

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

ANELIZE CINI

Comparação entre programas de quatro semanas de alongamento estático passivo e facilitação neuromuscular proprioceptiva em aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais: um ensaio clínico randomizado

PORTO ALEGRE

2016

Comparação entre programas de quatro semanas de alongamento estático passivo e facilitação neuromuscular proprioceptiva em aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais: um ensaio clínico randomizado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Profa. Dra. Cláudia Silveira Lima

PORTO ALEGRE

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Cini, Anelize

Comparação entre programas de quatro semanas de alongamento estático passivo e facilitação neuromuscular proprioceptiva em aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais: um ensaio clínico randomizado / Anelize Cini. -- 2016. 67 f.

Orientador: Cláudia Silveira Lima.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Extremidade Inferior. 2. Exercícios de Alongamento Muscular. 3. Força Muscular. 4. Amplitude de Movimento. I. Silveira Lima, Cláudia, orient. II. Título.

Anelize Cini

Comparação entre programas de quatro semanas de alongamento estático passivo e facilitação neuromuscular proprioceptiva em aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais: um ensaio clínico randomizado

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Graciele Sbruzzi – UFRGS

Prof. Dr. Bruno Manfredini Baroni – UFCSPA

Profa. Dra. Liliam Fernandes de Oliveira - UFRJ

Orientadora Profa. Dra. Cláudia Silveira Lima - UFRGS

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Cláudia Silveira Lima, por me acompanhar desde o primeiro semestre da graduação até esse momento, me orientar no trabalho de conclusão de curso e na dissertação de Mestrado, e principalmente por me estimular no estudo deste tema, ampliando meus conhecimentos.

Aos colegas e amigos que fiz durante essa jornada, os quais proporcionaram inúmeras alegrias e momentos agradáveis.

Às amigas, Gabriela Souza de Vasconcelos, pela parceria e ajuda em mais um trabalho, desde as coletas até as análises finais; e Cristine Marsico, pelas conversas confortantes.

À aluna IC Milena Caumo, por me auxiliar nas coletas.

Ao Rodrigo Rodriguez, pela ajuda indispensável, por dispor de seu tempo para as minhas coletas.

Aos colegas do GPCINE, pelas participações nas apresentações.

Aos funcionários do LAPEX, no auxílio às reservas de sala e material.

Aos meus familiares e amigos, que entenderam minha ausência em diversos momentos, muitas vezes contrariados, mas sempre me apoiando e permanecendo perto, mesmo sendo por mensagens e ligações.

Às colegas e alunas da Casa do Pilates, que sempre estiveram disponíveis as trocas de horários quando necessário para que eu pudesse desenvolver meu estudo.

Em especial, à minha família, aos meus queridos pais, Gilmar e Angela, e ao meu irmão, Henrique, que compreenderam a importância do seguimento dos estudos e não mediram esforços para me ajudar nessa fase e sem os quais eu não teria chegado até aqui; e ao meu noivo, Giovanni, que sempre esteve comigo em minhas decisões, aguentou desesperos, choros, brigas inexplicáveis e principalmente superou à distância.

Aos professores da banca avaliadora, por aceitarem o convite e contribuir para meu conhecimento e aperfeiçoamento.

RESUMO

Introdução: O alongamento é um recurso bastante presente em estratégias que visem à prevenção da flexibilidade e/ou reabilitação, e tem sido preconizado como sendo importante componente do exercício físico. Diversos estudos têm mostrado a eficácia de diferentes técnicas, porém não há unanimidade em estudos de efeito crônico no que diz respeito à técnica mais eficiente, bem como sua relação com a força muscular. Com isso o objetivo deste estudo foi comparar o efeito de duas formas distintas de alongamento sobre aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais de mulheres jovens. **Métodos:** Este estudo é um ensaio clínico randomizado. A amostra foi composta por 18 mulheres jovens divididas em três grupos: (GCon) grupo controle (n= 6; 24,0±2,8 anos); (GEst) grupo que realizou alongamento estático passivo (n= 6; 23,3±2,2 anos) e (GFnp) grupo que realizou alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (n= 6; 24,6±2,6 anos). A avaliação do torque muscular, flexibilidade, ativação elétrica e arquitetura muscular foi realizada uma semana antes do início do treinamento e a reavaliação, uma semana após o término. Para a avaliação do torque muscular dos flexores e extensores do joelho foi utilizado um dinamômetro isocinético. A avaliação da flexibilidade foi composta pelos testes de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) e de Extensão de Joelho Modificado (TEJ) onde a amplitude de movimento (ADM) foi mensurada através de um goniômetro universal. A avaliação da ativação elétrica do vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral foi realizada simultaneamente ao teste de força muscular e flexibilidade utilizando-se um eletromiógrafo. A arquitetura muscular foi avaliada através da ultrassonografia. O treinamento consistiu de um programa de quatro semanas de alongamento com três sessões semanais. Cada sessão era composta por uma repetição de alongamento, estático (30s) ou FNP (6s de contração máxima seguido por 30s de alongamento). O GCon não realizou treinamento. Para análise estatística foi utilizada uma ANOVA de dois fatores para a comparação entre os grupos e entre momentos seguida de um *post-hoc* de Bonferroni. Para análise foi utilizado o software SPSS 20.0 e o nível de significância adotado foi α de 0,05. **Resultados:** A ADM mensurada pelo teste EXT apresentou aumento significativo entre os momentos pré e pós do GEst (pré= 80,8°±11,0 e pós= 94,5°±10,2; p= 0,013), não havendo diferenças entre os grupos (p>0,05); também houve diferença no torque concêntrico dos flexores de joelhos nos três grupos quanto ao momento, GEst (pré= 66,3Nm±12,9 e pós= 70,0Nm±8,1; p=0,023), GFnp (pré= 79,1Nm±12,7 e pós= 83,5Nm±11,6; p=0,014) e Gcon (pré= 71,1Nm±10,1 e pós= 74,1Nm±14,6; p=0,003), porém não houve diferença entre os grupos. A contração excêntrica desse grupo muscular não apresentou diferença significativa intra e inter grupos, assim como a espessura e a ativação elétrica muscular (p>0,05). **Conclusão:** Não houve diferença entre os grupos, porém o protocolo de alongamento estático passivo proposto propiciou um aumento da ADM e do torque da musculatura isquiotibial, sem influência na espessura muscular e ativação elétrica, dados que sugerem ser o ganho de ADM decorrente do aumento da tolerância do indivíduo ao alongamento do que decorrente de mudanças na estrutura muscular.

Palavras-chave: Extremidade Inferior, Exercícios de Alongamento Muscular, Força Muscular.

ABSTRACT

Introduction: Stretching is a very present action strategies aimed at prevention of flexibility and/or rehabilitation, and has been recommended as an important component of exercise. Several studies have shown the effectiveness of different techniques, but there is no unanimity in chronic effect studies as regards the most efficient technique, as well as its relationship with muscular strength. Thus the aim of this study was to compare the effect of two different forms of stretching on musculoskeletal aspects of the hamstrings of young women. **Methods:** This study is a randomized clinical trial. The sample consisted of 18 young women divided into three groups: (GCon) control group (n= 6; 24.0±2.8 years); (GEst) group performed passive static stretching (n= 6; 23.3±2.2 years) and (GFnp) group performed proprioceptive neuromuscular facilitation stretching (n= 6; 24.6±2.6 years). Evaluation of muscular torque, flexibility, muscle activation and muscle architecture was evaluated a week before the start of training and reevaluated, a week after the end. For the evaluation of knee flexors and extensors muscular torque was used an isokinetic dynamometer. The flexibility assessment was made by Single Leg Raise Test (SLR) and Modified Knee Extension Test (KET) where the range of motion (ROM) was measured using a goniometer. The evaluation of the electrical activation of the vastus lateralis, rectus femoris and biceps femoris was held simultaneously with the muscle strength test and flexibility using a electromyography. Muscle architecture was assessed by ultrasonography. The training consisted of a four weeks program of stretching with three weekly sessions. Each session consisted of a single stretching repetition, static (30s) or PNF (6s maximum contraction followed by 30 seconds elongation). The GCon not trained. Statistical analysis was performed using a two-way ANOVA for comparison between groups and between moments followed by post-hoc Bonferroni test. For analysis was used SPSS 20.0 and the level of significance was α of 0.05. **Results:** ROM measured by SLR test showed a significant increase between pre and post GEst (pre= 80.8°±11.0 and post= 94.5°±10.5; p= 0.013), with no differences between the groups (p> 0.05); also was difference between pre and post training in concentric torque of the knee flexors in the three groups, GEst (pre= 66.3Nm±12.9 and post= 70.0Nm±8.1; p= 0.023), GFnp (pre= 79.1Nm±12.7 and post= 83.5Nm±11.6; p= 0.014) and GCon (pre= 71.1Nm±10.1 and post= 74.1Nm±14.6; p= 0.003), but there was no difference between groups. The eccentric contraction of this muscle group showed no significant difference intra and inter groups, as well as the thickness and muscle electrical activation (p>0.05). **Conclusion:** There was no difference between the groups but the proposed passive static stretching protocol provided an increase in ROM and torque of the hamstring muscles, but no effects on muscle thickness and electrical activation, data that suggest the gain of ROM occurred due to the increase of the individual's tolerance to stretching, and not from changes in muscle structure.

Key- words: Lower Extremity, Muscle Stretching Exercises, Muscle Strength.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Desenho experimental do estudo..... | 29 |
| Figura 2 | Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT)..... | 31 |
| Figura 3 | Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ)..... | 31 |
| Figura 4 | Imagem ilustrativa da análise da espessura muscular do Bíceps Femoral..... | 35 |
| Figura 5 | Fluxograma dos participantes durante cada estágio do protocolo..... | 36 |
| Figura 6 | Amplitude de movimento (ADM) no Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).*: diferença significativa entre momento pré e pós ($p=0,013$) no GEst.... | 38 |
| Figura 7 | Amplitude de movimento (ADM) no Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 38 |
| Figura 8 | Pico de Torque da Contração Isométrica Voluntária Máxima de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 39 |
| Figura 9 | Pico de Torque da Contração Concêntrica de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 40 |
| Figura 10 | Pico de Torque da Contração Excêntrica de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 40 |
| Figura 11 | Pico de Torque da Contração Isométrica Voluntária Máxima de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 41 |
| Figura 12 | Pico de Torque da Contração Concêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).*: diferença significativa entre momento pré e pós ($p < 0,05$)..... | 42 |
| Figura 13 | Pico de Torque da Contração Excêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 42 |
| Figura 14 | Ângulo do Pico de Torque da Contração Concêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 43 |
| Figura 15 | Espessura da musculatura Bíceps Femoral do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 45 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Caracterização da amostra (média±DP) no grupo de alongamento estático (GEst), grupo de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 37 |
| Tabela 2 | Média e desvio padrão do percentual de ativação da musculatura Vasto Lateral (VL), Reto Femoral (RF) e Bíceps Femoral (BF) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 44 |
| Tabela 3 | Média e desvio padrão do percentual de ativação da musculatura Bíceps Femoral (BF) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon)..... | 45 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 | PROBLEMA..... | 15 |
| 3 | OBJETIVOS..... | 16 |
| 3.1 | OBJETIVO GERAL | 16 |
| 3.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 4 | REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 4.1 | MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS E FLEXIBILIDADE MUSCULAR..... | 17 |
| 4.2 | ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA E A FLEXIBILIDADE..... | 18 |
| 4.3 | ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA E A FORÇA MUSCULAR... | 20 |
| 4.4 | ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA NA ATIVAÇÃO E ARQUITETURA MUSCULAR..... | 23 |
| 5 | MATERIAIS E MÉTODOS | 26 |
| 5.1 | TIPO DE ESTUDO | 26 |
| 5.2 | AMOSTRA..... | 26 |
| 5.2.1 | CrITÉRIOS de Inclusão | 26 |
| 5.2.2 | CrITÉRIOS de Exclusão | 26 |
| 5.3 | DEFINIÇÃO OPERACIONAL DOS DESFECHOS E VARIÁVEIS..... | 27 |
| 5.4 | PROCEDIMENTO DE COLETA | 28 |
| 5.4.1 | Randomização e Cegamento..... | 28 |
| 5.4.1 | Avaliação da Força Muscular..... | 29 |
| 5.4.2 | Teste de Flexibilidade | 30 |
| 5.4.3 | Avaliação da Ativação Eléfrica Muscular | 32 |
| 5.4.4 | Avaliação da Arquitetura Muscular | 33 |
| 5.4.5 | Treinamento | 33 |
| 5.4.5.1 | Intervenções | 33 |
| 5.5 | PROCEDIMENTO DE ANÁLISE | 34 |
| 5.6 | TRATAMENTO ESTATÍSTICO | 35 |
| 6 | RESULTADOS... .. | 36 |
| 6.1 | FLEXIBILIDADE..... | 37 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.2 | FORÇA MUSCULAR E ÂNGULO | 39 |
| 6.3 | ATIVAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR | 43 |
| 6.4 | ARQUITETURA MUSCULAR..... | 45 |
| 7 | DISCUSSÃO..... | 46 |
| 7.1 | FLEXIBILIDADE..... | 46 |
| 7.2 | FORÇA MUSCULAR E ÂNGULO..... | 49 |
| 7.3 | ATIVAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR | 52 |
| 7.4 | ARQUITETURA MUSCULAR..... | 53 |
| 7.5 | LIMITAÇÕES..... | 54 |
| 8 | CONCLUSÕES | 55 |
| | REFERÊNCIAS | 56 |
| | APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... | 64 |
| | ANEXO 1 – IPAQ | 67 |

