

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Jonathas Stoll de Vargas

NÍVEL DE ATIVAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE MEMBROS INFERIORES EM
DIFERENTES EXERCÍCIOS DE FORÇA PARA MULHERES TREINADAS

PORTO ALEGRE, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Jonathas Stoll de Vargas

NÍVEL DE ATIVAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE MEMBROS INFERIORES EM
DIFERENTES EXERCÍCIOS DE FORÇA PARA MULHERES TREINADAS

Monografia apresentada à Escola de
Educação Física da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul como pré-requisito
para a conclusão do curso de Bacharelado
em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

PORTO ALEGRE, 2015

NÍVEL DE ATIVAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE MEMBROS INFERIORES EM DIFERENTES EXERCÍCIOS DE FORÇA PARA MULHERES TREINADAS

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para a conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física.

Conceito Final:

Aprovado em _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____-UFRGS

Orientador – Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto - UFRGS

AGRADECIMENTOS

Nesse longo período de faculdade tive a oportunidade de fazer grandes amigos e a conviver com grandes professores. Sempre busquei extrair o máximo de conhecimento para levar comigo na jornada que se aproxima.

Gostaria de agradecer a minha família, amigos e a todos os professores da ESEF que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

A seleção dos exercícios é uma importante variável aguda para a correta prescrição de um treinamento de força, contudo muitas vezes as escolhas e a repercussão que determinado exercício produz no nível de ativação dos membros inferiores são baseadas em conhecimentos empíricos. Com isso o objetivo do presente estudo é o de classificar por nível de ativação muscular os exercícios para membros inferiores Agachamento paralelo, Agachamento com os pés à frente, *Leg press 45°*, Cadeira extensora, Mesa flexora e *Stiff*, para cada um dos músculo reto femoral, vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e glúteo máximo. **Métodos:** 17 mulheres treinadas foram submetidas por eletromiografia de superfície a aleatórios exercícios de força a fim de classifica-los em cada um dos musculo analisados pela média de 12RM normalizadas pela CIVM. **Resultados:** Na ativação dos músculos do quadriceps femoral, os exercícios de Agachamentos, *Leg press 45°* e Cadeira extensora não apresentaram diferença significativas entre si, sendo somente superiores ao *Stiff* e a Mesa flexora. No biceps femoral, a Mesa flexora produziu, significativamente, a maior ativação entre todos os exercicios analisados, seguidos do *Stiff* que foi significativamente superior aos agachamentos, sendo o paralelo, superior ao *Leg press 45°* e a Cadeira extensora. No gluteo máximo a maior ativação foi encontrada no *Stiff*, seguido do Agachamento paralelo, Agachamento pés à frente, *Leg press 45°*, Mesa flexora e a Cadeira extensora, sendo o *Stiff superior a todos os exercícios com exceção do Agachamento paralelo*, que foi significativamente superior ao *Leg press 45°*, Mesa flexora e Cadeira extensora. **Conclusão:** Em mulheres treinadas, tanto exercícios multiarticulares quanto o monoarticular cadeira extensora parecerem desenvolver de forma igual os músculos do quadriceps femoral, o que não ocorrem nos músculos isquiotibiais no qual os exercícios monoarticulares Mesa flexora e *Stiff* foram os responsáveis pelos maiores níveis de ativação. Já para os glúteos, dos exercícios analisados, tantos o Agachamento paralelo quanto o *Stiff* parecem ser ótimos ativadores dessa região. Portanto, os níveis de ativação que cada exercício produz nos músculos são informações importantíssimas para auxiliar o profissional de Educação Física no correto planejamento de um treinamento de força.

ABSTRACT

The selection of exercises is an important variable acute for the correct prescription of strength training, but often the choices and the impact that particular exercise produces in the lower limbs activation level are based on empirical knowledge. Thus the aim of this study is to sort by level of muscle activation exercises for lower limbs Parallel squat, Squat with your feet forward, Leg press 45°, Leg extension, Prone leg curl and Stiff leg deadlift, for each muscle Rectus femoris, Vastus lateralis, Vastus medialis, Biceps femoris and Gluteus maximus. Methods: 17 women trained were submitted by surface electromyography to random strength exercises in order to classify them in each of the muscle analyzed by averaging 12RM normalized by the CIVM. Results: In the activation of the quadriceps femoris muscles, exercises Squats, Leg press 45° and Leg extension no significant difference between them, being only superior to the Stiff leg deadlift and Prone leg curl. The Biceps femoris, the Prone leg curl produced significantly greater activation of the all analyzed exercises, followed by the Stiff leg deadlift that was significantly higher than the Squats, being Parallel higher than the Leg press 45° and Leg extension. In Gluteus most of the increased activation was found in the Stiff leg deadlift, followed by Parallel squat, Squat with your feet forward, Leg press 45°, Prone leg curl and Leg extension, and the Stiff leg deadlift greater than all exercises except the Parallel squat, which was significantly higher than the Leg press 45°, Prone leg curl and Leg extension. Conclusion: In trained women, both multi-joint exercises as the single-joint leg extension seem to develop equally the femoral quadriceps muscle, which does not occur in the hamstring muscles in which the single-joint exercises Prone leg curl and Stiff leg deadlift were responsible for the highest levels of activation. As for the Gluteus, the analyzed years, so many Parallel squat as Stiff leg deadlift seem to be great enablers of this region. Therefore, activation levels that each year produces muscles are very important information to assist the professional of Physical Education in the correct planning a strength training.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Classificação nos Quadríceps.....	24
TABELA 2: Classificação nos Isquiotibiais.....	30
TABELA 3: Classificação nos Glúteos.....	36
TABELA 4. Média e desvio padrão das características fisiológicas dos sujeitos	61
TABELA 5. Média e desvio padrão para Cargas de 12RM e Tempo por repetição...61	

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. <i>Glute-Ham Raise</i> ou <i>Russian Curl</i>	31
FIGURA 2. <i>Razor Curl</i>	32
FIGURA 3: <i>Hip Thrust</i>	34
FIGURA 4: Agachamento Paralelo.....	40
FIGURA 5: Agachamento pés a frente.....	40
FIGURA 6: <i>Leg Press 45°</i>	41
FIGURA 7: <i>Stiff</i>	41
FIGURA 8: Mesa Flexora.....	41
FIGURA 9: Cadeira Extensora.....	41
FIGURA 10: Instrumentos de coletas.....	42
FIGURA 11: Posicionamento no Agachamento Paralelo.....	44
FIGURA 12: Posicionamento no Agachamento pés a frente.....	45
FIGURA 13: Posicionamento no <i>Leg Press 45°</i>	46
FIGURA 14: Posicionamento no <i>Stiff</i>	47
FIGURA 15: Posicionamento na Mesa Flexora.....	48
FIGURA 16: Posicionamento na Cadeira Extensora.....	49
FIGURA 17: Célula de Carga presa ao Tornozelo.....	51
FIGURA 18: Ângulo de 60 graus de Flexão do joelho.....	51
FIGURA 19: Extensão do quadril.....	52
FIGURA 20: Extensão do joelho	52
FIGURA 21: Flexão do joelho	52
FIGURA 22: Cadeira Dinamométrica Cefise.....	52

FIGURA 23: Eletrodos na parte anterior e posterior dos membros inferiores.....	53
FIGURA 24 Organograma do protocolo.....	54
FIGURA 25: Figura 21: PARQ-VC.....	55
FIGURA 26: Laudo % de gordura.....	56
FIGURA 27: Recorte do sinal EMG no segundo de maior platô da força.....	58
FIGURA 28: Análise do sinal bruto das 12 RM.....	59
FIGURA 29: Análise do recorte do sinal EMG de uma repetição em RMS.....	59
FIGURA 30: Média e desvio padrão do % da CIMV no Reto Femoral.....	62
FIGURA 31: Média e desvio padrão do % da CIMV no Vasto Lateral.....	63
FIGURA 32: Média e desvio padrão do % da CIMV no Vasto Medial.....	64
FIGURA 33: Média e desvio padrão do % da CIMV no Quadriceps Femoral.....	65
FIGURA 34: Média e desvio padrão do % da CIMV no Bíceps Femoral.....	66
FIGURA 35: Média e desvio padrão do % da CIMV no Glúteo Máximo.....	67

SUMÁRIO

TÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Eletromiografia	16
3.2 Músculos dos Membros Inferiores	17
3.2.1 Quadriceps Femoral.....	17
3.2.2 Isquiotibiais.....	17
3.2.3 Glúteos.....	18
3.3 Variáveis agudas do treinamento de força	19
3.3.1 Exercícios multiarticulares.....	20
3.3.1.1 <i>Agachamento paralelo</i>	20
3.3.1.2 <i>Agachamento pés à frente</i>	22
3.3.1.3 <i>Leg press 45°</i>	22
3.3.2 Exercícios monoarticulares.....	23
3.3.2.1 <i>Stiff</i>	23
3.3.2.2 <i>Mesa flexora</i>	23
3.3.2.3 <i>Cadeira extensora</i>	23
3.4 Comparações dos exercícios nos músculos dos membros inferiores	24
3.4.1 Comparações dos exercícios para os Quadríceps.....	24
3.4.1.1 <i>Multiarticulares X Monoarticulares</i>	28
3.4.2 Comparações dos exercícios para os Isquiotibiais.....	30
3.4.2.1 <i>Multiarticulares X Monoarticulares</i>	36
3.4.3 Comparações dos exercícios para os Glúteos.....	37

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
4.1 Problemas	40
4.2 Questões de pesquisa	40
4.3 Variáveis	40
4.3.1 Dependentes.....	40
4.3.2 Independentes.....	40
4.4 Métodos	41
4.5 Sujeitos da pesquisa	41
4.5.1 Critérios de inclusão.....	42
4.5.2 Tamanho da amostra.....	42
4.6 Instrumentos de coleta de dados	42
4.6.1 Instrumentos para medição do sinal.....	42
4.6.2 Instrumentos para medição antropométrica.	43
4.6.3 Equipamentos em sala de musculação.....	43
4.7 Padronizações	43
4.7.1 Padronizações dos Posicionamentos e Amplitudes nos exercícios.....	44
4.7.1.1 <i>Padronizações do Agachamento paralelo</i>	44
4.7.1.2 <i>Padronizações do Agachamento com pés à frente</i>	45
4.7.1.3 <i>Padronizações no Leg press 45°</i>	46
4.7.1.4 <i>Padronizações no Stiff</i>	47
4.7.1.5 <i>Padronizações na Mesa flexora</i>	48
4.7.1.6 <i>Padronizações na Cadeira extensora</i>	49
4.7.2 Padronizações do tempo e velocidade de execução dos exercícios.....	49
4.7.3 Intensidades, Repetições e Tempo de Recuperação.....	50

4.7.4 Estimativas da carga nos exercícios.....	50
4.7.5 Contração Isométrica Voluntária Máxima – CIVM.....	51
4.7.6 Posicionamento dos Eletrodos.....	53
4.8 Desenho experimental.....	54
4.8.1 Protocolo.....	55
4.9 Instrumentos estatísticos.....	57
4.9.1 Análise dos dados.....	57
4.10 Procedimentos Éticos.....	60
4.11 Análise Estatística.....	60
5.0 RESULTADOS.....	61
5.1 Caracterizações da amostra e dos exercícios.....	61
5.2 Reto Femoral.....	62
5.3 Vasto Lateral.....	63
5.4 Vasto Medial.....	64
5.5 Quadriceps Femoral.....	65
5.6 Bíceps Femoral.....	66
5.7 Glúteo Máximo.....	67
6.0 DISCUSSÃO.....	68
6.1 Quadriceps Femoral.....	68
6.1.1 Reto Femoral.....	69
6.1.2 Vasto Lateral e Medial.....	69
6.2 Isquiotibiais – Bíceps Femoral.....	71
6.3 Glúteo Máximo.....	72

LIMITAÇÕES.....	73
CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
ANEXOS.....	81

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força, também conhecido como treinamento contra resistência é uma das formas mais populares de exercício para melhorar a aptidão física de um indivíduo. O aumento no número de salas de musculação disponibilizadas a população revela os grandes benefícios proporcionados pela prática dessa atividade, tais como aumento da força, da massa magra, redução da gordura corporal e melhora do desempenho físico em atividades do dia-a-dia (FLECK e KRAEMER, 2006). Uma das variáveis de treinamento que colaboram para atingir esses benefícios é a seleção de exercícios que tem sido cada vez mais valorizada (SCHAEFER e RIES 2010), possivelmente pelo interesse de praticantes de musculação em identificar qual ou quais exercícios produziram os maiores esforços em uma determinada musculatura.

A escolha de exercícios muitas vezes é realizada de forma multimodal com base em metas de *fitness*, critérios de desempenho, prevenção de lesões (SCHOENFELD et al. 2015), características biomecânicas (FLECK e KRAEMER, 2006) e questões estéticas, esta última, sendo um dos principais objetivos de mulheres frequentadoras de academias, que buscam modelar o corpo através do desenvolvimento das variáveis de hipertrofia, definição, simetria e proporção muscular. Entretanto, para atingir esses objetivos, instrutores de musculação escolhem determinados exercícios físicos baseados em saberes empírico e sem comprovação científica o que leva a incertezas no desenvolvimento muscular. Assim um planejamento baseado em conhecimentos anatômicos e eletromiográficos poderia direcionar melhor o treino em função dos objetivos e limitações do praticante de musculação (MALDONADO et al 2008). A eletromiografia é uma importante técnica para análise clínica e esportiva em diferentes condições estáticas e dinâmicas e na sua utilização com eletrodos de superfície é possível captar o somatório dos potenciais de ação advindos de determinada região muscular demonstrando assim a magnitude de ativação que determinado músculo apresenta. Desta forma a compreensão do nível de ativação muscular pode ser um importante indexador na tentativa de identificar quais exercícios seriam mais vantajosos na produção de adaptações específicas em determinada musculatura (SCHAEFER e RIES 2010) e população, visto que se faz necessário mais estudos que identifiquem esses efeitos em mulheres (FLECK 1999).

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é o de ranquear os exercícios Agachamento, Agachamento com os pés à frente, *Leg press 45°*, *Stiff*, Mesa flexora e Cadeira extensora em cada um dos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e glúteo máximo, pelo nível de ativação eletromiográfica.

Outro objetivo do presente estudo é o de comparar os níveis de ativação eletromiográfica entre os exercícios multiarticulares com os monoarticulares.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Eletromiografia de Superfície - sEMG

A EMG é uma técnica que estuda a função do músculo estriado por meio de análise do sinal mio elétrico captado durante o repouso ou durante a contração muscular registrando as variações de voltagem produzidas pela membrana das fibras musculares e é a soma de todos os sinais mio elétricos de uma determinada região, podendo ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, assim como pelo controle do sistema nervoso periférico e a instrumentação utilizada para a aquisição dos sinais (ENOKA et al., 2000, BASMAJIAN e DE LUCA, 1985).

A eletromiografia pode ser uma importante ferramenta para análise clínica e esportiva em diferentes condições estáticas e dinâmicas. Para Basmajian (1981) essa técnica é um valioso método diagnóstico e investigativo por ser possível ver o que o músculo realmente faz em qualquer instante durante diversos movimentos e posturas, além de revelar a inter-relação e coordenação dos músculos.

A técnica da eletromiografia pode ser realizada com eletrodos de profundidade ou superficiais. O presente estudo utilizou a EMG de superfície por ser um método menos invasivo. É importante reconhecer que existem algumas limitações na utilização da técnica de eletromiografia de superfície, algumas de ordem intrínsecas e outras extrínsecas. Com relação as extrínsecas, pode-se tentar controlar alguns fatores externos, os quais podem interferir na captação do sinal, como, por exemplo, a iluminação, sons, temperatura do local, modelos e posicionamentos dos eletrodos e preparação da pele. Já entre os fatores intrínsecos, aqueles que não se podem controlar, estão: o *crosstalk*, que são interferências no sinal EMG advinda da captação de atividade eletromiográfica de outros músculos que estão mais próximos, características das unidades motoras e fibras do tipo I, IIa e IIx entre diferentes músculos e sujeitos, e à camada de gordura subcutânea, visto que é possível se obter um sinal EMG mais claro em indivíduos que possuam um baixo percentual de gordura. (CATERISANO et al. 2002; CORREA C.S.; COSTA R. e PINTO R.S. 2012).

Portanto, conseguindo minimizar interferências, a EMG de superfície pode ser considerada uma valiosa técnica para avaliação da intensidade muscular em diferentes exercícios, pois um aumento da atividade mio elétrica pode ser um indicativo da tentativa do sistema nervoso produzir mais força muscular, ou compensar perdas de força relacionadas à fadiga.

3.2 Músculos dos membros inferiores.

No presente estudo foram analisados alguns músculos que envolvem a região da coxa e do quadril, como segue abaixo.

3.2.1 Quadriceps Femoral

O quadríceps femoral é composto por um grupo de quatro músculos que preenchem o maior volume da face anterior da coxa, que tem grande importância para reforçar a estabilidade do joelho, pois pesquisas identificaram que co-contrações ajudam a aumentar a estabilidade nesse grupo muscular (ESCAMILLA et al. 2001).

Segundo Carpes et al. (2011), o quadriceps é composto pelos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial (mais superficiais) e vasto intermédio (mais profundo) e é um importante motor primário para a extensão do joelho, sendo o reto femoral o único das quatro porções que transpassa por duas articulações, a do quadril e a do joelho tendo origem na espinha ilíaca anteroinferior e margem superior do acetábulo e inserção na tuberosidade da tíbia e realiza ação agonista de flexão do quadril e extensão do joelho. Já os vastos estão localizados lateralmente e medialmente ao reto femoral, transpassam somente a articulação do joelho e realizam a extensão do mesmo.

3.2.2 Isquiotibiais

Estão localizados na região posterior da coxa e são compostos pelos músculos mais laterais, Bíceps femoral cabeça curta e Bíceps femoral cabeça longa, e outros dois mais mediais, Semitendíneo e Semimembranoso. É um grupo de músculos bi-articulares que, com exceção da cabeça curta do bíceps femoral, atravessam a articulação do quadril e do joelho (OLIVER et al., 2009), e são muito importantes para reforçar a estabilidade anteroposterior do joelho (ESCAMILLA et al. 2001). O bíceps femoral tem origem na face medial da tuberosidade isquiática (cabeça longa) e face posterior do fêmur e sua inserção é na tíbia anterior (OLIVER et al., 2009), mais precisamente no côndilo lateral da tíbia e cabeça da fibula (CARPES et al. 2011).

3.2.3 Glúteos

Os músculos que compõem a região glútea são o glúteo máximo, glúteo médio (mais profundo) e glúteo mínimo (totalmente coberto pelo glúteo médio). O glúteo máximo é um musculo volumoso e está superficialmente na região glútea, tem origem na linha glútea posterior do íliaco, face posterior do sacro, lado do cóccix e ligamento sacrotuberal e sua inserção fica na tuberosidade glútea do fêmur e trato iliotibial da fáscia lata e possui grande participação no movimento de extensão e rotação externa do quadril além de exercer importante função na estabilização do tronco sobre o fêmur, bem como, em atividades como correr e ou levantar-se a partir de uma posição sentada (CARPES et al. 2011).

3.3 Variáveis agudas do Treinamento de Força

Em 1982, Kramer determinou cinco grupos específicos de variáveis agudas dos programas de treinamento capazes de fornecer a descrição geral de qualquer protocolo de uma sessão e observou que manipulando essas variáveis, sessões de treino poderiam ser planejadas possibilitando um número quase infinito de protocolos a serem criados resultando assim, em respostas e adaptações fisiológicas específicas como resultado das escolhas feitas. Segundo esse autor as variáveis as quais podem ser manipuladas para um planejamento de um programa de exercícios são:

Escolha dos Exercícios: Estrutural, monoarticular, multiarticular, potência, tipo de contração, tipo de equipamento.

Ordem dos exercícios: Sequencia dos exercícios, grandes grupos versus pequenos grupos musculares, complexos versus simples, muita habilidade versus pouca habilidade.

Intensidade: Resistência usada, potência versus alto nível de força, nível de recrutamento muscular, velocidade de execução.

Número de séries: Efeitos de volume, trabalho total.

Duração dos períodos de recuperação: Quantidade de força produzida, respostas de lactato, respostas hormonais, nível de produção de potência.

Com relação às escolhas dos exercícios, Schoenfeld et al. (2015) entendem que a seleção é, muitas vezes, realizada de forma multimodal e com base em metas de *fitness*, tais como hipertrofia, critérios de desempenho e prevenção de lesões, já para Kramer e Flack (2006), as escolhas estão relacionadas às características biomecânicas dos objetivos definidos como alvo para melhoria.

