



**PROGRAMA**  
DE CIÊNCIAS  
DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação

Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO

**EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA AO  
ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR  
E FUNCIONAL DE ADULTOS SAUDÁVEIS FISICAMENTE ATIVOS  
ENSAIO CRUZADO**

RIO DE JANEIRO

2023

ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO

**EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA AO  
ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR  
E FUNCIONAL DE ADULTOS SAUDÁVEIS FISICAMENTE ATIVOS  
ENSAIO CRUZADO**

**Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Linha de Pesquisa:** Intervenção Terapêutica em Reabilitação.

**Orientador:** Prof. Dr. Arthur de Sá Ferreira

RIO DE JANEIRO

2023

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio, convencional ou eletrônico, para fins de estudo e de pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA  
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e  
Informação – SBI – UNISUAM

613.7 Ribeiro, Roberta de Souza Teixeira  
R484e Efeito de auto liberação miofascial comparada ao alongamento  
estático no desempenho neuromuscular de adultos saudáveis  
fisicamente ativos / Roberta de Souza Teixeira Ribeiro. – Rio de  
Janeiro, 2023.

78p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Centro  
Universitário Augusto Motta, 2023.

1. Liberação miofascial.. 2. Força muscular. 3. Flexibilidade. 4.  
Eletromiografia de superfície. Título.

CDD 22.ed.

ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO

**EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA AO  
ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR  
E FUNCIONAL DE ADULTOS SAUDÁVEIS FÍSICAMENTE ATIVOS  
ENSAIO CRUZADO**

Examinada em: 28/02/2023



---

Prof. Dr. Arthur de Sá Ferreira  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Prof. Dr. Igor Ramathur Telles de Jesus  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



---

Prof. Dr. Frederico Barreto Kochem  
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

RIO DE JANEIRO

2023

Dedico essa dissertação a todos os professores me incentivaram a chegar até aqui. Em especial aos Professores Alex Souto, Arthur Ferreira e Frederico Kochem por todo conhecimento a mim ensinado. Sem vocês esse projeto não seria possível.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por toda oportunidade de fazer o meu chamado e realizar meus sonhos independente da minha capacidade e do meu alcance. Sem Ele tudo seria em vão.

Agradeço ao meu marido Rafael Ribeiro que sempre foi meu suporte nos momentos de desesperança e meu socorro nos momentos de aflição. Em nenhum momento fui desestimulada a continuar e nunca deixei de ter auxílio no que tange a organização familiar.

Agradeço também à CAPES por ter me proporcionado ajuda financeira através de sua bolsa de estudos, sem a qual não teria sido possível realizar tal sonho.

“O Senhor guardará a tua saída e a tua entrada, desde agora e para sempre.”

Salmos 121:8

## Resumo

**Introdução:** Supondo que a atividade neuromuscular, a força muscular isométrica e as mudanças na amplitude de movimento após a autoliberação miofascial (ALM) permanecem pouco exploradas. **Objetivo:** Investigar os efeitos imediatos do ALM comparados ao alongamento estático nas respostas neuromusculares e funcionais de membros inferiores em adultos fisicamente ativos. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado cruzado de dois períodos (AB/BA) com uma amostra de 17 participantes (média [DP]) (40,9 [6,15] anos, 14:3 (feminino: masculino)). Os participantes realizaram uma sessão de ALM ou alongamento estático no vasto medial e bíceps femoral, cada um com duração de 60 s, dependendo da sequência de randomização da fase de estudo (período de *washout* de 1 semana). Os participantes foram avaliados antes e após cada intervenção quanto à atividade mioelétrica (eletromiografia de superfície), força muscular isométrica máxima (célula de carga) e amplitude de movimento (teste de Wells). **Resultados:** Observamos evidências estatísticas de uma diferença na atividade SEMG (pré - pós) entre ALM e alongamento estático do vasto medial (diferença [IC95%]: -0.455 [-0.861; -0.050]), mas não em bíceps femoral (0.059 [-0.566; 0.685]). Observamos evidência estatística de uma diferença na força isométrica entre SMR e alongamento estático do bíceps femoral (4.421 [1.953; 6.888]), mas não do vasto medial (-1.384 [-7.312; 4.544]). Não observamos nenhuma evidência estatística de diferença nas diferenças médias entre alongamento estático e SMR para amplitude de movimento (-1.450 [-3.186; 0.286]). **Conclusão:** Tanto a ALM quanto o alongamento estático aumentam imediatamente a amplitude de movimento dos membros inferiores. Simultaneamente, o alongamento estático parece aumentar a atividade mioelétrica enquanto o SMR a diminui. Mais estudos são necessários para verificar os efeitos na força muscular isométrica.

**Palavras-Chave:** Liberação miofascial; Força muscular; Flexibilidade; Eletromiografia de superfície

## Abstract

**Introduction:** Whether the neuromuscular activity, isometric muscle strength, and range of motion changes after self-myofascial release (SMR) remain poorly explored. **Objective:** To investigate the immediate effects of SMR compared to static stretching on the neuromuscular and functional responses of lower limbs in physically active adults. **Methods:** Two-period randomized crossover clinical trial (AB/BA) with a sample of 17 participants [mean (SD)] [40.9 [6.15] years, 14:3 (female: male). Participants performed one session of SMR or static stretching on the vastus medialis and biceps femoris, each lasting 60 s, depending on the randomization sequence of the study phase (washout period of 1 week). Participants were assessed before and after each intervention regarding myoelectric activity (surface electromyography), maximal isometric muscle strength (load cell), and range of motion (Wells' test). **Results:** We observed statistical evidence of a difference in SEMG activity (pre - post) between ALM and vastus medialis static stretching (difference [95% CI]: -0.455 [-0.861; -0.050]), but not in biceps femoris (0.059 [-0.566 ; 0.685]). We observed statistical evidence of a difference in isometric strength between SMR and static stretching of the biceps femoris (4.421 [1.953; 6.888]), but not the vastus medialis (-1.384 [-7.312; 4.544]). We observed no statistical evidence of a difference in the mean differences between static stretching and SMR for range of motion (-1.450 [-3.186; 0.286]). **Conclusions:** Both SMR and static stretching immediately increases range of motion of the lower limbs. Simultaneously, static stretching seems to increase the myoelectric activity whereas SMR decreases it. Further studies are required to verify the effects on isometric muscle strength.

**Key words:** Myofascial release therapy; Muscle strength; Flexibility; Surface electromyography

## Sumário

RESUMO .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
<b>PARTE I – PROJETO DE PESQUISA .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
1.1 INTRODUÇÃO .....	13
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.2.1 CONTINUUM MIOFASCIAL.....	14
1.2.2 LIBERAÇÃO MIOFASCIAL .....	15
1.2.3 EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL NA AMPLITUDE DE MOVIMENTO E FORÇA MUSCULAR.....	17
1.3 JUSTIFICATIVAS .....	20
1.3.1 RELEVÂNCIA PARA AS CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO .....	20
1.3.2 RELEVÂNCIA PARA A AGENDA DE PRIORIDADES DO MINISTÉRIO DA SAÚDE.....	20
1.3.3 RELEVÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	21
1.4 OBJETIVOS .....	21
1.4.1 PRIMÁRIOS.....	21
1.4.2 SECUNDÁRIOS .....	21
1.5 HIPÓTESES .....	21
<b>CAPÍTULO 2 PARTICIPANTES E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
2.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	23
2.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	23
2.2.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO .....	23
2.3 AMOSTRA .....	24
2.3.1 LOCAL DE RECRUTAMENTO DO ESTUDO .....	24
2.3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	24
2.3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	24
2.4 PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA PROPOSTA.....	25
2.4.1 ANAMNESE E AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	25
2.4.2 ATIVIDADE NEUROMUSCULAR, FORÇA ISOMÉTRICA E AMPLITUDE ARTICULAR .....	25
2.4.2.1 ATIVIDADE NEUROMUSCULAR.....	25
2.4.2.2 AVALIAÇÃO DE FORÇA ISOMÉTRICA.....	26
2.4.2.3 AVALIAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO .....	27
2.5 INTERVENÇÕES .....	28
2.5.1 ALONGAMENTO ESTÁTICO .....	28
2.5.2 AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL.....	29
2.6 DESFECHOS .....	30
2.6.1 DESFECHO PRIMÁRIO .....	30
2.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	31
2.7.1 TAMANHO AMOSTRAL (CÁLCULO OU JUSTIFICATIVA) .....	31
2.7.2 ALOCAÇÃO EM QUADRADO LATINO.....	31
2.7.3 PLANO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
2.7.4 DISPONIBILIDADE E ACESSO AOS DADOS .....	33
2.8 RESULTADOS .....	33
2.9 ORÇAMENTO E APOIO FINANCEIRO .....	34
2.10 CRONOGRAMA .....	35
REFERÊNCIAS .....	36

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	39
APÊNDICE 2 – FICHA DE RELATO DE CASO .....	41
APÊNDICE 3 – CALIBRAGEM DA CÉLULA DE CARGA .....	42
ANEXO 1 – DECLARAÇÃO DE INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE.....	44
ANEXO 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....	46

## **PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL..... 50**

CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	51
DISSEMINAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	52
MANUSCRITO(S) PARA SUBMISSÃO .....	53
<b>3.1 IMMEDIATE EFFECTS OF MYOFASCIAL RELEASE COMPARED TO STATIC STRETCHING ON NEUROMUSCULAR AND FUNCTIONAL PERFORMANCE OF PHYSICALLY ACTIVE HEALTHY ADULTS: A CROSSOVER STUDY.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1.1 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES DO MANUSCRITO PARA SUBMISSÃO #1.....</b>	<b>54</b>

## **PARTE I – PROJETO DE PESQUISA**

---

# Capítulo 1 Revisão de Literatura

---

## 1.1 Introdução

A dinâmica dos treinos de exercício resistido (ER) leva o praticante a um elevado uso da sua musculatura. O músculo, no entanto, é envolto em um tecido conjuntivo também chamado de tecido miofascial. Esse tecido, por ser contínuo, pode transmitir a força produzida pela contração muscular, não só do ponto proximal ao distal do mesmo músculo, como também aos músculos que estão associados à mesma cadeia miofascial (STECCO et al., 2013). Isso pode tornar o tecido miofascial mais rígido, possivelmente por causa da perda de sua viscosidade. Essa rigidez pode se tornar um potencial fator de desalinhamento corporal, sobrecarregando o tecido muscular e diminuindo sua força e coordenação motora (STECCO et al., 2013).

O tecido miofascial, quando perde sua viscosidade, diminui sua elasticidade através da adesão às áreas traumatizadas formando assim as adesões fibrosas. Esse ponto de adesão altera a mecânica muscular do indivíduo, diminuindo a amplitude de movimento e causando uma redução da força (MACDONALD et al., 2013). Quando há algum ponto de adesão miofascial novas linhas de força precisam ser formadas dentro das fâscias, podendo este ser o principal motivo da formação dos pontos de gatilho miofascial (STECCO et al., 2013).

Os exercícios de alongamento estático pré-treino foram por muito tempo utilizados para melhorar desempenho, diminuir a dor muscular tardia e melhorar a ADM. No entanto, estudos mais recentes têm mostrado que esse tipo de alongamento não altera a rigidez muscular, mas pode alterar a tolerância ao alongamento (LARSEN et al., 2005).

A auto liberação miofascial (ALM) é uma das estratégias que podem auxiliar no tratamento das adesões fibrosas do tecido conjuntivo para diminuir a densidade muscular e melhorar as respostas neurais (MACDONALD, 2013). Entretanto, poucas são as evidências que destacam a melhora imediata do desempenho pós ALM. MacDonald (2013) em seu estudo sobre os efeitos da ALM na flexibilidade comparou a ALM com rolo de espuma pós ER em homens praticantes de ER com mais de 3 anos de experiência. Nesse estudo ele dividiu 20 homens em 2 grupos: o grupo controle e o grupo experimental. Foi visto que a ALM com rolo de espuma reduziu a

dor muscular pós treino e levantou a hipótese de que os benefícios da ALM a longo prazo podem trazer mudanças nas respostas neurais do tecido miofascial.

## 1.2 Revisão de Literatura

### 1.2.1 *Continuum* Miofascial

A definição mais recente da fáscia foi feita em 2021 pela Fundação de Pesquisa Osteopatia e Clínica (FORCE) e transcrita por Bordoni et al. (2021) como sendo um tecido capaz de responder aos estímulos mecânicos através do *continuum* fascial. O *continuum* é resultante da perfeita sinergia entre diferentes tecidos do corpo, sendo eles líquidos e sólidos. Esses tecidos incluem epiderme, derme, gordura, sangue, linfa, vasos sanguíneos e linfáticos, tecido que revestem os filamentos nervosos, fibras musculares, ligamentos, tendões, aponeuroses, cartilagens, ossos, meninges e língua (BORDONI et al., 2021).

O tecido conjuntivo frouxo que se encontra dentro e ao redor das fáscias é um grande depósito de água e sais para nutrir os tecidos ao redor. Essa viscosidade da fáscia pode alterar a ativação dos seus receptores nervosos. Sua elasticidade viscosa junto com o ácido hialurônico, presente no seu meio extracelular, moldam a resposta dinâmica dos seus mecanorreceptores. Quanto maior a viscosidade, maior seu deslizamento interfascial. Sua adaptação à desidratação possui um limite de ativação dos receptores intrafasciais que, quando alcançado, podem enviar uma mensagem de dor (STECCO et al., 2013).

A diminuição da viscosidade pode ser observada em atletas após atividades prolongadas em tensão. O ácido láctico é liberado pelo músculo durante essas atividades e diminui o pH do meio extracelular miofascial, diminuindo temporariamente a viscosidade do ácido hialurônico, logo após atividade prolongada como maratonas e esportes de resistência. Tal fato aumenta ainda mais a sensação de rigidez muscular que será revertida com a degradação do ácido láctico no músculo durante o repouso. É possível que algumas áreas não sejam reparadas, podendo ser definidas como possíveis pontos de adesão miofascial (STECCO et al., 2013).