1 INTRODUÇÃO

A flexibilidade é operacionalmente definida como amplitude de movimento (ADM) disponível em uma articulação ou em um conjunto de articulações obtida quando aplicado uma força para alongar a musculatura (AQUINO *et al.*, 2010). Outros autores descrevem também a flexibilidade como a ADM articular máxima em uma articulação ou em um conjunto de articulações (BANDY; IRION, 1994) onde o treino da flexibilidade propicia o aumento da variabilidade do comprimento muscular (COVERT *et al.*, 2010).

Para desempenhar diversas tarefas cotidianas ocupacionais e recreativas é necessária uma flexibilidade muscular normal. Com isso, intervenções de alongamento buscando o aumento da ADM têm sido cada vez mais preconizadas como sendo importante componente do exercício físico e de tratamento em diferentes áreas relacionadas com a função motora (DAVIS *et al.*, 2005) bem como, é considerado uma importante modalidade terapêutica para aumento de ADM (KNUDSON, 2006).

Dentre diversas técnicas utilizadas para promover aumento da flexibilidade as mais utilizadas são: alongamento estático passivo (AEP) e alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP).

O AEP, que consiste em forçar suavemente um movimento além do limite normal, buscando alcançar a maior amplitude possível e mantendo a posição por um determinado tempo (BANDY; IRION, 1994), tem sido utilizado por promover alterações de flexibilidade dos músculos isquiotibiais (MARSHALL; CASHMAN; CHEEMA, 2011). Esse tipo de exercício seria responsável pela redução da resistência muscular, devido ao aumento da viscoelasticidade da unidade músculo-tendínea resultando no aumento do comprimento muscular (WEIJER; GORNIK; SHAMUS, 2003).

O FNP utiliza-se do relaxamento reflexo que ocorre após a contração muscular máxima, que tem como objetivo a inibição autogênica do músculo alongado, essa contração gera tensão excessiva na unidade músculo-tendínea, estimulando os Órgãos Tendinosos de Golgi e promovendo o relaxamento do músculo como resposta protetora (ARMIGER; MARTYN, 2009). Diferentes técnicas de alongamento FNP podem ser aplicadas: contrair-relaxar, contração do agonista ou manter e relaxar com contração do agonista (NAGARWAL *et al.*, 2010), onde as

contrações máximas utilizadas são isométricas e segundo Feland, Myrer e Merrill (2001) podem durar de 3s a 6s.

O FNP tem apresentado melhores ganhos de ADM ativa e passiva comparado com o AEP em protocolos agudos de alongamento (MADDIGAN; RENSTRÖM, 2012). Porém, essa unanimidade não é encontrada em estudos de efeito crônico, como por exemplo, no estudo de Yuktasir e Kaya (2009), em treinamentos de seis semanas (ambas as técnicas foram semelhantes no aumento de ADM. Davis *et al.* (2005) relatam o ganho de flexibilidade através do alongamento estático mais eficiente em um protocolo de 4 semanas. Diferentemente, Cattelan e Mota (2003) afirmam que o FNP promove maior ganho de flexibilidade após 6 semanas.

Também há controvérsias entre autores no que diz respeito à relação entre alongamento muscular e desempenho muscular. Shrier (2004) em sua revisão sistemática buscou averiguar se o alongamento melhora o desempenho muscular. Dos 23 estudos selecionados, 22 relataram que o alongamento agudo não era benéfico para o desempenho muscular. Os estudos de Alonso *et al.* (2009) e Rubini, Costa e Gomes (2007) reforçam que o alongamento agudo prejudica a performance. Porém, Worrel, Smith e Winegardner (1994) relatam em seu estudo um aumento no pico de torque excêntrico e concêntrico após três semanas de protocolo, sugerindo que um período de treino de alongamento pode influenciar positivamente na força.

Uma extensa literatura tem mostrado a eficácia de diferentes técnicas de alongamento aplicadas de forma aguda para o aumento de ADM e um efeito negativo na performance muscular, porém ainda faltam conhecimentos científicos relacionados ao tema, principalmente relativos ao efeito crônico..

Além disso, os estudos de uma forma geral avaliam a melhora da qualidade física após a aplicação do alongamento, sem avaliar aspectos como mudanças na arquitetura muscular, que podem ajudar a compreender o fenômeno.

Com isso o objetivo deste estudo foi comparar o efeito crônico de duas formas distintas de alongamento, Estático Passivo e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, em um programa de quatro semanas, sobre propriedades musculoesqueléticas dos isquiotibiais de mulheres jovens.

2 PROBLEMA

- Qual efeito de duas formas distintas de alongamento, Estático Passivo e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, num programa de quatro semanas, sobre propriedades musculoesqueléticas dos isquiotibiais de mulheres jovens?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o efeito de duas formas distintas de alongamento, Estático Passivo e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, em um programa de quatro semanas, sobre propriedades musculoesqueléticas dos isquiotibiais de mulheres jovens.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar os grupos (Alongamento Estático Passivo, Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva e Controle) em relação aos efeitos de um programa de treino de quatro semanas na:
 - flexibilidade de quadril e joelho;
 - força muscular isométrica, concêntrica e excêntrica do grupo muscular isquiotibial
 - força muscular isométrica, concêntrica e excêntrica do grupo muscular quadríceps;
 - ângulo de pico de torque flexor;
 - ativação elétrica do vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral;
 - espessura muscular do músculo bíceps femoral.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS E FLEXIBILIDADE MUSCULAR

O grupo muscular dos isquiotibiais é composto por músculos biarticulares que possuem como principais funções a extensão do quadril e flexão do joelho. A efetividade desse grupo muscular depende da posição das articulações envolvidas, por exemplo, com o joelho em extensão estes músculos são alongados o que favorece a sua ação de extensão do quadril. Assim como, a efetividade desse grupo muscular como flexor de joelho está relacionada ao posicionamento do quadril, que com o quadril em flexão os isquiotibiais também são alongados, favorecendo a flexão do joelho (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1989).

Os músculos isquiotibiais apresentam uma forte tendência a sofrer encurtamento quando o indivíduo é sedentário ou insuficientemente ativo, permanece com imobilização prolongada ou, ainda, permanece na postura sentada por um longo período (BANDY; IRION, 1994; SILVA *et al.*, 2010).

A condição de encurtamento dos isquiotibiais favorece o surgimento de diversas patologias e quadros álgicos, como problemas posturais, alteração na marcha, dor lombar e dor femoropatelar (BORMAN; TRUELLE-JACKSON; SMITH, 2001; CAILLET, 2001; HARREBY *et al.*, 1999; WHITE; DOLPHIN; DIXON, 2008). Com isso a flexibilidade muscular é um aspecto importante na função humana, uma vez que a flexibilidade limitada, como mencionado em relação aos isquiotibiais, predispõe o indivíduo a lesões por sobrecarga músculo-esquelética e afeta o nível de função do indivíduo. Intervenções visando alongamento da musculatura e com isso melhora da flexibilidade têm sido preconizadas como sendo importante componente de tratamento em diferentes áreas relacionadas com a função motora (DAVIS *et al.*, 2005).

No entanto, a terminologia relacionada a este tema é variada. O grau de ADM é comumente chamado por flexibilidade, porém alguns autores utilizam outros termos sinônimos sendo necessário estabelecer um posicionamento em relação ao uso adequado dos mesmos. Achour Junior (2007) em seu artigo buscou discutir os termos alongamento, flexibilidade e mobilidade, que são muito utilizados na área da saúde, e coloca que na literatura nacional e internacional, alongamento vem sendo empregado como exercício físico, flexibilidade como capacidade motora e mobilidade como característica de movimento articular. Para Varejão, Dantas e

Matsudo (2007) a flexibilidade pode ser trabalhada com o método de alongamento, utilizado para manutenção ou ganho de níveis de ADM normal ou com o mínimo de restrições possíveis. No presente estudo o termo alongamento é utilizado para o exercício empregado com o objetivo de aumentar a flexibilidade. Flexibilidade como a capacidade do sistema musculoesquelético alcançar maiores ADM (MAGNUSSON; RENSTRÖM, 2006).

As mulheres possuem maiores condições de flexibilidade do que os homens, devido ao aumento da quantidade de hormônios estrogênio, que causa um menor desenvolvimento da massa muscular, e também o aumento da concentração de água e de polissacarídeos, que diminui o atrito entre as fibras musculares (ACHOUR JUNIOR, 1999). Quanto ao ciclo menstrual, estudos mostram não haver correlações entre variações do ciclo hormonal de estradiol sérico com a flexibilidade e força muscular (CHAVES; SIMÃO; DE ARAÚJO, 2001; DIAS; SIMÃO; NOVAES, 2005).

4.2 ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA E A FLEXIBILIDADE

O alongamento estático passivo (AEP) consiste em forçar o músculo além do limite normal e manter essa posição por um determinado período de tempo (BANDY; IRION, 1994). Já o alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) envolve o uso de breves contrações isométricas de 3s a 6s (FELAND; MYRER; MERRIL, 2001) do músculo para após ser alongado estaticamente (NELSON; BANDY, 2004).

Diversos autores têm estudado diferentes técnicas de alongamento, porém não se consegue chegar a um consenso sobre a melhor técnica para aumento da ADM. Decoster *et al.* (2005) realizaram uma revisão sistemática contendo 28 estudos sobre alongamento de isquiotibiais, onde um total de 1.338 indivíduos saudáveis foram incluídos nos estudos revisados e a qualidade metodológica desses estudos variou de 2 a 8 pontos na escala Pedro. Os autores encontraram apenas quatro artigos que compararam diferentes técnicas de alongamento, estático passivo e ativo, balístico e facilitação neuromuscular proprioceptiva, todas as técnicas utilizadas de forma aguda ou crônica apresentaram ganhos de flexibilidade e nenhuma foi considerada superior.

Puentedura *et al.* (2011), em seu estudo experimental, investigaram o efeito agudo do AEP e FNP com grupo controle, em uma amostra de 30 mulheres. O AEP

foi realizado em duas séries de 20s cada com 10s de descanso, o FNP consistiu em 4 séries de 10s de contração máxima seguido de 10s de alongamento passivo. Ambas as técnicas de alongamento resultaram em aumento imediato significativo da ADM, porém não houve diferença entre as técnicas aplicadas.

No estudo Feland, Myrer e Merrill (2001) foi mencionado que, além do fator sexo, o fator idade parece influenciar a eficácia dos alongamentos. Os autores compararam o efeito agudo do AEP com o FNP e grupo controle. A amostra foi composta por 97 indivíduos (homens e mulheres). O alongamento estático teve duração de 32s e o FNP foi realizado duas vezes com 6s de contração seguido por 10s de alongamento. Ambos alongamentos proporcionaram aumento de ADM nos homens e nas mulheres. E ainda, nos homens com idade inferior a 65 anos, o FNP apresentou melhores resultados que o alongamento estático.