Kramer e Flack (2006) destacam algumas classificações para os exercícios. Segundo esses autores os exercícios podem ser arbitrariamente classificados como primários, que treinam os motores primários em um movimento particular e são tipicamente exercícios para os grandes grupos musculares, por exemplo, *Leg Press*, supino e puxadas e os secundários, que treinam predominantemente um grupo muscular que auxilia no movimento produzido pelos motores primários como, por exemplo, a rosca tríceps e rosca bíceps. Ainda os exercícios podem ser classificados como estruturais ou segmentares. Exercícios estruturais são aqueles movimentos com todo o corpo e que requerem ação coordenada de

vários grupos musculares como os arranques, levantamentos-terra e os Agachamentos são bons exemplos de exercícios estruturais para todo o corpo. Outra classificação utilizada para os exercícios diz respeito ao número de articulações envolvidas no movimento. Se o movimento envolver mais de uma articulação e vários grupos musculares pode ser chamado de multiarticular.

3.3.1 Exercícios Multiarticulares

Segundo Kramer e Fleck (2006), é especialmente importante incluir exercícios estruturais e multiarticulares em um programa quando movimentos de força são utilizados em uma determinada atividade, pois promovem coordenação neural entre os músculos, ou seja, o uso coordenado de movimentos de múltiplos grupos musculares. Esses autores comentam que muitos esportes e atividades funcionais da vida diária como, por exemplo, subir e descer escadas, dependem de movimentos multiarticulares estruturais, que são exercícios vantajosos quando o tempo para o treinamento é curto e necessitasse treinar mais do que um grupo muscular.

É possível destacar algumas características biomecânica de alguns exercícios multiarticulares mais comumente realizados em sala de musculação como os Agachamentos, *Leg press* e suas variações.

3.3.1.1 Agachamento Paralelo

O Agachamento é considerado por muitos alunos de treinamento de força e profissionais de educação física como o “Rei” dos exercícios, por acreditarem ativar extremamente a musculatura dos quadríceps, ísquios e glúteos. Escamilla et al. (2001), verificaram que nesse exercício realizado com pesos livres, dos três músculos do quadríceps, o vasto medial é o mais ativo, seguido do vasto lateral e reto femoral, com os vastos produzindo aproximadamente a mesma ativação demonstrando atividade eletromiográfica 30% a 90% maior do que no reto femoral. Os pesquisadores desse estudo creditaram a menor atividade observada no reto femoral à sua função biarticular de extensores dos joelhos e quadril. No Agachamento, o reto femoral provavelmente é mais

eficaz como um extensor do joelho quando o tronco esta mais vertical, porque ele está em uma posição alongada em comparação com quando o tronco está inclinado (ESCAMILLA et al., 2001).

Wright et al. (1999), observaram que durante o movimento de Agachamento os isquiotibiais desempenham papel simultâneo de agonistas e antagonistas, isto é, eles atuam como agonista em extensão do quadril e como antagonistas na extensão do joelho e produzem uma atividade muscular relativamente baixa nesse exercício. Schwanbeck et al. (2009), afirmam que o bíceps femoral exibiu menor atividade EMG que o vasto lateral. Especificamente, os valores isquiotibiais durante o Agachamento variam cerca de 31% a 41% da CVM (ESCAMILLA et al., 2001). Já para Ebben (2009), os valores atingiram 27% da CIVM demonstrando que o Agachamento não é um exercício ideal para treinamento dos isquiotibiais.

Esse exercício também exerce ativação na região do tronco. A profundidade do Agachamento aumenta muito a inclinação do tronco para a frente, principalmente em sujeitos menos experientes que não têm desenvolvidos os músculos da região lombar necessários para a estabilização (COTTERMAN et. al., 2005) e essa alteração provavelmente tenha alguma implicação na ativação dos músculos dessa região.

Outra questão referente a mecânica do Agachamento diz respeito a posturas e formas de execução do movimento na articulação do joelho. Hirata e Duarte (2006), recomendam não ultrapassar o joelho da linha do pé a fim de reduzir forças de compressão patelofemoral levando assim a uma menor solicitação mecânica nessa articulação, pois através de análises tridimensionais e plataforma de força os pesquisadores demonstraram que a força patelofemoral é, em média, 28% maior quando os joelhos ultrapassam a ponta dos pés. Esses resultados são reforçados por Escamilla et al. (2009) que observaram em sua pesquisa aumento da força patelofemoral e estresse ao passar e inclinar o joelho anteriormente à frente da perna, apoiando a crença de muitos clínicos que se o joelho ultrapassar anteriormente a linha da ponta dos dedos do pé, o estresse e a força patelofemoral aumentariam em comparação com a manutenção dos joelhos sobre os pés.

Com relação à distância de afastamento e angulos de rotação dos pés, Escamilla et al. (2001), recomendam para atletas ou pacientes em reabilitação um ângulo de pés que seja mais confortável para o Agachamento, pois as variações não alteraram os padrões de recrutamento muscular e nem demonstraram diferenças significativas na ativação nos musculos da coxa durante o exercício. Sendo assim, o Agachamento parece ser um exercício eficaz para reabilitação do ligamento cruzado ou tensão femoropatelar, pois não

compromete a estabilidade do joelho podendo reforçá-la, se realizada corretamente. (ESCAMILLA et al., 2001).

3.3.1.2 Agachamento pés à frente

Outro exercício multiarticular muito praticado em sala de musculação é uma variação do Agachamento tradicional realizado com a barra apoiada nas costas, porém realizado em um *Smith Machine* com os pés mais à frente. As alterações na mecânica desse exercício podem levar a diferentes respostas na ativação dos músculos dos membros inferiores e nos músculos das costas que podem ser colocados sob menos stress do que durante um Agachamento livre, pois a amplitude do troco para frente é menor do que quando comparado ao Agachamento livre (COTTERMAN et al., 2005).

3.3.1.3 Leg Press 45°

O *Leg press* é um exercício multiarticular considerado por treinadores muito importante para o desenvolvimento dos músculos da coxa, principalmente para o quadríceps. Escamilla et al. (2001), identificaram que a atividade eletromiográfica no vasto medial e lateral, aproximadamente de mesma quantidade, é 30% a 90% maior do que no reto femoral sendo que o vasto medial é o mais ativo, seguido do vasto lateral e por último o reto femoral. Em estudo de Augustsson et al. (2003), que tinha por objetivo investigar o efeito da pré-exaustão na ativação muscular dos membros inferiores no *Leg press*, foi possível verificar as diferenças de ativação nos músculos reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo. Apesar do estudo não comparar estatisticamente os músculos avaliados, os dados de ativação muscular deixaram evidentes a maior participação do vasto lateral seguido pelo reto femoral e por último do glúteo máximo.

3.3.2 Exercícios monoarticulares

São exercícios que envolvem uma única articulação e procuraram isolar um determinado grupo muscular. Para o quadríceps a Cadeira extensora é considerada por

muitos educadores um exercício secundário, por não proporcionar um desenvolvimento integral dos membros inferiores. Já para os isquiotibiais não é possível afirmar que exercícios monoarticulares como o *Stiff* e a Mesa flexora sejam secundários uma vez que demonstram grande poder de ativação dessa musculatura. Sobre esses exercícios é possível destacar algumas informações sobre sua biomecânica.

3.3.2.1 *Stiff*

O *Stiff* é um exercício monoarticular que pode proporcionar um aumento da atividade dos músculos isquiotibiais, principalmente na fase concêntrica do movimento entre os ângulos de 40° a 60° onde a cabeça longa do Biceps femoral tem uma atividade muscular aumentada (BEZERRA et al., 2013), contudo nesse exercício os glúteos também podem ser ativados, pela ação contra a resistência da extensão do quadril. O *Stiff* é um exercício que pode ser realizado tanto com os joelhos completamente estendidos, quanto com uma leve flexão dos joelhos. Na literatura esse exercício realizado com os joelhos semi flexionados recebe o nome de *Romanian Deadlift*. Tanto o *Stiff* quanto o *Romanian Deadlift* são variações do exercício multiarticular Levantamento terra.

3.3.2.2 *Mesa flexora*

A Mesa flexora é um exercício monoarticular comumente utilizado para treinar os isquiotibiais. Esse exercício apesar de ser realizado em um equipamento mais antigo, apresenta o melhor desenho biomecânico para o fortalecimento dos isquiotibiais. (SCHAEFER e RIES 2010).

3.3.2.3 *Cadeira extensora*

Esse exercício é comumente utilizado para treinar o quadríceps femoral. Escamilla et al. (1998), verificaram que a atividade do músculo quadríceps é maior nesse exercício quando o joelho está perto de sua máxima extensão produzindo mais atividade no Reto femoral do que nos outros músculos.

3.4 Comparações de exercícios nos músculos dos membros inferiores

Em algumas pesquisas é possível observar diferentes níveis de ativação muscular entre exercícios multiarticulares e monoarticulares por determinado grupo muscular. A maioria dos estudos analisa as ativações no Quadríceps e Isquiotibiais e muito pouco sobre os Glúteos.

3.4.1 Comparações dos exercícios no Quadríceps Femoral

CLASSIFICAÇÃO POR NÍVEL DE ATIVAÇÃO EMG - QUADRICEPS			
AUTORES	INTENSIDADE	MUSCULOS	MULTIARTICULARES
Contreras et al. 2015	10 RM	VL	Agachamento Paralelo } Agachamento Profundo } # Agachamento Frontal }
Caterisano et al. 2002	3 REPS 100-125% PC	VMO	Agachamento Parcial (30%) } Agachamento Paralelo (18%) } # Agachamento Profundo (20%) }
Escamilla et. al. 2001	12 RM a 70-75% 1 RM	VL - VM - RT	1º Agachamento Paralelo (47%, 50%, ~36%) 2º Leg press Baixo (39%, 42%, -) } # Leg Press Alto (37%, 39%, ~25%) }
Gentil et al. 2003	10RM a 20% 1RM	QUADRICEPS	1º Leg Press Baixo 2º Leg Press Alto
Schwanbeck et al. 2009	8 RM	VM VL#	1º Agachamento Livre 2º Agachamento Smith
Gullett et al. 2009	1 REP a 70% 1RM	RT - VL - VM	Agachamento Frontal } Agachamento Paralelo } #
McCurdy et al. 2010	85% 3RM	RT	1º Agachamento Paralelo 2º Agachamento uma perna à frente
Fauth et al. 2010	6 RM	VL- VM	1º Agachamento uma perna à frente } Agachamento Paralelo } # Step-up } 4º Levantamento Terra }
Escamilla et al. 2002	12 RM	VL - VM	1º Levantamento Terra Sumo 2º Levantamento Terra convencional

Sem diferença significativa entre os exercícios

PC: Peso corporal

AUTORES	INTENSIDADE	MUSCULOS	MULTIARTICULARES X MONOARTICULARES
Bezerra et al. 2013	3 REPS 70% 1 RM	VL	1º Levantamento Terra 2º Stiff
Alkner et al. 1999	20-40-60-80% CIVM	VL-VM-RT	Leg Press } # Cadeira Extensora }
Ebben 2009	6 RM	QUADRICEPS	1º Agachamento Paralelo 2º Stiff
Signorile et al. 1994	10 RM	VL - VM	1º Agachamento Paralelo 2º Cadeira extensora
Escamilla et al. 1998	12RM	RT	1º Cadeira extensora 2º Agachamento Paralelo
		VL-VM	1º Agachamento Paralelo 2º Cadeira extensora

Sem diferença significativa PC: Peso corporal

Tabela 1: Classificação no Quadriceps Femoral.

Um dos exercícios mais analisados e comparados na literatura é o Agachamento. A fim de identificar possíveis diferenças na ativação específica das porções superficiais do quadriceps como no reto femoral, vasto lateral e vasto medial, alguns pesquisadores compararam variações desse mesmo exercício. Caterisano et al. (2002) e Contreras et al. (2015), ao analisa-lo em diferentes profundidades, não encontraram diferenças significativas na ativação dos vastos. Na pesquisa de Contreras et al. (2015) o vasto lateral ativou (110% da CIVM) no Agachamento paralelo e (123% da CIVM) no Agachamento profundo. Já, Caterisano et al. (2002) afirmaram que a medida que esse exercício é realizado com maior profundidade, o vasto medial obliquo tem uma menor contribuição elétrica, visto que o Agachamento parcial contribuiu com (30,88%) da atividade elétrica total da coxa, quando comparados ao Agachamento paralelo (18,85%) e completo (20,23%).

Pesquisas também tem sido realizadas afim de comparar a ativação no quadriceps entre o agachamento realizado com pesos livres contra a utilização de máquina guiada que permite, além de variar o posicionamento das pernas mais para frente, realizar um movimento com mais segurança e estabilidade. Os pesquisadores Anderson e Behm (2005), encontraram em seus resultados que a atividade do vasto lateral durante o Agachamento guiado foi 14,3% maior do que durante o Agachamento livre. Entretanto, esse estudo parece não concordar com os achados de Schwanbeck et al. (2009). Para esses, o

Agachamento com pesos livres parece ser mais benéfico aos indivíduos que estão tentando fortalecer os extensores do joelho, pois durante o Agachamento guiado observaram menor recrutamento dos vastos e justificaram isso a menor necessidade de estabilização proporcionada pelo equipamento. Schwanbeck et al. (2009), ainda identificaram que dos músculos analisados do quadriceps somente o vasto medial apresentou diferença significativa sendo sua ativação 49% maior durante o Agachamento livre, enquanto que no vasto lateral a atividade muscular foi somente 25% maior no livre em comparação ao guiado.

Variações do posicionamento da barra também foram analisadas nesse exercício. Gullett et al. (2008), observaram em 15 homens experientes em treino de força que a posição da barra não influenciou na atividade dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial. Por causa da mudança inerente da posição do centro de massa da barra a frente ou as costas, esses pesquisadores hipotetizaram que o Agachamento frontal resultaria em diminuição da atividade do músculo extensor das costas. Contudo, esse estudo mostrou que a posição da barra não influenciou na atividade dos músculos testados, ou seja, os dois exercícios foram igualmente eficazes em termos de recrutamento muscular, inclusive sendo o Agachamento frontal, por ser realizado com menos cargas e assim reduzir as forças de compressão sobre a articulação do joelho, mais vantajoso para pessoas que possuam algum tipo de problema nessa articulação. Esses pesquisadores ainda acharam intrigante a semelhança na ativação entre as posições de barras, pois embora mais massa fosse levantada durante o Agachamento tradicional a posição da barra não influenciou os padrões de atividade muscular.

Variações no posicionamento das pernas, como por exemplo, uma perna mais a frente na realização do agachamento, apresentam divergências nos padrões de recrutamento em alguns músculos do quadriceps. Enquanto McCurdy et al. (2010), observaram em 11 atletas do sexo feminino que o Agachamento paralelo foi capaz de produzir maior atividade no reto femoral do que o realizado com uma perna a frente em 3 RM a 80% de 1RM, Fauth et al. (2010) não identificaram diferenças estatísticas entre esses dois modelos de Agachamento, somente uma tendência de maior ativação nos vastos na variação do Agachamento com uma das pernas à frente. Na pesquisa Fauth et al. (2010), a qual avaliou 16 sujeitos do sexo feminino em vários exercícios na intensidade de 6 RM nas fases concêntricas e excêntricas é possível observar um ranqueamento dos exercícios que mais ativaram os músculos do quadriceps. Mais precisamente no vasto lateral observaram a seguinte ordem de ativação: 1º Agachamento com uma perna à frente; 2º Agachamento

paralelo; 3º *Step-up* e 4º Levantamento terra, sendo o Agachamento com uma perna à frente, Agachamento e *Step-up* igualmente eficazes na ativação e significativamente maiores que o Levantamento terra. Já no vasto medial a ordem de ativação foi a seguinte: 1º Agachamento com uma perna a frente; 2º *Step-up*; 3º Agachamento paralelo; 4º Levantamento terra, sendo a maior ativação durante o Agachamento com uma perna à frente e *Step-up*, enquanto o Levantamento terra produziu níveis significativamente mais baixos de ativação no vasto medial. Aparentemente o Levantamento terra não parece estar entre os exercícios que mais ativam o quadríceps, contudo uma variação desse exercício com as pernas mais afastadas, chamado de Levantamento terra sumo, poderia ser mais benéfico para fins de ativação do quadríceps, visto que Escamilla et al. (2002) observaram que o vasto medial e lateral são mais ativados no levantamento terra sumo (44% e 48% da CIVM respectivamente) do que o Levantamento terra convencional (36% e 40% da CIVM respectivamente).

Relevante estudo de Escamilla et al. (2001), analisou e comparou o tradicional exercício de Agachamento paralelo ao *Leg press* e suas variações. Nessa pesquisa foi demonstrado que o Agachamento pode ser um exercício bastante eficaz para o desenvolvimento do quadríceps por gerar atividade eletromiográfica superior quando comparado principalmente ao *Leg press* alto, pois quando comparado a *Leg press* baixo, a superioridade do agachamento não foi considerada significativa. Os investigadores verificaram que na fase de extensão do joelho o reto femoral, vasto lateral e vasto medial apresentaram maiores valores respectivamente (~36%,~47%,~50% da CIVM) no agachamento, contra (~29%,~39%,~41% da CIVM) do *Leg press* baixo e (~25%,~38%,~42% da CIVM) do *Leg press* alto. Com relação ao posicionamento de diferentes alturas e ângulos dos pés no *Leg press*, pesquisas apresentaram algumas divergências principalmente quanto à altura dos pés na plataforma. Enquanto Escamilla et al. (2001), recomendam para atletas ou pacientes em reabilitação escolher o posicionamento dos pés que for mais confortável para a execução do exercício, pois não encontraram qualquer alteração significativa quando os pés estão posicionados mais acima ou mais a baixo ou em rotação externa ou neutra, Gentil et al. (2004), defendem que o posicionamento dos pés mais baixos na plataforma do *Leg press* poderiam resultar em maiores ativações do quadríceps.

3.4.1.1 Multiarticulares X Monoarticulares

A fim de verificar as respostas eletromiográficas nos músculos do quadríceps poucas pesquisas realizaram comparações entre exercícios multiarticulares e monoarticulares comumente realizados em academias. Bezerra et al. (2013), verificaram que o levantamento terra, um exercício multiarticular, foi mais eficaz na ativação do músculo vasto lateral (128 % da média pico EMG) contra o exercício monoarticular *Stiff*, que ativou 101, % da média do pico EMG. Já Alkner et al. (1999), não identificaram diferenças de ativação muscular no vasto lateral, vasto medial e reto femoral entre os exercícios de Cadeira extensora e *Leg press* e Ebben (2009), previsivelmente observou no Agachamento a maior ativação no quadríceps em relação ao exercício de flexão de perna sentada, demonstrando 74% e 7% da CIVM, respectivamente.

Contudo, para fins de comparação, os exercícios multiarticular e monoarticulares para o quadríceps que recebem maior atenção na literatura são os Agachamentos e a extensão de joelho na Cadeira extensora. Signorile et al. (1994), analisaram 10 levantadores experientes que realizaram 10 RM e não identificaram diferenças de ativação entre os músculos vasto lateral e vasto medial quando em um mesmo exercício. Entretanto, quando comparados no mesmo músculo, o Agachamento paralelo com a extensão de joelhos, esses autores encontraram significativa maior ativação no Agachamento paralelo tanto no vasto lateral quanto no vasto medial. Clark et al. (2012), sugerem que essa maior atividade no Agachamento seria produzida pela maior ação neural e pelo aumento da demanda para estabilizar a carga, porém isso não seria o responsável por apresentar o aumento da atividade dos motores primários, mas sim dos músculos estabilizadores. Os autores também sugerem que a maior ativação no Agachamento pode ter sido devido a carga ser levantada verticalmente contra a gravidade, em comparação com o exercício na Cadeira extensora, o qual a carga é aplicada por meio de alavancas. Esses resultados levantaram dúvidas sobre a necessidade de complementar o Agachamento com um exercício na Cadeira extensora, a fim de balancear a ativação do vasto medial com o vasto lateral. Signorile et al. (1994), questionaram a necessidade de usar a Cadeira extensora como um exercício suplementar por dois motivos. Primeiro porque não encontraram diferenças significativas na ativação entre o vasto lateral e vasto medial no Agachamento paralelo, e assim lançaram dúvidas sobre o pressuposto de que exista uma quantidade desproporcional de atividade, o que resultaria em um desenvolvimento desigual entre estes músculos. O segundo motivo esta baseado na diferença entre os dois exercícios. Quando eles foram comparados com a mesma intensidade relativa, (10RM) o Agachamento

produziu maior ativação que a Cadeira extensora no vasto medial e vasto lateral sugerindo um maior esforço durante o Agachamento. Para Signorile et al. (1994), parece ser injustificada a obrigatoriedade de prescrever o exercício da Cadeira extensora durante sessões para membros inferiores, que são já longas, não significando que a cadeira extensora seja ineficaz como um exercício suplementar para o quadríceps, mas seus dados sugerem um papel tenue. Assim, para esses autores, parece ser benéfico utilizar exercícios multiarticulares, tais como o Agachamento, ainda que por décadas a Cadeira extensora tenha sido o principal exercício para reabilitação, até que pesquisas demonstraram elevações de estresse nos ligamentos e aumentos de forças de cisalhamento nesse exercício quando comparados ao Agachamento e *Leg press*. Com isso, os pesquisadores concluíram que para alcançar melhores resultados, desnecessários ou redundantes exercícios que reduzem o tempo e a energia do atleta aplicadas em esporte específico, poderiam ser eliminados. Entretanto Escamilla et al. (1998) não reforçam essa idéia de tenuidade do exercício na Cadeira extensora e sugerem que para o desenvolvimento global do quadríceps femoral os exercícios monoarticulares poderiam ser superiores ou pelo menos tão eficazes quanto os multiarticulares, visto que observou uma grande contribuição do reto femoral na ativação do quadríceps, enquanto Signorile et al. (1994), baseu suas conclusões sobre o quadríceps desconsiderando o nível de ativação do reto femoral e somente avaliando os vastos. Nessa pesquisa, Escamilla et al. (1998) demonstraram similaridade nos padrões de ativação dos três músculos superficiais do quadríceps femoral. Contudo, quando os exercícios Agachamento e Cadeira extensora foram comparados por cada músculo do quadríceps separadamente, reto femoral, vasto lateral e vasto medial, o exercício monoarticular demonstrou que pode ser mais eficaz no desenvolvimento do músculo reto femoral, enquanto o multiarticular, em de acordo com os resultados de Signorile et al. (1998), pode ser mais eficaz no desenvolvimento dos músculos vastos. Escamilla et al (1998), ainda verificaram que, na média de todo o movimento (fase concêntrica e excêntrica), o exercício na Cadeira extensora gerou, aproximadamente, 45% mais atividade no reto femoral do que o Agachamento paralelo, enquanto que no vasto medial e vasto lateral o Agachamento produziu, aproximadamente, 20% e 5% respectivamente, mais atividade eletromiográfica que a extensão de joelhos. Apesar dessas descobertas, os autores alertam que esses achados podem ser verdadeiros apenas com intervalos específicos de movimento do joelho.