A descoberta da fáscia como um *continuum* fez com que esse tecido ganhasse destaque em pesquisas visando compreender e prevenir suas disfunções resultantes

do mecanismo miofascial. Através dessa funcionalidade, surgiram conceitos como a biotensengridade e as cadeias miofasciais. Tanto um quanto o outro enxerga o papel do tecido miofascial como de grande valor para dar continuidade ao corpo integrando todos os tecidos envolvidos (BORDONI et al., 2019).

A fáscia é um tecido mecanicamente ativo com funções proprioceptivas e nociceptiva que, através do *continuum* fascial, é capaz de mudar seu estado tensional. Células contrateis já foram encontradas em fáscias, como a fáscia crural, toracolombar e fáscia peitoral. Essa força é suficiente para influenciar a força musculoesquelética. Em contraponto a essa afirmação, é visto que a fáscia lombar consegue modificar sua tensão também na ausência de contração muscular (KRAUSE et al., 2016).

As características fisiológicas fasciais ressaltam sua importância com relação a sua função tanto na inércia quanto em movimento. Cerca de 30% da força muscular é transmitida à fáscia que envolve os músculos. Isso destaca sua função na coordenação muscular tanto de músculo antagonista como nos agonistas e nos sinérgicos (HUIJING; BAAN, 2001).

## **1.2.2 Liberação Miofascial**

As terapias manuais miofasciais abordam uma quantidade numerosa e variada de técnicas, incluindo as técnicas osteopáticas de tecidos moles, integração estrutural, massagem - incluindo massagem do tecido conjuntivo, liberação fascial assistida por instrumento, terapia de ponto de gatilho, tensão contra tensão e técnica de energia muscular. Acredita-se que uma das formas que as adesões miofasciais podem ocorrer é a partir de um trauma a nível microscópico durante a atividade física intensa. Isso pode alterar a mecânica muscular tanto em amplitude de movimento (ADM) como também em diminuição de força. Uma das estratégias que vêm sendo utilizadas para reduzir a ocorrência dessas adesões é a ALM com rolo de espuma (BEHARA; JACOBSON, 2017).

A ALM se tornou uma estratégia recente para aumentar o desempenho esportivo. Essa terapia miofascial atua por mobilizações sobre as fáscias do tecido conjuntivo, pele e músculos, ajudando no alívio das dores, no aumento da viscosidade do tecido conjuntivo e no deslizamento entre os tecidos fasciais. Acredita-se que a

ALM tenha benefícios semelhantes aos de liberação miofascial terapêutica; entretanto, a diferença é que os indivíduos que realizam a auto liberação utilizam seu próprio corpo como alavanca para aplicar pressão na área selecionada. Essa ferramenta pode levar o indivíduo ao aumento da amplitude do movimento, flexibilidade e desempenho (BEHARA; JACOBSON, 2017).

A flexibilidade é a capacidade de movimentar uma ou mais articulações através da ADM sem restrições e sem dor. A ADM é o grau de movimento em volta de uma articulação. A flexibilidade é uma importante capacidade funcional para o ato de movimentar-se e sua diminuição pode ocasionar uma sobrecarga no sistema musculoesquelético (GRIEVE et al., 2015).

A utilização dos rolos de espuma para tratamento e/o treinamento dos tecidos fasciais ganhou uma popularidade considerável nos últimos 10 anos. Krause et al. (2016) sugere que as técnicas de ALM podem melhorar a ADM, porém seus resultados sobre a rigidez e deslizamento das fáscias como possível fator de influência no aumento de força ainda não foram definidos. O conhecimento desses resultados irá permitir uma melhor compreensão do método e irá fornecer maiores evidências sobre os locais das técnicas de auto liberação e as melhorias consequentes na ADM.

Rolos de espuma são utilizados para emular os efeitos das técnicas de liberação miofascial e têm sido usados por terapeutas, atletas e pelo público em geral para aumentar a ADM e aliviar os pontos de tensão muscular e fascial. O rolo de espuma foi recentemente utilizado como parte da rotina de treinamento de muitos praticantes de exercício físico. Este rolo de espuma é colocado no chão e o indivíduo pode localizá-lo na coxa, nádegas ou nas costas. O rolo de espuma então se movimenta para frente e para trás concomitantemente à aplicação da pressão na área escolhida. Esses rolos são um dispositivo fácil de transportar e que utiliza a massa corporal para fornecer a força de rolamento (BEHARA; JACOBSON, 2017).

De acordo com Arruda (2010) em seu estudo experimental comparativo sobre os efeitos da terapia manual miofascial na flexibilidade de homens, foi observado que a terapia miofascial na musculatura isquiotibial teve efeito significativo ( $p=0,01$ ) se comparado ao grupo controle onde não houve qualquer intervenção. A liberação miofascial pode facilitar os movimentos devido ao aumento de ADM para um melhor desempenho muscular na execução dos movimentos no esporte, bem como no auxílio a recuperação muscular pós-treino melhorando a qualidade do gesto desportivo e o auto rendimento do atleta.

Behm et al. (2019) em seu estudo de revisão verificaram que a ALM com rolo de espuma provoca um aumento na ADM de curto prazo, geralmente 20 minutos após a intervenção, sendo estes relatados com ALM de 5 a 10 segundos de duração, apesar da maioria dos estudos implementarem a ALM com duração de 30 a 60 segundos. Embora estas intervenções não terem sido comparadas de forma direta, a duração de 60 segundos foi a que mais houve um aumento de ADM.

Wiewelhove et al. (2019) em seu estudo meta-análise compararam o resultado do rolamento de espuma na performance em 14 pesquisas diferentes de intervenção pré-treino e 7 pesquisas de intervenção pós-treino ER. Nos estudos pré-intervenção foi visto que a ALM com rolo de espuma aumentou o desempenho no *sprint* (+0,7%) e na flexibilidade (+4,0%), enquanto seu efeito no salto (-1,9%) e no desempenho de força (+1,8%) foi irrelevante. Nesse estudo foi concluído que existe uma maior justificativa no uso da ALM com rolo de espuma como uma atividade de aquecimento antes dos treinos de ER ao invés de ser um meio de recuperação pós-treino.

### **1.2.3 Efeitos da Auto Liberação Miofascial na Amplitude de Movimento e Força Muscular**

A ALM é utilizada por atletas e indivíduos ativos para melhora da recuperação muscular e desempenho, apesar de seus efeitos fisiológicos ainda não serem amplamente conhecidos (CHEATHAM et al., 2015). Pesquisas têm sido conduzidas para traçar um protocolo mais eficiente de melhoria de desempenho em atletas. Visto isso, o uso da ALM pré-treino, tanto sozinha quanto em conjunto com outras técnicas, tem crescido em meio as pesquisas científicas. Entretanto, a grande variedade de abordagens para a aplicação da ALM mostra a necessidade de identificação dos seus reais efeitos fisiológicos (RICHMAN; TYO; NICKS, 2019).

A pressão gerada pela ALM na área aplicada promove o relaxamento do tônus muscular e no fuso neuromuscular através da regulação dos mecanorreceptores (MYERS, 2016). Por isso, esses efeitos podem influenciar tanto na amplitude quanto na mobilidade articular e na força muscular de contração (KRAUSE et al., 2016).

Healey et al. (2014) compararam a ALM e o aquecimento corporal com a execução do exercício da prancha. Seu resultado mostrou que não houve efeito significativo entre estas intervenções para melhoria do desempenho de salto vertical

e potência, força isométrica e agilidade, porém mostrou que a intervenção de ALM através do rolo de espuma teve uma sensação de fadiga reduzida em comparação à prancha, permitindo que os participantes estendessem o volume e tempo de treino agudo. Apesar desse estudo não ter encontrado benefícios do rolo de espuma para o desempenho muscular, pode-se verificar que os efeitos no tônus muscular que a ALM com rolo de espuma provoca, pode levar a mudanças na resposta do sistema nervoso parassimpático e aumentar a tolerância à dor e uma maior interferência na melhora da ADM. Esse fator diminui a sensação de fadiga, o que pode interferir positivamente na aplicação de força e tempo de treinamento do atleta.

Grieve et al. (2015) fizeram um estudo aleatorizado cego simples onde ele avaliou os efeitos da ALM com bola de tênis diretamente na fáscia plantar e observou se isso interferia na flexibilidade dos isquiotibiais e coluna lombar. 24 participantes fizeram parte do estudo onde foram divididos em grupo experimental e controle sem intervenção. A variável de flexibilidade foi medida através do teste sentar e alcançar e a intervenção foi aplicada de forma única entre as avaliações pré e pós. Como resultado do estudo foi visto um aumento significativo ( $p=0,03$ ) comparado ao grupo controle indicando que a ALM na fáscia plantar tem uma interferência imediata na flexibilidade dos isquiotibiais e coluna lombar. Esse resultado mostrou um efeito elástico durante toda a linha superficial posterior proposta por Thomas Myers.

A dor muscular gerada por adesões miofasciais advindas de exercícios resistidos de alta intensidade pode dificultar o comprometimento do treino desses indivíduos acometidos por esta adesão (SCHROEDER; BEST, 2015). Em seu estudo de revisão Schroeder & Best (2015) falam em alterações do gene do tecido conjuntivo que pode afetar sua membrana devido ao aumento de neutrófilos circulantes. As alterações da propriedade viscoelástica do tecido fascial podem interferir na biogênese mitocondrial e conseqüentemente aumentar a angiogênese. A vasodilatação também foi vista como favorecida após a ALM. Sugere-se que a ALM possivelmente aumenta a função endotelial através da compressão do músculo arterial, sugerindo, portanto, benefícios na saúde cardiovascular do indivíduo que adere a essa técnica pré-treino. Todos os estudos dessa revisão foram ensaios clínicos. Ainda de acordo com Schroeder & Best (2015), 2 estudos mostraram que a ALM com rolo de espuma teve efeito positivo ( $p=0,070$ ) na altura do salto vertical e na saída de força máxima. A ALM foi vista neste estudo como uma técnica para

potencializar a recuperação muscular sem inibir a produção de força e pode ser de imenso valor clínico.

Cheatham et al. (2015) em seu estudo de revisão sistemática questionaram se a ALM com rolo de espuma pode trazer benefícios a ADM sem prejudicar o desempenho muscular. Ele avaliou 14 artigos concluindo que não há decréscimo do desempenho muscular após a sessão de ALM e que há uma redução da sensação de dor percebida o que pode afetar positivamente o treinamento.

Škarabot et al. (2015) em seu estudo cruzado e randomizado verificaram os efeitos do alongamento estático, da ALM com rolo de espuma e uma combinação das duas intervenções em 11 adolescentes praticantes de ER e com experiência em ALM com rolo de espuma há mais de seis meses. Os participantes foram avaliados quanto ao grau de dorsiflexão passiva do tornozelo pré, pós e 15 minutos após a última intervenção. Os participantes realizaram as intervenções de forma aleatória com duração de 30 segundos, 10 segundos de descanso sendo feito 3 séries de cada. Como resultado, foi encontrado um efeito significativo imediato na ADM nas intervenções alongamento estático ( $p < 0,05$ ) e alongamento estático + ALM ( $p < 0,05$ ). A ALM sozinha não teve efeito significativo imediato. Esse efeito imediato não passou de 10 minutos em ambas as intervenções.

Estudos como de Wilke et al. (2016) mostraram que o tecido miofascial pode transmitir tensão para outros músculos. Esse mecanismo é chamado de força miofascial intermuscular. O estudo intervencional controlado por pares de Wilke et al. (2016) mostrou que o alongamento de membros inferiores de pessoas saudáveis aumenta a amplitude de movimento ( $P < 0,05$ ,  $d = 1,35$ ) da região cervical tanto em flexão quanto em extensão. Nesse estudo, Wilke e colegas se basearam no conceito dos trilhos anatômicos de Thomas Myers e aplicou o alongamento estático em 3 sessões consecutivas de 30 segundos nos músculos da linha superficial posterior (gastrocnêmico, isquiotibiais e eretores da espinha). Seu comparativo foi um grupo controle que permaneceu sentado durante todo o experimento.

No estudo de Richman et al. (2019) foi verificado a influência da ALM no salto vertical, *sprint* e agilidade em comparação a caminhada leve. Ambos os grupos praticaram alongamento dinâmico específico do seu treinamento (vôlei e basquete). Todos os 14 participantes eram saudáveis e fisicamente ativos. O resultado mostrou uma diferença significativa entre a ALM e a caminhada leve no salto vertical ( $P < 0,022$ ). Os autores verificaram que a ALM pré-treino de ER e após um aquecimento

generalizado pode melhorar o desempenho de potência e força muscular, colocando a ALM com um componente importante para se incluir nos aquecimentos antes do treino de força. Uma única sessão de ALM de 6 min nos principais músculos da parte inferior do corpo em atletas do sexo feminino aumentou de forma eficaz e aguda a flexibilidade e o desempenho em atividades mais complexas. É visto também que durações mais longas de ALM com rolo de espuma podem resultar em maiores mudanças, assim com o uso de rolos mais densos, resultando em melhorias de flexibilidade e potência muscular.

