone de contato do Comitê de Ética em Pesquisa: (19) 3526-9678

Dados do participante:

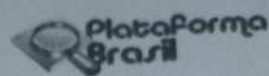
Nome: _____ Sexo: F() M()
RG: _____ Data de nascimento: ____/____/____
Endereço: _____
Telefone: _____ E-mail: _____

Anexos

Anexo 1 – Folha de aprovação Comitê de Ética em Pesquisa

<p>INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE RIO CLARO/UNIVERSIDADE</p>											
<p>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</p>											
<p>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</p>											
<p>Título da Pesquisa: Análise de variáveis biomecânicas em diferentes tipos de levantamento terra</p>											
<p>Pesquisador: Gabriel de Paula Lira</p>											
<p>Área Temática:</p>											
<p>Versão: 1</p>											
<p>CAAE: 59933716.8.0000.5465</p>											
<p>Instituição Proponente: Instituto de Biociências de Rio Claro/ Universidade Estadual Paulista -</p>											
<p>Patrocinador Principal: Financiamento Próprio</p>											
<p>DADOS DO PARECER</p>											
<p>Número do Parecer: 1.815.354</p>											
<p>Apresentação do Projeto:</p>											
<p>Trata-se de uma pesquisa de Gabriel de Paula Lira, a ser realizada sob a orientação do(a) Prof(a). Dr(a). Adalgiso Coscrato Cardozo. O projeto de pesquisa tem como temática ANÁLISE DE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS EM DIFERENTES TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA.</p>											
<p>Objetivo da Pesquisa:</p>											
<p>"Objetivo Primário:</p> <p>Analisar parâmetros biomecânicos relacionados aos músculos e articulações de indivíduos que realizarão três tipos de levantamento terra.</p>											
<p>Objetivo Secundário:</p> <p>Comparar os valores de ativação muscular e co-contração dos músculos VM, BF, GM, TA, ML, TS, GMx, AR, obtidos durante os protocolos de fadiga.</p> <p>Comparar os valores de angulação das articulações do tornozelo, joelho e quadril em diferentes fases do levantamento (MI, MJ, MF).</p> <p>Avaliar se a fadiga causa alterações nas angulações das articulações e se altera a ativação e co-contração muscular."</p>											
<p>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</p> <p>"Riscos:</p>											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Endereço: Av.24-A n.º 1515</td> <td style="text-align: right;">CEP: 13.506-900</td> </tr> <tr> <td>Bairro: Bela Vista</td> <td></td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td>Município: RIO CLARO</td> </tr> <tr> <td>Telefone: (19)3526-9678</td> <td>Fax: (19)3534-0009</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">E-mail: cepib@rc.unesp.br</td> </tr> </table>		Endereço: Av.24-A n.º 1515	CEP: 13.506-900	Bairro: Bela Vista		UF: SP	Município: RIO CLARO	Telefone: (19)3526-9678	Fax: (19)3534-0009		E-mail: cepib@rc.unesp.br
Endereço: Av.24-A n.º 1515	CEP: 13.506-900										
Bairro: Bela Vista											
UF: SP	Município: RIO CLARO										
Telefone: (19)3526-9678	Fax: (19)3534-0009										
	E-mail: cepib@rc.unesp.br										
<p>Página 01 de 05</p>											

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DE RIO
CLARO/UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 1.815.354

Justificativa de Ausência	TCLÉ.doc	12/09/2016 17.06.23	Gabriel de Paula Lira	Aceito
---------------------------	----------	------------------------	-----------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO CLARO, 10 de Novembro de 2016

Assinado por:
Flávio Soares Alves
(Coordenador)

Endereço: Av.24-A n.º 1515

Bairro: Bela Vista

CEP: 13.506-900

UF: SP

Município: RIO CLARO

Telefone: (19)3526-9678

Fax: (19)3534-0009

E-mail: cepib@rc.unesp.br