3.4.2 Comparações dos exercícios nos Isquiotibiais

CLASSIFICAÇÃO POR NÍVEL DE ATIVAÇÃO EMG - ISQUIOTIBIAIS		
AUTORES	INTENSIDADE	MONOARTICULARES
Oliver et al. 2009	5 RM	1º Razor Curl 2º Mesa Flexora
Ebben 2009	6 RM	1º Russian Curl 2º Cadeira Flexora 3º Stiff Stiff Unilateral } # Good Morning }
Mcallister et al. 2014	85% 1RM	1º Glute-Ham Raise 2º Romanian Deadlift (Stiff) Good morning } # Mesa Flexora }
Wright et al. 1999	3 REP. a 75% 1RM	1º Flexão de joelhos } Tendência 2º Stiff }
Schaefer e Ries 2010	5 REP. a 60% 1 RM	1º Mesa Flexora 2º Cadeira Extensora
Schoenfeld et al. 2015	8 RM	1º Mesa Flexora 2º Stiff (região distal)
AUTORES	INTENSIDADE	MULTIARTICULARES
Caterisano et al. 2002	3 REP. 100-125% PC	Agachamento Parcial } # Agachamento Paralelo } Agachamento Profundo }
Contreras et al. 2015	10 RM	Agachamento Paralelo (14%) } # Agachamento Profundo (14%) } Agachamento Frontal (13%) }
Contreras et al. 2015	10 RM	1º Hip Thrust (40%) 2º Agachamento Paralelo (14%)
Anderson e Behm 2005	10 REP. PC	Agachamento Livre } # Agachamento Smith }
Schwanbeck et al. 2009	8 RM	1º Agachamento Livre 2º Agachamento Smith
Gullett et al. 2009	1 REP a 70% 1RM	Agachamento Frontal } # Agachamento Paralelo }
McCurdy et al. 2010	3 RM a 85% 3RM	1º Agachamento uma perna à frente 2º Agachamento Paralelo
Leporace et al. 2012	8 RM a 50% PC	1º Agachamento uma perna à frente (42,6%) 2º Agachamento Paralelo (24,7%)
Fauth et al. 2010	6 RM	1º Levantamento Terra 2º Step-up Agach. uma perna à frente } # Agachamento Paralelo }
Escamilla et al 2002	12 RM	Levantamento Terra } # Levantamento Terra Sumo }

Escamilla et. al. 1998	12 RM	1º Agachamento Paralelo 2º Leg Press
Escamilla et al. 2001	12 RM a 70-75% 1 RM	1º Agachamento Paralelo 2º Leg Press
Gentil et al. 2003	10 RM a 20% 1 RM	1º Leg Press Alto 2º Leg Press Baixo
AUTORES	INTENSIDADE	MULTIARTICULARES X MONOARTICULARES
Bezerra et al. 2013	3 RM a 70% 1 RM	Stiff (100%) Levantamento Terra (98,6%) } #
Wright et al. 1999	3 RM a 75% 1RM	1º Flexão de joelho e Stiff 2º Agachamento Paralelo
Ebben 2009	6 RM	1º Russian Curl (98%) 2º Cadeira Flexora (81 %) 3º Stiff (49%) Stiff Unilateral (48%) } # Good Morning (43%) } 6º Agachamento Paralelo (27%)

Sem diferença significativa PC: Peso corporal

Tabela 2: Classificação nos Isquiotibiais

Oliver et al. (2009), afirmam que a Mesa flexora tem sido o exercício da escolha para o fortalecimento do grupo de músculos isquiotibiais, no entanto, esse exercício não é realizado em posição funcional e nem se está recebendo a maior ativação nos isquiotibiais quando o objetivo é a flexão do joelho. Quando a Mesa flexora é comparada ao *Raze Curl* (Figura 2), que é um exercício projetado para aumentar a contratilidade dos isquiotibiais colocando o quadril em flexão, estes pesquisadores afirmaram que devido à posição mais funcional desse exercício a ativação nos isquiotibiais é mais pronunciada em comparação a Mesa flexora e concluem que tanto a Mesa flexora quanto o *Raze Curl* podem eficientemente treinar os isquiotibiais, porém somente o *Raze curl* pode ser uma forma de auxiliar na prevenção de lesão no ligamento cruzado anterior.

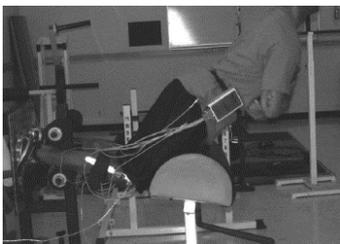


Figura 1. *Glute-Ham Raise* ou *Russian Curl*



Figura 2. *Razor Curl*

Em estudo de Ebben, (2009) que avaliou a ativação muscular em diferentes exercícios por EMG em 34 atletas universitários (21 homens e 13 mulheres) a uma intensidade de 6 RM é possível classificar a ordem dos exercícios monoarticulares por nível de ativação nos isquiotibiais. O *Russian Curl* (Figura 1), um exercício de flexão dos joelhos realizado com os tornozelos fixos a um equipamento semelhante ao *Razor Curl*, foi mais capaz de ativar os isquiotibiais, seguido da flexão de joelho na Cadeira flexora, *Stiff*, *Stiff* unilateral e *Good Morning*, sendo esses 3 últimos muito semelhantes na ativação EMG, por apresentarem similitudes biomecânicas na amplitude de movimento nas articulações do joelho e quadril. Assim sendo, o exercício de flexão do joelho e o *Russian curl*, produziram as maiores ativações nos isquiotibiais em comparação com exercícios iniciados na articulação do quadril como o *Stiff* e *Good morning*, com significativa maior ativação no *Russian Curl* comparado com o exercício de flexão do joelho. No estudo de Mcallister et al. (2014), também é possível classificar a ordem dos exercícios pelo nível de ativação muscular. Nessa pesquisa que também teve por objetivo investigar a ativação muscular dos isquiotibiais em diferentes exercícios na intensidade de 85% de 1RM, os pesquisadores observaram em 12 homens treinados que na fase concêntrica o exercício *Glute-ham raise* (Figura 1), exercício semelhante ao *Russian Curl* e ao *Razor Curl*, é o que mais ativa o bíceps femoral, seguido do *Romanian Deadlift (Stiff)*, *Good morning* e Mesa flexora. Da mesma forma que Ebben (2009) e Oliver et al. (2009), Mcallister et al., (2014) ainda observaram que a ativação do exercício de flexão do joelho na Mesa ou na Cadeira flexora é significativamente menor quando comparada aos exercícios *Glute-ham raise*, *Russian Curl* e *Razor Curl*. Agora quando comparados os exercícios de flexão do joelho contra os de extensão do quadril como o *Romanian Deadlift* e o *Stiff*, Mcallister et al. (2014) e Wright et al. (1999) encontraram semelhanças na ativação muscular. Wright et al. (1999), avaliaram especificamente o bíceps femoral de 11 homens treinados e encontraram leve superioridade, não significativa, de ativação na Mesa flexora contra o *Stiff* quando o sinal eletromiográfico foi analisado pela integral, assim demonstrando haver pouca diferença na quantidade de envolvimento dos isquiotibiais entre esses exercícios, mesmo que sejam recrutados em movimento de diferentes articulações. Entretanto Ebben, (2009) encontrou significativa maior ativação no exercício de flexão de joelho em posição sentada comparado ao *Stiff*. Aparentemente esse posicionamento ativa menos os isquiotibiais do que em posição deitada, pois em estudo de Schaefer e Ries (2010), que analisou a atividade eletromiográfica do Bíceps femoral em 9 praticantes de musculação com idades de 20 a 40 anos, foram encontradas maiores amplitudes eletromiográficas na Mesa flexora sugerindo que este equipamento seja mais eficiente para treinamentos que visem melhorar a

capacidade de ativação muscular pois na Cadeira flexora os isquiotibiais estão em posição alongada e conforme Lunnen; Yack e Leveau, (1981, *apud* Schaefer e Ries 2010) o efeito mecânico dos componentes elásticos em paralelos permitem uma diminuição da força desenvolvida pelos elementos contráteis e conseqüente diminuição da taxa de disparo das unidades motoras, pois Onishi et al. (2000 *apud* Schaefer e Ries 2010) afirmaram que é na posição de comprimento ótimo que as unidades motoras do músculo são totalmente recrutadas.

Outros pesquisadores também observaram os níveis de ativação entre a Mesa flexora e o *Stiff*, porem em diferentes porções dos isquiotibiais. Schoenfeld et al. (2015), investigaram a atividade eletromiográfica nos aspectos proximais e distais, medial e lateral dos isquiotibiais durante a execução do *Stiff* e Mesa flexora em 10 homens jovens treinados em força que realizaram 8 RM. Os resultados mostraram que, enquanto na parte superior do biceps femoral a ativação entre a Mesa flexora e o *Stiff* foi semelhante, na parte inferior a Mesa flexora produziu maior ativação devido a cabeça curta do biceps femoral não atravessar a articulação do quadril e, portanto, não ser muito ativado em um exercício de extensão do quadril, como o *Stiff*. Esses pesquisadores sugerem que indivíduos que procuram estabilidade, força ou hipertrofia distal na coxa posterior podem se beneficiar de exercícios como a Mesa flexora, por ser mais vantajoso para reforçar o biceps femoral e reduzir lesões capsulo-ligamentares no joelho provocadas por esportes ou atividades que necessitem dessa musculatura.

Na literatura também são demonstradas comparações dos níveis de ativação nos músculos isquiotibiais em diferentes exercícios multiarticulares. Dentre os exercícios mais analisados estão o *Leg press* e os Agachamentos. O Agachamento quando comparado em três diferentes amplitudes: parcial, paralela e profunda, parece não demonstrar diferenças significativas no biceps femoral (CATERISANO et al., 2002; CONTRERAS et al. 2015) nem quando realizado com os pés afastados ou unidos (ESCAMILLA et al., 2001) pois Contreras et al. (2015), encontraram os mesmos níveis de ativação nos isquiotibiais entre o Agachamento paralelo (14,92% da CIVM), Agachamento profundo (14,39% da CIVM). Contreras et al. (2015), também compararam a ativação dos isquiotibiais, mais precisamente do biceps femoral, entre o Agachamento e o *Hip Trust* (figura 3), que é um exercício de elevação pélvica e encontraram significativa maior ativação no *Hip Trust*, (40,78% da CIVM), contra (14,92% da CIVM) do Agachamento, demonstrando ser este um bom exercício para ativar a região dos isquiotibiais.



Figura 3: Exercício *Hip Thrust*.

Diferentes formas para realizar o Agachamento também têm sido comparadas na tentativa de identificar distintos níveis de ativação da parte posterior da coxa. Anderson e Behm (2005), não encontraram diferenças significativas no Biceps femoral entre o Agachamento *Smith* e o Agachamento livre, ou melhor, encontraram somente um efeito mínimo sobre a atividade nesse músculo, entretanto Schwanbeck et al. (2009), verificaram que o Agachamento com pesos livres pode ser mais benéfico do que o Agachamento *Smith* para os indivíduos que estão tentando fortalecer os isquiotibiais. Nesse estudo a atividade eletromiográfica foi significativamente maior em 26% no bíceps femoral durante o Agachamento livre e os autores justificaram isso ao aumento do papel que os flexores do joelho tem na estabilização e apoio do tornozelo, joelho e articulações do quadril em um ambiente mais instável.

O Agachamento também pode ser realizado variando-se a posição da barra ou das pernas. Tanto Contreras et al. (2015), quanto Gullette et al. (2008), não identificaram diferenças na ativação do biceps femoral quando a barra esta posicionada a frente do peito ou nas costas, pois Contreras et al. (2015) encontraram valores de ativação entre esses exercícios que variaram em torno em 14% da CIVM. Com relação ao posicionamento das pernas, McCurdy et al. (2010), observaram em atletas do sexo feminino, maior atividade eletromiografica no Agachamento com uma das pernas a frente da linha da barra comparado ao Agachamento realizado com as duas pernas paralelas e justificaram essa diferença há divergentes padrões de recrutamento muscular. De encontro ao estudo de McCurdy et al. (2010), Leporace et al. (2012), também encontram maior ativação no bíceps femoral no Agachamento com uma perna a frente (42,6%) em comparação ao Agachamento paralelo (24,7%), contudo esses autores não relativizaram as cargas e consideraram moderada a ativação do bíceps femoral durante a execução desses exercícios. Já Fauth et al. (2010), apesar de encontrarem valores superiores no Agachamento com uma perna a frente, afirmaram que esses resultados não forem suficientes para demonstrarem diferenças significativas nos isquiotibiais quando comparado

ao Agachamento tradicional com as pernas paralelas. Ainda nesse estudo de Fauth et al. (2010) foi possível observar significativa maior ativação dos isquiotibiais em outros exercícios como o Levantamento terra que quando comparado ao Agachamento, *Step-up* e Agachamento uma das pernas à frente, parece ser o melhor ativador para o biceps femoral, produzindo 90% da CIVM durante a fase concêntrica. Entretanto, Escamilla et al. (2002), observaram menores percentuais de ativação comparado a pesquisa de Fauth et al. (2010) e verificaram ainda que a variação desse exercício realizado com as pernas afastadas, popularmente conhecido como Levantamento terra sumo (29% da CIVM) apresenta o mesmo nível de ativação no biceps femoral que o Levantamento terra (28% da CIVM) que é realizado sem o afastamento dos membros inferiores.

Algumas pesquisas também foram realizadas para comparar o nível de ativação dos músculos isquiotibiais entre o Agachamento e o *Leg press*. Escamilla et al. (1998), identificaram que o Agachamento gera duas vezes mais atividade nos isquiotibiais do que no *Leg press*, isso talvez pelo fato dos músculos desse grupo muscular não serem motores principais para esse exercício (EBBEN et al., 2010). Em estudo de Escamilla et al. (2001), foi observado que nos isquiotibiais, o Agachamento gera maior atividade do que o *Leg press* tanto com os pés no alto quanto em posição baixa na plataforma. Alguns autores tentaram identificar diferenças de ativação nessas duas formas de realizar o *Leg press*. Apesar de Escamilla et al. (2001) não terem encontrado diferenças significativas é possível notar em seus resultados uma tendência de maior ativação quando os pés estão posicionados no alto da plataforma do *Leg press*. Essa tendência é vista de forma significativa na pesquisa de Gentil et al. (2003), no qual identificaram que o *Leg press* com os pés altos gerou maior ativação nos isquiotibiais. Escamilla et al. (2001), também analisaram no *Leg press* outras formas de posicionamento dos pés e descobriram que o posicionamento dos mesmos mais afastados na plataforma, pode ser um pouco mais eficaz no desenvolvimento dos isquiotibiais quando comparado aos pés unidos.

3.4.2.1 Multiarticulares X Monoarticulares

Pouquíssimos são os estudos que compararam a ativação dos isquiotibiais entre exercícios multiarticulares contra os monoarticulares. Bezerra et al. (2013), não encontrou diferença na ativação do bíceps femoral entre o exercício multiarticular Levantamento terra (100%) e o monoarticular *Stiff* (98,6%) realizados na intensidade de 70% de 1 RM. Já Wright et al. (1999), recomendam, para o desenvolvimento da força nos isquiotibiais, realizar exercícios monoarticulares como a flexão de joelho e o *Stiff* ao invés dos multiarticulares como o Agachamento, pois em seus estudos observaram que o Agachamento produziu aproximadamente a metade da atividade comparado ao *Stiff* e a flexão de joelho. Esses resultados vão de encontro com os de Ebben (2009), que também demonstrou que exercícios monoarticulares como o *Stiff* e a Cadeira flexora provocaram mais atividade eletromiográfica do que o Agachamento para os isquiotibiais.

O motivo para explicar a maior ativação nesse grupo muscular em exercícios monoarticulares, no qual o bíceps femoral é motor primário, poderia estar na argumentação de Yamishita (1988), que sugeriu que a ativação simultânea de agonistas e antagonistas vista em exercícios multiarticulares como o *Leg press* e Agachamento poderiam gerar inibição da ativação dos músculos, ou seja, essa ativação simultânea seria a responsável pela menor ativação dos isquiotibiais em exercícios multiarticulares.

3.4.3 Comparações dos exercícios nos Glúteos

CLASSIFICAÇÃO POR NÍVEL DE ATIVAÇÃO EMG – GLÚTEO MÁXIMO		
AUTORES	INTENSIDADE	MONO E MULTIARTICULARES
Oliver et al.2009	5 RM	Mesa Flexora } # Razor Curl }
Mcallister et al. 2014	85% 1RM (Glúteo médio)	1º Romanian Deadlift (Stiff) 2º Mesa flexora } # Glute-ham raise } 4º Good Morning
Caterisano et al. 2002	3 REP. 100-125% PC	1º Agachamento profundo (35,4%) 2º Agachamento paralelo (28%) 3º Agachamento parcial (16,9%)
Contreras et al. 2015	10 RM	Agachamento parcial } # Agachamento profundo } Agachamento Frontal }
Contreras et al. 2015	10 RM	1º Hip Thrust 2º Agachamento Paralelo
Coscrato et al. 2002	10 REP. a 70% 1RM	Agachamento Paralelo } # Agachamento uma perna à frente }
Leporace et al. 2012	8 REPS a 50% PC	1º Agachamento uma perna à frente (30,9%) 2º Agachamento Paralelo (21,2%)
Fauth et al. 2010	6 RM	1º Step-up, } # Agachamento uma perna à frente } Levantamento terra } 4º Agachamento paralelo }
Escamilla et al. 2002	12 RM	Levantamento terra (35%) } # Levantamento terra sumo (37%) }

Sem diferença significativa PC: Peso corporal

Tabela 3: Classificação nos Glúteos

Existem poucas evidências na literatura quanto ao comportamento do nível de ativação dos glúteos em diferentes exercícios, principalmente, entre os monoarticulares. Há menos evidências, ainda, comparando exercícios multiarticulares e monoarticulares, na tentativa de averiguar qual exercício mais ativa essa musculatura. Oliver et al. (2009), não encontraram diferenças significativas na ativação do glúteo máximo entre os exercícios Mesa flexora e *Razor Curl* em atletas colegiais, porém relataram que a posição mais funcional do *Razor Curl* fornece um método de treinamento com simultâneo movimento do quadril que conseguiu ativar o glúteo médio e máximo. Já no estudo de Mcallister et al. (2014), quando analisado o glúteo médio, foi possível observar um ranqueamento de

ativação de diferentes exercícios monoarticulares. O *Romanian Deadlift* foi o exercício que mais ativou o glúteo médio, seguido da Mesa flexora, *Glute-ham raise* e por último o *Good Morning*. O Glúteo médio foi significativamente mais ativo durante o *Romanian Deadlift* comparado com ao *Good Morning* e também foi significativamente mais ativo durante a Mesa flexora e o *Glute-ham* em comparação ao *Good morning*.