## **1.3 Justificativas**

### **1.3.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação**

A ALM tem sido investigada por apresentar significativos benefícios, tais como aumento da ADM, redução da dor miofascial, diminuição da dor da fadiga muscular pós exercício e melhora o desempenho físico. Desta forma, esta técnica tem sido rotineiramente utilizada por fisioterapeutas e preparadores físicos com o objetivo de melhora do desempenho muscular em atletas profissionais, atletas amadores e indivíduos que buscam melhorar o estado geral de saúde. Não se sabe com clareza se há diferença entre os efeitos da ALM comparada ao alongamento estático na atividade neuromuscular, força muscular e amplitude de movimento das extremidades inferiores. O conhecimento desses resultados irá permitir uma melhor compreensão do método e irá fornecer maiores evidências sobre a ALM e sua interferência no desempenho muscular e ADM em comparação ao alongamento estático.

### **1.3.2 Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde<sup>1</sup>**

Este estudo visa trazer mais dados relevantes ao treinamento resistido em adultos saudáveis e levar mais informações aos profissionais de saúde do movimento para prevenção de lesões osteoarticulares e musculoesqueléticas. Visto dessa forma

---

<sup>1</sup> [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agenda\\_prioridades\\_pesquisa\\_ms.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agenda_prioridades_pesquisa_ms.pdf)

que se encaixa no eixo 1 da agenda de prioridades de pesquisa do Ministério da Saúde.

### **1.3.3 Relevância para o Desenvolvimento Sustentável<sup>2</sup>**

O presente estudo cobre a atenção primária à saúde dos adultos que praticam exercício físico resistido prevenindo possíveis lesões osteoarticulares e musculoesqueléticas com a informação atualizada de possíveis treinamentos para essa população. Este estudo, portanto, se enquadra no objetivo 3.8.1 de relevância para o Desenvolvimento Sustentável.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Primários**

1. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na atividade neuromuscular dos músculos quadríceps e bíceps femoral em adultos saudáveis e fisicamente ativos;
2. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na força isométrica dos músculos quadríceps e bíceps femoral em adultos saudáveis e fisicamente ativos.

### **1.4.2 Secundários**

1. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na amplitude de movimento do quadril em adultos saudáveis e fisicamente ativos.

## **1.5 Hipóteses**

A partir desta revisão, hipotetiza-se que a ALM de 60 s apresentará ganhos de atividade neuromuscular, força isométrica e amplitude de movimento dos músculos quadríceps e bíceps femoral. Esta hipótese se baseia no estudo de revisão

---

<sup>2</sup> <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=3>

sistemática de Schroeder & Best (2015) que mostra uma melhora significativa do desempenho muscular e após a intervenção de ALM no pré-treino.

Esse estudo também hipotetiza que haverá diferença significativa de desempenho entre as intervenções de alongamento estático e ALM baseado no estudo de Škarabot et al. (2015).

## Capítulo 2 Participantes e Métodos

---

### 2.1 Aspectos éticos

O protocolo experimental foi submetido ao Comitê de Ética antes da execução do estudo, em consonância com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/2012<sup>3</sup>. Todos os indivíduos participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; Apêndice 1) após serem informados sobre a natureza do estudo e do protocolo a ser realizado.

### 2.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um ensaio cruzado de dois períodos (AB/BA) com delineamento em Quadrado Latino (WILEY & SNS, 1986). Os participantes foram distribuídos de forma aleatória por ordem de chegada e em quadrados latinos em relação à ordem da intervenção a ser utilizada e com intervalo de 2-7 dias entre as repetições (*wash-out*). O avaliador foi cegado para a intervenção dos participantes.

Após cumprirem os critérios de elegibilidade foram realizadas a anamnese e avaliação antropométrica. Os participantes foram então submetidos a testes de eletromiografia de superfície e contração isométrica voluntária máxima simultaneamente, e amplitude de movimento antes e após ALM ou alongamento estático nos quadríceps e bíceps femoral.

#### 2.2.1 Local de realização do estudo

O presente estudo foi realizado no Espaço Saúde Ana Luiza Timoteo localizado na Rua Ministro Otávio Kelly, 337, 5º andar, Icaraí, Niterói/RJ. Todos os participantes foram alunos matriculados do centro de treinamento e serão convidados a participar do estudo pelos pesquisadores envolvidos na pesquisa e informados sobre o objetivo da mesma. Desta forma, todos estavam cientes sobre os riscos e benefícios mediante ao TCLE. A declaração da Instituição coparticipante encontra-se no Anexo 1.

---

<sup>3</sup> <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

## **2.3 Amostra**

Os indivíduos foram amostrados por conveniência de acordo com sua presença no local e disponibilidade para completar todas as etapas do estudo.

### **2.3.1 Local de recrutamento do estudo**

Os participantes foram recrutados no Espaço Saúde Ana Luiza Timoteo localizado na Rua Ministro Otávio Kelly, 337, 5º andar, Icaraí, Niterói/RJ.

### **2.3.2 Critérios de inclusão**

1. Adultos Saudáveis sem lesão osteomioarticular com idade entre 30 e 55 anos;
2. Fisicamente ativos (mínimo de 2 dias semanais de prática de ER) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018);
3. Todos os participantes deverão ter experiência maior do que 3 meses de prática de ER (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018);
4. Assinatura do TCLE (Apêndice 1), após leitura do mesmo e comentário pelo pesquisador dos objetivos, riscos e potenciais benefícios associados à participação na pesquisa.

### **2.3.3 Critérios de exclusão**

1. Uso de esteroides anabólicos, drogas ou medicamentos com impacto potencial na performance física (autorrelato);
2. Lesões musculoesqueléticas agudas das extremidades inferiores ou coluna nos últimos seis meses;
3. Histórico de cirurgias na coluna, quadril, joelho, tornozelo ou pé.

## **2.4 Procedimentos/Metodologia proposta**

### **2.4.1 Anamnese e avaliação antropométrica**

Para anamnese foi elaborado uma ficha de relato de caso (FRC) padronizada para coletar dados como idade, sexo, cor ou raça, peso, altura, entre outros (Apêndice 2). Massa corporal e altura foram mensurados através de balança antropométrica (WELMY Modelo R-110 Série 129731) com a qual será verificado massa corporal (em kg) e altura (em m) de cada indivíduo.

### **2.4.2 Atividade neuromuscular, força isométrica e amplitude articular**

#### **2.4.2.1 Atividade Neuromuscular**

O sinal para avaliar atividade neuromuscular dos músculos quadríceps e bíceps femoral foi por meio de Eletromiografia de Superfície (SEMG) através de um eletromiógrafo. O sistema de aquisição de sinal é composto por um computador pessoal e uma placa conversora analógico-digital de 8 canais e 14 bits (NI-6009, National Instruments) com conexão USB. O conversor foi conectado a um pré amplificador de 4 canais (EMG System™ do Brasil) para sinal SEMG (ganho 100, CMRR > 100 dB, impedância de entrada 10. Além disso, o conversor foi conectado a um dinamômetro (célula de carga, faixa 0-200 kg; EMG System™ do Brasil) para aquisição do sinal de força isométrica. Eletrodos duplos descartáveis de Ag/AgCl pré-gelificados (distância intereletrodos = 20mm; Hal Eletrodos) foram conectados com eletrodos bipolares pré-amplificados diferenciais (ganho 20). Os eletrodos foram fixados com fita adesiva para reduzir o ruído devido a artefatos de movimentação na pele. Antes da colocação do eletrodo, a área da pele será limpa com álcool e raspada com gaze grossa para reduzir a impedância da pele.

O posicionamento dos eletrodos seguiu recomendações internacionais (STEGEMAN; HERMENS, 2007). Detecção dos sinais do quadríceps: Vasto Medial (VM): colocado a 80% na linha entre a espinha íliaca anterior superior e o espaço articular anterior à borda anterior do ligamento medial; Detecção do Bíceps Femoral

(BF): colocados a 50% na linha entre a tuberosidade isquial e o epicôndilo lateral da tíbia. O eletrodo de referência será colocado ao redor do tornozelo. O reto femoral não foi considerado por ser um músculo penado e o musculo intermediário é muito profundo.

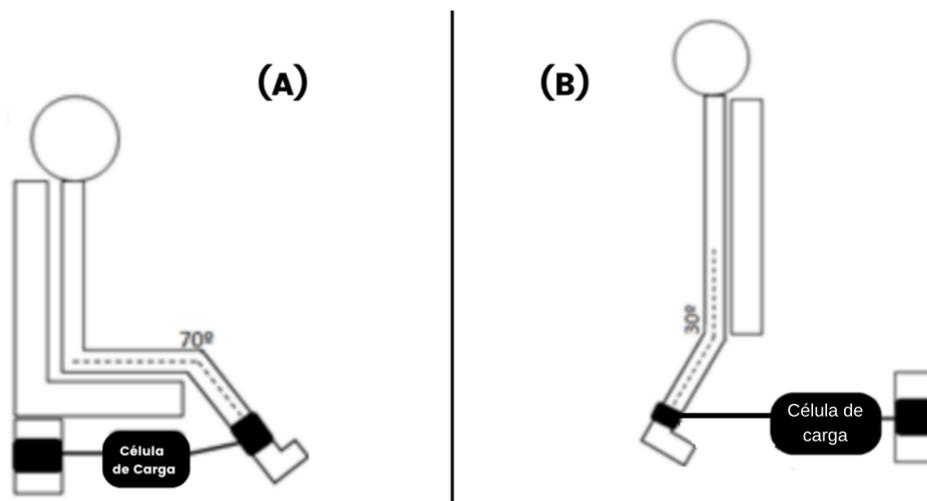
Os sinais SEMG foram removidos de CC, filtrados por passa-banda (10-450 Hz) e filtrados por notch de 59-61 Hz (e harmônicos até 450 Hz) usando um filtro Butterworth de fase *zero-lag* de 2ª ordem. A Raiz Quadrada Média (RMS) e a Frequência Mediana (MDF) foram estimadas dentro dos períodos de ativação muscular segmentados automaticamente usando o sinal da célula de carga como referência quando o nível de força for igual ou maior a 50% da CVM (Contração Voluntária Máxima) (FERREIRA et al., 2011).

#### **2.4.2.2 Avaliação de Força Isométrica**

A força muscular isométrica máxima foram mensurada com a utilização da célula de carga simultaneamente acoplada ao equipamento de SEMG. Um dinamômetro (célula de carga) foi conectado ao tornozelo por uma cinta não elástica para registrar a força de saída isométrica. Atenção especial foi dada para a posição da célula de carga (perpendicular ao eixo de movimento). Os valores de força foram registrados durante 5 s de contração isométrica máxima e foi utilizado o intervalo de recuperação de 60 s de descanso entre as tentativas. O intervalo entre os testes de extensão e flexão de joelhos foi de 1 minuto de recuperação. Durante os testes, eles serão encorajados oralmente a produzir CVM, e o sinal da célula de carga esteve disponível como um sinal de feedback. A força isométrica máxima entre três tentativas foi selecionada como 100% CVM de cada participante.

Os extensores e flexores de joelho da perna dominante foram testados concentricamente em isometria. Durante os testes de extensão e flexão de joelho os tornozelos direito e esquerdo dos participantes foram individualmente estabilizados e conectados à célula de carga. As avaliações da força muscular isométrica dos extensores de joelho foram realizadas com participantes sentados em uma cadeira com o joelho posicionado a 70° onde foram mensurados os valores de contração isométrica máxima (COOMBS & GARBUTT, 2002) (Figura 1 A). A flexão de joelho foi avaliada com os participantes de pé com o joelho em uma posição de flexão de 30°

onde os valores de contração isométrica máxima serão mensurados (MENDES et al., 2018) (Figura 1B).



**Figura 1.** Imagem esquemática do posicionamento do participante no momento do teste de força muscular isométrica e SEGM dos músculos quadríceps (A) e bíceps femoral (B).

Os participantes realizaram três tentativas de extensão e três tentativas de flexão de joelho da perna dominante e o maior valor obtido das três tentativas foi utilizado para análise estatística. A força muscular foi avaliada pelo esforço máximo produzido entre as tentativas nos dois dias de avaliação. Para os testes pré-intervenção, foi realizada uma rotina de aquecimento composta por dez flexo-extensões ativas do joelho. Os testes pós-intervenção ocorreram imediatamente após cada protocolo de ALM.

### 2.4.2.3 Avaliação da amplitude de movimento

A ADM de flexão de tronco foi avaliada através teste de sentar e alcançar, com a utilização do banco de Wells, conforme sugerido por Wells e Dillon (1952). Foi solicitado que os participantes se sentem no chão com o quadril flexionado, os joelhos estendidos e as solas dos pés encostados no banco. Os pés ficaram afastados na distância do quadril e os braços estendidos um sobre o outro. Ao sinal do avaliador, o

participante fez uma flexão de tronco e manterá seus joelhos estendidos para alcançar com os dedos da mão a maior distância possível no banco. O protocolo foi realizado pelo mesmo avaliador, que permanecerá ao lado dos participantes para evitar flexão dos joelhos. Foram realizadas três medidas com o objetivo de registrar a maior distância alcançada em que o avaliado manteve a posição por pelo menos 1 segundo. Essa avaliação foi realizada pré e pós-intervenção em ambos os dias.

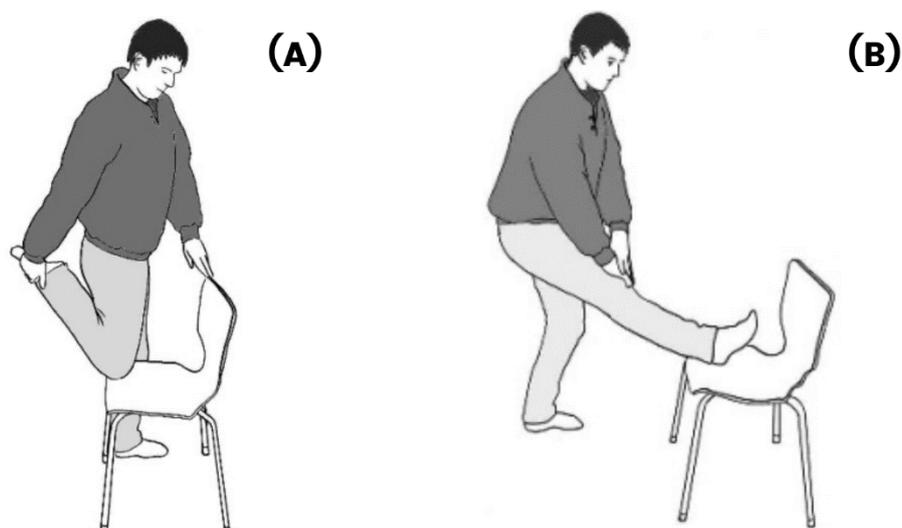
## **2.5 Intervenções**

Os participantes usaram shorts ou bermudas acima do joelho, para permitir um melhor contato do rolo de espuma com a perna do indivíduo.