Ao contrário dos achados descritos acima, Davis *et al.* (2005) realizaram um programa de 4 semanas de alongamento em 19 adultos jovens, comparando autoalongamento, alongamento estático, FNP e controle. Os grupos de intervenção receberam 30s de alongamento, no grupo FNP, antes dos 30s de permanência na posição, foi realizado 10s de contração da musculatura a ser alongada. Os alongamentos foram feitos três vezes na semana por 4 semanas. Análises demonstraram que as três técnicas aumentaram a ADM, porém somente o grupo de alongamento estático apresentou diferença significativa quando comparado ao grupo controle.

Fasen *et al.* (2009) avaliaram 8 semanas de aplicação de diferentes técnicas de alongamento em 100 sujeitos (45 mulheres e 55 homens) com idade entre 21 e 57 anos. Os autores relatam a dependência da eficácia do tipo de alongamento ao tempo de aplicação da técnica. Os seus resultados foram favoráveis ao FNP nas primeiras 4 semanas e ao estático ao final das 8 semanas.

Evidências de várias pesquisas têm demonstrado que as intervenções utilizando alongamento podem melhorar a flexibilidade (FELAND; MYRER; MERRIL, 2001; DECOSTER *et al.*, 2005; FASEN *et al.*, 2009; PUENTEDURA *et al.*, 2011), e estudos que analisam o efeito de exercício de alongamento em isquiotibiais são abundantes, porém há diferentes protocolos entre eles, sendo necessárias mais pesquisas para fornecer um protocolo de treinamento objetivo e diminuir a discrepância entre os resultados. Segundo alguns estudos (BANDY; IRION, 1994; BANDY; IRION; BRIGGLER, 1997; COVERT *et al.*, 2010; DAVIS *et al.*, 2005),

permanecer em alongamento durante 30s é necessário, devido ao relaxamento da musculatura ocorrer somente quando passados 20s (KNUDSON, 2006).

Entre os estudos apresentados, a técnica mais utilizada para análise da ADM foi a goniometria, esta é uma técnica considerada de fácil utilização, prática e de baixo custo, onde através de um goniômetro universal os ângulos articulares são medidos (MARQUES, 2005). Willy *et al.* (2001) demonstraram que o nível de confiabilidade das medidas de ADM de joelho são consideradas de bom a excelente com o uso do goniômetro universal, esta conclusão se deu a partir dos resultados de um estudo piloto com o objetivo de verificar a reprodutibilidade do instrumento na medida de ADM com três avaliadores, onde o coeficiente de correlação intraclasse foi de 0,91 para o primeiro avaliador, 0,92 para o segundo e 0,82 para o terceiro avaliador. Outro estudo que demonstra a confiabilidade da avaliação da ADM por meio de goniômetro universal é o de Batista *et al.* (2006) cujo objetivo foi analisar a correlação entre as medidas de ADM do joelho utilizando o goniômetro universal e o dinamômetro isocinético. Avaliaram 38 voluntários saudáveis, homens e mulheres, que apresentassem uma limitação de 20° na ADM de extensão de joelho. Foram realizadas três mensurações com o goniômetro e três com o dinamômetro, os autores encontraram alto grau de correlação entre as medidas com os dois instrumentos, cujo coeficiente de correlação de Pearson foi de 0,90.

Diferentes testes são utilizados para se verificar a ADM de quadril e de joelho, os mais frequentes são o Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (GAJDOSIK; LUSIN, 1991; HALBERTSMA; VAN BOLHUIS; GÖEKEN, 1996; KENDAL *et al.*, 2005; ALONSO *et al.*, 2009; AVELA; KIRÖLÄIMEN; KOMI, 1999) e o Teste de Extensão de Joelho Modificado (ALONSO *et al.*, 2009; PUENTEDURA *et al.*, 2011; WEIJER; GORNIK; SHAMUS, 2003). Podendo ser utilizados para avaliação da flexibilidade passiva, ou seja, a quantidade de movimento realizada pelo examinador sem a ajuda do indivíduo (BOONE; AZEN; LIN, 1978).

4.3 ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA E A FORÇA MUSCULAR

Em relação à força muscular, Shrier (2004) em sua revisão sistemática buscou averiguar se o alongamento afeta o desempenho muscular. Dos 23 estudos que examinaram efeito agudo de alongamento, 22 relataram que o alongamento prévio não era benéfico para os resultados de força isométrica. Nove estudos

avaliaram o efeito crônico em um programa regular de alongamento entre 8 e 10 semanas em homens e mulheres de diferentes populações (atletas competitivos e recreacionais, indivíduos saudáveis sedentários e estudantes) onde 7 deles sugeriram efeito benéfico. O autor concluiu em sua revisão que apenas uma repetição de alongamento não altera a força muscular e as evidências sugerem fortemente que alongamento realizado regularmente (3 a 4 semanas) aumenta a produção de força isométrica e velocidade de contração. O autor coloca entre as limitações de seu estudo o aparecimento de diferentes técnicas de alongamento, porém o AEP foi o mais citado seguido do FNP, outra limitação foi a grande variação de durações de alongamento que os estudos aplicavam.

Rubini, Costa e Gomes (2007) consideram que ainda é comum executar uma rotina de alongamento antes de uma sessão de treinamento de força com o intuito de prevenir lesões, dor muscular e melhorar o desempenho. Desta forma os autores realizaram uma revisão de literatura com o objetivo semelhante ao de Shrier (2004), onde buscaram determinar os efeitos agudos e crônicos do alongamento no desempenho da força em estudantes e atletas. A maioria dos estudos encontrados sugerem diminuição aguda da força após o alongamento, e essa diminuição pode ser mais proeminente quanto maior for o protocolo de alongamento. A duração do alongamento encontrada nos artigos foram maiores em comparação a prática comum, com isso os autores evidenciam a necessidade de estudos posteriores. Porém, o ganho de força parece ocorrer após 3 semanas de treinamento da flexibilidade. Portanto, embora evidências sugiram que exercícios de alongamento podem ter um efeito agudo negativo sobre a força, isso pode não ocorrer no efeito crônico.

A forma mais comum de avaliação da força muscular é por meio da dinamometria isocinética, onde avalia-se o torque da contração isométrica, concêntrica e excêntrica dos músculos. Especificamente para avaliar os músculos isquiotibiais o sujeito permanece na posição sentada com as coxas bem apoiadas no assento e estabiliza-se o tronco e coxa (DVIR, 2002).

Worrel, Smith e Winegardner (1994) realizaram um estudo experimental com 19 estudantes universitários (10 homens e 9 mulheres), o protocolo consistiu em AEP onde eram realizadas quatro repetições de 15-20s com 15s de intervalo entre elas e FNP, onde eram realizadas quatro repetições de 20s com 5s de contração isométrica máxima e descanso de 5s entre as séries. O protocolo foi realizado cinco

dias por semana durante três semanas, totalizando quinze sessões. Os resultados não mostraram ganhos significativos na flexibilidade muscular verificada com o Teste de Extensão de Joelho, porém houve aumento significativo de 8,5% e 13,5% no pico de torque excêntrico medido a 60°/s e 120°/s, respectivamente, e aumento de 11,2% no pico de torque concêntrico a 120°/s.

Porém, o alongamento muscular tem trazido controvérsias em função de sua relação com o desempenho muscular e de acordo com a intensidade da atividade, uma vez que os programas de alongamento podem influenciar na viscosidade das estruturas tendinosas e na complacência muscular e assim limitar o acoplamento das pontes cruzadas, diminuindo a capacidade do músculo de produzir força (ALONSO *et al.*, 2009; RUBINI; COSTA; GOMES, 2007).

Kay e Blazevich (2012) realizaram uma revisão sistemática onde incluíram estudos randomizados e controlados randomizados que buscaram mostrar o efeito de uma intervenção aguda de alongamento no desempenho muscular máximo. Entre os achados relatam que há o efeito de dose-resposta da musculatura ao alongamento, em durações entre 30-45s não há efeito prejudicial significativo, já em 60s de duração de alongamento verifica-se uma probabilidade de ocorrer prejuízo significativo na força, concluindo que os efeitos nocivos do alongamento estático são vistos em períodos mais longos de alongamento ($\geq 60s$). Os autores não recomendam a utilização de alongamento de 60s em rotinas pré-exercício em populações saudáveis ou atléticas, porém durações mais curtas de alongamento podem ser realizadas sem comprometer o desempenho muscular.

Dentre esses e outros estudos que relatam um efeito negativo do alongamento sobre a força muscular, a College of Sports Medicine's Guidelines sugere na última versão (2013) a remoção do alongamento estático da rotina pré-exercício de aquecimento e inclui somente trabalho cardiovascular quando a força é importante para o desempenho.

No entanto, ainda faltam estudos direcionados para o efeito crônico do alongamento na força muscular, mudanças positivas podem estar relacionadas a mudanças na arquitetura muscular.

4.4 ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO, FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA NA ATIVAÇÃO E ARQUITETURA MUSCULAR

O alongamento muscular pode causar redução da força e potência muscular por alterações morfológicas e neurais que ocorrem em músculos alongados. Evidências mostram que essa redução depende de diferentes fatores, entre eles, ângulo articular, tipo de contração, ou ainda do comprimento muscular; também há relatos que o protocolo com alongamento FNP produz uma maior perda de força que os protocolos com alongamento estático (YOUNG; BEHN, 2002).

Apesar de várias informações a respeito dos mecanismos do alongamento, há falta de investigações dos fatores que influenciam a força. Alteração na curva força-comprimento (FOWLES; SALE; MACDOUGALL, 2000) pode influenciar no padrão de ativação neural devido a alteração do feedback proprioceptivo e coordenação (CRAMER *et al.*, 2007; FOWLES; SALE; MACDOUGALL, 2000; SHRIER; GOSSAL, 2000) e com isso causar a diminuição da força.

Em estudos agudos como de Fowles, Sale e MacDougall (2000) que encontrou diminuição da força muscular e ao aplicar a fórmula de Duchateau para diferenciar a origem da diminuição da força, encontraram que em uma redução de 25% da força muscular máxima após um alongamento estático passivo máximo, 15% dessa redução foi devido a fatores neurais e 10% de redução originada no músculo. Passados 30 minutos da aplicação do alongamento ainda havia 10% de redução da força, sendo 9% devido a fatores neurais e em torno de 1% de fatores originados no músculo. Segundo os autores algumas respostas neuromusculares podem contribuir para a depressão da ativação, como por exemplo, o reflexo do Órgão Tendinoso de Golgi (OTG), mecanorreceptores ou respostas de fadiga neural. O reflexo do OTG leva a uma inibição autogênica ao detectar alta força e aumento do comprimento muscular, causando uma inibição da ativação da musculatura agonista ao movimento e com isso reduzindo a produção de força da mesma.

Contribuindo com a participação neural na diminuição da força após apenas uma sessão de alongamento, Cramer *et al.* (2007) verificaram uma diminuição no tempo de aceleração e amplitude do sinal eletromiográfico juntamente com diminuição do pico de torque após protocolo de 4 repetições de 30s de alongamento estático. Assim como, Kay e Blazevich (2009) que ao alongar estaticamente os

flexores plantares em uma única sessão com 3 séries de 60s de duração, encontraram redução de 21% da atividade elétrica dos músculos durante a contração isométrica voluntária máxima.

Porém, ao avaliar o efeito crônico, ou seja, após um treinamento de flexibilidade, a ativação elétrica se mostra inalterada, como podemos ver nos estudos de Marques *et al.* (2009), ao aplicar 2 séries de 30s, aplicadas 3 vezes semanais em 4 semanas, não encontraram alteração na ativação elétrica apesar de ter encontrado aumento da ADM; e Blazevich *et al.* (2014) com protocolo de 4 séries de 30s aplicados 2 vezes ao dia durante 3 semanas, também não encontraram alteração na ativação durante o máximo alongamento de isquiotibiais.