Com relação a ativação dos glúteos em exercícios multiarticulares, a literatura compara vários exercícios que envolvem o Agachamento e suas variações. Caterisano et al. (2002), verificaram as contribuições relativas do glúteo durante a realização de Agachamento em três profundidades parcial, paralela e completo utilizando 100-125% do peso corporal como resistência e encontraram diferenças significativas na contribuição relativa do glúteo máximo durante as fases concêntricas em diferentes angulações do Agachamento parcial (16,9%), paralelo (28,0%) e completo (35,4%). Esses dados sugerem que o glúteo máximo torna-se mais ativo quando a profundidade do Agachamento é aumentada. Entretanto, recente pesquisa de Contreras et al. (2015), não encontrou divergência de ativação em diferentes profundidades e posicionamento da barra no Agachamento. A região superior do glúteo máximo foi igualmente ativada tanto no paralelo (29,35% da CIVM) e profundo (29,58 % da CIVM), quanto na variação da barra a frente no chamado Agachamento frontal (29,15 % da CIVM). Nessa pesquisa os investigadores também avaliaram a ativação na região inferior dos glúteos, e apesar dessa região apresentar valores percentuais maiores que na região superior dos glúteos, também não foram encontradas diferenças entre os três exercícios Agachamento paralelo (45,29% da CIVM), Agachamento profundo (42,24% da CIVM) e Agachamento frontal (43,89%). Em outro estudo publicado no mesmo ano, Contreras et al. (2015), também investigaram a ativação no glúteo entre os exercícios de Agachamento e *Hip thrust*. Neste estudo os pesquisadores observaram que o glúteo máximo, tanto na sua parte superior, quanto na porção inferior, foi significativamente mais ativado no *Hip thrust* (69% da CIVM na parte superior e 86% da CIVM na porção inferior) que no Agachamento (29% da CIVM na porção superior e 45% da CIVM na porção inferior).

Variações no posicionamento das pernas no exercício Agachamento também foram analisadas para a ativação dos glúteos. Coscrato et al. (2002), avaliaram 10 mulheres treinadas que realizaram 10 repetições a 70% da carga máxima em diferentes tipos de Agachamento. Os exercícios analisados foram o Agachamento paralelo com calço, Agachamento paralelo sem calço, Agachamento com uma perna a frente com passo largo e Agachamento com uma perna a frente com passo curto e os resultados desse estudo mostraram que o glúteo máximo apresentou o mesmo perfil eletromiográfico para os 4 tipos

de exercício, ou seja, não demonstrou diferença estatisticamente significativa. Já Leporace et al. (2012), analisando exercícios semelhantes ao estudo de Coscrato et al. (2002), comparou a atividade mio elétrica do glúteo máximo entre o Agachamento com pés paralelos e o Agachamento com uma perna à frente em 7 sujeitos que realizaram 8 RM a 50% da massa corporal e identificaram que o glúteo máximo apresentou maior ativação na passada à frente (30,9%) em comparação aos pés paralelos (21,2%). Contudo mesmo com essa superioridade os autores recomendam cautela com esses resultados em virtude das cargas não terem sido relativizadas.

Em artigo apresentado na *28 International Conference on Biomechanics in Sports*, Fauth et al. (2010), demonstraram que o *Step-up* e Agachamento com uma perna à frente são os melhores exercícios para a ativação do glúteo máximo devido à sua natureza unilateral. Assim os autores recomendaram incluí-los em um programa de treinamento para esportes que exigem a extensão do quadril, visto que são superiores em nível de ativação ao Levantamento terra e Agachamento paralelo, este penúltimo, segundo Escamilla et al. (2002), não demonstrando diferenças significativas quando realizado 12RM da forma convencional (35% da CIVM) ou com as pernas mais afastadas chamado de Levantamento terra sumo (37% da CIVM).

São raras as pesquisas que tenham analisados as atividades do glúteo máximo comparando exercícios multiarticulares com monoarticulares. Nessa revisão de literatura não foi encontrado nenhum artigo específico que tenha comparado de forma dinâmica e com relativização de cargas, exercícios monoarticulares com multiarticulares para o glúteo máximo. Ainda assim, em um artigo datado de 1988, Yamashita identificou que a atividade muscular do glúteo máximo é inibida em uma ação isométrica de extensão simultânea da articulação do quadril e joelhos, ou seja, identificou uma baixa ativação dessa musculatura em um movimento multiarticular, pois quando comparado a ação monoarticular de extensão do quadril, verificou uma ativação de somente 50%. Já Cotterman et al. (2005), sugerem que pessoas que realizaram um exercício multiarticular, como o Agachamento, por um período prolongado podem desenvolver fortes músculos dos glúteos que podem ser mais fortalecidos do que a região do quadríceps.

Visto da necessidade de estudos que, não somente identifiquem o comportamento do glúteo máximo em diferentes exercícios, mas também comparem sua ativação entre exercícios multi e monoarticulares, o presente estudo também tentará elucidar essas lacunas na literatura.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Problemas

Verificar os sinais eletromiográficos dos membros inferiores, do reto femoral, vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e glúteo máximo nos exercícios de musculação Agachamento, Agachamento pés a frente, *Leg press 45°*, Cadeira extensora, Mesa flexora e *Stiff*.

4.2 Questões de pesquisa

Qual é a ordem de classificação dos exercícios propostos para membros inferiores que mais ativa determinada musculatura da região da coxa e do glúteo?

Quais exercícios têm os maiores níveis de ativação? Os multiarticulares ou monoarticulares para determinado musculo?

4.3 Variáveis

4.3.1 Dependentes: Correspondem ao valor do sinal eletromiográfico dados em RMS.

4.3.2 Independentes: Correspondem aos seguintes exercícios de sala de musculação.



Figura 4: Agachamento Paralelo.

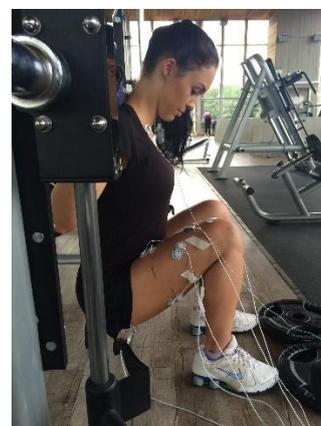


Figura 5: Agachamento pés à frente.



Figura 6: *Leg Press 45°*.



Figura 7: *Stiff*.



Figura 8: *Mesa flexora*.



Figura 9: *Cadeira extensora*.

4.4 Métodos

O método será descritivo-comparativo com abordagem quantitativa do tipo quase experimental.

Os testes serão realizados com uma amostra selecionada por voluntariedade, sem um grupo controle.

4.5 Sujeitos da pesquisa

4.5.1 Critérios de inclusão

Mulheres.

Ter entre 18 e 40 anos.

Ter no mínimo 1 ano de experiência em treinamento de força.

4.5.2 Tamanho da amostra

17 sujeitos.

4.6 Instrumentos de coleta de dados



Figura 10: Instrumentos de coletas.

4.6.1 Instrumentos para medição do sinal

Notebook Samsung Core i7.

Eletromiógrafo Miotool 8 canais.

Célula de Carga Miotec.

Metrônomo eletrônico Tempo.

Software Miotec Suite 1.0.

Eletrodos Medi-Trace 100.

Laminas de barbear, Algodão e Álcool etílico.

4.6.2 Instrumentos para medição antropométrica

Balança e Estadiometro Filizola.

Adipometro Cescorf.

Trena Cescorf.

Paquímetro 60 cm Cescorf.

Segmometro Cescorf.

Lápis de marcação.

4.6.3 Equipamentos em sala de musculação

Os exercícios Agachamento paralelo, Agachamento com os pés a frente e *Stiff* foram realizados em equipamento que permitia guiar verticalmente uma barra olímpica, o *Leg press* foi realizado em equipamento de torque constante com a carga realizando resistência em angulação de 45 graus, a extensão do joelho foi realizada em uma Cadeira extensora de polia assimétrica de torque decrescente e a flexão de joelho em uma Mesa flexora também de polia assimétrica, porem de torque crescente. Todos equipamentos e anilhas utilizadas foram da marca Können Gym.

4.7 Padronizações

Nos testes piloto foram padronizadas algumas variáveis nos exercícios como as amplitudes de movimentos, os números de repetições, as intensidades e as velocidades de execução que seriam mais comumente adequadas para este estudo. Além disso, foram definidas as posições e tempos de execução e repouso na cadeira dinamométrica para as CIVM, bem como as técnicas para colocação dos eletrodos. Essas padronizações serviram como base para o protocolo da pesquisa.

4.7.1 Padronizações dos Posicionamentos e Amplitudes nos exercícios

Todos os exercícios foram padronizados para percorrerem uma mesma angulação de 0° a, aproximadamente, 100° a 110° (ESCAMILLA et al.2001; McALLISTER et al. 2014) possibilitando assim, reduzir os efeitos de diferentes velocidades sobre a ativação muscular.

4.7.1.1 Padronizações no Agachamento paralelo

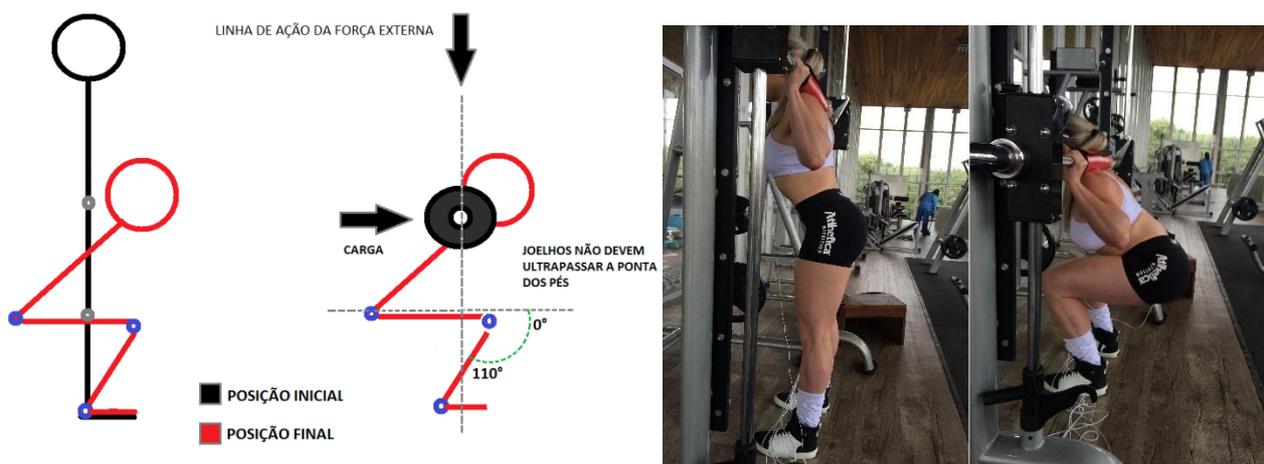


Figura 11: Posicionamento Agachamento paralelo.

Para a padronização do posicionamento dos joelhos no Agachamento paralelo (figura 11) foram utilizadas as orientações de Hirata e Duarte (2006), que recomendam não ultrapassar o joelho da linha do pé para reduzir a força de compressão Patelofemoral. A distância de afastamento e os ângulos de rotação dos pés foram padronizados para que ficassem na mesma linha do quadril, contudo essas pequenas variações foram permitidas na medida em que o sujeito se sentisse mais confortável, visto que em outras pesquisas essas alterações não influenciaram na ativação muscular (ESCAMILLA et al., 2001). Foi solicitado aos sujeitos manter o tronco ereto e as costas retas com a barra descansando sobre os ombros um pouco abaixo da sétima vértebra cervical (COTTERMAN et. al. 2005). Depois de atingir a profundidade adequada no Agachamento paralelo, o participante verticalmente elevou o peso até assumir uma posição de perna reta (COTTERMAN et. al. 2005).

4.7.1.2 Padronizações do Agachamento com pés à frente

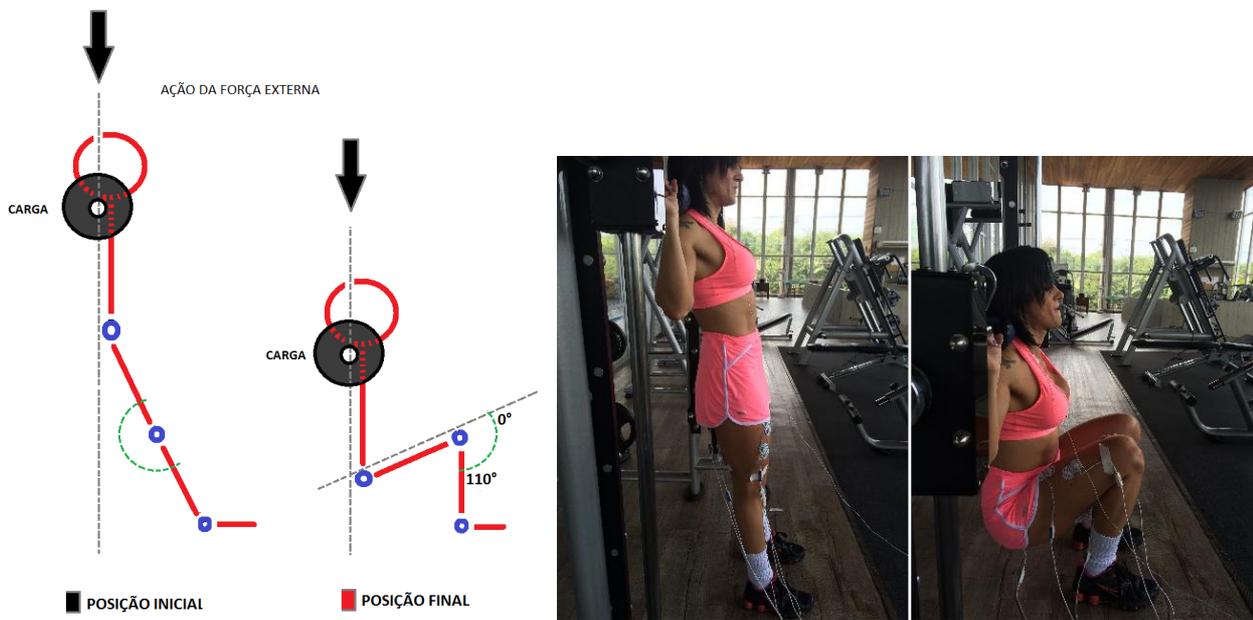


Figura 12: Posicionamento Agachamento Pés a frente.

Conforme a figura 12, a variação do Agachamento foi padronizada inicialmente com os pés a frente da linha da barra com o tronco ligeiramente inclinado para trás, para quando na posição final mais estresse pudesse ser colocado sobre a coxa, ajudando assim a diminuir o deslocamento horizontal dos joelho e reduzir o esforço colocado sobre essa articulação. (COTTERMAN et. al. 2005).

4.7.1.3 Padronizações no *Leg Press 45°*

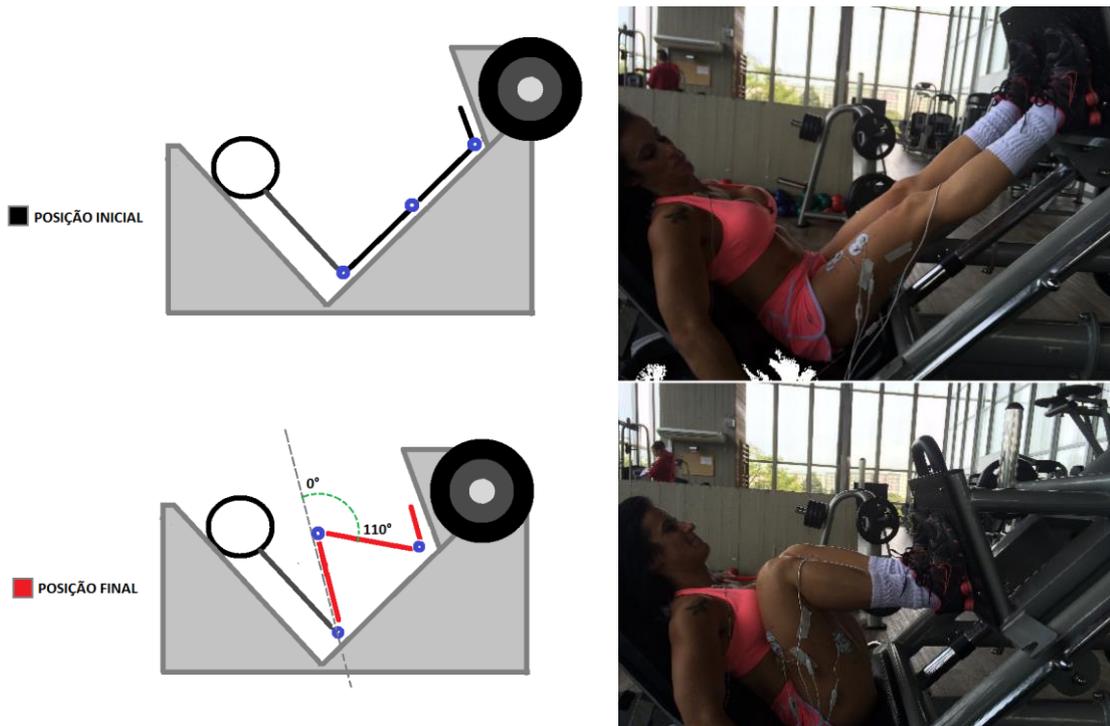


Figura 13: Posicionamento no *Leg Press 45°*.

Conforme a figura 13, O *leg press 45°* foi padronizado com os pés posicionados baixos na plataforma e na mesma linha do quadril com os joelhos flexionando em torno de 110°. O afastamento dos pés seguiu a linha do quadril e os ângulos dos pés ficaram a critério do sujeito, pois foi demonstrado por Escamilla et al. (2001), que diferentes angulações de pés nesse exercício não resultaram em diferenças na ativação da musculatura dos membros inferiores.

4.7.1.4 Padronizações no *Stiff*

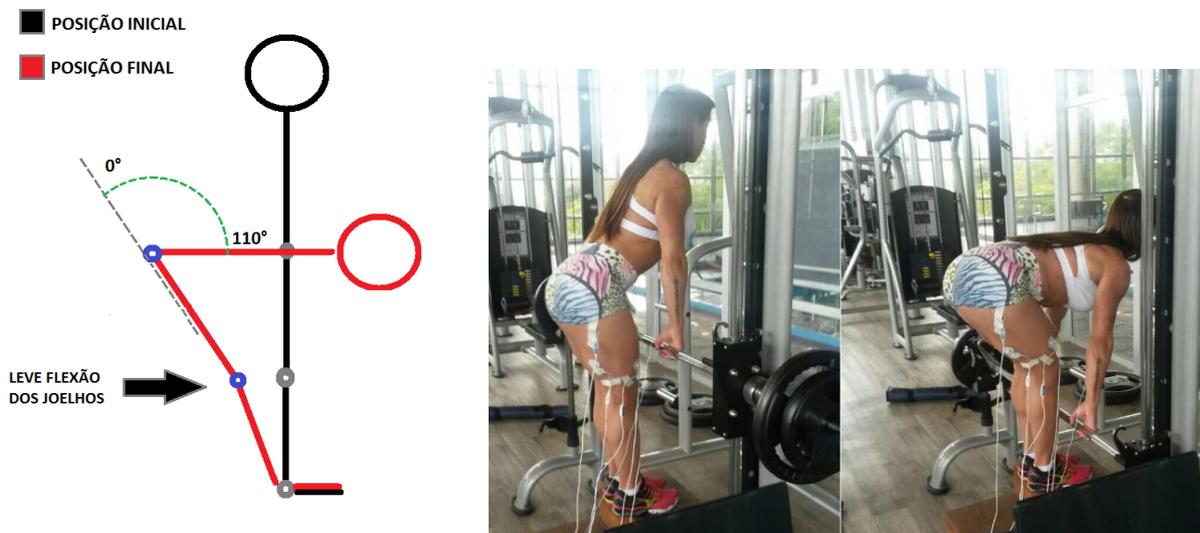


Figura 14: Posicionamento no *Stiff*.

A padronização do *Stiff* foi realizada conforme a figura 14 e orientação de alguns autores na literatura. Os joelhos levemente flexionados, ombros em uma posição neutra, escápulas aduzidas e as mãos segurando a barra em largura, aproximadamente biacromial (BEZERRA et al., 2013). Os indivíduos seguraram uma barra olímpica a partir de um *Smith Machine* com pegada das mãos em pronacão e ligeiramente maior do que a largura dos ombros (SCHOENFELD et al., 2015), o tronco permaneceu ereto e o peso pendurado pelos braços enquanto se mantinha a coluna neutra (curvatura lordótica natural) e joelhos levemente fletidos, o sujeito flexionava os quadris até que o tronco ficasse aproximadamente paralelo ao chão ou, na medida do possível confortável, em seguida, retornava à posição inicial (SCHOENFELD et al., 2015). Os pés foram posicionados na largura do quadril com os joelhos flexionados aproximadamente 15° e os pés apontados para frente. Através de toda a amplitude de movimento do exercício, os indivíduos mantiveram aproximadamente 15° de flexão do joelho, arco lordótico normal, escápulas retraídas e espinha cervical ligeiramente estendida (EBBEN, 2009). Bezerra et al. (2013), afirmaram que a técnica individual pode ser um fator que afeta a atividade muscular durante o *Stiff*, com isso no presente estudo foi padronizado o movimento no *Stiff* com os joelhos em leve flexão nos joelhos.