### **2.5.1 Alongamento estático**

Será realizado alongamento estático não progressivo nos músculos quadríceps e posteriores de coxa de forma auto aplicada, somente na perna dominante, em 3 séries de 30 segundos com 30 segundos de intervalo entre elas. Os músculos serão esticados até que haja uma sensação de estiramento. O alongamento estático é frequentemente aplicado no quadríceps e isquiotibiais visto que são músculos bi articulares e suscetíveis a contração (LARSEN et al., 2005).

Para o musculo quadriceps o participante ficará de pé de frente para cadeira e apoiará o joelho da perna dominante na cadeira ao lado do joelho da perna de base. Com a mão do mesmo lado ele irá conduzir o calcanhar ao glúteo (Figura 2A). Para o músculo posterior de coxa o indivíduo ficará de pé de frente para a cadeira e posicionará o calcanhar da perna dominante em cima do assento. Ele então foi instruído a levar o tronco a frente até a sensação de estiramento (Figura 2B). Todos os participantes foram instruídos quanto sua posição durante o alongamento para que não houvesse compensações posturais. A cadeira possuía altura fixa.



**Figura 2.** Posição do participante para a execução da Alongamento Estático dos músculos do quadríceps (a) e posteriores de coxa (b).

## 2.5.2 Auto Liberação Miofascial

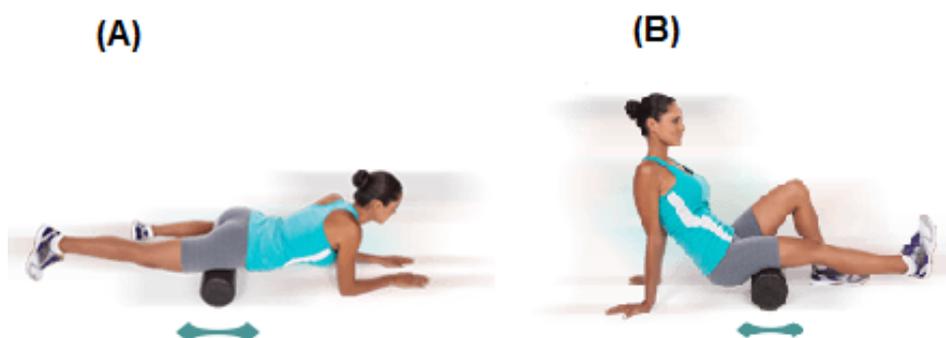
Será utilizado um rolo de espuma de alta densidade com dimensões de trinta centímetros de comprimento por quinze centímetros de diâmetro em formato cilíndrico, com um peso de 250 g e composto por polipropileno expandido (*Foam Roller®*) (Figura 3).



**Figura 3.** *Foam Roller* de dimensões e composição do rolo de espuma para ALM.

O protocolo de ALM foi realizado de forma unilateral no membro dominante e a pressão aplicada será referente ao peso corporal do indivíduo sobre o membro que estiver realizando a intervenção (SCHROEDER; BEST, 2015). A ALM foi realizada com 2 séries de 60 s com 60 s de intervalo entre elas. Esse tempo foi escolhido com

base na literatura anterior, que sugere que uma pressão constante deve ser aplicada no músculo de 60 a 90 segundos até 5 minutos ou até sentir uma liberação (PAOLINI, 2009). A pressão foi dada pelo peso do próprio corpo. A realização da ALM no quadríceps ocorreu da crista ilíaca anterossuperior até a base supra patelar (Figura 4A). Nos músculos do posterior da coxa a aplicação da ALM ocorreu entre a tuberosidade isquiática e a região da fossa intercondilar (Figura 4B) (COUTURE et al., 2015). O corpo foi deslocado no sentido longitudinal ao rolo de espuma, em uma cadência de 40 batidas por minutos (bpm), controlada por metrônomo, com atuação do membro inferior oposto como um estabilizador. No momento da ALM, as mãos e/ou antebraços serão apoiados no solo (Figura 4).



**Figura 4.** Posição do participante para a execução da ALM dos músculos do quadríceps (a) e posteriores de coxa (b).

## 2.6 Desfechos

### 2.6.1 Desfecho primário

Atividade neuromuscular, força muscular isométrica, amplitude articular (flexão/extensão de quadríceps e posteriores de coxa).

## 2.7 Análise dos dados

### 2.7.1 Tamanho amostral (cálculo ou justificativa)

O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando-se o programa G\*Power (FAUL et al., 2009) considerando-se um erro tipo I de 5% (bicaudal) e poder do teste de 80% (erro tipo II de 20%).

Bushell et al. (2015) observaram tamanho de efeito  $f < 1$  para comparação entre grupos controle vs. Experimental da flexibilidade. Considerando-se um tamanho de efeito pequeno ( $f = 0,25$ ) ou superior, correlação entre as medidas moderada ou superior ( $r = -0,5$ ), 2 grupos e 2 repetições, estima-se uma amostra mínima de 34 participantes.

Škarabot et al. (2015) observaram tamanho de efeito  $\eta^2 = 0,295$  na ADM entre intervenções imediatamente após sua aplicação. Considerando-se um tamanho de efeito moderado ( $\eta^2 = 0,06$ ) ou superior, correlação entre as medidas moderada ou superior ( $r = -0,5$ ), 2 grupos e 2 repetições, estima-se uma amostra mínima de 34 participantes.

### 2.7.2 Alocação em Quadrado Latino

Os participantes foram alocados arbitrariamente em grupos AB (ALM na visita 1, alongamento estático na visita 2) ou BA (alongamento estático na visita 1, ALM na visita 2) por meio de sorteio dependendo da ordem dos procedimentos a que serão submetidos (Tabela 1) (WILEY & SNS, 1986).

**Tabela 1:** Estrutura do Quadrado Latino.

Grupo	Visita		Soma	Diferença
	1	2		
1	A	B	$T_1$	$D_1$
2	B	A	$T_2$	$D_2$

O sorteio foi realizado em blocos de 2 participantes para atingir o balanceamento entre os participantes alocados em cada sequência (Tabela 2).

**Tabela 2:** Estrutura dos dados do ensaio cruzado de dois períodos em Quadrado Latino.

Participante	Quadrado	Grupo	Visita		Soma	Diferença
			1	2		
1	1	1	*	*	$T_{1,1}$	$D_{1,1}$
2	1	2	*	*	$T_{1,2}$	$D_{1,2}$
3	2	1	*	*	$T_{2,1}$	$D_{2,1}$
4	2	2	*	*	$T_{2,2}$	$D_{2,2}$
5	3	1	*	*	$T_{3,1}$	$D_{3,1}$
7	3	2	*	*	$T_{3,2}$	$D_{3,2}$
..	...	...	...	...	...	...
N-1	K	1	*	*	$T_{K,1}$	$D_{K,1}$
N	K	2	*	*	$T_{K,1}$	$D_{K,1}$

Os dados da Tabela 2 serão agregados para análise conforme Tabela 3.

**Tabela 3:** Estrutura dos dados agregados para descrição e análise estatística do ensaio cruzado de dois períodos em Quadrado Latino.

Ordem	N	Soma		Diferença	
		Média	Desvio-padrão	Soma	Desvio-padrão
AB	K/2	*	*	*	*
BA	K/2	*	*	*	*

### 2.7.3 Plano de análise estatística

A análise estatística será realizada no programa JASP (<https://jasp-stats.org>) após importação da planilha eletrônica.

*Variáveis:* As variáveis de resposta às intervenções foram computadas como a diferença entre os períodos pré- e pós-intervenção. Caso haja efeito *carryover*, apenas os dados pós-intervenção de cada período serão utilizados (WILEY & SNS, 1986).

*Análise descritiva:* Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk às variáveis contínuas. Valores no texto, tabelas e gráficos serão exibidos como média  $\pm$

DP (desvio-padrão) ou mediana [P25, P75] para variáveis contínuas com distribuição normal e não-normal, respectivamente; as variáveis categóricas serão descritas como frequência absoluta e relativa (%).

*Análise comparativa:* Inicialmente, foram incluídas as análises do efeito *carryover* por meio do teste da interação entre o Quadrado Latino (níveis: AB, BA) e período (níveis: 1, 2) com nível de significância ajustado para  $p < 0,10$ . Caso não seja detectado efeito *carryover*, serão aplicados testes *t* para amostras dependentes ou independentes, ou seus equivalentes não-paramétricos (testes de Mann-Whitney-Wilcoxon, respectivamente) caso a suposição de distribuição normal não seja válida — para verificar os efeitos principais do tratamento (ALM vs. Alongamento estático) e período (1 vs. 2) nas variáveis eletromiográficas, de força muscular e amplitude de movimento.

#### **2.7.4 Disponibilidade e acesso aos dados**

Os dados adquiridos para este estudo foram disponibilizados publicamente, após a identificação dos participantes, juntamente à publicação dos resultados deste protocolo. Os dados foram armazenados em arquivo físico (fichas de anamnese) e digital (banco de dados), sob guarda e responsabilidade do pesquisador principal, por 5 anos após o término da pesquisa.

### **2.8 Resultados**

Foi concluído que tanto a ALM quanto o alongamento estático aumentam imediatamente a amplitude de movimento dos membros inferiores. Simultaneamente, o alongamento estático parece aumentar a atividade mioelétrica enquanto o SMR a diminui. Mais estudos são necessários para verificar os efeitos na força muscular isométrica.

## 2.9 Orçamento e apoio financeiro

Este estudo é financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, No. E-26/211.104/2021) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal (CAPES, Código Financeiro 001; No. 88881.708719/2022-01, e No. 88887.708718/2022-00).

**Quadro 1: Apoio financeiro.**

CNPJ	Nome	Tipo de Apoio financeiro	E-mail	Telefone
00889834/0001-08	CAPES	Bolsa	prosup@capes.gov.br	(061) 2022-6250

**Quadro 2: Detalhamento do orçamento.**

Identificação do orçamento	Tipo	Valor (R\$)
Algodão	Material de Consumo	R\$40,00
Eletrodos Descartáveis	Material de Consumo	R\$100,00
Álcool	Material de Consumo	R\$30,00
Esparadrapo	Material de Consumo	R\$40,00
Impressão de fichas	Material de Consumo	R\$100,00
	<b>Total em R\$</b>	<b>R\$310,00</b>

## 2.10 Cronograma

Quadro 3: Cronograma de execução.

	ETAPA	INÍCIO	FIM
<b>Projeto de Pesquisa</b>	Elaboração do projeto de pesquisa	03/21	05/22
	Exame de Qualificação	06/22	06/22
	Apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa	07/22	07/22
	Registro do protocolo de pesquisa	08/22	09/22
<b>Coleta de Dados</b>	Treinamento dos procedimentos e/ou estudo piloto	07/22	08/22
	Modelagem do bando de dados	08/22	08/22
	Coleta e tabulação de dados	08/22	10/22
	Análise dos dados	10/22	11/22
	Elaboração de manuscrito	11/22	01/23
<b>Produção</b>	Submissão de relatório para o Comitê de Ética em Pesquisa	01/23	02/23
	Elaboração do trabalho de conclusão	01/23	02/23
	Exame de Defesa	02/23	02/23
	Submissão de manuscrito (resultados)	02/23	02/23
	Entrega da versão final do trabalho de conclusão	03/23	03/23

## Referências

---

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. **Editora Guanabara Koogan**, v. 10, p. 1–778, 2018.
- ARRUDA, G. A. Efeitos da liberação miofascial e idade sobre a flexibilidade de homens. **Revista Terapia Manual**, v. 8, n. 39, p. 396–400, 2010.
- BEHARA, B.; JACOBSON, B. H. Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 888–892, 1 abr. 2017.
- BEHM, D. G.; WILKE, J. Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. **Sports Medicine** 2019 **49:8**, v. 49, n. 8, p. 1173–1181, 29 jun. 2019.
- BORDONI, B. et al. Fascial Nomenclature: An Update. **Cureus**, v. 11, n. 9, 21 set. 2019.
- BORDONI, B. et al. Fascial Nomenclature: Update 2021, Part 1. **Cureus**, v. 13, n. 2, 14 fev. 2021.
- BUSHELL, J. E.; DAWSON, S. M.; WEBSTER, M. M. Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle in a Functional Lunge Position. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 9, p. 2397–2403, 8 set. 2015.
- CHEATHAM, S. W. et al. THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 6, p. 827, nov. 2015.
- COOMBS, R.; GARBUTT, G. Developments in the Use of the Hamstring/Quadriceps Ratio for the Assessment of Muscle Balance. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 1, n. 3, p. 56, 2002.
- DWAN, K. et al. CONSORT 2010 statement: Extension to randomised crossover trials. **The BMJ**, v. 366, 2019.
- FAUL, F. et al. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.
- FAUL, F. et al. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 4, p. 1149–1160, 2009.
- FERREIRA, A. DE S. et al. Quadriceps short-term resistance exercise in subjects with resistant hypertension. **Fisioterapia em Movimento (Physical Therapy in Movement)**, v. 24, n. 4, p. 629–636, 11 set. 2011.
- GRIEVE, R. et al. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 19, n. 3, p. 544–552, 1 jul. 2015.
- HEALEY, K. C. et al. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 61–68, 2014.
- HUIJING, P. A.; BAAN, G. C. Myofascial Force Transmission Causes Interaction between Adjacent Muscles and Connective Tissue: Effects of Blunt Dissection and