Poucos estudos mostram alterações na arquitetura muscular que expliquem os ganhos de ADM ou de força muscular. A arquitetura muscular é uma terminologia utilizada para descrever o arranjo estrutural das fibras musculares, e é um importante determinante funcional e biomecânico da unidade músculo-tendínea quanto à produção de força e de velocidade. A ultrassonografia é uma ferramenta de escolha para avaliar a arquitetura muscular, com boa confiabilidade, baixo custo e avaliação não invasiva em tempo real (LIMA *et al.*, 2015).

Algumas teorias são lançadas na tentativa de explicar os mecanismos de adaptação, como por exemplo, deformação viscoelástica e plástica, aumento de sarcômeros em série e/ou relaxamento neuromuscular (Lima *et al.*, 2015). Abellaneda, Guissard e Duchateau (2008) ao aplicar um único alongamento de 20s nos flexores plantares, encontraram um aumento do comprimento do fascículo e diminuição do ângulo de penação ao avaliar o indivíduo em repouso e imediatamente após o alongamento. Já Nakamura *et al.* (2011), que realizaram um único alongamento estático prolongado com duração de 5 minutos para verificar alterações no comprimento muscular do músculo gastrocnêmio medial, ao avaliar imediatamente após o protocolo e 10 minutos após, os autores não encontraram diferença significativa no comprimento do fascículo muscular.

Cronicamente, os estudos encontrados não mostram alteração na arquitetura muscular. O estudo de Blazevich *et al.* (2014), utilizando alongamento estático de flexores plantares durante 3 semanas com duas sessões diárias de alongamento de 4 séries de 30s, encontraram um aumento de 13% de ADM sem alteração no comprimento do fascículo. Bem como, Lima *et al.* (2015), que ao realizar um

protocolo de alongamento de 8 semanas, com 3 séries de 30s, três vezes na semana, também não encontraram diferenças significativas na arquitetura muscular.

De acordo com os estudos mudanças na atividade elétrica muscular e na arquitetura são encontradas quando o alongamento é aplicado e avaliado de forma aguda e não se identificam mudanças significativas após um período de aplicação de um programa de alongamento, sendo que para o efeito crônico poucos estudos foram encontrados para estes desfechos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDO

A pesquisa consiste em um ensaio clínico randomizado e foi conduzida no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade sob o parecer de número 1.102.297 bem como, foi registrado no *Clinical Trial* sob número NCT02478606.

5.2 AMOSTRA

Considerando efeitos prévios provenientes de outros estudos recorreremos ao programa estatístico *G Power* para a realização do cálculo do tamanho da amostra. Para tal consideramos primeiramente a utilização da Anova *two way*, um tamanho de efeito médio (0,4), um poder de teste de 0,95 e o alfa de 0,05, resultando em um total de 15 indivíduos.

O recrutamento da amostra foi realizado através de cartazes fixados em pontos estratégicos da ESEFID-UFRGS e reprodução dos mesmos através de redes sociais no período de agosto de 2015 a maio de 2016. As participantes que atendiam aos critérios de inclusão e não possuíam critérios de exclusão foram convidadas a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), apresentado em duas vias, sendo uma para a voluntária e outra para a pesquisadora.

5.2.1 Critérios de Inclusão

- Ser do sexo feminino;
- ter idade entre 20 e 30 anos;
- ser sedentária ou insuficientemente ativa conforme classificação do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (Anexo 1);
- fazer uso de anticoncepcional oral;
- ter índice de massa corporal normal (entre 18 e 24).

5.2.2 Critérios de Exclusão

- História prévia de lesões musculoesquelética ou cirurgia nos membros inferiores;

- apresentar dor contínua nos membros inferiores ou dor lombar;
- fazer uso de analgésicos, anti inflamatórios e/ou relaxante muscular;
- estar em período gestacional;
- apresentar hiperlaxidão ligamentar;
- atingir zero grau de extensão no Teste de Extensão do Joelho Modificado.

5.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DOS DESFECHOS E VARIÁVEIS:

– Desfecho primário:

- Flexibilidade dos músculos isquiotibiais: definida como a ADM alcançada no Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) e Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ).

– Desfechos Secundários:

- Força dos isquiotibiais: referida como o pico de torque isométrico, concêntrico e excêntrico registrado no dinamômetro isocinético.
- Ângulo de pico de torque: ângulo em que ocorreu o pico de torque concêntrico dos músculos isquiotibiais registrado no dinamômetro isocinético.
- Ativação elétrica muscular: definida como o valor Root Mean Square (RMS) dos músculos vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral obtido durante os testes de força muscular e flexibilidade através de um eletromiógrafo.
- Arquitetura muscular: representada por meio da espessura muscular do bíceps femoral mensurado através da ultrassonografia.

– Variáveis independentes:

- Alongamento Estático Passivo: técnica passiva de flexão de quadril em decúbito dorsal (DD) com o joelho estendido até o limiar de desconforto referido pela voluntária e mantido por 30s;
- Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva: técnica a qual o quadril é flexionado com o joelho estendido, com a participante posicionada em DD, até a voluntária sentir desconforto, e então é solicitado que à mesma faça força para estender o quadril contra o examinador por 6s e após relaxar, o examinador força o quadril em flexão até o limiar de desconforto referido pela voluntária e mantém por 30s.

– Variáveis de controle:

- Horário do teste (entre 11h e 14h);
- Climatização do ambiente (24°C).

5.4 PROCEDIMENTO DE COLETA

O estudo foi composto por três grupos distintos, grupo controle (GCon), grupo de alongamento estático passivo (GEst) e grupo de alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp). O GCon não realizou intervenção, o GEst realizou alongamento estático passivo e o GFnp realizou alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva. A voluntária fez o preenchimento do questionário IPAQ para a verificação do nível de atividade, onde no estudo foram incluídas voluntárias sedentárias ou insuficientemente ativas, ou seja, aquela que realizou atividade física por menos de 10 minutos contínuos durante a semana ou fez mais de 10 minutos, porém não atingiu a meta de indivíduo ativo (IPAQ – Guideline, 2005).

O estudo foi realizado em um total de 7 semanas, onde na primeira semana era feita a familiarização dos testes isocinéticos, na segunda semana eram realizadas todas as avaliações pré intervenção, dada uma semana de intervalo era iniciado o protocolo de 4 semanas de treinamento do alongamento conforme o grupo sorteado pela participante, após uma semana do término do protocolo eram refeitas as avaliações, conforme desenho experimental (Figura 1).

5.4.1 Randomização e Cegamento

Inicialmente às avaliações pré o pesquisador realizou juntamente com a voluntária o sorteio do grupo ao qual iria pertencer através de um envelope opaco, bem como o sorteio de qual membro inferior seriam feitas as avaliações. Não foi possível o sigilo de alocação da participante assim como do pesquisador que aplicou os alongamentos. As avaliações dos desfechos foram realizadas por um pesquisador cego.

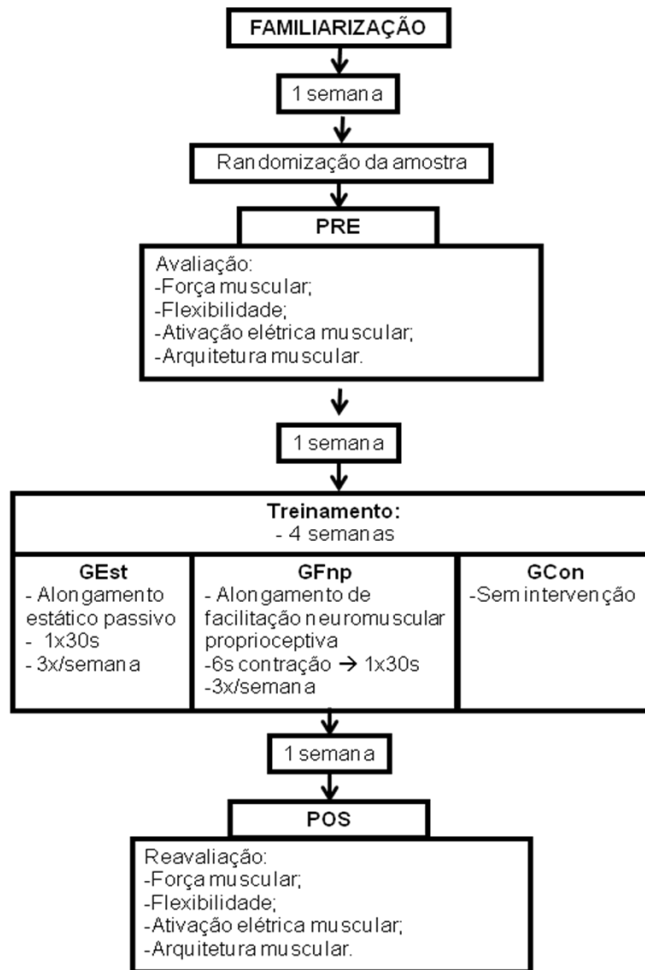


Figura 1- Desenho experimental do estudo

5.4.1 Avaliação da Força Muscular

A força muscular foi avaliada através do pico de torque muscular isométrico, concêntrico e excêntrico dos flexores e extensores do joelho, bem como o ângulo do pico de torque muscular dos flexores, utilizando-se um dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical System, USA) através de um avaliador cego, realizada apenas no membro inferior sorteado. Para os testes a voluntária foi adequadamente posicionada no equipamento de forma que a mesma ficasse sentada com o eixo do joelho alinhado ao eixo do dinamômetro e o encosto da cadeira com posicionamento de 90° de flexão do quadril, garantindo a posição neutra da pelve, além disso, a voluntária foi estabilizada com cintos de contenção sobre o tronco para evitar possíveis compensações indesejáveis.

Foi realizada uma familiarização do teste uma semana antes da avaliação, onde foi executado um aquecimento com 10 repetições submáximas de extensão e flexão do joelho com velocidade livre. Após o aquecimento, ocorreu o teste

isométrico onde foram realizadas três repetições máximas à 60° de extensão de joelho, seguidas de mais três repetições máximas à 30° de flexão de joelho, ambas mantidas por 5s. Após, a voluntária realizou cinco repetições de contrações concêntricas máximas de flexores e extensores de joelho na velocidade angular de 60°/s e ADM entre 10° e 90° de flexão de joelho (0° extensão completa). Logo após cinco repetições de contrações excêntricas de extensores, seguidas de mais cinco repetições excêntricas de flexores de joelho nas mesmas condições da contração concêntrica, nos testes excêntricos na fase oposta à contração avaliada a voluntária foi orientada a manter a musculatura relaxada. Entre os testes foi respeitado um intervalo de 1 minuto.

Uma semana depois, a voluntária realizou o teste propriamente dito que iniciou com aquecimento seguido de três contrações isométricas máximas, cinco contrações concêntricas, cinco contrações excêntricas nas mesmas condições da familiarização. Durante toda a realização do teste a participante era instruída a realizar a máxima força possível e foi fornecido estímulo verbal. A reavaliação foi realizada uma semana após o término do período de quatro semanas de treinamento.

5.4.2 Teste de Flexibilidade

A avaliação da flexibilidade se deu logo após a avaliação da força, uma semana antes do início do treinamento e a reavaliação foi realizada uma semana após o término do treinamento. A avaliação foi composta por dois testes distintos de flexibilidade passiva, realizados por um avaliador cego: (1) Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) e (2) Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ). Foram realizadas três medidas de cada teste e a média dos valores angulares foi utilizada para análise estatística. A ordem de execução dos testes foi sorteada pela voluntária. Os pontos de referência utilizados foram marcados com caneta e foi solicitado à voluntária que todos os dias refizesse a marca em cima da antiga para, assim, preservar o local dos pontos de referência no momento da avaliação pós.

Os testes estão descritos a seguir:

O Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) é realizado com a voluntária posicionada em DD na maca e a região lombar e o sacro apoiados na mesma, esse posicionamento foi garantido com a utilização de uma faixa de velcro posicionada da cintura para baixo. Em seguida, o avaliador realiza a flexão do

quadril mantendo o joelho estendido e o pé relaxado, até a angulação em que a voluntária referir desconforto, enquanto o membro contralateral permanece firmemente encostado na maca em extensão fixado por uma faixa de velcro (Figura 2) (KENDALL *et al.*, 2005).