4.7.1.5 Padronizações na Mesa Flexora

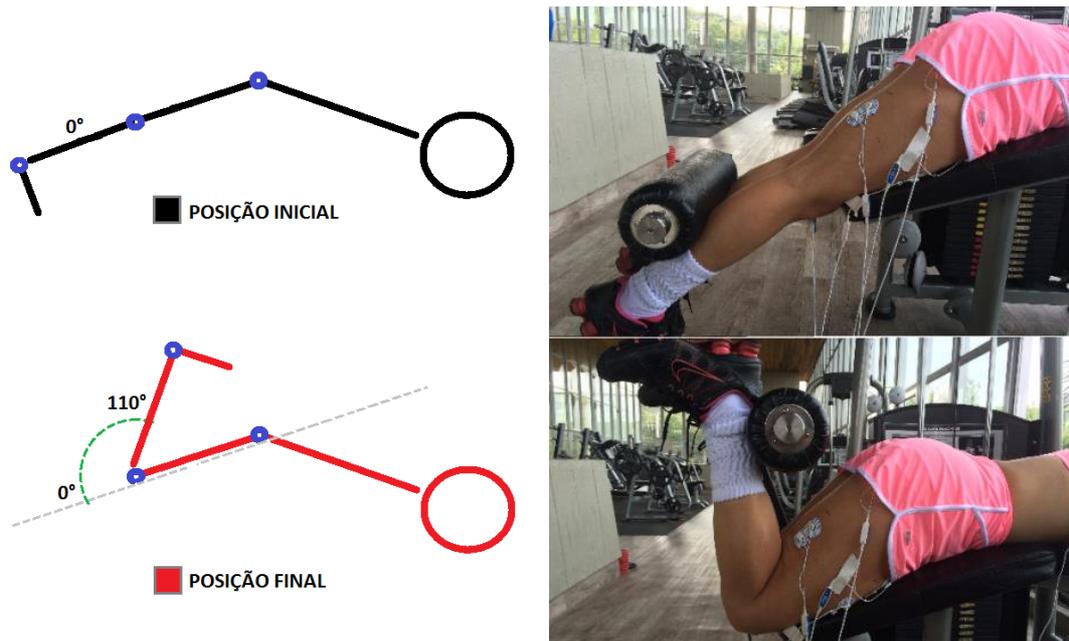


Figura 15: Posicionamento na Mesa Flexora.

Conforme a figura 15, o sujeito iniciou o exercício na Mesa flexora na posição de decubito ventral na máquina com as pernas estendidas e o braço de alavanca ajustados para que ele descansasse apenas proximal aos calcanhares. O sujeito flexionou os joelhos até que a almofada parasse pouco antes de entrar em contato com as nádegas e, em seguida, inverteu a direção até que a haste de contato retornasse à posição inicial (SCHOENFELD et al., 2015).

4.7.1.6 Padronizações da Cadeira Extensora



Figura 16: Posicionamento na Cadeira Extensora.

A posição inicial na Cadeira extensora se deu com os joelhos posicionados a 110° de flexão movimentando a perna até a posição de 0° graus de flexão. Os joelhos foram alinhados ao eixo do equipamento e o contato da almofada produzia resistência externa entre os pés e a canela. O quadril permaneceu flexionado em torno de 90°.

4.7.2 Padronizações do tempo e velocidade de execução dos exercícios

No presente estudo as velocidades do movimento foram padronizadas utilizando um metrônomo que determinava os tempos das fases concêntricas e excêntricas. Schoenfeld et al. (2015), utilizaram tempos de aproximadamente 1 segundo na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica. No presente estudo a maior dificuldade estava em definir a velocidade da fase concêntrica. O tempo de 2 segundos pareceu muito difícil de controlar nessa fase principalmente nos exercícios monoarticulares, pois é um tempo muito longo e os sujeitos não conseguiram se adaptar a essa velocidade. Testado, o tempo de 1 segundo pareceu muito rápido na fase concêntrica e a aceleração poderia influenciar muito o torque externo e, por conseguinte na intensidade do exercício. Em vista dessas dificuldades foi considerado um tempo intermediário entre 1 e 2 segundos. Com isso, o tempo de 1 segundo e meio na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica pareceu ser mais adequado para as mulheres treinadas que participaram deste estudo.

4.7.3 Intensidades, Repetições e Tempo de Recuperação

No presente estudo foi determinada uma intensidade de 70% de 1RM, o que equivale a 12 repetições máximas para cada exercício, por estar mais próxima da intensidade utilizada comumente em treinos para hipertrofia realizados em sala de musculação. A escolha dessas intensidades e repetições vão de encontro das utilizadas por Escamilla et al. (2001), que em seu estudo definiu 12 RM para cada variação de exercício, o que é equivalente a 70-75% de 1 RM de cada sujeito. Esse autor ainda cita que 8-12 repetições são numeros comuns que treinadores físicos utilizam em programas esportivos para o desenvolvimento da força e reabilitação.

Com relação ao tempo de recuperação, segundo Schoenfeld et al. (2015) e Ebben et al. (2010), para que não houvesse interferência no desempenho da série do exercício subsequente, foi determinado descanso de 5 minutos entre cada serie dos exercícios e das CIVM.

4.7.4 Estimativas da carga nos exercícios

A fim de agilizar o ajuste das cargas de treino, o teste de 1RM não foi realizado devido ao grande número de series de testes necessários para alcançar a verdadeira repetição máxima dos sujeitos (EBBEN et al. 2010), e sim estimadas com a utilização da equação de Brzicki, por esta já ter sido testada na literatura para alguns exercícios de membros inferiores como o Agachamento e o *Leg press*, possuir uma margem baixa de erro e não exigir muito tempo para avaliar a carga máxima (CURY e TUMELERO 2010). Abaixo segue a equação utilizada. Como os indivíduos tinham larga experiência em treinamento de força e conheciam suas cargas nos exercícios que seriam realizados, foi solicitado que na primeira série já fossem tentadas as 12 repetições máximas. Contudo se o sujeito não atingisse ou ultrapassasse esse número de repetições máximas, na tentativa seguinte (até o limite de 2 tentativas por exercício) a carga seria ajustada com o auxílio de uma formula que estima a carga de 1RM. Se na segunda tentativa também não atingisse ou ultrapassasse o número de 12 repetições, a carga estimada pela formula seria a considerada.

$$\text{CARGA 1RM Estimada} = (\text{CARGA estimada} \times 100) / 102,78 - (\text{n}^\circ \text{ RM realizadas} \times 2,78)$$

A carga estimada de 1RM foi calculado com a ajuda do software Excel que logo em seguida multiplicou o valor por 70%, pois na equação de Brzicki esse percentual de 1RM corresponde a realização de 12 repetições máximas. Quanto ao critério para interromper as repetições máximas, foi determinado no momento em que o sujeito começasse a alterar a velocidade de execução do movimento.

4.7.5 Contração Isométrica Voluntária Máxima – CIVM

Para a coleta da CIVM foi solicitado para cada sujeito realizar força isométrica durante intervalos de 5 segundos para cada uma das ações de flexão do joelho (Figura 21), extensão do joelho (Figura 20) e extensão do quadril (Figura 19). No teste piloto foram testados, padronizados e definidos os ângulos para essas ações propostos pela literatura. Para a realização da CIVM da região do gluteo foi fixada uma célula de carga entre uma haste e o tornozelo do sujeito (SCHOENFELD et al., 2015). Com relação à CIVM nos quadríceps e isquiotibiais, dados da literatura sugerem o ângulo 60° de flexão do joelho para a máxima produção isométrica de força (EBBEN, 2009; CORREA et al. 2011).



Figura 17: Célula de Carga presa ao Tornozelo.



Figura 18: Ângulo de 60° de Flexão do joelho.

Portanto, para a CIVM dos músculos da coxa, os sujeitos foram padronizados em posição sentada em uma cadeira dinamométrica (Figura 22) ajustada a 120° de extensão ou 60° de flexão do joelho (Figura 18) com a força isométrica sendo realizada unilateralmente com a perna dominante. Já para a avaliação do glúteo máximo, como na literatura não mostra preferência de ativação muscular em um ângulo específico e a posição sentada pareceu desconfortável para os sujeitos. Com isso, foi definida a posição com o sujeito em pé, preso pelo tornozelo a uma célula de carga adaptada entre a tornozeleira e uma haste fixa (Figura 17), pois pareceu mais confortável para produção de força. Foi solicitado juntamente com a extensão isométrica do quadril, uma rotação externa do mesmo (Figura 19), a fim de testar uma possível elevação da EMG no glúteo máximo, pois como esse músculo realiza essas duas funções seria esperado que ativasse mais essa musculatura. Essa hipótese foi confirmada nos testes piloto e utilizada no protocolo para avaliar a CIVM do glúteo máximo.



Figura 19: Extensão do quadril com rotação externa.



Figura 20: Extensão do Joelho.



Figura 21: Flexão do Joelho.



Figura 22: Cadeira Dinamométrica Cefise.

4.7.6 Posicionamento dos Eletrodos



Figura 23: Eletrodos na parte anterior e posterior dos membros inferiores.

Para a posicionamento dos eletrodos no glúteo máximo, bíceps femoral, vasto medial, vasto lateral e reto femoral (Figura 23) foram utilizadas as recomendações da SENIAM.

Para a colocação dos eletrodos no glúteo máximo e bíceps femoral foi solicitado ao sujeito deitar em um colchonete na posição de decubito ventral.

No Glúteo Máximo os eletrodos foram posicionados a 50% na linha entre as vértebras sacrais e o trocânter maior. Esta posição corresponde ao maior destaque do meio das nádegas bem acima da protuberância visível do trocânter maior. Quanto a direção, foram posicionados da linha a partir da espinha íliaca posterior ao meio do aspecto posterior da coxa.

Para a avaliação eletromiográfica do isquiotibiais foi utilizado como referência o musculo biceps femoral. Nesse musculo os eletrodos foram posicionados a 50% da linha que vai da tuberosidade isquiática até o epicôndilo lateral da tibia no sentido das fibras musculares.

Para a colocação dos eletrodos nos músculos do Quadriceps femoral foi solicitado ao sujeito deitar em um colchonete na posição de decubito dorsal como os joelhos em leve flexão e parte superior do corpo levemente curvada para trás.

No Reto Femoral os eletrodos foram posicionados a 50% sobre da linha que vai da espinha íliaca anterior superior até a parte superior da patela no sentido das fibras musculares.

No Vasto Lateral os eletrodos foram posicionados a 2/3 entre a linha da espinha íliaca anterior superior até o lado lateral da patela no sentido das fibras musculares.

No Vasto medial os eletrodos foram posicionados a 80% na linha entre a espinha íliaca anterior superior e o espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial. A orientação dos eletrodos ficou quase perpendicular à linha entre a espinha íliaca anterior superior e o espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial.

Ob.: Foi utilizada fita dupla face para fixar os cabos na pele eo eletrodo de referencia foi posicionado na clavícula.

4.8 Desenho experimental

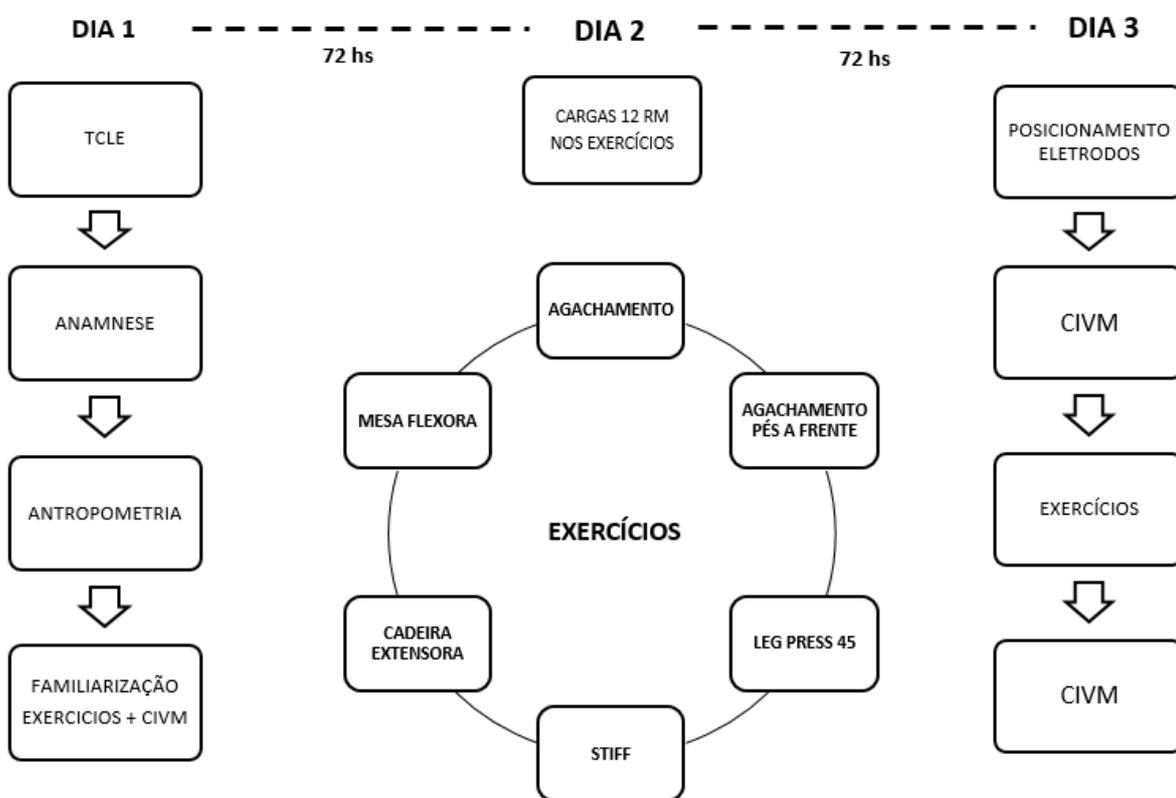


Figura: 24 Organograma do protocolo.

1º dia: Esclarecimentos, anamnese, avaliação antropométrica, familiarização das CIMV e dos exercícios em sala de musculação.

2º dia: Verificação das cargas para as 12 repetições máximas.

3º dia: Posicionamento dos eletrodos e coletas EMG das CIVM e dos 6 exercícios.

4.8.1 Protocolo

Todos os sujeitos compareceram em dia previamente agendado para esclarecimentos dos objetivos e procedimentos do estudo, assinar o termo de consentimento livre e esclarecido para participação da pesquisa, realizar anamnese, avaliação antropométrica, sorteio da ordem das Contrações Isométricas Voluntárias Máximas (CIVM) e dos exercícios, bem como a familiarização das CIVM e das amplitudes e velocidades de todos os exercícios na sala de musculação da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ainda nesse dia os sujeitos foram orientados a não realizar qualquer exercício físico nas 72 horas que separassem os dias de avaliações.

PARQ-VC	
Selecione a opção desejada com apenas um click no quadrado referente. Caso queira adicionar alguma informação, utilize o quadro de <u>Observações Gerais</u> disposto ao lado.	
1- Seu médico já mencionou alguma vez que você não pode realizar algum tipo de atividade física?	<input type="checkbox"/> Sim, ele já mencionou algo. <input checked="" type="checkbox"/> Não, ele nunca mencionou nada.
2- Você sente dores no peito e/ou dificuldade para respirar quando realiza algum esforço?	<input type="checkbox"/> Sim, frequentemente sinto algo. <input checked="" type="checkbox"/> Não, não sinto nada.
3- Você já realizou alguma cirurgia? Ela ainda apresenta algum tipo de dor ou limitação articular?	<input type="checkbox"/> Sim, já realizei alguma cirurgia. <input checked="" type="checkbox"/> Nunca fui submetido.
4- Você faz uso de algum medicamento?	<input type="checkbox"/> Sim, estou fazendo uso. <input checked="" type="checkbox"/> Não, não estou utilizando nada no momento.
5- Você tem alguma reação alérgica como asma, bronquite ou à algum produto específico?	<input type="checkbox"/> Sim, frequentemente eu tenho crises. <input checked="" type="checkbox"/> Não, nunca apresentei nada.
6- Você já sofreu alguma lesão osteo-muscular como fratura, torção, luxação ou rompimento?	<input type="checkbox"/> Sim, já me lesionei. <input checked="" type="checkbox"/> Não, nunca me lesionei.
7- Nos últimos meses você sentiu dores pelo corpo?	<input type="checkbox"/> Sim, frequentemente. <input checked="" type="checkbox"/> Não, não sinto nada.

Figura 25: PARQ-VC.

Após a anamnese, que serviu para verificar se os sujeitos possuíam algum problema de saúde que os impedisse de realizar os exercícios (Figura 25), foi solicitado aos sujeitos que sorteassem a ordem das CIVM de extensão do joelho, extensão do quadril e flexão do joelho, bem como a ordem dos 6 exercícios que seriam realizadas tanto no dia da verificação das cargas para 12 RM quanto em outro dia das coletas de EMG.

A avaliação antropométrica foi realizada na academia da ESEF UFRGS utilizando-se a metodologia da ISAK. Foi verificado a idade, estatura, massa corporal e percentual de gordura. Essa técnica da ISAK analisa dois componentes: a massa de gordura e a massa livre de gordura. O Protocolo utilizado para calcular a densidade corporal foi o de Guedes 1985 e o percentual de gordura foi calculada através da equação de Siri. Para o cálculo do % de gordura foi utilizado um programa chamado *Physical 2*, que utiliza as recomendações da ISAK e fornece laudo da composição corporal. Na figura 26, segue laudo final de um dos sujeitos da amostra.

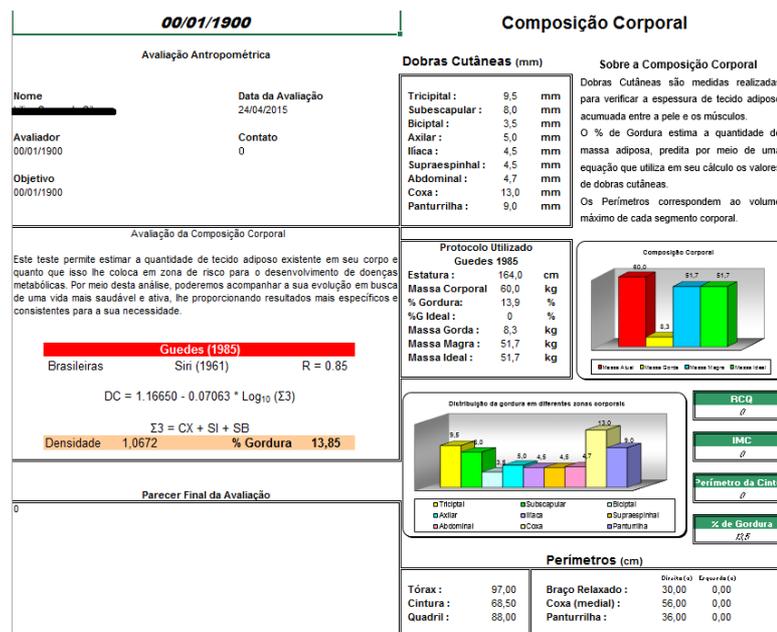


Figura 26: Laudo % de gordura.

Em seguida foi realizada a familiarização, que é um momento para orientar melhor o voluntário nas atividades propostas e na aquisição do sentido cinestésico para o controle da velocidade de execução (SCHAEFER e RIES 2010). Nesse momento os sujeitos foram apresentados aos equipamentos da sala de musculação da ESEF-UFRGS bem como ao dinamômetro Cefise onde seriam realizadas as CIVM. Foram identificados os ângulos para posição inicial e final para que o movimento percorresse um mesmo grau de deslocamento

em cada exercício. Além disso, para que fossem realizados os movimentos em uma mesma velocidade, também foi necessário realizar familiarização com o tempo de execução em cada exercício. Para isso foi utilizado um metrônomo configurado e definido previamente nos testes piloto com o tempo de 1 segundo e meio na fase concêntrica e 2 segundos na fase excêntrica.

72hs após o primeiro dia de esclarecimentos, antropometria, familiarizações nos exercícios e na CIVM, os sujeitos compareceram novamente a academia da ESEF UFRGS para a verificação das 12 RM em cada exercício e na ordem que foram sorteados no primeiro dia. Como as mulheres possuíam experiência em treinamento de força e conhecimento aproximado de suas cargas, foi solicitado que na primeira tentativa da série selecionassem uma carga para 12 repetições máximas. Contudo se não atingissem ou ultrapassassem esse número, na tentativa seguinte a quilagem seria ajustada com o auxílio de uma fórmula que estimasse a carga.