- Compartmental Fasciotomy on Length Force Characteristics of Rat Extensor Digitorum Longus Muscle. **Archives of physiology and biochemistry**, v. 109, n. 2, p. 97–109, 2001.
- KRAUSE, F. et al. Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. **Wiley Online Library**, v. 228, n. 6, p. 910–918, 1 jun. 2016.
- LARSEN, R. et al. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 1, p. 43–46, jan. 2005.
- MACDONALD, G. Foam rolling as a recovery tool following an intense bout of physical activity. 2013.
- MACDONALD, G. Z. et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 812–821, 2013.
- MILLS, E. J. et al. Design, analysis, and presentation of crossover trials. **Trials**, v. 10, 30 abr. 2009.
- MYERS, T. W. **Trilhos anatômicos: meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento**. Disponível em: <[https://www.amazon.com.br/dp/B08GL5LNZF/ref=dp-kindle-redirect?\\_encoding=UTF8&btkr=1](https://www.amazon.com.br/dp/B08GL5LNZF/ref=dp-kindle-redirect?_encoding=UTF8&btkr=1)>. Acesso em: 19 mar. 2022.
- PAOLINI, J. Review of Myofascial Release as an Effective Massage Therapy Technique. **International Journal of Athletic Therapy and Training**, v. 14, n. 5, p. 30–34, 1 set. 2009.
- RICHMAN, E. D.; TYO, B. M.; NICKS, C. R. Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 7, p. 1795–1803, 1 jul. 2019.
- SCHROEDER, A. N.; BEST, T. M. Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. **Current Sports Medicine Reports**, v. 14, n. 3, p. 200–208, 4 maio 2015.
- ŠKARABOT, J.; BEARDSLEY, C.; ŠTIRN, I. COMPARING THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE WITH STATIC STRETCHING ON ANKLE RANGE-OF-MOTION IN ADOLESCENT ATHLETES. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 2, p. 203, abr. 2015.
- STECCO, A. et al. Fascial Components of the Myofascial Pain Syndrome. **Current Pain and Headache Reports** 2013 17:8, v. 17, n. 8, p. 1–10, 26 jun. 2013.
- STEGEMAN, D. F.; HERMENS, H. J. Standards for surface electromyography: the European project “Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)”. **Roessingh Research and Development**, v. 10, p. 8–12, 2007.
- WELLS, K. F.; DILLON, E. K. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. **Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 23, n. 1, p. 115–118, 1952.
- WIEWELHOVE, T. et al. A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. APR, 9 abr. 2019.
- WILEY & SNS, J. The design and analysis of clinical experiments. 1986.
- WILKE, J. et al. Remote effects of lower limb stretching: preliminary evidence for myofascial connectivity? **Journal of sports sciences**, v. 34, n. 22, p. 2145–2148, 16 nov. 2016.



# Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

---

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/MS) PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS

Sr. (a) \_\_\_\_\_ você está sendo convidado para participar como voluntário (a) da pesquisa **EFEITOS DA AUTOLIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA A ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR E FUNCIONAL DE ADULTOS SAUDÁVEIS FISICAMENTE ATIVOS**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora **ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO**.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

- A pesquisa tem por objetivo avaliar o papel da autoliberação miofascial no desempenho muscular e amplitude de movimento em indivíduos saudáveis em comparação ao alongamento estático. Como procedimento será coletado dados de desempenho e força muscular através do eletromiógrafo com célula de carga acoplado em 2 dias diferentes, sendo 1 dia logo após o alongamento estático e outro dia após a auto liberação miofascial instruída pelo pesquisador.
- Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa: Os dados serão coletados de 08/2022 a 09/2022 no Espaço Saúde Ana Luiza Timóteo em 2 dias com intervalo de 2 a 7 dias entre eles.
- Será feita uma ficha individual de cada participante da pesquisa contendo os dados coletados durante a mesma e dados pessoais como nome, idade, sexo, peso e altura.
- RISCOS: A coleta de dados pode apresentar o risco de dor muscular no local da autoliberação miofascial e da mensuração de força pela célula de carga. A duração dessa dor pode ser vista de 1 a 7 dias.
- BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os participantes: O participante poderá verificar seu desempenho de força muscular após a autoliberação miofascial e se este procedimento pré-treino é benéfico para o seu treinamento resistido.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens etc.), ficarão armazenados em (pastas de arquivo, computador pessoal etc.), sob a responsabilidade do pesquisador principal, pelo período de 5 anos.

---

*Participante ou seu responsável legal*

*Responsável por obter o  
consentimento*

Nada lhe será pago ou cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária. Fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas, você pode procurar o pesquisador responsável por esta pesquisa, por meio dos seguintes contatos: Rua Dr. Luiz Palmier, 280 – Barreto, Niterói / RJ, email [roberta.ribeiro@souunisuam.com.br](mailto:roberta.ribeiro@souunisuam.com.br). Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche e assine as páginas ao final deste documento que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UNISUAM localizado no endereço Av. Paris 72, Rio de Janeiro, RJ, 21041-020, telefone (21) 3882-9797 ou através do site [unisuam.edu.br](http://unisuam.edu.br).

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIA

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assino, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador, concordo em participar do estudo título completo da pesquisa, como voluntário(a) bem como, autorizo o acesso **AOS DADOS COLETADOS NESSA PESQUISA**, a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, exceto dados pessoais, em publicações e eventos de caráter científico. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento). Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do(s) pesquisador(es).

Local, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

*Participante ou seu responsável legal*

---

*Responsável por obter o consentimento*

## Apêndice 2 – Ficha de Relato de Caso

---

### FICHA DE RELATO DE CASO

**NOME:** \_\_\_\_\_ **ID:** \_\_\_\_ \_\_\_\_

**DATA DE NASCIMENTO:** \_\_\_\_ \_\_\_\_ / \_\_\_\_ \_\_\_\_ / \_\_\_\_ \_\_\_\_

**SEXO:** ( ) Feminino ( ) Masculino

**COR OU RAÇA:**

( ) Branca ( ) Preta ( ) Parda ( ) Amarela ( ) Indígena

**MASSA CORPORAL:** \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_ , \_\_\_\_ kg

**ALTURA:** \_\_\_\_ , \_\_\_\_ \_\_\_\_ m

**1. Quantas vezes por semana (minutos) você treina musculação? Será excluído quem faz apenas 1 vez na semana.**

( ) 2x ( ) 3x ( ) 4x ( ) 5x

**2. Possui mais de 3 meses de presença constante nessa atividade?**

( ) Sim ( ) Não

**3. Você usa algum medicamento, drogas ou esteroide anabólico visando sua performance física?**

( ) Sim ( ) Não

**4. Nos últimos 6 meses, você tem histórico de lesão musculoesquelética nos membros inferiores ou na coluna?**

( ) Sim ( ) Não

**5. Você já fez cirurgia na coluna, joelhos, tornozelos ou pés?**

( ) Sim ( ) Não

**6. Você possui alergia de pele?**

( ) Sim ( ) Não

## Apêndice 3 – Calibragem da Célula de Carga

---

A calibração da célula de carga foi feita com a utilização de placas de ferro de uma estação de musculação. A massa de cada placa foi mensurada (em kg) previamente em uma balança digital (0,1 kg de precisão), para que houvesse a conversão dos valores de tensão (em volts) medidos pela célula de carga. A célula de carga foi acoplada ao aparelho através de dois mosquetões e uma alça de mãos presa ao banco do aparelho (Figura 1). O valor de tangência com a roldana superior foi de aproximadamente 90°, assim como o valor de tangência da célula de carga e da perna do participante.



**Figura 5.** Estação de Musculação da unidade de Ciências da Reabilitação da Unisuam com célula de carga acoplada a roldana superior.

Realizamos 8 medidas, sendo a primeira medida registrada sem carga adicional à célula. Conectou-se o pino na 1a placa e acoplamos o mosquetão preso ao fio de aço e à célula de carga. Esperou-se 1 min para iniciar a aquisição dos sinais, que foram registrados por cerca de 40 s cada. Logo após realizamos o mesmo procedimento utilizando o peso de 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 placas. Os registros foram salvos em arquivos separados por cada medida para análise offline e obtenção da equação de calibração.

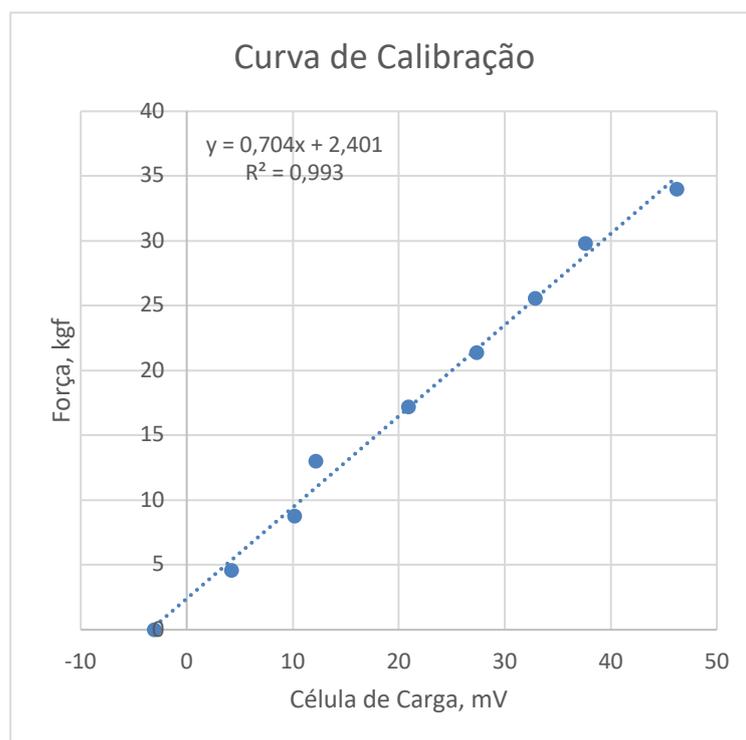
## Análise de dados da calibração

Os dados foram tabulados em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel) (Tabela 1). O Erro médio absoluto foi de 0,67 entre o peso medido e o peso estimado, sendo o erro médio igual a zero.

Tabela 1: Dados da calibração da célula de carga.

Placas	Tensão (mV)	DP	Massa (kg)
0	-3,046	0,205	0
1	4,221	0,195	4,6
2	10,199	0,211	8,8
3	12,195	0,205	13
4	20,927	0,199	17,2
5	27,383	0,197	21,4
6	32,899	0,197	25,6
7	37,634	0,201	29,8
8	46,217	0,196	34

Considerando-se a tensão medida na célula de carga como variável independente e a massa como variável dependente (Figura 2), obtém-se a equação de calibração:  $Força (kgf) = 0,704 \times célula\ de\ carga\ (mV) + 2,401$ , com erro médio de calibração 0 kg, erro médio absoluto 0,67 kg, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,993.



## Anexo 1 – Declaração de Instituição Coparticipante

---

## DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

Rio de Janeiro, 31 de maio de 2022.

Declaro estar ciente da coparticipação na pesquisa com o título: **EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA A ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR DE ADULTOS SAUDÁVEIS FISICAMENTE ATIVOS** O projeto será realizado em parceria com o ESPAÇO SAÚDE ANA LUIZA TIMÓTEO.

Pesquisador Principal: ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO

CPF: 099.401.507-09

Telefone: (21) 96497-4893

E-mail: roberta.ribeiro.ef@hotmail.com

Assinatura: \_\_\_\_\_

Instituição Proponente: Centro Universitário Augusto Motta/UNISUAM

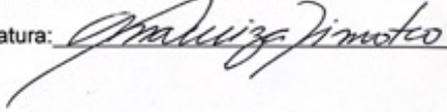
Grande Área de Conhecimento (CNPq): Área 4: Ciências da Saúde

Área predominante: Fisioterapia e Terapia Ocupacional; Avaliação Funcional em Reabilitação.

Propósito Principal do Estudo: Clínico

Instituição Coparticipante: **Espaço Saúde Ana Luiza Timóteo**

Nome do contato: **Ana Luiza Timóteo**

Assinatura: 

20.800.093/0001-46

STUDIO ANA LUIZA TIMOTEO EIRELI

Rua Ministro Otávio Kelly, 337/5º andar  
Icaraí - CEP: 24.220-300  
Niterói - RJ

## Anexo 2 – Parecer Consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA AUTO LIBERAÇÃO MIOFASCIAL COMPARADA A ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR E FUNCIONAL DE ADULTOS SAUDÁVEIS FÍSICAMENTE ATIVOS: ENSAIO CRUZADO

**Pesquisador:** ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 61633422.1.0000.5235

**Instituição Proponente:** SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio  
FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.588.689

#### Apresentação do Projeto:

**Introdução:** O aumento agudo da tensão no tecido miofascial com a prática dos exercícios resistidos contribui para a redução da elasticidade a partir das adesões fibrosas. O alongamento estático foi por muito tempo utilizado para diminuir dor muscular tardia e melhorar a ADM antes dos treinos

resistidos, porém recentes estudos têm mostrado que esse tipo de alongamento não altera a rigidez muscular. A autoliberação miofascial é um método que visa reduzir a tensão do tecido miofascial por meio de compressões realizadas, no sentido da organização da fibra muscular, que pode

ser realizada contra uma estrutura de espuma semirrígida. Entretanto, se autoliberação miofascial pode resultar em respostas na atividade neuromuscular, na força muscular isométrica e na amplitude de movimento permanecem pouco explorados.