Figura 2 - Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT)

Fonte: arquivo pessoal

O Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ) é realizado com a voluntária posicionada em DD na maca, com uma faixa de velcro posicionada da cintura para baixo. O avaliador fixa o quadril do membro a ser avaliado em 90°, a posição é fixada por meio de uma estrutura de ferro onde a fossa poplíteia permanece apoiada, e então é realizada a extensão do joelho com o pé relaxado. O membro contralateral permanece firmemente encostado na maca e fixado com uma faixa de velcro (Figura 3) (DAVIS *et al.*, 2008).



Figura 3- Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ)

Fonte: arquivo pessoal

Para mensurar a amplitude de flexão de quadril e extensão de joelho alcançada em cada teste foi utilizado um goniômetro manual de acrílico transparente com 2 réguas da marca Trident (Itapuí, São Paulo, Brasil). O posicionamento do goniômetro para o teste EXT foi com o braço fixo do goniômetro colocado na linha média axilar do tronco, o braço móvel paralelo e sobre a superfície lateral da coxa em direção ao côndilo lateral do fêmur e o eixo no nível do trocânter maior do fêmur (Figura 2) (MARQUES, 2005). Para o TEJ, o braço fixo do goniômetro foi colocado paralelo a superfície lateral do fêmur, dirigido para o trocânter maior, e o braço móvel paralelo a face lateral da fíbula dirigido para o maléolo lateral, o eixo sobre a linha articular da articulação do joelho (Figura 3) (MARQUES, 2005).

5.4.3 Avaliação da Ativação Elétrica Muscular

A avaliação da ativação elétrica muscular foi feita simultaneamente as avaliações de força muscular e flexibilidade. Os músculos avaliados na eletromiografia foram: vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral. Para a aquisição dos dados eletromiográficos foi utilizado um eletromiógrafo AMT-8 (Bortec Biomedical Ltd., Canadá) e foram utilizados eletrodos de superfície Kendall Mini Medi-Trace 100 (Tyco Healthcare, São Paulo, SP, Brasil), com 15 mm de raio, pré-amplificados com configuração bipolar com 20mm intereletrodos.

Para a colocação dos eletrodos, inicialmente foram feitas depilação e abrasão da pele com algodão e álcool, com o intuito de diminuir a impedância. Para a colocação dos eletrodos no músculo vasto lateral a voluntária permaneceu sentada em ligeira flexão de quadril e joelho, os eletrodos foram posicionados a 2/3 da distância da linha entre a espinha ilíaca ântero superior e a margem superior da patela. Para o músculo reto femoral os eletrodos foram colocados a 50% da distância mensurada acima. Para o músculo bíceps femoral a voluntária permaneceu em decúbito ventral, com o joelho flexionado a menos de 90° e o joelho em ligeira rotação lateral, foram colocados os eletrodos a 50% da distância entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia. O eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade da tíbia (SENIAM, 1999). Para a manutenção do mesmo local de colocação dos eletrodos pré e pós treinamento foi realizado um mapa com o uso de papel transparente.

5.4.4 Avaliação da Arquitetura Muscular

A avaliação da Arquitetura Muscular (espessura muscular) do músculo bíceps femoral cabeça longa foi realizada através de um aparelho de ultrassonografia da marca Aloka SSD-4000 (*Aloka Inc.*, Japão) com a utilização de uma sonda de arranjo linear de 60mm (7,5MHZ). As avaliações ultrassonográficas foram realizadas pelo mesmo avaliador com experiência na técnica e a voluntária foi instruída para que não realizasse atividade vigorosa nas 48h prévias as avaliações. Para a manutenção do mesmo local de coleta de imagens foi realizado um mapa com o uso de papel transparente da mesma maneira da colocação dos eletrodos.

Para realização da coleta a voluntária estava em decúbito ventral na maca, onde permaneceu 10min em repouso com as pernas totalmente estendidas e seus músculos relaxados. A sonda foi colocada em 50% do comprimento da coxa, definido como a distância entre o trocânter maior e a prega poplíteia (LIMA *et al.*, 2015). Foi utilizado um gel solúvel em água aplicado no local da avaliação a fim de minimizar a pressão do transdutor sobre a pele, o transdutor foi posicionado paralelo ao músculo e às fibras musculares. Três imagens eram tiradas no momento em que as aponeuroses superficial e profunda e um fascículo eram melhores visualizados.

5.4.5 Treinamento

A etapa de treinamento consistiu em um programa de quatro semanas de aplicação de exercício de alongamento passivo com três sessões semanais com intervalo aproximado de 48h entre elas. Cada sessão consistiu na execução de uma única repetição do exercício de alongamento, estático ou FNP, conforme o grupo ao qual a voluntária pertencia, com volume semanal de 1m30s. Os dois membros inferiores receberam treinamento, porém somente o membro inferior sorteado foi avaliado e seus dados utilizados para análise.

5.4.5.1 Intervenções

Para a realização do exercício de alongamento a voluntária foi posicionada em DD, no GEst o avaliador realizou a flexão do quadril com o joelho estendido até o ângulo em que a voluntária referisse desconforto, permanecendo nesta posição por 30s. No GFnp o avaliador realizou a flexão do quadril com o joelho estendido até o ângulo em que a voluntária referisse desconforto, após a voluntária realizou força

máxima para extensão do quadril, contra o examinador, por 6s e, para finalizar o avaliador realizou a flexão do quadril com o joelho estendido até o ângulo em que a voluntária referisse desconforto, mantendo por 30s.

O grupo controle não participou do período de treinamento, realizando apenas as avaliações iniciais e finais, com o mesmo período de intervalo entre as avaliações dos GEst e GFnp.

5.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Os valores do pico de torque muscular e ângulo do pico de torque foram adquiridos através do dinamômetro isocinético, onde para a análise foi utilizado o valor de maior pico de torque isométrico, concêntrico e excêntrico atingido pelos flexores e extensores do joelho durante as repetições, para os flexores ainda foi registrado o ângulo em que o pico de torque ocorreu.

Os dados da avaliação de flexibilidade foram adquiridos através do goniômetro manual. Cada teste teve o registro de três medidas angulares de flexão de quadril ou de extensão de joelho e a média dos valores angulares das três repetições foi utilizada para análise estatística.

A análise dos dados eletromiográficos foi realizada no *software* SAD 32. Onde inicialmente foi utilizado um filtro passa banda Butterworth de 5ª ordem, com frequência de corte de 20 a 500Hz para eliminar possíveis ruídos do ambiente e aparelhos elétricos. Para o cálculo do valor RMS dos dados coletados durante a contração isométrica voluntária máxima foi recortado na repetição de maior torque muscular produzido durante 1s do platô da curva de força. Para as contrações concêntricas e excêntricas foram utilizadas as três repetições centrais, o valor RMS foi calculado para cada repetição e foi feita a média das mesmas. Em relação aos dados eletromiográficos coletados durante o teste de flexibilidade, o valor RMS foi calculado durante um segundo do período utilizado para registro do ângulo articular. O maior valor RMS encontrado nas contrações isométricas voluntárias máximas foi utilizado como o valor máximo (100%) para normalização dos dados eletromiográficos.

Para a análise da espessura foram feitas três imagens de ultrassom e a média das medidas foi utilizada para análise, o avaliador não tinha conhecimento do grupo ao qual a voluntária pertencia. As imagens foram digitalizadas e analisadas por meio do Software Image-J (National Institute of Health, USA). A espessura

muscular foi definida como a distância entre a aponeurose profunda e superficial calculada através de uma média de cinco linhas paralelas traçadas entre as aponeuroses ao longo da imagem (Figura 4).

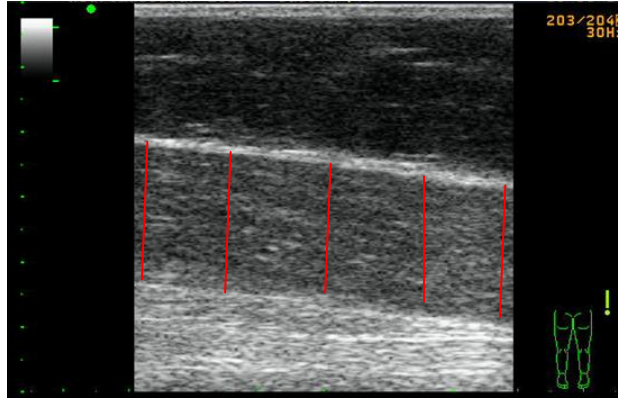


Figura 4 – Imagem ilustrativa da análise da espessura muscular do Bíceps Femoral.

5.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram analisados através de uma estatística descritiva utilizando-se média e desvio-padrão. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Devido a distribuição paramétrica foi utilizada ANOVA de dois fatores para comparação intra grupos (pré e pós) e entre os grupos (GEst, GFnp e GCon), a esfericidade dos dados foi testada pelo teste de Mauchly e quando identificadas diferenças um *post-hoc* de Bonferroni foi aplicado. Os testes foram realizados no *software Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS) versão 20.0. O nível de significância utilizado foi α de 0,05.

6 RESULTADOS

Cada grupo foi composto por seis voluntárias e não houve perdas ou exclusões, assim todos os sujeitos que foram inicialmente randomizados completaram o estudo e foram incluídos na análise estatística conforme Figura 5.

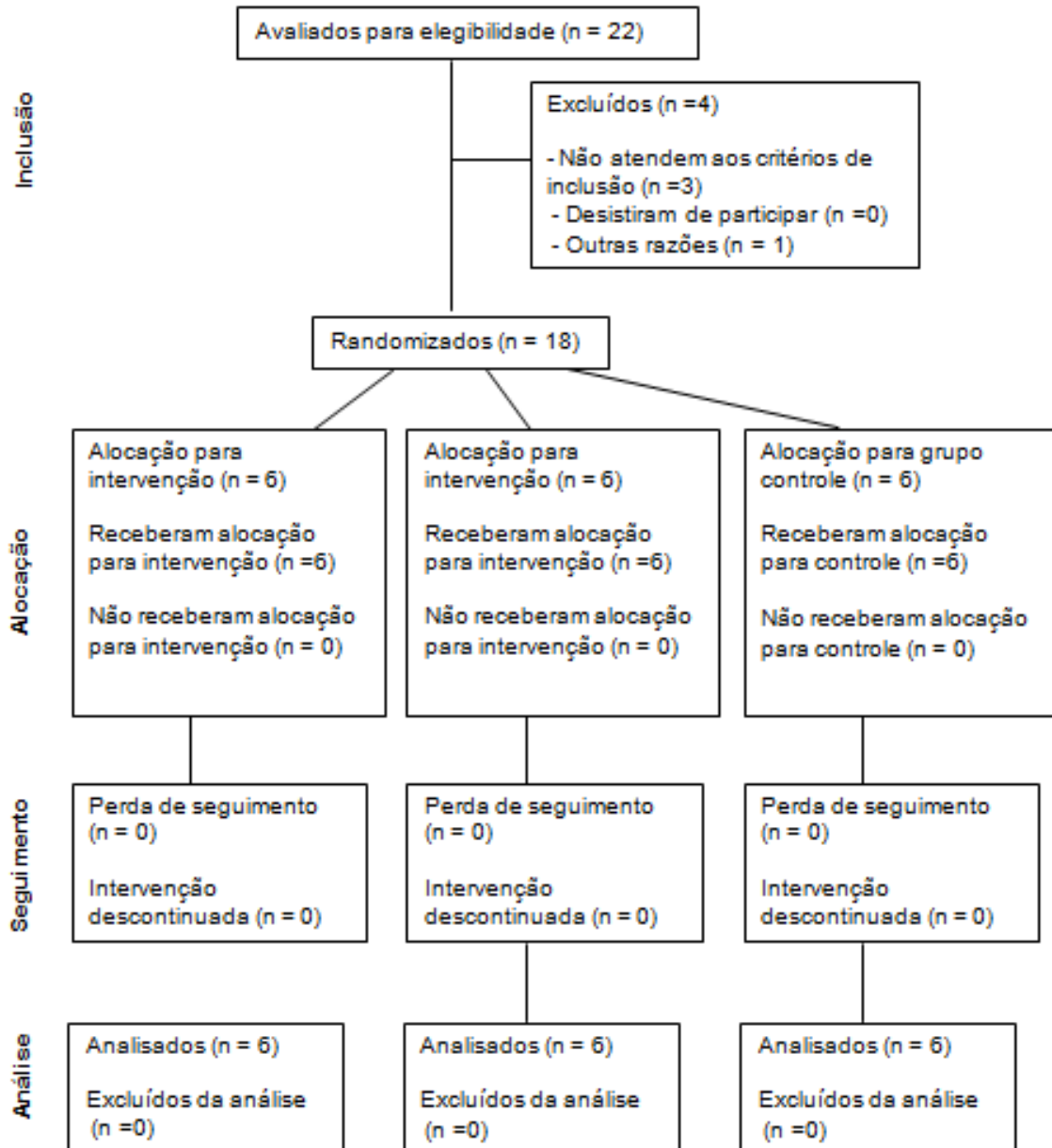


Figura 5- Fluxograma dos participantes durante cada estágio do protocolo.