72hs após os testes de RM, foi realizada a coleta EMG dos exercícios e da CIVM. Inicialmente os eletrodos foram posicionados nos músculos do membro inferior dominante, reto femoral, vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral e glúteo máximo de acordo com as recomendações da SENIAM. Após isso, foram realizadas duas CIVM de 5 segundos para cada grupo muscular analisado, ou seja, realizaram duas vezes a CIVM de extensão do joelho para verificar a EMG do reto femoral, vasto lateral e vasto medial, duas vezes a CIVM de flexão do joelho para verificar a EMG do bíceps femoral e mais duas vezes a CIVM de extensão do quadril para verificar a EMG do glúteo máximo, com intervalos de 5 minutos de repouso entre as repetições. Após as CIVM, os sujeitos realizaram as 12 RM nos 6 diferentes exercícios mono e multiarticulares de acordo com suas cargas preestabelecidas e na ordem sorteada no primeiro dia de testes. Ao final da sessão dos exercícios os sujeitos novamente realizaram as CIVM a fim de observar se a fadiga acumulada interferiu nos resultados.

4.9 Instrumentos estatísticos

4.9.1 Análise dos dados

Os dados foram coletados por um Eletromiógrafo Miotec de 8 canais com capacidade de frequência de 2000 Hz. Para a análise dos sinais EMG, utilizou-se o programa Miotec Suite 1.0. Devido a interferências extrínsecas em todas as coletas na frequência de 60HZ,

foram utilizados filtros de corte passa alta de 20 Hz e passa baixa de 500 Hz e no Notch filter foram retiradas as frequências de 60Hz e suas harmônicas (CORREA et al. 2012). Após isso os dados foram analisados pelo cálculo RMS (*Root Mean Square*).

Para a normalização dos sinais eletromiográficos, utilizou-se como referencial (o 100%) a média RMS do segundo de maior platô da contração isométrica voluntária máxima para cada musculo avaliado em cada sujeito, para assim, servir de referência e poder comparar a atividade EMG nos diferentes exercícios com outros sujeitos da pesquisa.

A figura 27 mostra o recorte do sinal eletromiográfico de uma CIVM no segundo em que houve o maior platô de torque externo.

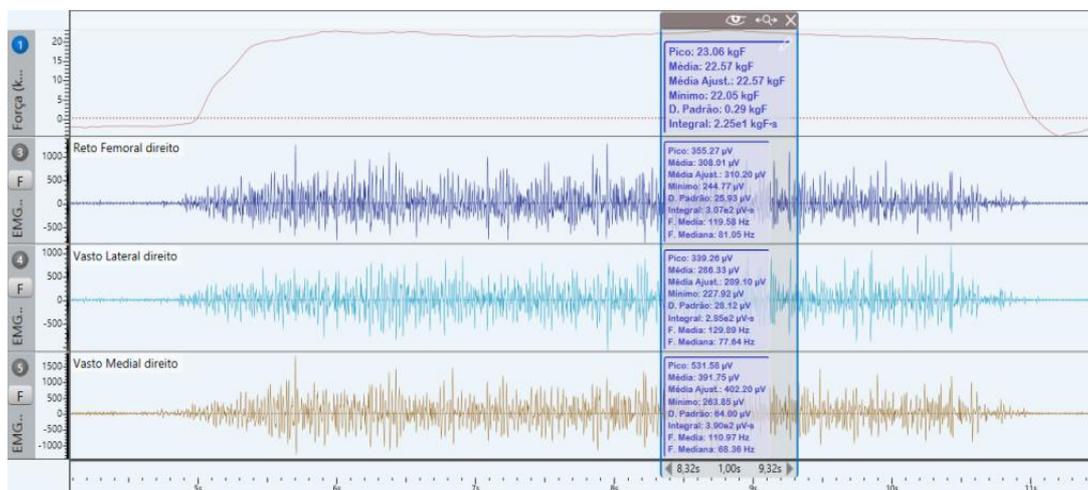


Figura 27: Recorte do sinal EMG no segundo de maior platô da força.

O software Miotec Suite 1.0 permitia através da utilização da opção *playback* utilizar a *webcam* do computador para filmar a realização dos movimentos. Essa filmagem estava sincronizada com o tempo do movimento a 0,5 frames por segundo, o que permitia na análise, fazer perfeitamente os cortes da fase concêntrica das 12 RM para posteriormente analisar os valores. Os sinais EMG brutos eram facilmente convertidos em RMS clicando-se nos ícones disponíveis na barra superior do software.

A figura 28 apresenta o sinal bruto onde é possível identificar, nas áreas sombreadas, os respectivos cortes do sinal na realização das 12RM e na figura 29 é possível observar mais detalhadamente na visualização em RMS a análise do recorte de uma das repetições.

Após o recorte de todas as repetições, foram descartadas a primeira e a última e realizada uma média das 10 repetições restantes que posteriormente seriam comparadas com o máximo valor em RMS produzido na CIVM correspondente ao musculo analisado. Portanto, a média das repetições eram apresentadas em percentuais da CIVM, o que permitia a comparação com outros sujeitos da pesquisa.



Figura 28: Análise do sinal bruto das 12 RM

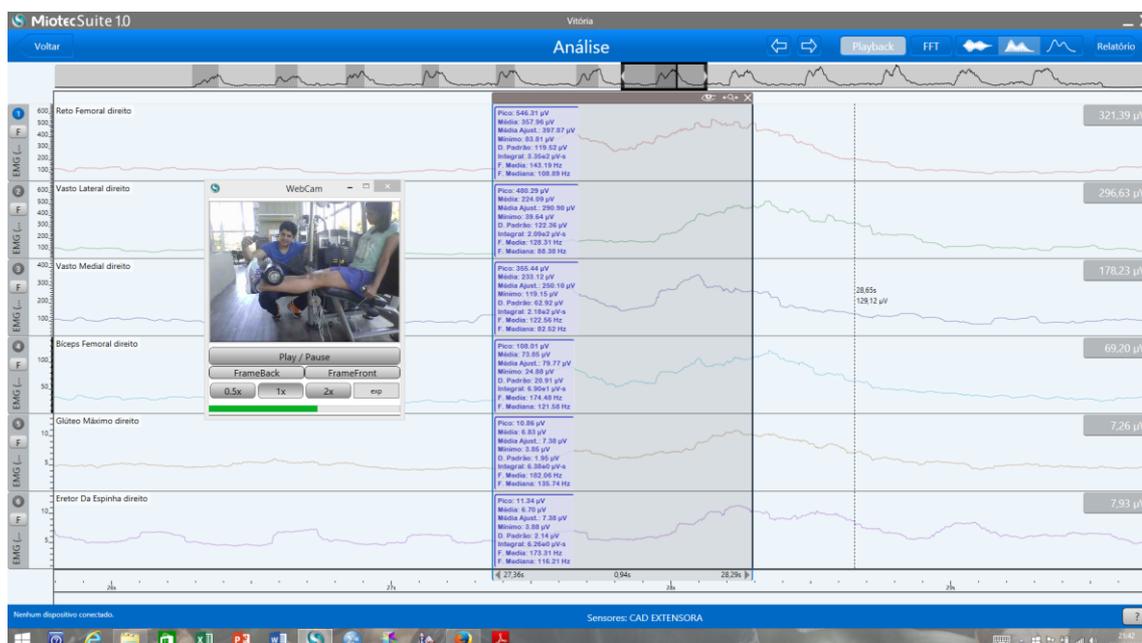


Figura 29: Análise do recorte do sinal EMG de uma repetição em RMS

O presente estudo utilizou o recorte na fase concêntrica pois essa ação é a responsável por uma maior ativação muscular em comparação a fase excêntrica, tanto é que Escamilla et al. (2001) ao compararem a ativação muscular do quadríceps entre as fases de flexão e extensão do joelho, observaram atividade entre 25% a 50% superior na fase de extensão durante o Agachamento e o *Leg press*.

A não utilização do eletrogoniômetro foi devido a sua dificuldade quanto ao seu posicionamento e qualidade do produto que apresentava ser frágil em suas hastes o que ocasionava volta e meia o desacoplamento das mesmas. Outro motivo para a sua não utilização foi que nos testes piloto os sujeitos relataram certo incomodo para realização da amplitude e certo receio por quebrar o produto devido sua fragilidade.

4.10 Procedimentos Éticos

Os procedimentos éticos respeitaram todas as exigências de pesquisa em humanos estabelecidas pelas Diretrizes e Normas para a Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - Resolução CNS 466/2012 (publicada em 13/06/2013) que tem suas competências regimentais e atribuições conferidas pela Lei n^o 8.080, de 19 de setembro de 1990, e pela Lei n^o 8.142, de 28 de dezembro de 1990, e Considerando o respeito pela dignidade humana e pela especial proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos.

4.11 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Para a estatística descritiva foi utilizada a média \pm desvio padrão, quando os dados apresentaram normalidade. Para comparar a ativação muscular entre os exercícios, foi utilizado um teste ANOVA de medidas repetidas 1 X 6 (músculo X exercícios). *A priori* foi testada a esfericidade através do teste de Mauchly; em caso de violação da hipótese de esfericidade, foi utilizado o fator de Greenhouse-Geiser. Quando houve efeito significativo, o *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para as comparações par a par entre os exercícios. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. O software utilizado para todas as análises foi o SPSS versão 20.0.

RESULTADOS

5.1 Caracterizações da amostra e dos exercícios

TABELA 4. Média e desvio padrão das características fisiológicas dos sujeitos.

N amostral	Idade (anos)	Massa corporal (Kg)	Estatura (cm)	Gordura (%)
17	27 ± 5	63 ± 5	165 ± 4	22 ± 4

TABELA 5. Média e desvio Padrão para Cargas de 12RM e Tempo por repetição.

EXERCÍCIOS	CARGA 12 RM (Kg)	TEMPO por RM (s) FASE CONCENTRICA
Agachamento Paralelo	49 ± 19	1,51 ± 0,23
Agachamento pés frente	42 ± 16	1,47 ± 0,22
Leg Press 45°	132 ± 52	1,32 ± 0,21
Stiff	48 ± 16	1,28 ± 0,17
Mesa Flexora	41 ± 9	1,07 ± 0,24
Cadeira Extensora	57 ± 18	1,08 ± 0,25

A amostra para o presente estudo está representada na Tabela 4. Composta de 17 mulheres treinadas sem nenhum problema de saúde, com idade que em torno de 27 ± 5 anos, peso corporal 63 ± 5 Kg, altura 165 ± 4 cm e percentual de gordura 22 ± 4%. As médias das cargas e dos tempos de execução estão representados na Tabela 5. As maiores cargas foram utilizadas no *Leg press 45°* e as menores na Mesa flexora. Foi observado que no Agachamento quando realizado com os pés à frente no Smith era necessário reduzir a carga em torno de 10% a do Agachamento paralelo. Já as cargas do *Stiff* eram muito semelhantes às do Agachamento paralelo que por sua vez eram inferiores as da Cadeira extensora. Com relação à média do tempo de execução por repetição demonstrado na Tabela 5, foi possível observar que nos exercícios monoarticulares mesmo com o controle do tempo pelo metrônomo a execução foi realizada mais rápida quando comparada aos exercícios multiarticulares.

5.2 Reto Femoral

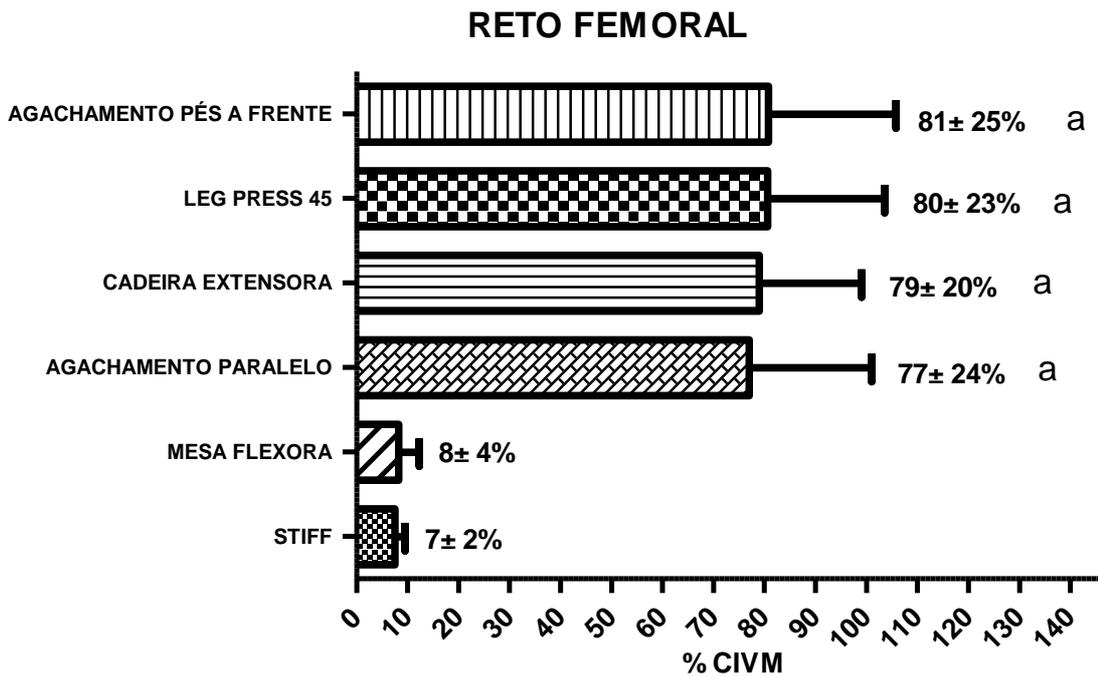


Figura 30: Média e desvio padrão do % da CIVM no Reto Femoral.

a: *Significativamente maior que Mesa flexora e Stiff ($p \leq 0,05$).*

Tanto os três exercícios multiarticulares Agachamento pés à frente ($81 \pm 25\%$ da CIVM), *Leg press* 45° ($80 \pm 23\%$ da CIVM) e Agachamento paralelo ($77 \pm 24\%$ da CIVM), quanto o exercício monoarticular Cadeira extensora ($79 \pm 20\%$ da CIVM), não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo presumivelmente superiores a Mesa flexora ($8 \pm 4\%$ da CIVM) e ao *Stiff* ($7 \pm 2\%$ da CIVM) na ativação do reto femoral.

5.3 Vasto Lateral

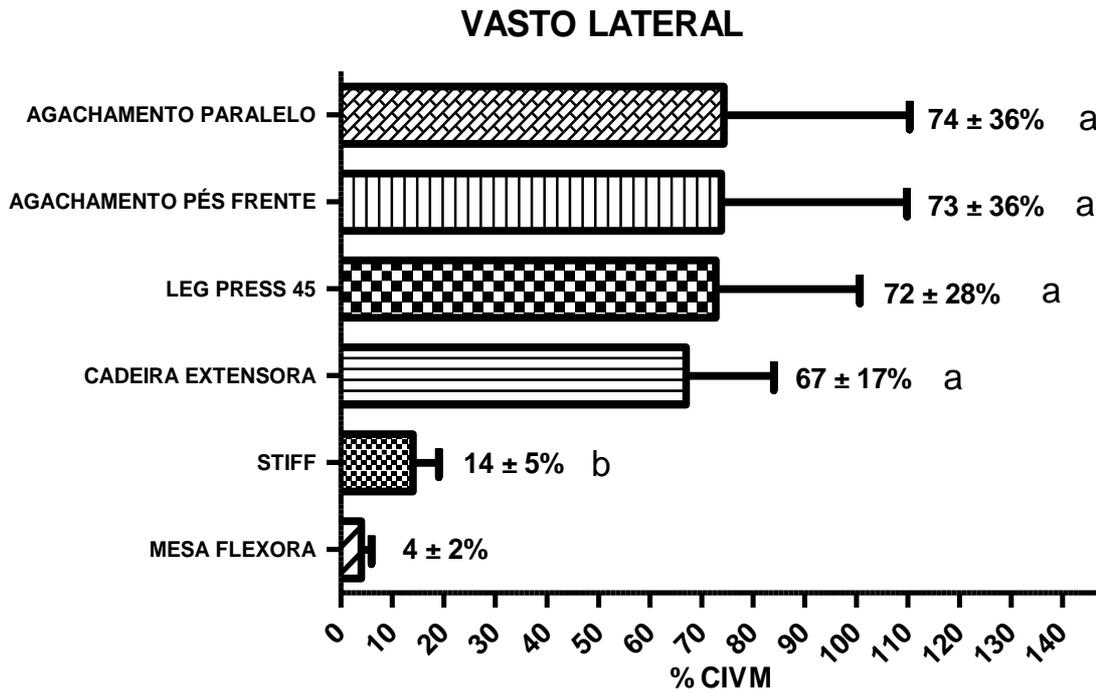


Figura 31: Média e desvio padrão do % da CIVM no Vasto Lateral.

a: Significativamente maior que Mesa Flexora e Stiff ($p \leq 0,05$).

b: Significativamente maior que a Mesa Flexora ($p \leq 0,05$).

No vasto lateral também não foi observado diferença significativa entre os 3 exercícios multiarticulares Agachamento paralelo ($74 \pm 36\%$ da CIVM), Agachamento pés a frente ($73 \pm 36\%$ da CIVM) e Leg press 45° ($72 \pm 28\%$ da CIVM) e o monoarticular Cadeira extensora ($67 \pm 17\%$ da CIVM). Esses exercícios somente foram significativamente superiores ao Stiff ($14 \pm 5\%$ da CIVM) e a Mesa flexora ($4 \pm 2\%$ da CIVM).

5.4 Vasto Medial

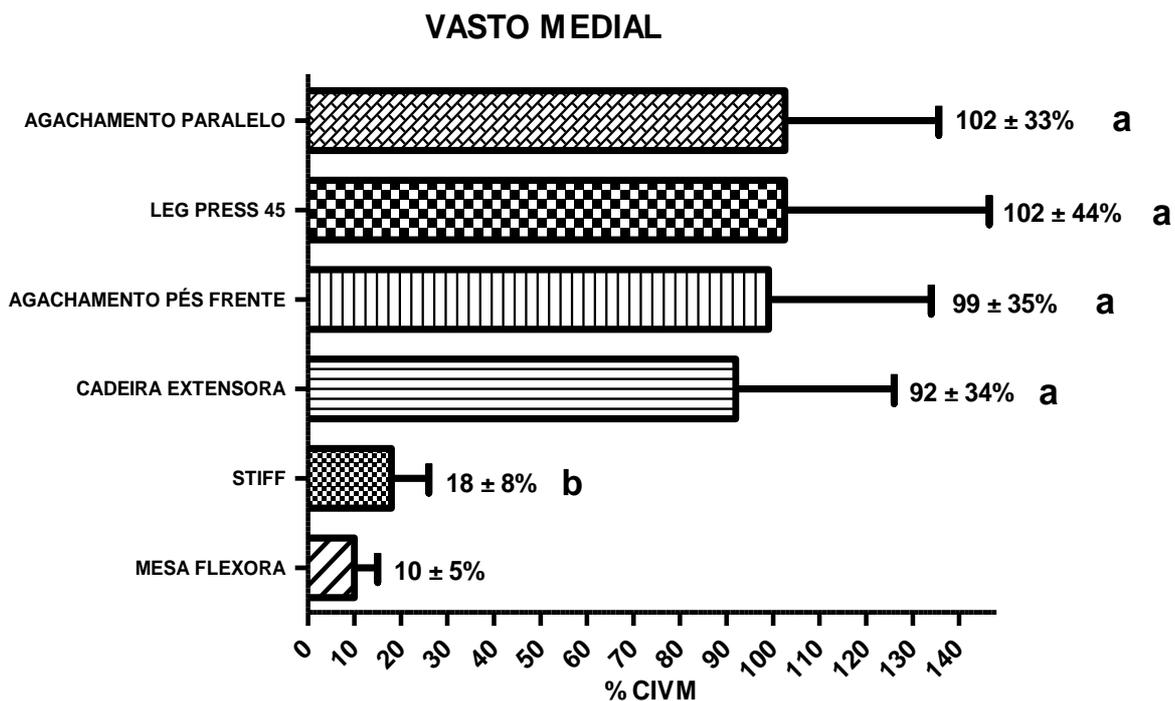


Figura 32: Média e desvio padrão do % da CIVM no Vasto Medial.

a: Significativamente maior que Mesa Flexora e Stiff ($p \leq 0,05$).

b: Significativamente maior que a Mesa Flexora ($p \leq 0,05$).

Igualmente as outras porções do quadriceps femoral, não foram encontradas diferenças estatísticas no vasto medial entre os exercícios Agachamento paralelo ($102 \pm 33\%$ da CIVM), Leg press 45° ($102 \pm 44\%$ da CIVM), Agachamento pés à frente ($99 \pm 35\%$ da CIVM) e Cadeira extensora ($92 \pm 34\%$ da CIVM). Stiff ($18 \pm 8\%$ da CIVM) e Mesa flexora ($10 \pm 5\%$ da CIVM), não apresentaram valores expressivos de ativação, sendo que o Stiff foi superior a Mesa flexora.