**Objetivo:** Investigar os efeitos imediatos

de uma única sessão de autoliberação miofascial nas respostas neuromusculares e funcionais de membros inferiores comparado ao alongamento

estático em jovens fisicamente ativos. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico cruzado aleatorizado de dois períodos (AB/BA) com uma amostra

**Endereço:** Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 9943)

**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.032-060

**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3882-9797

**E-mail:** comitedeetica@souunisuam.com.br



Continuação do Parecer: 5.588.689

prevista de 34 participantes. Após cumprirem os critérios de elegibilidade, todos participantes realizarão avaliações antropométricas, testes de contração voluntária máxima isométrica e atividade mioelétrica. Posteriormente, os participantes farão uma sessão de autoliberação miofascial no quadríceps e bíceps femoral com duração de 60 s ou alongamento estático no quadríceps e bíceps femoral. A ordem das intervenções será determinada por sorteio e terá intervalo de 7 dias entre as medidas. Após cada intervenção, os participantes serão reavaliados. As medidas de atividade mioelétrica e força muscular serão feitas por meio de eletromiografia de superfície e célula de carga fixa, respectivamente. Resultados esperados: Espera-se observar ganhos de força isométrica, amplitude de movimento e atividade mioelétrica de membros inferiores maior após a autoliberação miofascial comparada ao alongamento estático.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

1. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na atividade neuromuscular dos músculos quadríceps e bíceps femoral em adultos saudáveis e fisicamente ativos;
2. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na força isométrica dos músculos quadríceps e bíceps femoral em adultos saudáveis e fisicamente ativos.

Objetivo Secundário:

1. Comparar os efeitos da ALM e do alongamento estático na amplitude de movimento do quadril em adultos saudáveis e fisicamente ativos.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

RISCOS: A coleta de dados pode apresentar o risco de dor muscular no local da autoliberação miofascial e da mensuração de força pela célula de carga. A duração dessa dor pode ser vista de 1 a 7 dias.

Benefícios:

A ALM tem sido investigada por apresentar significativos benefícios, tais como aumento da ADM, redução da dor miofascial, diminuição da dor da fadiga muscular pós exercício e melhora o desempenho físico. Desta forma, esta técnica tem sido rotineiramente utilizada por fisioterapeutas e

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 9943)  
 Bairro: Bonsucesso CEP: 21.032-060  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)3882-9797 E-mail: comitedeetica@souunisuam.com.br



Continuação do Parecer: 5.588.689

preparadores físicos com o objetivo de melhora do desempenho muscular em atletas profissionais, atletas amadores e indivíduos que buscam melhorar o estado geral de saúde. Não se sabe com clareza se há diferença entre os efeitos da ALM comparada ao alongamento estático na atividade neuromuscular, força muscular e amplitude de movimento das extremidades inferiores. O conhecimento desses resultados irá permitir uma melhor compreensão do método e irá fornecer maiores evidências sobre a ALM e sua interferência no desempenho muscular e ADM em comparação ao alongamento estático.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto apresentado como parte integrante da dissertação de mestrado

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos foram apresentados em conformidade

**Recomendações:**

O projeto está aprovado

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto está aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1993712.pdf	05/08/2022 10:44:19		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	2022_Protocolo_RSTR_CEP.docx	05/08/2022 10:43:00	ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA	Aceito

**Endereço:** Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 9943)

**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.032-060

**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3882-9797

**E-mail:** comitedeetica@sounisuam.com.br



Continuação do Parecer: 5.588.689

Investigador	2022_Protocolo_RSTR_CEP.docx	05/08/2022 10:43:00	RIBEIRO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	05/08/2022 10:41:44	ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Instituicao_Coparticipante.pdf	03/08/2022 19:11:18	ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	2022_TCLE_RSTR_CEP.docx	03/08/2022 19:10:04	ROBERTA DE SOUZA TEIXEIRA RIBEIRO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 17 de Agosto de 2022

---

**Assinado por:**  
**Igor Ramathur Telles de Jesus**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 ( Ramal: 9943)  
**Bairro:** Bonsucesso **CEP:** 21.032-060  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@souunisuum.com.br

## **PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL**

---

## Contextualização da Produção

Quadro 4: Declaração de desvios de projeto original.

Declaração dos Autores	Sim	Não
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>tema proposto</u> no projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>delineamento do projeto</u> de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos dos <u>procedimentos de coleta</u> e análise de dados do projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
Durante a coleta de dados o eletromiógrafo parou de funcionar e precisamos trocar de máquina. Isso acarretou uma perda de dados resultantes da célula de carga, pois a calibração foi feita apenas utilizando a segunda máquina em uso.		

## Disseminação da Produção

---

Será derivado desse projeto um manuscrito para submissão de publicação em uma revista científica.

## Manuscrito(s) para Submissão

---

### NOTA SOBRE MANUSCRITOS PARA SUBMISSÃO

*Este arquivo contém manuscrito(s) a ser(em) submetido(s) para publicação para revisão por pares interna. O conteúdo possui uma formatação preliminar considerando as instruções para os autores do periódico-alvo. A divulgação do(s) manuscrito(s) neste documento antes da revisão por pares permite a leitura e discussão sobre as descobertas imediatamente. Entretanto, o(s) manuscrito(s) deste documento não foram finalizados pelos autores; podem conter erros; relatar informações que ainda não foram aceitas ou endossadas de qualquer forma pela comunidade científica; e figuras e tabelas poderão ser revisadas antes da publicação do manuscrito em sua forma final. Qualquer menção ao conteúdo deste(s) manuscrito(s) deve considerar essas informações ao discutir os achados deste trabalho.*

### 3.1 Immediate Effects of Myofascial Release Compared to Static Stretching on Neuromuscular and Functional Performance of Physically Active Healthy Adults: A Crossover Study

#### 3.1.1 Contribuição dos autores do manuscrito para submissão #1

Iniciais dos autores, em ordem:	RSTR	FVA	IRTJ	AF
Concepção	X	X	X	X
Métodos	X	X	X	X
Programação				X
Validação				X
Análise formal				X
Investigação	X			
Recursos				X
Manejo dos dados	X			
Redação do rascunho	X	X	X	
Revisão e edição	X	X	X	X
Visualização				X
Supervisão				X
Administração do projeto				X
Obtenção de financiamento				X

**Contributor Roles Taxonomy (CRediT)<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> Detalhes dos critérios em: <https://doi.org/10.1087/20150211>

**Immediate Effects of Self-Myofascial Release Compared to Static Stretching on Neuromuscular and Functional Performance of Physically Active Healthy Adults: A Crossover Study**

**Authors:** Roberta de Souza Teixeira Ribeiro, MSc<sup>1</sup>, Fabio Vieira dos Anjos, DSc<sup>1</sup>, Igor Ramathur Telles de Jesus, DSc<sup>1</sup>, Arthur de Sá Ferreira, DSc<sup>1</sup>

**Affiliations:** <sup>1</sup>Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, RJ/Brazil

**Corresponding author:** Arthur de Sá Ferreira, DSc, Rua Dona Isabel 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, ZIP 210320-060.

## Abstract

**Introduction:** Whether the neuromuscular activity, isometric muscle strength, and range of motion changes after self-myofascial release (SMR) remain poorly explored.

**Objective:** To investigate the immediate effects of SMR compared to static stretching on the neuromuscular and functional responses of lower limbs in physically active adults.

**Methods:** Two-period randomized crossover clinical trial (AB/BA) with a sample of 17 participants [mean (SD)] [40.9 [6.15] years, 14:3 female:male). Participants performed one session of SMR or static stretching on the vastus medialis and biceps femoris, each lasting 60 s, depending on the randomization sequence of the study phase (washout period of 1 week). Participants were assessed before and after each intervention regarding myoelectric activity (surface electromyography), maximal isometric muscle strength (load cell), and range of motion (Wells' test).

**Results:** We observed statistical evidence of a difference in SEMG activity (pre - post) between ALM and vastus medialis static stretching (difference [95% CI]: -0.455 [-0.861; -0.050]), but not in biceps femoris (0.059 [-0.566 ; 0.685]). We observed statistical evidence of a difference in isometric strength between SMR and static stretching of the biceps femoris (4.421 [1.953; 6.888]), but not the vastus medialis (-1.384 [-7.312; 4.544]). We observed no statistical evidence of a difference in the mean differences between static stretching and SMR for range of motion (-1.450 [-3.186; 0.286]).

**Conclusions:** Both SMR and static stretching immediately increases range of motion of the lower limbs. Simultaneously, static stretching seems to increase the myoelectric activity whereas SMR decreases it. Further studies are required to verify the effects on isometric muscle strength.

**Keywords:** Myofascial release therapy; Muscle strength; Flexibility; Surface electromyography

## Introduction

The discovery of fascia as a continuum has made this tissue stand out in research that can understand and prevent its dysfunctions resulting from the myofascial mechanism (BORDONI et al., 2021). Self-Myofascial Release (SMR) has become a recent strategy to increase sports performance. SMR mobilizes the connective tissue fascia, skin, and muscles, helping to relieve pain, and increase connective tissue viscosity, and slides between fascial tissues (BEHARA; JACOBSON, 2017). The pressure generated by the SMR in the applied area promotes the relaxation of muscle tone and neuromuscular spindle, through the regulation of mechanoreceptors (MYERS, 2016). Therefore, these effects can influence joint mobility and muscle strength (KRAUSE et al., 2016).

Some studies verified the influence of SMR on neuromuscular function and muscle performance. Škarabot et al. (2015) verified the effects of static stretching, ALM with foam roller and found an immediate significant effect on ROM in static interference and static stretching + ALM, however ALM alone had no immediate effect. Arruda (2010) observed that myofascial therapy on the hamstring muscles had a significant effect compared to the control group. Schroeder & Best (2015) showed that SMR with foam roller positively affected vertical jump height and maximum force output. found that SMR with foam roller causes an increase in short-term ROM, usually 20 minutes after the intervention, these being reported with SMR of 5 to 10 seconds in duration, despite most studies implementing SMR with a duration from 30 to 60 seconds. Richman et al. (2019) found that pre-training resistance exercise SMR and after a generalized warm-up can improve muscle power and strength performance, placing SMR as an important component to include in warm-ups before strength training. It is also seen that longer durations of SMR with a foam roller can result in greater changes,

just as using denser rollers results in greater improvements in flexibility and muscle power.

SMR has been investigated for its significant benefits, such as increased ROM, reduced myofascial pain, decreased post-exercise muscle fatigue pain, and improved physical performance. This technique has been routinely used by physiotherapists and physical trainers to improve muscle performance in professional athletes, amateur athletes, and individuals who seek to improve their general health status. However, it is unclear whether there is a difference between the effects of SMR compared to static stretching on neuromuscular activity, muscle strength, and range of motion of the lower extremities. Knowledge of these results will allow a better understanding of the method and will provide more evidence about SMR and its interference in muscle performance and ROM compared to static stretching. Therefore, this study aims to compare the effects of SMR and static stretching on neuromuscular activity, isometric strength, and ROM of the quadriceps and biceps muscles in healthy and physically active adults. Healey et al. (2014) compared ALM and body warming with the execution of the plank exercise. Their result showed that there was no significant effect between these interventions for improving vertical jump performance and power, isometric strength and agility, however it showed that the ALM intervention through the foam roller had a reduced sense of fatigue compared to the plank allowing participants extended the volume and time of acute training.

## **Methods**

### *Study design and reporting*

This is a two-period crossed test (AB/BA) with a Latin Square design. Participants were randomly allocated into groups AB (ALM on visit 1, static stretching

on visit 2) or BA (static stretching on visit 1, ALM on visit 2) by drawing lots depending on the order of procedures to which they were submitted with an interval of 5-7 days between repetitions (wash-out) where it is expected that there will not be a considerable increase in muscle mass that would interfere with the strength tested. The draw was carried out in blocks of 2 participants to achieve a balance between the participants allocated in each sequence (WILEY & SNS, 1986). The evaluator was blinded to the intervention of the participants. The manuscript was reported following the CONSORT 2010 statement: extension to randomized crossover trials (DWAN et al., 2019).

The calculation of the sample size was performed using the G\*Power program (FAUL et al., 2007, 2009) considering a type I error of 5% (two-tailed) and test power of 80% (type II error of 20%). Two similar studies were used for this purpose. Bushell et al. (2015) observed effect size  $f < 1$  for comparison between control vs. flexibility experiment. Considering a small effect size ( $f = 0.25$ ) or greater, moderate, or greater correlation between measures ( $r = -0.5$ ), 2 groups, and 2 repetitions, a minimum sample of 34 participants is estimated. Škarabot et al. (2015) observed effect size  $\eta^2 = 0.295$  in the ROM between interventions immediately after their application. Considering a moderate effect size ( $\eta^2 = 0.06$ ) or greater, moderate, or greater correlation between measurements ( $r = -0.5$ ), 2 groups, and 2 repetitions, a minimum sample of 34 participants is estimated.

#### *Ethical aspects*

The experimental protocol was submitted to the Ethics Committee before the execution of the study (approval No. 61633422.1.0000.5235) following resolution 466/2012 of the National Health Council. All participating individuals signed an

informed consent form after being informed about the nature of the study and the protocol to be carried out.

### *Setting and participants*

This study was carried out in a private setting in Niterói, RJ (Brazil). Participants attending the training center were invited to participate in the study by the researchers involved in the research and informed about its purpose.

Participants were sampled for convenience according to their presence on site and availability to complete all stages of the study. After meeting the eligibility criteria, an anamnesis and anthropometric assessment were carried out. Inclusion criteria consisted of age between 30 and 55 years, being physically active, and more than 3 months of experience in resistance training. Those who reported using anabolic steroids, drugs, medications with a potential impact on physical performance, history of back, hip, knee, ankle, and foot surgery, and those who had some type of acute musculoskeletal injury in the lower limbs or spine in the last six months did not participate in the study.