A Tabela 1 apresenta os valores referentes à caracterização da amostra. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p > 0,05$) mostrando que os grupos eram semelhantes no início do protocolo.

Tabela 1- Caracterização da amostra (média±DP) no grupo de alongamento estático (GEst), grupo de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

| | | GEst (n=6) | GFnp (n=6) | GCon (n=6) |
|--------------------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Idade (anos) | | 24,0±2,8 | 23,3±2,2 | 24,6±2,6 |
| Massa (kg) | | 58,6±4,7 | 60,5±6,2 | 60,1±6,7 |
| Estatuta (cm) | | 161,8±7,1 | 164,6±3,6 | 158,5±5,9 |
| IMC (kg/cm²) | | 22,1±3,8 | 21,8±1,9 | 23,3±1,5 |
| IPAQ | IA | 100% | 67% | 100% |
| | Sed | 0% | 33% | 0% |

IMC: índice de massa corporal, IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física, IA: insuficientemente ativo, Sed: Sedentário.

6.1 FLEXIBILIDADE

Na avaliação pelo EXT houve aumento significativo na ADM de quadril entre os momentos pré e pós teste ($p=0,013$) do grupo estático. Entre os GFnp e GCon não houve diferença significativa nos momentos avaliados (Figura 6) e nem interação entre grupo*momento ($p>0,05$). No teste TEJ não foram encontradas diferenças entre os momentos, entre os grupos e nem interação entre grupo*momento ($p>0,05$) (Figura 7).

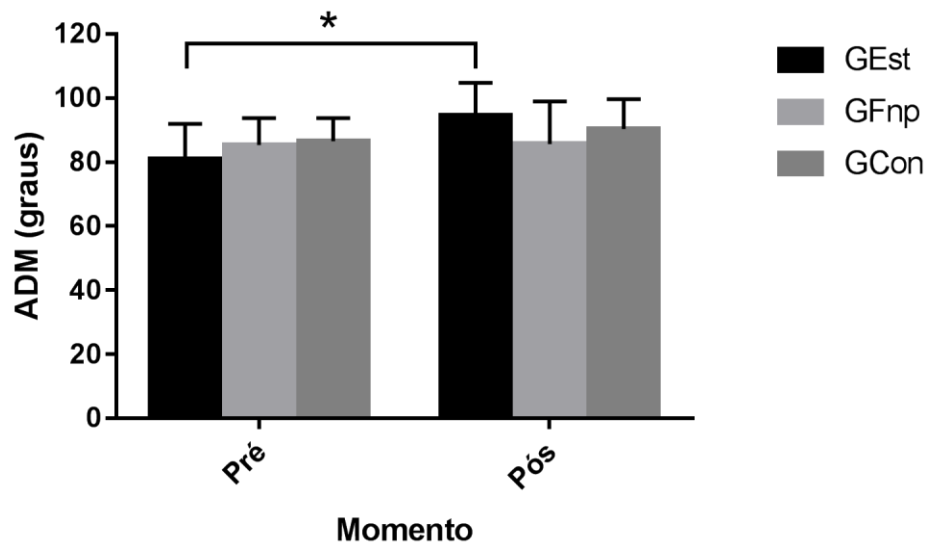


Figura 6 – Amplitude de movimento (ADM) no Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).*: diferença significativa entre momento pré e pós ($p=0,013$) no GEst.

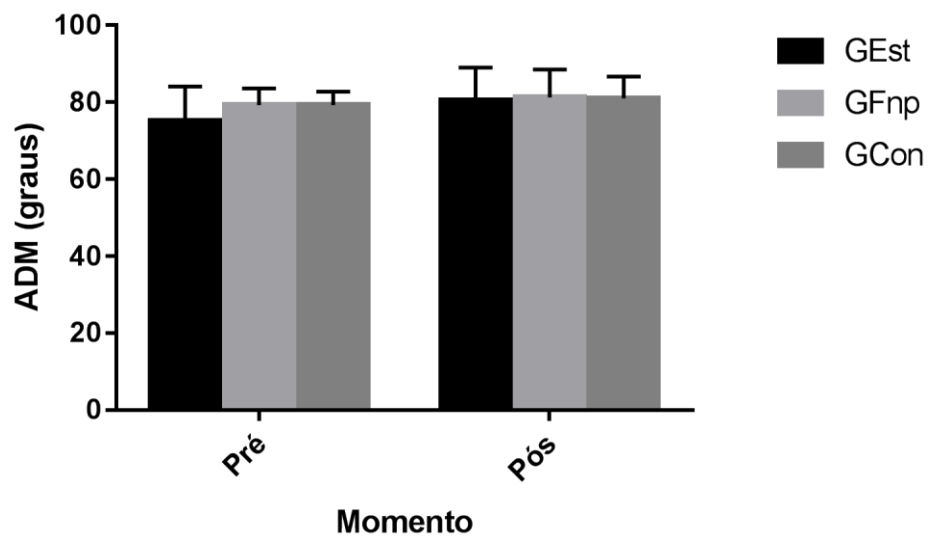


Figura 7 – Amplitude de movimento (ADM) no Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

6.2 FORÇA MUSCULAR E ÂNGULO

Foi avaliado o torque muscular na contração isométrica voluntária máxima, concêntrica e excêntrica dos extensores e flexores de joelho, bem como o ângulo em que o pico de torque dos flexores ocorreu, como representativo das informações de força muscular.

No torque muscular do grupo dos extensores não foram encontradas diferenças significativas intra e entre os grupos na contração isométrica voluntária máxima (Figura 8), concêntrica (Figura 9) e excêntrica (Figura 10) ($p > 0,05$).

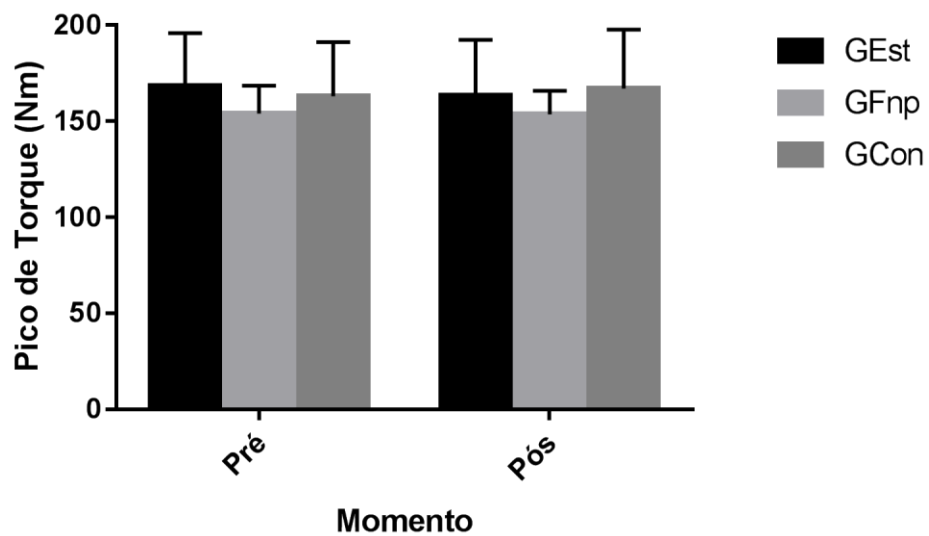


Figura 8 – Pico de Torque da Contração Isométrica Voluntária Máxima de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

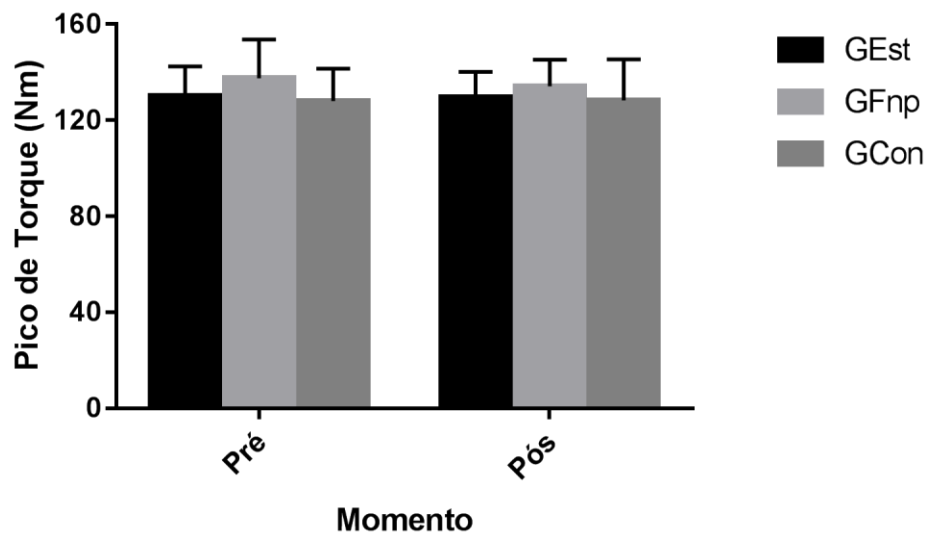


Figura 9 – Pico de Torque da Contração Concêntrica de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

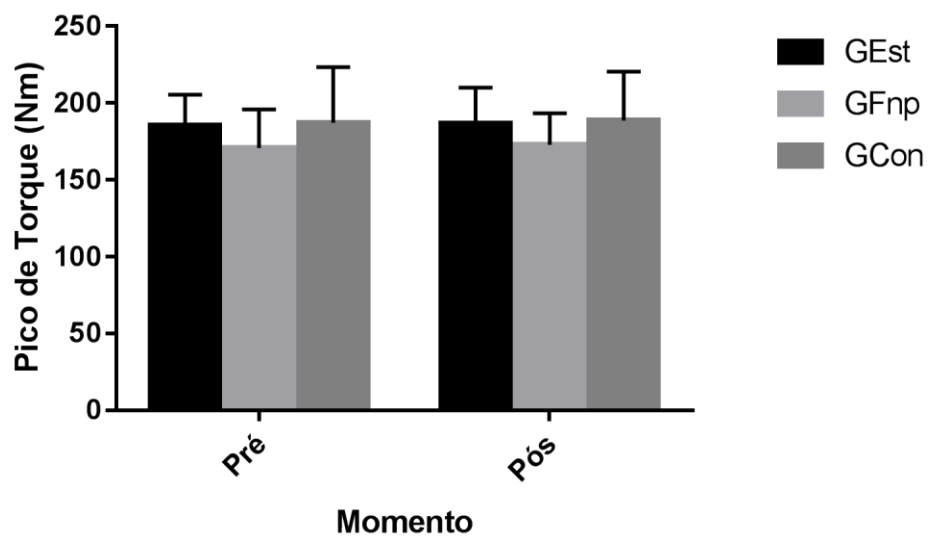


Figura 10 – Pico de Torque da Contração Excêntrica de Extensores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

No grupo muscular dos flexores de joelho a contração isométrica voluntária máxima não apresentou diferença significativa intra e entre os grupos (Figura 11) ($p > 0,05$), porém para a contração concêntrica foram encontradas diferenças

significativas intra grupo, no grupo GEst ($p=0,023$), GFnp ($p=0,014$) e Gcon ($p=0,003$) (Figura 12), onde os valores de pós teste foram ligeiramente maiores que no pré teste. Entretanto, não foram encontradas diferenças entre os grupos e nem interação entre grupo*momento. E para a contração excêntrica não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos, entre os grupos e nem interação entre grupo*momento (Figura 13) ($p>0,05$).