5.5 Quadríceps Femoral

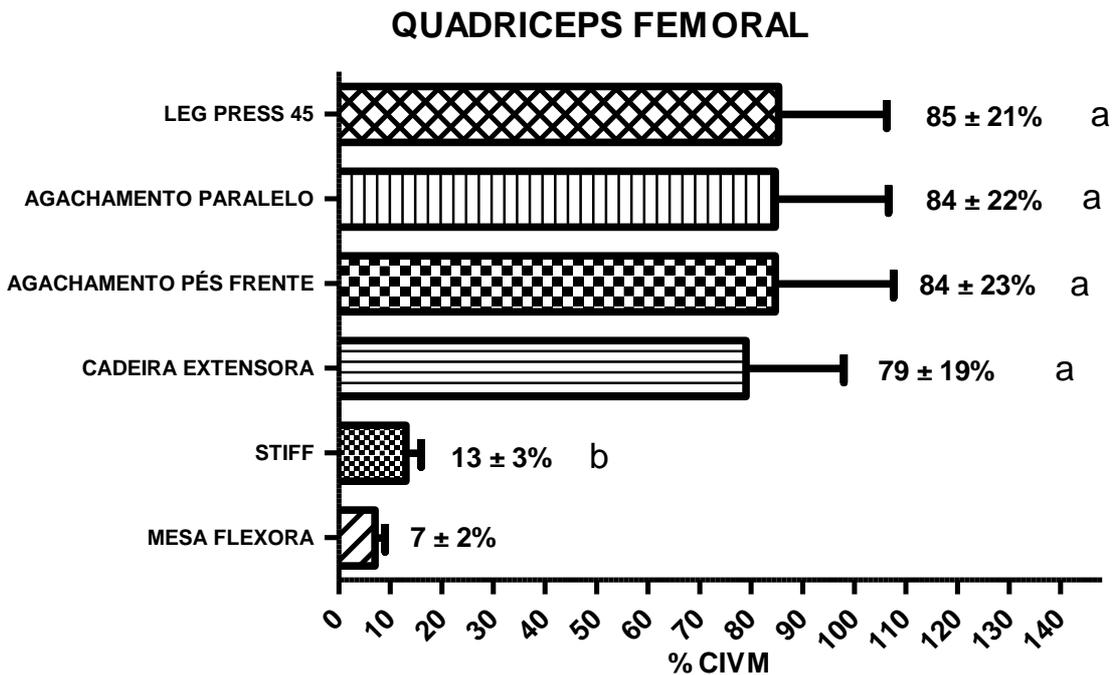


Figura 33: Média e desvio padrão do % da CIVM no Quadríceps Femoral.

a: Significativamente maior que Stiff e Mesa flexora ($p \leq 0,05$).

b: Significativamente maior que Mesa flexora ($p \leq 0,05$).

Quando avaliado o nível de ativação dos três músculos superficiais do quadríceps reto femoral, vasto lateral e vasto medial, as respostas foram praticamente idênticas quando analisados isoladamente. O *Leg press 45°* apresentou ativação de $85 \pm 21\%$ da CIVM, o Agachamento paralelo $84 \pm 22\%$ da CIVM, Agachamento pés à frente $84 \pm 23\%$ da CIVM, Cadeira extensora $79 \pm 19\%$ da CIVM, *Stiff* $13 \pm 3\%$ da CIVM e Mesa flexora $7 \pm 2\%$ da CIVM.

5.6 Bíceps Femoral

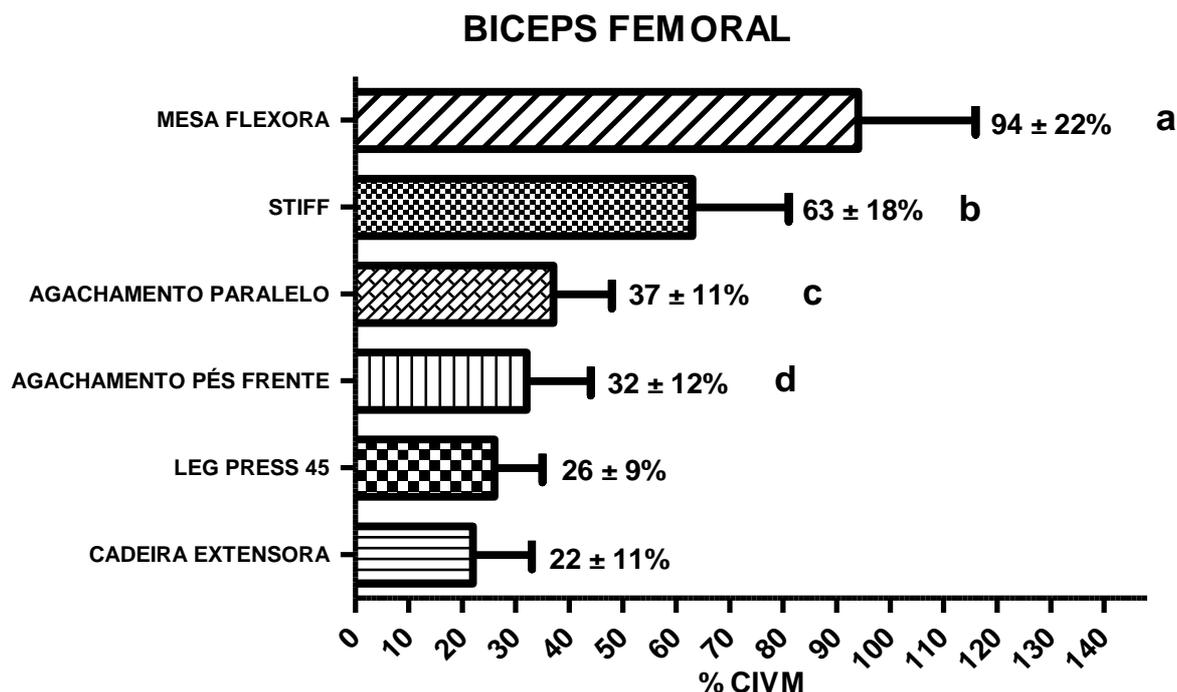


Figura 34: Média e desvio padrão do % da CIVM no Bíceps Femoral.

a: Significativamente maior que todos ($p \leq 0,05$).

b: Significativamente maior que Agachamento paralelo, Agachamento pés frente, Leg press 45° e Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

c: Significativamente maior que Leg press 45° e Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

d: Significativamente maior que Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

No bíceps femoral os exercícios Mesa flexora ($94 \pm 22\%$ da CIVM) e Stiff ($63 \pm 18\%$ da CIVM) foram estatisticamente superiores a todos os exercícios analisados, sendo a Mesa flexora estatisticamente superior ao Stiff. Em seguida, as maiores ativações foram encontradas no Agachamento paralelo ($37 \pm 11\%$ da CIVM), Agachamento pés à frente ($32 \pm 12\%$ da CIVM), Leg press 45° ($26 \pm 9\%$ da CIVM) e Cadeira extensora ($22 \pm 11\%$ da CIVM), sendo que o Agachamento paralelo apresentou significativa maior ativação em relação ao Leg press 45° e a Cadeira extensora.

5.7 Gluteo Máximo

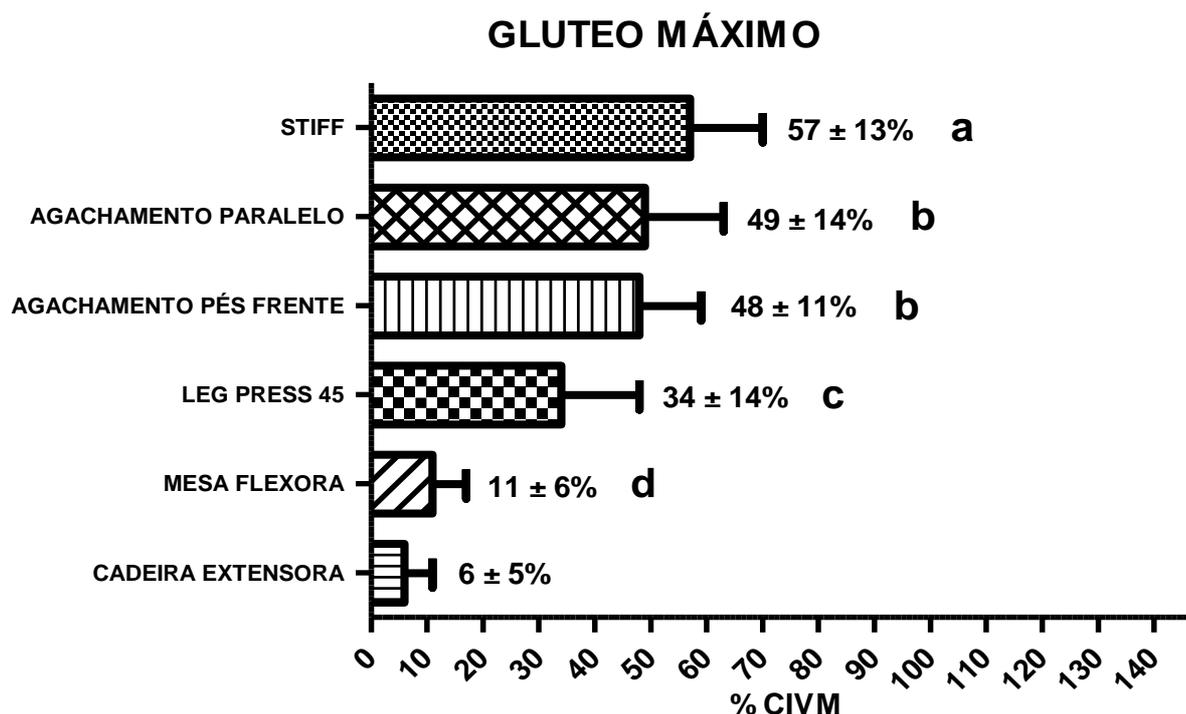


Figura 35: Média e desvio padrão do % da CIVM no Glúteo Máximo.

a: Significativamente maior que Agachamento pés à frente, Leg press 45°, Mesa flexora e Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

b: Significativamente maior que Leg press 45°, Mesa flexora e Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

c: Significativamente, maior do que Mesa flexora e Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

d: Significativamente, maior do que Cadeira extensora ($p \leq 0,05$).

No gluteo máximo os exercícios que mais ativaram essa musculatura foram o *Stiff* ($57 \pm 13\%$ da CIVM), Agachamento paralelo ($49 \pm 14\%$ da CIVM) e Agachamento pés à frente ($48 \pm 11\%$ da CIVM). O *Leg press 45°* ($34 \pm 14\%$ da CIVM) apresentou significativa ($p \leq 0,05$) superioridade a Mesa flexora ($11 \pm 6\%$ da CIVM) e a Cadeira extensora ($8 \pm 6\%$ da CIVM).

6.0 DISCUSSÃO

Para responder os problemas de pesquisa, o presente estudo ranqueou por eletromiografia diferentes exercícios realizados a uma intensidade de 12 RM com a participação de 17 mulheres com experiência em treinamento de força, sendo os exercícios classificados para cada um dos musculo reto femoral, vasto lateral e vasto medial, biceps femoral e glúteo máximo. Antes de apresentar a discussão é importante ressaltar que os achados dessa pesquisa são exclusivos para esta população, visto que mulheres são quadriceps dominantes (YOUUDAS et al 2007), ou seja, apresentam diferenças no nível de ativação dos membros inferiores quando comparado aos homens, por serem menos capazes de ativar os isquiotibiais e ou mais capaz de ativar o quadríceps que os homens (EBBEN, 2009).

6.1 Quadriceps Femoral

Para Stensdotter et al. (2003), possivelmente os exercícios multiarticulares promovam uma ativação mais equilibrada do quadríceps do que em exercícios monoarticulares, levando a uma maior coordenação entre as cabeças do músculo quadríceps, o que é de extrema importância para a estabilidade e ótima distribuição de cargas na articulação tibiofemoral e femoropatelar. Dessa forma esses resultados podem ser de grande importância na elaboração de programas de treinamento destinados ao controle da articulação femoropatelar.

É possível que a quantidade de quilagem (carga) proporcionada nos diferentes exercícios multiarticulares e monoarticulares influencie de forma direta o nível de ativação muscular no quadriceps femoral. No presente estudo, algumas mulheres realizaram as 12 RM com uma carga superior na Cadeira extensora aos Agachamentos e apresentaram uma maior ativação no exercício de extensão de joelhos, enquanto outras realizaram o mesmo número de repetições com maior carga nos Agachamentos do que na Cadeira extensora e apresentaram maior ativação no Agachamento. Essa variação de quilagem nesses dois exercícios poderia ser devido ao maior desenvolvimento e capacidade de suportar cargas nos músculos paravertebrais, glúteos e isquiotibiais, o que desta forma permitiria suportar maiores cargas no Agachamento paralelo elevando assim o nível de ativação no quadriceps femoral.

6.1.1 Reto Femoral

No presente estudo, os três exercícios multiarticulares Agachamento paralelo, Agachamento pés à frente e o *Leg press 45°*, não apresentaram diferenças estatísticas entre si e nem quando comparados ao exercício monoarticular Cadeira extensora. Porém alguns autores (YAMASHITA 1988; STENSDOTTER et al 2003; ESCAMILLA et al. 1998) observaram inibição na ativação do reto femoral em ações multiarticulares (66.6% da extensão isolada do joelho), justificando isso a atuação agonista na extensão do joelho e antagonista na extensão do quadril, (YAMASHITA 1988). Assim um movimento monoarticular de extensão de joelhos poderia apresentar maior ativação, pois devido a dupla função do reto femoral como um extensor do joelho e flexor do quadril, a força dirigida para cima apresentaria menor tendência de extensão do quadril, (STENSDOTTER et al 2003) e desta forma, seria possível haver superioridade de ativação do reto femoral no exercício monoarticular Cadeira extensora, visto que em toda amplitude do movimento (fases concêntrica e excêntrica), a ativação foi 45% superior do que o Agachamento (ESCAMILLA et al. 1998). Entretanto, o presente estudo não encontrou essa maior ativação do reto femoral na Cadeira extensora frente a exercícios multiarticulares e talvez pelo fato dos estudos analisados terem sido realizados em condições isométricas (STENSDOTTER et al 2003; YAMASHITA 1988) com poucos sujeitos e somente homens (ESCAMILLA et al. 1998), uma vez que a atividade muscular não responde da mesma forma entre homens e mulheres (EBBEN, 2009; YODAS et al 2007) e em condições isométricas e dinâmicas, pois teoricamente, alterar o comprimento e o ângulo de penetração do músculo durante as contrações dinâmicas poderia influenciar na amplitude do sinal EMG (MIKKELSEN et al. 2015). Mesmo assim no presente estudo foi possível observar em algumas mulheres grande ativação do reto femoral na Cadeira extensora e isso pode estar relacionado a diferentes estratégias musculares.

6.1.2 Vasto Lateral e Medial

Algumas pesquisas vêm demonstrando que manter o equilíbrio mecânico dos músculos vastos é de fundamental importância para evitar desgastes nas cartilagens da articulação do joelho, pois esses músculos exercem forças em direções diferentes em relação à patela e se um dos vastos for mais forte que o outro a patela poderá ser

tracionada com tendência a sair de seu posicionamento central. Segundo Ribeiro et al. (2005) e Stensdotter et al. (2003), exercícios destinados a remediar os desequilíbrios musculares através de recrutamentos seletivos, principalmente no músculo vasto medial, são importantes a fim de melhorar a estabilidade e tração patelar em indivíduos que apresentem a síndrome da dor femoropatelar, a qual gera trações laterais excessivas da patela por causa de uma interrupção na ativação do vasto medial oblíquo. Escamilla et al. (1998), reforça essa ideia relatando que o vasto medial é o primeiro músculo do quadriceps a atrofiar com o não uso podendo provocar desequilíbrios entre os vastos e causar disfunção patelar, que pode resultar em subluxação patelar, tendinite patelar, ou condromalácia patelar.

Pesquisas de Stensdotter et al. (2003) e Yamashita (1998), identificaram maior ativação no vasto medial em contrações isométricas simultâneas de extensão de joelho e quadril, e associaram essa superioridade a diferentes condições biomecânicas que afetam os padrões de ativação, visto que o sinal EMG, manifestado primeiramente na ação multiarticular quando o quadril e o joelho são estendidos conjuntamente, ativou 153,4% da extensão isométrica de joelho, sugerindo assim, facilitação de atividade pela combinação de extensão do quadril com extensão de joelhos. No vasto medial, o presente estudo encontrou semelhantes percentuais de ativação entre os exercícios multiarticulares e o monoarticular Cadeira extensora. Contudo os valores percentuais foram superiores aos encontrados no vasto lateral. Diferentes estratégias na arquitetura muscular que ocorre a nível microscópico podem ser as responsáveis por essa variabilidade nos vastos, pois Lima e Oliveira (2013) relataram que a forma como as fibras musculares estão organizadas influencia a capacidade de produção de força e assim possivelmente da ativação muscular. Segundo, Blazevick et al. (2007), a arquitetura muscular é altamente plástica, sendo as propriedades de força geradas por um músculo altamente influenciadas pelo arranjo arquitetural dos seus fascículos. Esses autores citam que o vasto medial tem maior variabilidade interindividual e por possuir uma arquitetura complexa é provavelmente ativado de forma diferente do vasto lateral, pois as adaptações no ângulo dos fascículos nem sempre são compatíveis entre esses dois músculos.

Portanto, como o presente estudo observou somente uma leve superioridade de ativação no quadriceps, ~ 10%, nos exercícios multiarticulares frente a Cadeira extensora e previsível maior ativação destes contra a Mesa flexora e o *Stiff*, a tentativa de selecionar exercícios baseados no nível e na compreensão dos estímulos mecânicos dos vastos, não pode ser observada quando as cargas desses exercícios foram relativizadas.

6.2 Isquiotibiais - Bíceps Femoral

Segundo Wright et al. (1999), técnicos ou atletas devem escolher o exercício que seja melhor para o desenvolvimento da força dos isquiotibiais presumindo-se que o exercício com a participação de maior ativação EMG seja o melhor. Dos exercícios analisados no presente estudo, a Cadeira extensora foi o que demonstrou o menor nível de ativação muscular devido sua ação estar na extensão do quadril, mesmo assim é possível que as contrações dos isquiotibiais aumentem a estabilidade tibiofemoral e reduzam a pressão sobre o ligamento cruzado anterior (BISCARINI et al. 2015).

No presente estudo os exercícios monoarticulares, com exceção da Cadeira extensora, ativaram bem mais o bíceps femoral que os multiarticulares. A Mesa flexora e o *Stiff* são ótimos exercícios para desenvolver os isquiotibiais, principalmente a flexão de joelhos realizada na Mesa que apresentou, de forma significativa, o maior nível de ativação, e quando comparado a exercícios multiarticulares como *Leg press* e Agachamentos, produziu mais que o dobro da ativação. Essa baixa ativação no Agachamento já foi observada por Wright et al. (1999), que não considera este, um exercício primário para os isquiotibiais e, portanto, outros, tais como a Mesa flexora e o *Stiff* deveriam ser parte do programa de treinamento de um atleta que exige funcionamento dos isquiotibiais durante simultânea ativação do quadriceps (EBBEN 2009).

Diferente de outras pesquisas que não identificaram diferenças na ativação da Mesa flexora contra o *Stiff* e *Romanian deadlift* (WRIGHT et al. 1999, McALLISTER et al. 2014), o presente estudo demonstrou superioridade significativa da Mesa flexora frente ao *Stiff*. Talvez a menor força de membros superiores vista em mulheres ou o fato do *Stiff* ter sido realizado com maior estabilidade em um equipamento com barra guiada, limitassem o nível de ativação no bíceps femoral, pois algumas participantes alegaram que poderiam suportar mais carga não fosse a fadiga nos braços. Assim sendo é possível que a diferença de ativação entre esses exercícios seja menor em pessoas que possuam membros superiores mais desenvolvidos ou que realizem o *Stiff* em uma barra livre, que devido a maior necessidade de estabilização poderia exigir maior recrutamento de unidades motoras.

Com relação ao comportamento de ativação no bíceps femoral entre as variações do Agachamento, os resultados do presente estudo foram praticamente idêntico, e isso pode ser explicado biomecanicamente comparando as duas formas de posicionamento, pois no Agachamento paralelo, o tronco mais inclinado a frente aumentaria o torque externo nos

isquiotibiais e os pés posicionados na mesma linha da força externa reduziria o torque externo, uma vez que a linha da força do contato no solo está praticamente na mesma linha da força externa. Já no Agachamento com os pés a frente, o tronco mais ereto resultaria em um torque praticamente nulo para os isquiotibiais uma vez que a linha da força externa estava exatamente na mesma linha do quadril, já os pés mais à frente levariam a um maior torque externo e maior participação dos isquiotibiais, uma vez que a linha da força de contato dos pés no solo está mais afastada em relação a linha do quadril ou mais precisamente a linha da força externa. Ou seja, possivelmente nas duas posições de Agachamentos as variações posturais se equivalham no resultado final de participação muscular o que de certa forma explicaria os mesmos níveis de ativação nas variações do Agachamento no bíceps femoral.