### *Assessments*

Personal data were collected using a standardized case report form. Body mass and body height were measured using an anthropometric scale (WELMY Model R-110 Series 129731).

This assessment was performed pre and post-intervention on both days. For pre-intervention tests, a warm-up routine consisting of ten active knee flexion extensions was performed. Post-intervention testing occurred immediately after each SMR protocol.

### *Neuromuscular Activity*

The neuromuscular activity of the quadriceps and biceps femoris muscles was assessed using surface electromyography (SEMG). The signal acquisition system consists of a personal computer and an 8-channel, 14-bit analog-to-digital converter board (NI-6009, National Instruments) with a USB connection. The sensors were connected to a 4-channel pre-amplifier (EMG System™ do Brasil) for SEMG signal (gain 100, CMRR > 100 dB, input impedance 10. In addition, the analog-to-digital converter was connected to a dynamometer (load cell, range 0-200 kg; EMG System™ do Brasil) for the acquisition of the isometric strength signal. Pre-gelled double disposable Ag/AgCl electrodes (interelectrode distance = 20mm; Hal Electrodes) were related to differential pre-amplified bipolar electrodes (gain 20) The electrodes will be secured with adhesive tape to reduce noise due to skin movement artifacts. Before electrode placement, the skin area was cleaned with alcohol and shaved with thick gauze to reduce skin impedance.

The positioning of the electrodes followed international recommendations (STEGEMAN; HERMENS, 2007). Detection of quadriceps signals: Vastus Medialis (VM): placed at 80% on the line between the anterior superior iliac spine and the joint space anterior to the anterior border of the medial ligament; Biceps femoris (BF) detection: placed at 50% on the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia. The reference electrode was placed around the ankle. The rectus femoris was not considered because it is a pennate muscle and the intermediary muscle is very deep.

The SEMG signals were processed for mean removal, followed by a band-pass filter (10-450 Hz) and notch filter from 59-61 Hz (and harmonics up to 450 Hz) using a

2nd-order zero-lag phase Butterworth filter. Root Mean Square (RMS) was estimated within the automatically segmented muscle activation periods using the load cell signal as a reference when the force level is equal to or greater than 50% of the maximum voluntary contraction (FERREIRA et al., 2011). The average RMS between the three attempts was selected for analysis.

### *Isometric Strength Assessment*

The maximum isometric muscle strength was measured using the load cell simultaneously coupled to the SEMG equipment. A dynamometer (load cell) was connected to the ankle by a non-elastic strap to record the isometric output force. Special attention was paid to the position of the load cell (perpendicular to the movement axis). The strength values were recorded during 5 s of maximum isometric contraction and the recovery interval of 60 s of rest between attempts was used. The interval between knee extension and knee flexion tests was 1 min of recovery. During testing, they were orally encouraged to produce CVM, and the load cell signal was available as a feedback signal. The maximum isometric strength between three attempts was selected for analysis.

The knee extensors and flexors of the dominant leg were tested concentrically in isometry. During the knee extension and flexion tests, the right and left ankles of the participants were individually stabilized and connected to the load cell. The evaluations of the isometric muscle strength of the knee extensors were performed with participants sitting on a chair with the knee positioned at 70°, where the values of maximum isometric contraction were measured (COOMBS; GARBUTT, 2002) (Figure 1A). Knee flexion was assessed with participants standing with the knee in a 30° flexion

position where maximum isometric contraction values were measured (MENDES et al., 2018) (Figure 1B).

INSERT FIGURE 1 HERE

#### *Range of motion assessment*

Trunk flexion ROM was evaluated through the sit and reach test, using the Wells bench, as suggested by (WELLS; DILLON, 1952). Participants were asked to sit on the floor with hips flexed, knees extended, and soles of feet flat on the bench. The feet were hip-distance apart and arms extended over each other. At the evaluator's signal, the participant flexed the trunk and keep their knees extended to reach with the fingers of the hand as far as possible on the bench. The protocol was performed by the same evaluator, who remained beside the participants to avoid bending their knees. Three measurements were taken to register the greatest distance reached in which the subject maintained the position for at least 1 second. Two series of 60 s each were performed with 60 s of resting interval.

#### *Interventions*

Static stretching was performed on the quadriceps and posterior thigh muscles in a self-applied way, only on the dominant leg, in 3 series of 30 seconds with 30 seconds of rest between them. The muscles were stretched until there is a feeling of stretching. Static stretching is often applied to the quadriceps and hamstrings since they are bi-joint muscles and susceptible to contraction (LARSEN et al., 2005). For the quadriceps muscle, the participant stood in front of the chair and support the knee of the dominant leg on the chair next to the knee of the base leg. With the hand on the

same side, he led the heel to the buttocks (Figure 2A). For the posterior thigh muscle, the individual stood in front of the chair and position the heel of the dominant leg on top of the seat. He was then instructed to take the trunk forward until the feeling of stretching (Figure 2B).

INSERT FIGURE 2 HERE

The SMR protocol was performed unilaterally on the dominant limb and the pressure applied referred to the individual's body weight on the limb performing the intervention (SCHROEDER; BEST, 2015). A high-density foam roller with dimensions of thirty centimeters in length and fifteen centimeters in diameter in a cylindrical shape, weighing 250 g and composed of expanded polypropylene (Foam Roller®) was used. The SMR were performed with 2 series of 60 s with 60 s of rest between them. This time was chosen based on previous literature, which suggests that constant pressure should be applied to the muscle from 60 to 90 seconds up to 5 minutes or until a release is felt (PAOLINI, 2009). The pressure was given by the weight of the body itself. Performing the SMR on the quadriceps occurred from the anterior superior iliac crest to the suprapatellar base (Figure 3A). In the muscles of the posterior thigh, the application of the SMR occurred between the ischial tuberosity and the region of the intercondylar notch (Figure 4B) (COUTURE et al., 2015). The body was moved longitudinally to the foam roller, at a cadence of 40 beats per minute (bpm), controlled by a metronome, with the opposite lower limb acting as a stabilizer. At the moment of the SMR, the hands and/or forearms were supported on the ground (Figure 3B).

INSERT FIGURE 3 HERE

### *Statistical analysis*

Statistical analysis was performed in R version 4.2.2 (<https://www.r-project.org>). Values in the text, tables, and graphs were displayed as mean (SD) for continuous variables; categorical variables were described as absolute and relative frequency (%). Intervention response variables were computed as the difference between pre- and post-intervention periods using the Grizzle's method as follows. If there is a carryover effect, only post-intervention data for each period were used (WILEY & SNS, 1986). Initially, analyses of the carryover effect were included through the test of the interaction between the Latin Square (levels: AB, BA) and period (levels: 1, 2) with a significance level adjusted to  $p < 0.10$ . If no carryover effect is detected, t-tests were applied for dependent or independent samples to verify the main effects of the treatment (SMR vs. Static Stretching) and period (1 vs. 2) on the differences (P1 – P2) on electromyographic variables, muscle strength and range of motion. Missing data were reported per outcome and replaced by simple mean imputation before analysis.

## **Results**

### *Participants*

A total of 31 participants were included for anamnesis; of those, 5 (14%) participants did not complete the 2nd study phase and were excluded from analysis and more 9 participants had their data lost. The descriptive summary of the 17 participants that completed the study is shown in Table 1. Most participants were female ( $n = 14, 82.4\%$ ), of white ethnicity/race ( $n = 11, 64.7\%$ ), with age [mean (SD)] 40.9 (6.15) and body mass index of 24.2 (2.41).

INSERT TABLE 1 HERE

*Immediate effects of stretching and SMR on electromyographic variables, muscle strength and range of motion*

The comparative summary of the immediate effects of stretching and SMR on electromyographic variables, muscle strength and range of motion is shown in Table 2.

INSERT TABLE 2 HERE

The null hypothesis of no 'carry-over effect' for ROM was not rejected (sum [95%CI]: -0.400 [-1.625; 0.825] (t value: -0.696,  $p = 0.497$ ), hence measurements obtained in the first and second periods were used for analysis. We observed no statistical evidence of a difference in the mean difference (pre - post) between static stretching and SMR (difference [95%CI]: -1.450 [-3.186; 0.286] (t value: -1.781,  $p = 0.095$ ). On average, either static stretching or SMR increased the ROM. No missing data occurred.

The null hypothesis of no 'carry-over effect' for SEMG for the vastus medialis was not rejected (sum [95%CI] -0.186 [-0.608; 0.237] (t value: -0.937,  $p = 0.364$ ), hence measurements obtained in the first and second periods were used for analysis. We observed statistical evidence of a difference in the mean difference (pre - post) between static stretching and SMR (difference [95%CI]: - -0.455 [-0.861; -0.050] (t value: -2.392,  $p = 0.030$ ). On average, static stretching increased the SEMG activity whereas SMR decreased it. Missing data occurred for post-phase 1 ( $n = 1$ ), pre-phase 2 ( $n = 1$ ) and post- phase 2 ( $n = 2$ ).

The null hypothesis of no 'carry-over effect' for SEMG for the biceps femoris was rejected (sum [95%CI]: 0.213 [-0.385; 0.810] (t value: 0.759, p = 0.459), hence measurements obtained in the second period were discarded. We observed statistical evidence of a difference in the mean difference (pre - post) between static stretching and SMR (difference [95%CI]: 0.059 [-0.566; 0.685] (t value: 0.202, p = 0.842). On average, static stretching increased the SEMG activity whereas SMR decreased it. Missing data occurred for pre-phase 1 (n = 2), post-phase 1 (n = 3), pre-phase 2 (n = 1) and post- phase 2 (n = 1).

The null hypothesis of no 'carry-over effect' for vastus medially strength was not rejected (sum [95%CI]: 1.902 [-5.356; 9.160] (t value: 0.559, p = 0.585), hence measurements obtained in the first and second periods were used for analysis. We observed no statistical evidence of a difference in the mean difference (pre - post) between static stretching and SMR (difference [95%CI]: -1.384 [-7.312; 4.544] (t value: -0.498, p = 0.626). On average, either static stretching or SMR increased the strength. Missing data occurred for pre-phase 2 (n = 1) and post- phase 2 (n = 1).

The null hypothesis of no 'carry-over effect' for biceps femoris strength was rejected (sum [95%CI]: 2.380 [-0.038; 4.799] (t value: 2.098, p = 0.053), hence measurements obtained in the second period were discarded. We observed statistical evidence of a difference in the mean difference (pre - post) between static stretching and SMR (difference [95%CI]: 4.421 [1.953; 6.888] (t value: 3.836, p = 0.002). On average, stretching promoted a higher decrease in muscle strength compared to SMR. Missing data occurred for pre-phase 2 (n = 1) and post- phase 2 (n = 1).

## **Discussion**

The aim of the present study was to compare both the effects of SRM and static stretching on neuromuscular activity and maximal isometric strength of the quadriceps and biceps femoris muscles in healthy, physically active adults and their effect on hip ROM. It was found that both SMR and static stretching significantly increased hip ROM, but there was no significant difference between interventions. It was also seen that the neuromuscular activity of both the quadriceps muscle and the biceps femoris muscle had a significant difference in both interventions, and in the SMR the neuromuscular activity decreased while in static stretching the neuromuscular activity increased significantly. Regarding muscle strength, the results were less assertive; while stretching promoted a higher decrease in muscle strength of biceps femoris compared to SMR, we observed no statistical difference for the vastus medialis. To the best of our knowledge, this is the first study to assess neuromuscular (surface electromyography) and functional (isometric strength and range of motion) outcomes altogether in the same sample using a crossover design. From a clinical point of view, this information is useful for choosing the best intervention when pre-training with resistance exercise and its potential muscle performance during training.

The significant effect of the improvement in ROM in both interventions may be due not only to the intervention itself, but also to the myofascial heating of the site during the entire collection, which can increase the viscosity of the loose connective tissue and facilitate the sliding between the fascias as suggested by

Healey et al. (2014) in their study where they compared the plank and SMR to improve ROM. In contrast, the decrease in neuromuscular activity in the SMR intervention can be linked to the myofascial relaxation effect of the site as described in the book by Myers (2016). Thus, the present study contradicts the study by Richman et al. (2019) where SMR significantly improved neuromuscular performance in

resistance exercise and confirms the study by Behm et al. (2019) where he claims an increase in ROM after SMR.

Some limitations are worth noting. The crossover trials consisted of two study periods, so a longer collection time was required, and the statistical analysis was more complicated because 5 participants did not complete the second stage of the study in addition to 9 isometric strength signals lost due to changes in the collection machine. Hence, it is possible that type-II error influenced the results for detecting the carryover effect as well as pre-post difference effects. Conversely, this study has several strengths. First, because it was a cross-over study to compare various interventions, we minimized the risk of confusion as all of these were measured in the same participants. Second, this study needed fewer study participants compared to a standard parallel randomized controlled trial. Finally, the blinding of the study participants was maintained, which made the use of randomization and the statistical tests that were used feasible (MILLS et al., 2009).

This study affirmed the result of many previous studies that demonstrated a significant improvement in ROM through SMR and that this intervention does not become inferior to static stretching, and one of these two ways can be used to improve pre-training ROM. Interestingly, the muscle performance outcome was seen when there was a significant improvement after the static stretching intervention, as this intervention has not been well regarded in resistance training centers. However, further studies are needed to reassess the possible intervention of static stretching and SMR for maximum concentric strength and verify whether there is a change in the muscle group in question.

## **Conclusions**

Both SMR and static stretching immediately increases range of motion of the lower limbs. Simultaneously, static stretching seems to increase the myoelectric activity whereas SMR decreases it. Further studies are required to verify the effects on isometric muscle strength.