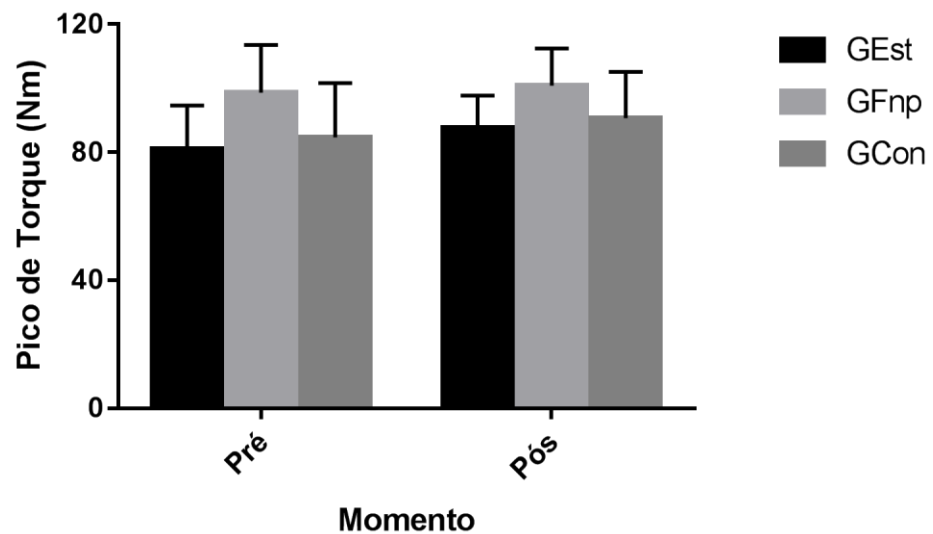


Figura 11 – Pico de Torque da Contração Isométrica Voluntária Máxima de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular propioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

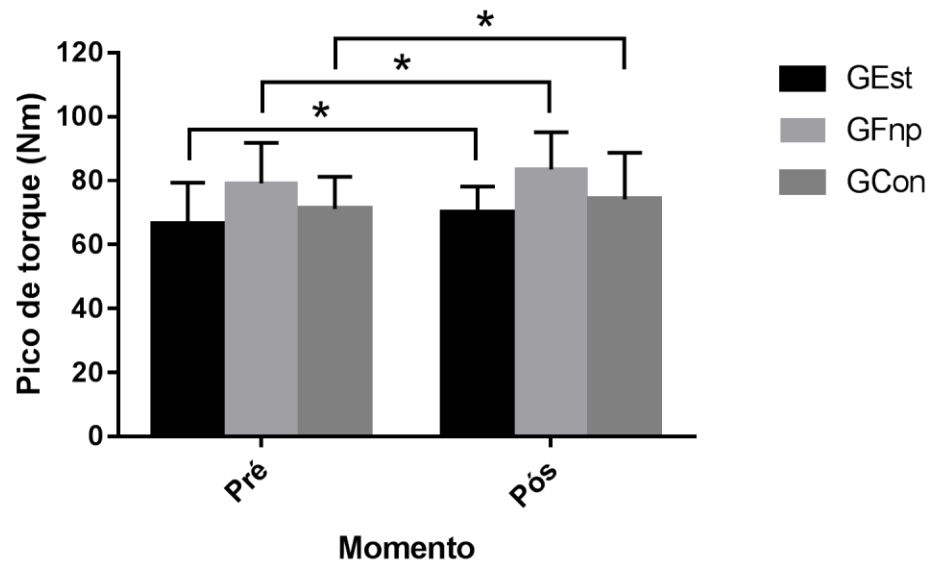


Figura 12 – Pico de Torque da Contração Concêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).*: diferença significativa entre momento pré e pós ($p < 0,05$).

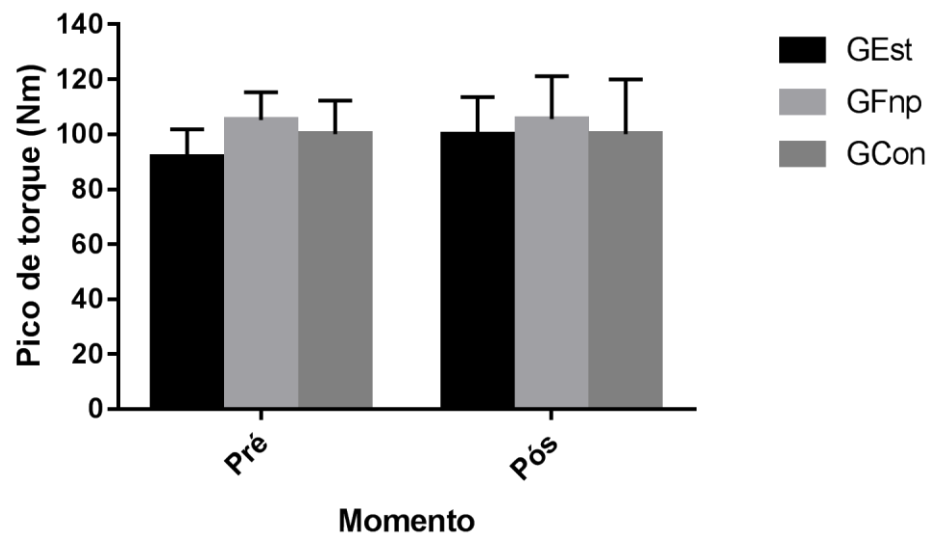


Figura 13 – Pico de Torque da Contração Excêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

Os ângulos de pico de torque concêntrico dos flexores do joelho não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os momentos e grupos (Figura 14).

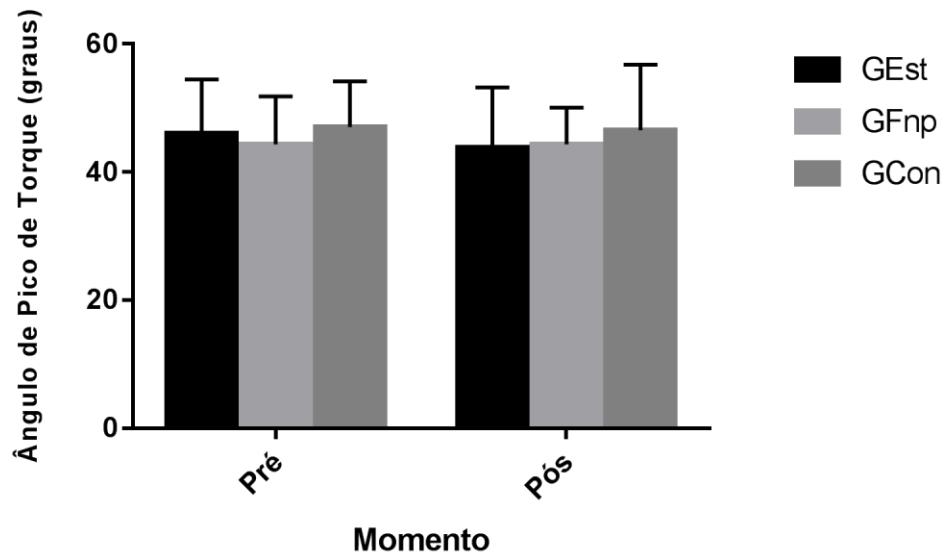


Figura 14 - Ângulo do Pico de Torque da Contração Concêntrica de Flexores de Joelho do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

6.3 ATIVAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR

Os dados são apresentados em porcentagem de ativação da contração isométrica voluntária máxima (%CIVM). Em relação aos músculos representativos do grupo dos extensores do joelho, o músculo vasto lateral não apresentou alteração no padrão de ativação na contração concêntrica de extensão de joelho, bem como na contração excêntrica. O músculo reto femoral na contração concêntrica não apresentou diferença entre os momentos, porém na contração excêntrica foi observada diminuição na ativação entre os momentos pré e pós dos grupos estático ($p=0,05$) e controle ($p=0,02$). Ainda, nas contrações concêntrica e excêntrica não houve diferença significativa entre os grupos e nem interação entre grupo*momento ($p>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média e desvio padrão do percentual de ativação da musculatura Vasto Lateral (VL), Reto Femoral (RF) e Bíceps Femoral (BF) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

| | GEst | | GFnp | | GCon | |
|--------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Pré (%) | Pós (%) | Pré (%) | Pós (%) | Pré (%) | Pós (%) |
| Concêntrica | | | | | | |
| Extensores | | | | | | |
| VL | 134,8±29,3 | 114,7±34,8 | 172,5±78,3 | 139,4±40,4 | 157,5±66,2 | 126,9±49,0 |
| RF | 144,1±29,2 | 132,2±37,0 | 145,4±17,1 | 145,7±29,8 | 147,4±74,9 | 127,3±37,4 |
| BF | 60,4±29,0 | 58,4±38,2 | 54,1±33,1 | 56,3±30,5 | 43,6±16,4 | 50,7±32,1 |
| Excêntrica | | | | | | |
| Extensores | | | | | | |
| VL | 108,5±18,7 | 109,7±18,6 | 146,2±58,9 | 114,6±30,7 | 125,7±30,1 | 106,4±47,5 |
| RF | 123,2±26,4 | 101,4±15,1* | 115,4±9,6 | 98,8±25,4 | 108,2±26,1 | 93,3±29,7* |
| Concêntrica | | | | | | |
| Flexores | | | | | | |
| BF | 175,4±39,4 | 174,5±44,6 | 205,4±51,3 | 174,1±44,8 | 223,1±120,9 | 221,4±126,6 |
| Excêntrica | | | | | | |
| Flexores | | | | | | |
| BF | 176,4±48,8 | 173,1±54,4 | 211,8±66,0 | 192,2±63,2 | 183,0±108,0 | 221,3±113,3 |

* diferença entre momento pré e pós.

A atividade eletromiográfica do músculo bíceps femoral foi avaliada durante os testes de força muscular, em sua função, ou seja, durante a contração concêntrica e excêntrica dos flexores do joelho, bem como sua ativação foi verificada durante a contração concêntrica de extensão de joelho. Na contração concêntrica e excêntrica do grupo dos flexores do joelho não foi encontrada diferença significativa intra e inter grupos (Tabela 2). Sua ativação durante a contração concêntrica de extensores de joelho também não apresentou diferença após o treinamento de alongamento (Tabela 2). O músculo bíceps femoral ainda foi monitorado durante os testes de flexibilidade e também não apresentou diferença significativa na sua ativação intra e inter grupo (Tabela 3).

Tabela 3 - Média e desvio padrão do percentual de ativação da musculatura Bíceps Femoral (BF) do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

| | GEst | | GFnp | | GCon | |
|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Pré (%) | Pós (%) | Pré (%) | Pós (%) | Pré (%) | Pós (%) |
| EXT | | | | | | |
| BF | 10,0±5,7 | 7,7±5,3 | 6,9±5,9 | 6,3±3,5 | 5,3±4,5 | 6,2±4,3 |
| TEJ | | | | | | |
| BF | 6,7±7,5 | 5,8±3,1 | 2,8±1,1 | 5,2±4,9 | 5,4±4,5 | 3,8±2,1 |

EXT: teste de Elevação do Membro Inferior Estendido; TEJ: teste de Extensão de Joelho Modificado

6.4 ARQUITETURA MUSCULAR

A espessura muscular não apresentou diferença significativa intra e intergrupos (Figura 16) ($p > 0,05$).