Portanto os resultados do presente estudo demonstram que dos exercícios investigados a mesa flexora é a melhor ativadora dos isquiotibiais e assim sendo não se deve condicionar o termo secundários somente a exercícios monoarticulares, visto que para esse músculo bi articular, a utilização de exercícios que envolvam somente uma articulação, principalmente se for a flexão dos joelhos é primordial para o correto desenvolvimento do equilíbrio muscular do membro inferior, tornando-se dessa forma um exercício primário importantíssimo.

6.3 Glúteo Máximo

São muito escassas as informações sobre o comportamento do nível de ativação dos glúteos em diferentes exercícios monoarticulares e multiarticulares. No presente estudo o *Stiff* e os Agachamentos realizados no equipamento guiado apresentaram os maiores níveis de ativação, sendo que a ativação no *Stiff* só não foi significativamente maior do que no Agachamento paralelo. Mesmo com os níveis de ativação do *Stiff* e dos agachamentos significativamente superiores ao *Leg press 45°*, *Cadeira extensora* e *Mesa flexora*, nenhum exercício foi capaz de produzir ativação no glúteo máximo superior à 60% da CIVM. Essa moderada ativação pode ser devido ao torque externo e ao comprimento muscular não estarem favorecidos tanto no *Stiff* quanto no Agachamento paralelo, pois no momento de maior torque, que se encontra no início da fase concêntrica, o quadril (no *Stiff* e Agachamento) e os joelhos (Agachamento) estão flexionados e os glúteos alongados, o que não resultaria em uma posição ótima para ativação (CONTRERAS et al. 2015). Está sendo

especulado na literatura um exercício chamado *Hip Thrust*, o qual é realizado uma elevação pélvica contra a resistência de uma barra apoiada sobre o quadril e que vem demonstrando grande poder de ativação nessa musculatura talvez pelo motivo de no final da fase concêntrica o glúteo não estar alongado, o que seria ótimo para produção de força. Contudo esse exercício precisa ser melhor analisado pois é provável que também produza grande ativação nos músculos isquiotibiais e paravertebrais. Outro exercício que poderia ser investigado em futuros estudos para os glúteos trata-se da extensão do quadril em quatro apoios em cadeia fechada, pois em testes pilotos realizados durante o presente estudo, demonstrou grande poder de ativação para os glúteos, com valores próximos à 100% da CIVM.

Infelizmente o presente estudo não avaliou os exercícios multiarticulares *Hip Thrust* e o Quatro apoios, mesmo assim dos exercícios analisados tanto o *Stiff* quanto os dois modelos de Agachamentos parecem importantes em um planejamento que vise o desenvolvimento do glúteo máximo. Sendo assim é possível sugerir tanto exercícios monoarticulares quanto multiarticulares, dando ênfase a realização de agachamentos em uma fase inicial e deixando o *Stiff* para uma fase mais avançada, ou seja, para sujeitos mais experientes que já possuam a musculatura mais desenvolvida, principalmente dos paravertebrais, que garantiriam maior proteção na execução do movimento.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nos exercícios monoarticulares, mesmo com o controle do tempo de execução do movimento com um metrônomo, os sujeitos da pesquisa realizaram o movimento concêntrico muito mais rápido do que os 1 segundo e meio estipulados. Talvez por serem atletas estejam acostumados a treinar em alta velocidade, diferentemente do sujeito utilizado no teste piloto.

Outra limitação foi a adaptação da célula de carga da Miotec na cadeira dinamométrica Cefise, o qual não permitiu comparar com precisão a força externa produzida pelos sujeitos antes e depois da sessão de exercícios, pois em cada ação isométrica era necessário alterar a configuração e o posicionamento da célula de carga, o que impossibilitou a análise do nível de fadiga ocasionado pela sessão de exercícios.

CONCLUSÃO

A seleção de exercício é uma importante variável para a periodização de um treinamento em sala de musculação. Conhecer os níveis de ativação muscular que cada exercício proporciona em cada músculo, possibilita ao profissional de educação física planejar a sessão de treino de acordo com os interesses de intensidades desejadas. O Nível de ativação muscular pode ser um forte indexador para identificar quais exercícios seriam mais benéficos para questões estéticas como as voltadas para hipertrofia e questões de desempenho em esportes específicos. No presente estudo, não foram encontradas diferenças de ativação no quadríceps entre os exercícios multiarticulares e o monoarticular Cadeira extensora. Já nos isquiotibiais, representados pelo biceps femoral, os exercícios monoarticulares como a Mesa flexora apresentam grande poder de ativação sendo essenciais sua presença em sessões de treinos que visem trabalhar essa musculatura. Já os exercícios analisados para o glúteo máximo, tanto os monoarticulares como o *Stiff* quanto os multiarticulares como o Agachamento paralelo foram os que mais ativaram essa musculatura. O *Stiff* parece ativar um pouco mais essa musculatura e é bem possível que outros exercícios monoarticulares não analisados no presente estudo produzam maior ativação ainda. Portanto, os níveis de ativação que cada exercício produz nos músculos são informações importantíssimas para auxiliar o profissional de Educação Física no correto planejamento de um treinamento de força.

REFERÊNCIAS

ALKNER, B.A.; TESCH, P.A. e BERG, H.E. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Vol. 32, No. 2, pp. 459–463, 2000.

ANDERSON, K.; e BEHM, D.G. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. Trunk Muscle Activity Increases With Unstable Squat Movements. **Can. J. Appl. Physiol.** 30(1): 33-45. 2005.

AUGUSTSSON, J., THOMEÉ´ R., RNSTEDT P. H., LINDBLOM J., KARLSSON J., e GRIMBY G. Effect of Pre-Exhaustion Exercise on Lower-Extremity Muscle Activation During a Leg Press Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2003, 17(2), 411–416.

BASMAJIAN, J. V. **Biofeedback in rehabilitation**: a review of principles and practices. Arch Phys Med Rehabil. 1981; 62, (10): 469-475.

BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscle alive**: Their functions revealed by electromyography. 5^o ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BEZERRA, E. S.; R. SIMÃO; FLECK S. J.; PAZ G.; MAIA M; COSTA P. B.; AMADIO A. C.; MIRANDA H.; SERRÃO J. C. Electromyographic Activity of Lower Body Muscles during the Deadlift and Still-Legged Deadlift. **Journal of Exercise Physiology**, V. 16, Nº 3, 2013.

BISCARINI, A.; BENVENUTI, P.; BOTTI, F.M.; BRUNETTI, A.; BRUNETTI, O.; e PETTOROSSO, V.E. Voluntary Enhanced Cocontraction of Hamstring Muscles During Open Kinetic Chain Leg Extension Exercise. **The American Journal of Sports Medicine**, Vol. 42, No. 9, 2014.

BLAZEVICH, A.; CANNAVAN, D.; COLEMAN, D.; HORNE, S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, V.103, N.5, p. 1565–1575, 2007a.

CARPES, F.P.; BINI R.R; DIEFENTHAELER, F.; VAZ M.A. **Anatomia Funcional**. São Paulo: Editora Phorte, 2011.

CATERISANO, A.; MOSS, R. F.; PELLINGER, T. K.; WOODRUFF, K.; LEWIS, V. C.; BOOTH, W. e KHADRA, T. The Effect of Back Squat Depth on the EMG Activity of 4 Superficial Hip and Thigh Muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, South Carolina, 2002, 16(3), 428–432.

CLARK, D.R.; LAMBERT, M.I. e HUNTER, A.M. Muscle activation in the loaded free barbell squat: A brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research** 26(4): 1169–1178, 2012.

CONTRERAS, B, VIGOTSKY, A.D., SCHOENFELD, B.J., BEARDSLEY, C., CRONIN J. A Comparison of Gluteus Maximus, Bíceps Femoris, and Vastus Lateralis EMG Activity in the Back Squat and Barbell Hip Thrust Exercises. **Journal of Applied Biomechanics**, 2015, Jul 24.

CONTRERAS, B, VIGOTSKY, A.D., SCHOENFELD, B.J., BEARDSLEY, C., CRONIN J. A Comparison of Gluteus Maximus, Bíceps Femoris, and Vastus Lateralis EMG Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance Trained Females. **Journal of Applied Biomechanics**, 2015, Aug 6.

COSCRATO, D.O.; MARTINS, B.G.S.; MORAIS, R.V.; DE MELLO, C.B. e DO CARMO, J. Análise da resposta eletromiográfica dos músculos glúteo máximo e eretor da espinha durante os exercícios de agachamento e avanço. **Revista Digital Vida & Saúde**, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, ago./set. 2002.

CORREA, C.S.; COSTA R.; PINTO R.S. Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano** – Vol.2, n.2, p.5-13 – Abr./Jun., 2012.

CORREA, C.S.; DA SILVA, B.G.C.; ALBERTON, C.L.; WILHELM, E.N.; DE MORAES, A.C.; LIMA, C.S.; PINTO, R.S. Análise da força isométrica máxima e do sinal de EMG em

exercícios para os membros inferiores. *Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano* 2011, 13(6):429-435.

COTTERMAN, M. L., LYNN A. DARBY, AND WILLIAM A. SKELLY. Comparison of muscle force production using the Smith Machine and free weights for bench press and squat exercises. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, 2005, 19(1), 169–176.

CURY, D.P. e TUMELERO, S. Análisis de confiabilidad de la ecuación sugerida por Brzycki para determinar el valor de 1-RM. ***EFDeportes.com, Revista Digital***. Buenos Aires, Año 15, Nº 150, Noviembre de 2010.

EBBEN, W. P. Hamstring Activation During Lower Body Resistance Training Exercises. ***International Journal of Sports Physiology and Performance***, 2009, 4, 84-96.

EBBEN, W.P.; LONG, N.J.; PAWLOWSKI, Z.D.; CHMIELEWSKI, L.M.; CLEWIEN, R.W.; e JENSEN, R.L. Using squat repetition maximum testing to determine hamstring resistance training exercise loads. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, 24(2): 293–299, 2010.

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

ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. ***Medicine & Science in Sports & Exercise***, Vol. 33, No. 1, 2001, pp. 127–141.

ESCAMILLA, R.F.; GLENN S.F.; ZHENG, N.; BARRENTINE, S.W.; WILK K.E. e ANDREWS J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. ***Medicine & Science in Sport & Exercise***, Vol.30, No.4, pp. 556-569, 1998.

ESCAMILLA, R. F.; FLEISIG, G. S.; ZHENG, N.; LANDER , J.E.; BARRENTINE, S. W.; ANDREWS, J. R BERGEMANN, B. W.; MOORMAN, C. T. Effects of Technique Variation on Knee Biomechanics during the Squat and Leg Press. ***Medicine & Science in Sport & Exercise***, v. 33, nº 9, 2001, pp. 1552-1566.

ESCAMILLA, R. F., FRANCISCO A.C., KAYES A.V., SPEER K.P. e MOORMAN III, C.T. An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts. **Medicine & Science in Sport & Exercise**, Vol. 34, No. 4, pp. 682–688, 2002.

ESCAMILLA, R. F.; ZHENG N.; MACLEOD T. D.; EDWARDS W.B.; IMAMURA R.; HRELJAC A.; FLEISIG G.S., WILK K.E.; MOORMAN III C.T. e ANDREWS J.R. Patellofemoral Joint Force and Stress during the Wall Squat and One-Leg Squat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Vol. 41, No. 4, pp. 879-888, 2009.

FAUTH, M. L.; GARCEAU L. R.; LUTSCH B., GRAY A., SZALKOWSKI C., WURM B. e EBBEN W.P. Hamstring, Quadriceps and Gluteal muscle activation during resistance training exercises. In: 28 INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMECHANICS IN SPORTS, 2010, Marquette, Michigan, USA, July 19 – 23, 2010. ISSN 1999-4168.

FLECK, S.J.; KRAEMER W.J. Fundamentos do Treinamento de força. 3ªEdição. Porto Alegre: Editora Artmed. 2006

GENTIL, P.; FISCHER, B.; GALVÃO, A.; DUARTE, G.; ROCHA, L.; CARMO, J. Efeito da variação do posicionamento dos pés no leg press 45°. **Revista Digital Vida & Saúde**, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, fev./mar. 2003.

GULLETT, J. C., TILLMAN M.D., GUTIERREZ G.M. e CHOW J.W. A biomechanical comparison of back and front squats in healthy trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 23(1): 284–292, 2008.

HIRATA, R. P. e DUARTE M. Efeito da posição relativa do joelho sobre a carga mecânica interna durante o agachamento. **Rev. bras. Fisioter.** São Carlos, v. 11, n. 2, p. 121-125, mar./abr. 2007.

LEPORACE, G; PEREIRA, G. R.; DA COSTA, L. C. N.; TEIXEIRA, L. C.; BATISTA, L. A. Comparação da ativação mio elétrica do glúteo máximo e bíceps femoral entre os agachamentos paralelo e com passada à frente. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v.26, n.3, p.383-89, jul./set. 2012.

LIMA e OLIVEIRA. Confiabilidade das medidas de arquitetura do músculo Vasto Lateral pela ultrassonografia. **Motriz, Rio Claro**, v.19 n.1, p.217-223, jan./mar. 2013

MALDONADO, D. T.; CARVALHO, M.; BRANDINA, K.; GAMA, E. F. “Análise anatômica e eletromiográfica dos exercícios de Leg press, agachamento e stiff”. **Anatomia muscular**, abr. mai. jun. 2008 ano XIV, Nº 53 151-157.

McALLISTER, M.J.; HAMMOND, K.G.; SCHILLING, B.K.; FERRERIA, L.C.; Reed, J.P. e Weiss, L.W. Muscle activation during various hamstring exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research** 28(6): 1573 –1580, 2014.

McCURDY, K., O’KELLEY, E.; KUTZ, M.; LANGFORD, G.; ERNEST, J.; e TORRES, M. Comparison of Lower Extremity EMG Between the 2-Leg Squat and Modified Single-Leg Squat in Female Athletes. **Journal of Sport Rehabilitation**, 2010, 19, 57-70.

MIKKELSEN, E.K.; JAKOBSEN, T.L.; HOLSGAARD-LARSEN, A., ANDERSEN, L.L.; BANDHOLM, T.: Strength training to contraction failure increases voluntary activation of the quadriceps muscle shortly after total knee arthroplasty: a cross-sectional study. **American Journal of Physical & Medicine Rehabilitation**, September 2015; 00:00Y00.

OLIVER, G.D. e DOUGHERTY, C.P. Comparison of hamstring and gluteus muscles electromyographic activity while performing the razor curl vs. the traditional prone hamstring curl. **Journal of Strength and Conditioning Research** 23(8): 2250–2255, 2009.

RIBEIRO, D. C.; LOSS J. F.; CAÑEIRO J. T.; LIMA C. S.; MARTINEZ F. G. Electromyographical analysis of the quadriceps during knee extension at different speeds. **Acta Ortop. Bras** 13(4), 2005.

SCHAEFER, D. R. C. e Ries L.G.K. Análise eletromiográfica dos músculos posteriores da coxa na cadeira e mesa flexora. **Maringá**, v. 21, n. 4, p. 617-624, 4. trim. 2010.

SCHOENFELD, B.J.; CONTRERAS, B.; TIRYAKI-SONMEZ, G.; WILSON, J.M.; KOLBER, M.J.; e PETERSON, M.D. Regional differences in muscle activation during hamstring exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research** 29(1): 159–164, 2015.

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P.D. e BINSTED G. A Comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2009

SENIAM Project. Recommendations for sensor locations on individual muscles. 2005. Available at: <http://seniam.org/sensorlocation.htm>. Accessed March 2, 2015.

SIGNORILE, J. F.; WEBER B.; ROLL B.; CARUSO J.F.; LOWENSTEYN I.; e PERRY A.C. An Electromyographical comparison of the squat and knee extension exercises.

STENSDOTTER, A. K., HODGES P. W., MELLOR R., SUNDELIN G., e GERROSS C. H. A. Quadriceps Activation in Closed and in Open Kinetic Chain Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Vol. 35, No. 12, pp. 2043–2047, 2003.

YAMASHITA, N. EMG activities in mono- and bi-articular thigh muscles in combined hip and knee extension. **Eur. J. Appl. Physiol.** 1988, 58: 274-277.

YODAS, J. W.; HOLLMAN J.H., HITCHCOCK J.R., HOYME G.J. e JOHNSEN J.J. Comparison of hamstrings and quadriceps femoris electromyographic activity between men and women during a single-limb squat on both a stable and labile surface. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2007, 21(1), 105 -111.

WRIGHT, G. A.; DELONG, T. H. e GEHLSSEN, G. Electromyographic Activity of the Hamstrings During Performance of the Leg Curl, Stiff-Leg Deadlift, and Back Squat Movements. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 1999, 13(2), 168–174.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ portador do RG número _____ concordo voluntariamente em participar do estudo de pesquisa “NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR EM DIFERENTES EXERCÍCIOS DE FORÇA PARA MEMBROS INFERIORES” aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CEP/UFRGS), nº 2008012.

Tenho consciência de que o estudo será coordenado pelo professor DR. Ronei Silveira Pinto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Tenho consciência que o objetivo do estudo será avaliar por eletromiografia o nível de atividade elétrica dos músculos dos membros inferiores em diferentes exercícios em sala de musculação localizada na ESEF – UFRGS.

Autorizo que as informações e imagens obtidas nesta pesquisa sejam utilizadas em publicações de artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso (TCC).

Estou “De acordo” que todas as informações referentes a minha avaliação serão mantidas em sigilo.

Entendo que não haverá compensação monetária tanto para os avaliados quanto para os pesquisadores.

Entendo que não haverá nenhuma compensação financeira em caso de lesão física resultante diretamente de minha participação.

Entendo que não haverá nenhum médico e desfibrilador presente durante os testes.

Tenho consciência e autorizo que serei submetido aos seguintes procedimentos e avaliações abaixo:

Antropometria:

Serão utilizadas as recomendações da ISAK para mensuração de dobras cutâneas, Perímetros, Diâmetros, Comprimentos, Peso corporal e Altura.

CIVM (Contração Isométrica voluntária máxima):

Será avaliado em cadeira dinamométrica flexo/extensora da marca CEFISE a CIVM dos músculos flexores e extensores do joelho a uma angulação de 60 graus de flexão do joelho.

Será solicitada uma ação concêntrica (CIVM) para extensão do joelho e outra ação concêntrica (CIVM) para flexão do joelho com o membro inferior dominante.

Também será solicitada uma extensão do quadril na posição em pé.

A duração da contração (CIVM) será de 5 segundos e será concedido um intervalo de 3 minutos entre as ações.

Eletromiografia:

Preparação da pele: Depilação, abrasão e limpeza com álcool nas regiões onde serão colocados os eletrodos.

Colocação dos eletrodos: Nos músculos, vasto medial, vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral e glúteo máximo seguindo as recomendações da SENIAM.

Utilização de goniômetro nas articulações do joelho e quadril.

Exercícios:

Serão realizados 6 exercícios na sala de musculação da ESEF – UFRGS.

Agachamento paralelo; Agachamento com pés a frente; *Leg Press 45°*; *Stiff*, Cadeira extensora e Mesa flexora, com intervalos de 5 minutos de repouso entre os exercícios.

Obs.: Serão realizados testes de repetições máximas para identificar as 12 RM.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____

Assinatura do avaliado _____

Assinatura do Pesquisador _____

FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Informações Técnicas

Data da Avaliação

___/___/___

Avaliador

--

Informações do Sujeito

Data de Nascimento

___/___/___

Nome Completo

--

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Básicas

Estatura (cm)

Massa Corporal (kg)

Medida 1

Medida 2

Medida 3

Dobras Cutâneas (mm)

DC do Tríceps

DC Subescapular

DC do Bíceps

DC Axilar

DC Ilíaca

DC Supraespinal

DC Abdominal

DC da Coxa

DC da Panturrilha

Perímetros Corporais (cm)

Braço Direito (mesobraquial)

Braço Esquerdo (mesobraquial)

Braço Flexionado e Tenso

Torax (mesoesternal)

Cintura (porção mínima)

Quadril (porção máxima)

Coxa Média Direita

Coxa Média Esquerda

Panturrilha Direita (porção máxima)

Panturrilha Esquerda (porção máxima)

Diâmetros Ósseos (cm)

Biepicondilar do Úmero

Bicondilar do Fêmur

TABELAS DE CARGAS - 12 RM						
EXERCÍCIOS	1º TENTATIVA		2º TENTATIVA		RESULTADO	
	Kg	RMs	Kg	RMs		
AGACHAMENTO PARALELO						
LEG PRESS 45°						
AGACHAMENTO PÉS À FRENTE						
STIFF						
MESA FLEXORA						
CADEIRA EXTENSORA						