## Funding

This study was supported by the Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, No. E-26/211.104/2021) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal (CAPES, Finance Code 001; No. 88881.708719/2022-01, and No. 88887.708718/2022-00).

## References

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. **Editora Guanabara Kooogan**, v. 10, p. 1–778, 2018.
- ARRUDA, G. A. Efeitos da liberação miofascial e idade sobre a flexibilidade de homens. **Revista Terapia Manual**, v. 8, n. 39, p. 396–400, 2010.
- BEHARA, B.; JACOBSON, B. H. Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 888–892, 1 abr. 2017.
- BEHM, D. G.; WILKE, J. Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. **Sports Medicine** 2019 49:8, v. 49, n. 8, p. 1173–1181, 29 jun. 2019.
- BORDONI, B. et al. Fascial Nomenclature: An Update. **Cureus**, v. 11, n. 9, 21 set. 2019.
- BORDONI, B. et al. Fascial Nomenclature: Update 2021, Part 1. **Cureus**, v. 13, n. 2, 14 fev. 2021.
- BUSHELL, J. E.; DAWSON, S. M.; WEBSTER, M. M. Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle in a Functional Lunge Position. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 9, p. 2397–2403, 8 set. 2015.

CHEATHAM, S. W. et al. THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 6, p. 827, nov. 2015.

COOMBS, R.; GARBUTT, G. Developments in the Use of the Hamstring/Quadriceps Ratio for the Assessment of Muscle Balance. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 1, n. 3, p. 56, 2002.

DWAN, K. et al. CONSORT 2010 statement: Extension to randomised crossover trials. **The BMJ**, v. 366, 2019.

FAUL, F. et al. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FAUL, F. et al. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 4, p. 1149–1160, 2009.

FERREIRA, A. DE S. et al. Quadriceps short-term resistance exercise in subjects with resistant hypertension. **Fisioterapia em Movimento (Physical Therapy in Movement)**, v. 24, n. 4, p. 629–636, 11 set. 2011.

GRIEVE, R. et al. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 19, n. 3, p. 544–552, 1 jul. 2015.

HEALEY, K. C. et al. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 61–68, 2014.

HUIJING, P. A.; BAAN, G. C. Myofascial Force Transmission Causes Interaction between Adjacent Muscles and Connective Tissue: Effects of Blunt Dissection and Compartmental Fasciotomy on Length Force Characteristics of Rat Extensor Digitorum Longus Muscle. **Archives of physiology and biochemistry**, v. 109, n. 2, p. 97–109, 2001.

KRAUSE, F. et al. Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. **Wiley Online Library**, v. 228, n. 6, p. 910–918, 1 jun. 2016.

LARSEN, R. et al. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 1, p. 43–46, jan. 2005.

MACDONALD, G. Foam rolling as a recovery tool following an intense bout of physical activity. 2013.

MACDONALD, G. Z. et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 812–821, 2013.

MILLS, E. J. et al. Design, analysis, and presentation of crossover trials. **Trials**, v. 10, 30 abr. 2009.

MYERS, T. W. **Trilhos anatômicos: meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento**. Disponível em:

<[https://www.amazon.com.br/dp/B08GL5LNZF/ref=dp-kindle-redirect?\\_encoding=UTF8&btkr=1](https://www.amazon.com.br/dp/B08GL5LNZF/ref=dp-kindle-redirect?_encoding=UTF8&btkr=1)>. Acesso em: 19 mar. 2022.

PAOLINI, J. Review of Myofascial Release as an Effective Massage Therapy Technique. **International Journal of Athletic Therapy and Training**, v. 14, n. 5, p. 30–34, 1 set. 2009.

RICHMAN, E. D.; TYO, B. M.; NICKS, C. R. Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 7, p. 1795–1803, 1 jul. 2019.

SCHROEDER, A. N.; BEST, T. M. Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. **Current Sports Medicine Reports**, v. 14, n. 3, p. 200–208, 4 maio 2015.

ŠKARABOT, J.; BEARDSLEY, C.; ŠTIRN, I. COMPARING THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE WITH STATIC STRETCHING ON ANKLE RANGE-OF-MOTION IN ADOLESCENT ATHLETES. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 2, p. 203, abr. 2015.

STECCO, A. et al. Fascial Components of the Myofascial Pain Syndrome. **Current Pain and Headache Reports** 2013 17:8, v. 17, n. 8, p. 1–10, 26 jun. 2013.

STEGEMAN, D. F.; HERMENS, H. J. Standards for surface electromyography: the European project “Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)”. **Roessingh Research and Development**, v. 10, p. 8–12, 2007.

WELLS, K. F.; DILLON, E. K. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. **Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 23, n. 1, p. 115–118, 1952.

WIEWELHOVE, T. et al. A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. APR, 9 abr. 2019.

WILEY & SNS, J. The design and analysis of clinical experiments. 1986.

WILKE, J. et al. Remote effects of lower limb stretching: preliminary evidence for myofascial connectivity? **Journal of sports sciences**, v. 34, n. 22, p. 2145–2148, 16 nov. 2016.

**Table 1: Characteristics of the studied sample.**

	Overall (N=17)
<b>Age (years)</b>	
Mean (SD)	40.9 (6.15)
Median [Min, Max]	42.0 [30.0, 52.0]
<b>Body mass (kg)</b>	
Mean (SD)	65.7 (10.2)
Median [Min, Max]	64.0 [47.3, 85.0]
<b>Body height (m)</b>	
Mean (SD)	1.65 (0.0783)
Median [Min, Max]	1.64 [1.48, 1.77]
<b>Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	
Mean (SD)	24.2 (2.41)
Median [Min, Max]	24.3 [20.3, 27.4]
<b>Sex</b>	
Female	14 (82.4%)
Male	3 (17.6%)
<b>Race</b>	
White	14 (82.4%)
Brown	2 (12.0%)
Black	1 (5.6%)

**Table 2: Immediate effects of stretching and SMR on electromyographic variables, muscle strength and range of motion.**

Outcome	Sequence	Sample size	Baseline P1, Mean (SD)	Final P1, M (SD)	Baseline P2, Mean (SD)	Final P2, M (SD)	SUM, Mean (SD)	DIFF, Mean (SD)
Range of motion, cm	Stretching - Myofascial release	10	39.750 (7.327)	42.300 (6.015)	31.286 (9.322)	32.214 (9.192)	-3.500 (2.438)	-1.600 (3.169)
	Myofascial release - Stretching	7	32.786 (9.806)	33.214 (8.878)	40.450 (7.018)	42.450 (6.344)	-2.700 (2.163)	1.300 (3.498)
SEMG Vastus medialis, mV	Stretching - Myofascial release	10	0.469 (0.331)	0.520 (0.369)	1.227 (2.481)	1.165 (2.032)	0.238 (0.697)	-0.339 (0.646)
	Myofascial release - Stretching	7	0.970 (1.449)	0.618 (0.923)	0.416 (0.258)	0.397 (0.239)	0.609 (0.942)	0.572 (0.930)
SEMG Biceps femoral, mV	Stretching - Myofascial release	10	0.805 (0.901)	0.551 (0.382)	0.457 (0.554)	0.423 (0.514)	0.234 (0.627)	0.146 (0.641)
	Myofascial release - Stretching	7	0.905 (1.263)	0.969 (1.500)	0.719 (0.788)	0.828 (0.683)	-0.192 (1.626)	0.027 (1.711)
Dynamometry Vastus medialis, kgf	Myofascial release - Stretching	10	34.409 (9.772)	36.478 (10.689)	36.396 (22.726)	22.130 (11.263)	14.333 (11.992)	-18.471 (12.101)
	Stretching - Myofascial release	7	40.551 (13.654)	41.956 (20.062)	34.115 (10.554)	20.999 (5.231)	10.529 (16.180)	-15.702 (9.942)
Dynamometry Biceps Femoris, kgf	Myofascial release - Stretching	10	21.526 (6.207)	18.433 (5.413)	20.265 (8.852)	26.427 (12.998)	-3.845 (5.085)	10.031 (4.662)
	Stretching - Myofascial release	7	24.735 (10.819)	26.062 (10.872)	19.909 (5.857)	27.448 (8.594)	-8.605 (3.773)	6.473 (3.999)

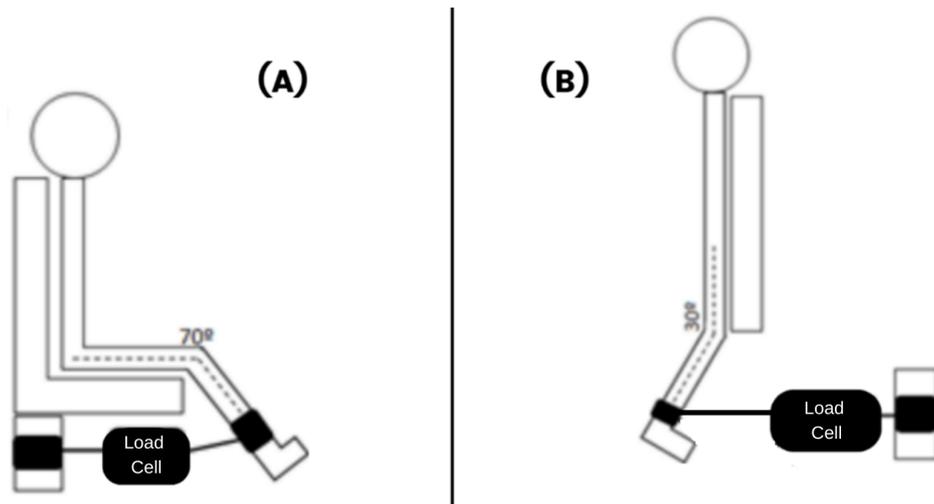


Figure 1. Schematic image of the participant's positioning at the time of the isometric muscle strength test and surface electromyography of the quadriceps (A) and biceps femoris (B) muscles.

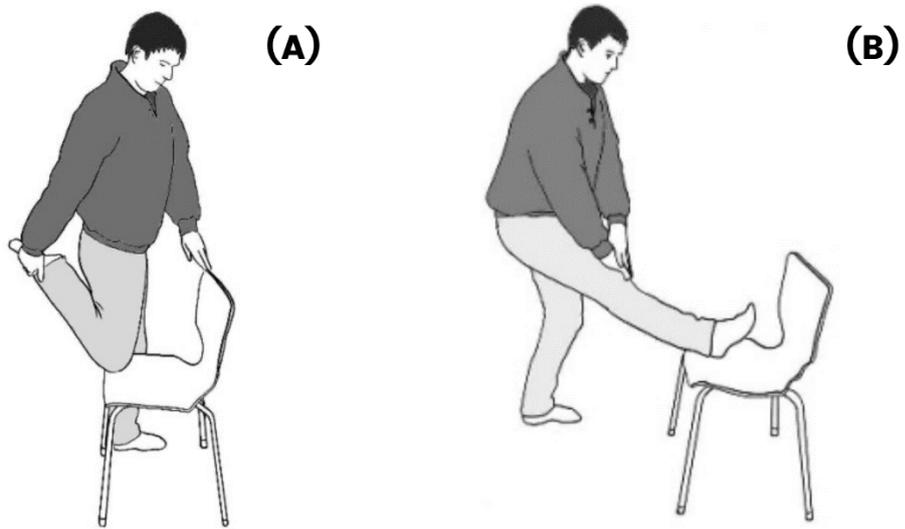


Figure 2. Participant's position for performing the Static Stretching of the quadriceps muscles (a) and hamstrings (b).

RASCUM

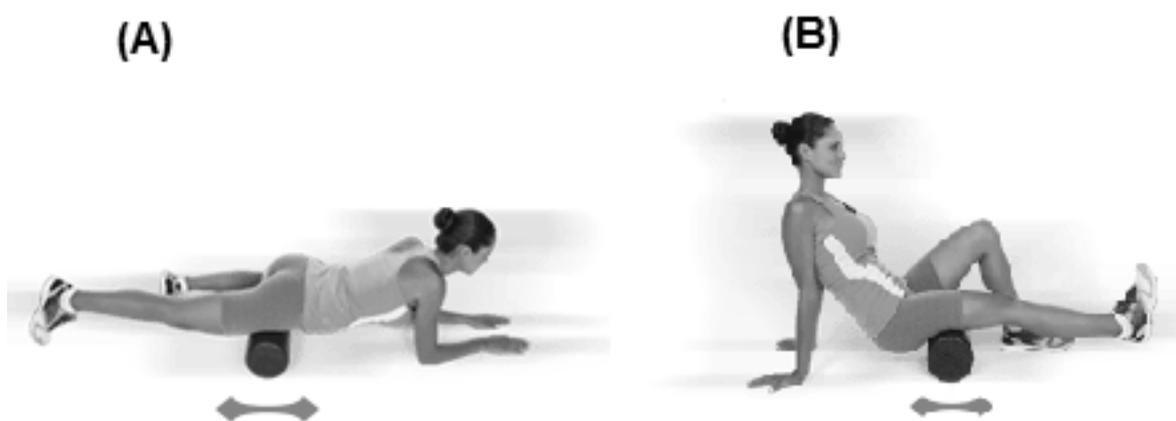
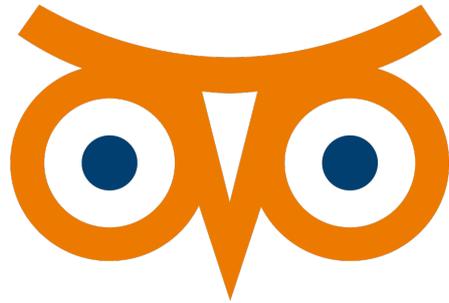


Figure 3. Participant's position for performing the SMR of the quadriceps muscles (a) and hamstrings (b).

RASCUNH



**UNISUAM**

**COMPROMISSO PARA A VIDA TODA**