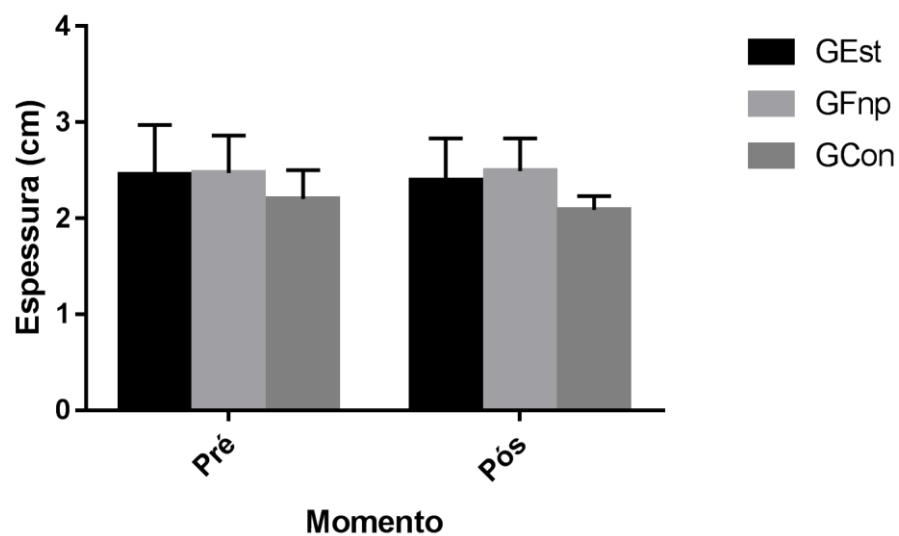


Figura 15 - Espessura da musculatura Bíceps Femoral do grupo de alongamento estático (GEst), alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFnp) e grupo controle (GCon).

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito do AEP e FNP quanto à flexibilidade, força, ativação e arquitetura muscular, em um programa de quatro semanas de alongamento com frequência semanal de três vezes. Ao término do treinamento não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, porém foram encontradas diferenças significativas na ADM entre o momento pré e pós do grupo de AEP no teste EXT; na força muscular, o pico de torque concêntrico dos flexores de joelho apresentou aumento em todos os grupos do estudo ao comparar o momento pré e pós; na ativação muscular, os extensores de joelho mostraram alteração, onde o reto femoral apresentou diminuição de sua ativação durante a contração excêntrica de extensores de joelho no GEst e GCon.

7.1 FLEXIBILIDADE

O aumento dos níveis de flexibilidade ocorre pelo emprego sistemático de alongamentos, que solicitam o aumento da extensibilidade da musculatura envolvida bem como a de outras estruturas, e mantidos por um determinado tempo; os alongamentos se baseiam na ativação de fusos musculares e Órgãos Tendinosos de Golgi (OTG), onde os impulsos desses receptores provocam respostas reflexas levando ao aumento da ADM (BAGRICHEVSKY, 2002).

O ganho de ADM no GEst aplicando-se o teste EXT foi de 9,67° o que vai ao encontro dos estudos que têm mostrado uma variedade de ganhos de ADM de 6 a 12° com protocolos de 3 a 6 semanas (KNUDSON, 2006; HARVEY; HERBERT; CROSBIR, 2002; GUISSARD; DUCHATEAU, 2004; DECOSTER *et al.*, 2005).

Os estudos de Ayala e Andújar (2010) e Cipriani, Abel e Pirrwitz (2003) também corroboram com o presente estudo ao encontrarem aumento de ADM ao avaliar os participantes pelo EXT. Apesar de realizarem protocolos de intervenção diferenciados, 4 semanas de alongamento com 3 sessões semanais, utilizando alongamento estático ativo com 6 séries de 30s e 3 semanas de alongamento ativo, onde eram realizadas 2 séries de 30s, 2 vezes ao dia, os ganhos de ADM foram superiores aos estudos anteriores sendo 15,85° e 14,5°, respectivamente.

O estudo de Decoster *et al.* (2004), que buscaram investigar o efeito de duas posições distintas de alongamento estático (em pé e em decúbito dorsal) em um protocolo de 3 sessões semanais com 3 repetições de 30s cada, durante 3

semanas. Bem como de Borman, Trudelle-Jackson e Smith (2011) ao avaliarem 4 semanas de alongamento estático com frequência semanal de 4 sessões e repetindo 2 vezes de 30s a cada sessão, também avaliando dois protocolos distintos, onde um era alongamento realizado em pé e o outro sentado. Ambos estudos encontraram diferença significativa na ADM avaliada com o TEJ nos dois grupos sem diferença entre eles, ao contrário do presente estudo que não encontra diferença significativa nesse teste.

Os estudos supracitados apresentam protocolos em uma intensidade maior que a do presente estudo. Mesmo nos estudos que apresentaram aumento significativo na ADM ao aplicar o EXT, o ganho absoluto de amplitude foi maior comparado aos resultados encontrados, o que pode ser decorrente do fato de nos estudos apresentados terem sido aplicadas mais de uma repetição de alongamento, enquanto no presente estudo apenas uma repetição de 30s foi realizada. Ainda, o estudo de Baranda e Ayala (2010), que também foram realizadas mais de uma repetição em cada sessão (6 séries de 30s), encontraram aumento significativo de ADM no teste EXT tanto para o alongamento ativo quanto para o alongamento passivo apenas após a 8ª semana de alongamento, o que faz refletir sobre o tempo necessário de aplicação do programa de alongamento para os resultados serem mais efetivos.

Apesar de ter sido estabelecido o protocolo de intervenção do presente estudo com base em estudos como de Covert *et al.* (2010) que apresentam ganhos de 11,9º para o grupo de alongamento estático com treinamento de 4 semanas com 3 sessões semanais e apenas 1 série de 30s. Assim como o de Bandy, Irion e Briggler (1997) que mostraram que 1 série aumentou a ADM em 10,18º e que alongar 3 séries não é diferente de alongar 1 série; e os estudos demonstrarem resultados significativos com menos tempo de aplicação da intervenção, como no presente estudo (4 semanas), talvez resultados mais estáveis sejam obtidos com maior número de repetições dos alongamentos em uma mesma sessão ou por períodos mais longos de treinamento, como é o caso do estudo de Bandy e Irion (1994) que também aplicaram apenas uma série de alongamento, porém, por um período mais longo de intervenção, 6 semanas em uma frequência semanal alta (5 vezes) e compararam 15, 30 e 60s, obtendo ganho significativo de ADM para 30s (12,50º) e 60s (10,86º).

Davis *et al.* (2005) em seu estudo confirma que uma única repetição de 30s, 3 sessões semanais durante 4 semanas de alongamento estático passivo aumenta a ADM de sujeitos jovens saudáveis se mostrando superior ao grupo controle, porém, quando o alongamento é ativo ou em FNP não encontram resultados positivos mostrando que o protocolo aplicado não foi suficiente para aumento de ADM nestes tipos de alongamento. Resultados semelhantes ao do presente estudo, onde o GEst apresentou aumento significativo na ADM entre o momento pré e pós, no entanto esse aumento não foi observado no GFnp.

Segundo Bagrichevsky (2002), no alongamento estático ocorre uma maior possibilidade de aumento do número de sarcômeros em série e com isso do comprimento muscular, devido ao maior tempo de exposição e constância das tensões geradas. Porém no presente estudo esse tempo constante foi de mesma magnitude para o GFnp, dessa forma essa falta de alteração na ADM para o GFnp pode ser pelo fato dessa técnica estar baseada em mecanismos neurofisiológicos que incluem facilitação e inibição que afetam o ganho de ADM (BAGRICHEVSKY, 2002).

Os achados de aumento de ADM no GEst podem ser atribuídos a diminuição da resistência passiva do tecido conectivo, da cápsula articular e do movimento do líquido sinovial (VIEIRA *et al.*, 2005; KUBO; KANEHISA; FUKUNAGA, 2002; SHRIER; GOSSAL, 2000), porém o que tem sido visto contribuir em maior magnitude é a extensibilidade do tecido conectivo em paralelo com as fibras musculares, como por exemplo, os componentes elásticos em paralelo (KUBO; KANEHISA; FUKUNAGA, 2002) ou ainda uma indireta redução da resistência devido ao reflexo inibitório e conseqüente alterações viscoelásticas das pontes cruzadas de actina-miosina. Porém, para Shrier e Gossal (2000) esses fatores no primeiro momento de alteração de ADM não são tão importantes quanto o aumento da tolerância ao alongamento.

Quando se avalia um músculo que participa de duas articulações distintas, como no caso dos isquiotibiais, cada articulação deve ser avaliada separadamente para testar em qual ocorre à restrição de movimento (WEPLER; MAGNUSSON, 2010). Os testes mais conhecidos para avaliar isquiotibiais são o Teste de Flexão Passiva de Quadril (EXT) e Teste de Extensão de Joelho Modificado (TEJ) (DEMOULIN *et al.*, 2016), esses são mais apropriados devido a especificidade do que se pretende medir (DAVIS *et al.*, 2008). Nos dois testes o pé da participante é

mantido relaxado, com o intuito de evitar possíveis interferências de alteração neural no EXT e de encurtamento dos músculos gastrocnêmios no TEJ (DAVIS *et al.*, 2008). Ao analisar as diferenças de resultados do presente estudo entre os testes EXT e TEJ no GESt, o EXT possui variáveis intervenientes, como por exemplo, o alongamento neural, a cápsula do quadril, o posicionamento da pelve e outras limitações decorrentes de tecidos conectivos que podem limitar a ADM de flexão do quadril, mas não especificamente por encurtamento dos isquiotibiais. O TEJ, apesar de não atingir a extensibilidade máxima dos isquiotibiais na articulação do quadril, é adotado como padrão ouro em estudos atuais, pois ele não sofre influencia do posicionamento da pelve e evita as questões levantadas acima. Dessa forma, a diferença de resultado poderia ser atribuída a provável mobilidade pélvica passível de ocorrer no EXT que auxiliaria o indivíduo a alcançar maiores níveis de ADM. Apesar de terem sido evitadas as compensações pélvicas durante os testes com o uso das faixas de velcro no membro inferior contralateral assim como uma ao redor da cintura (DAVIS *et al.*, 2008), ainda assim a movimentação pélvica pode ter acontecido.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento de ADM em apenas o EXT é de que a posição de alongamento foi similar ao teste mostrando assim uma possibilidade de especificidade de treino (DURIGON, 1995) influenciando as respostas de ADM pelo tipo de alongamento realizado, onde quanto maior a semelhança do treino com o teste, maior é o ganho para o mesmo. Porém Demoulin *et al.* (2016) vão de encontro a essa suposição, onde em seu estudo mostram que não há diferença em alongar na posição do teste ou não.

7.2 FORÇA MUSCULAR E ÂNGULO

No presente estudo, foi observado aumento de força somente em relação à contração concêntrica de flexores de joelho nos três grupos avaliados.

Apesar de Aquino *et al.* (2010) não encontrarem aumento significativo na força do músculo alongado comparado ao grupo controle após 8 semanas de treinamento de alongamento estático, os autores Ferrari e Teixeira-Arroyo (2013) apresentam em sua revisão oito estudos de efeito crônico, comparando AEP e FNP, que corrobora com o presente estudo, onde encontraram efeitos positivos no torque muscular dos grupos alongados em 87% da amostra.

O GFnp, que não teve aumento da ADM e teve aumento da força concêntrica, corrobora com o estudo de Worrel, Smith e Winegardner (1994) que ao investigar o efeito de 3 semanas de alongamento estático e FNP em universitárias saudáveis na flexibilidade e torque isocinético, não encontraram diferença na flexibilidade em ambos os grupos, porém houve aumento na força concêntrica e excêntrica da musculatura alongada em diferentes velocidades de ambos os grupos.

Já no estudo de Vieira *et al.* (2005), após 3 semanas de protocolo, no membro inferior que realizou o alongamento FNP ocorreu aumento do pico de torque concêntrico da musculatura alongada assim como aumento significativo de ADM. Assim como no estudo de Rees *et al.* (2007) que conclui ser o FNP uma modalidade útil para aumentar ADM e força muscular isométrica da musculatura alongada. No entanto, no presente estudo esses resultados não se confirmaram, tendo o GFnp aumento apenas da força muscular concêntrica dos flexores do joelho, sem aumento na força isométrica e na ADM.

Sabe-se que o treinamento de força acarreta um aumento de força devido ao aumento do número de sarcômeros, principalmente em paralelo (hipertrofia), porém o aumento do número de sarcômeros em série também leva a um aumento de força, devido a um maior número de proteínas contráteis disponíveis no músculo. Com isso o aumento de força no GEst talvez possa ser explicado por um possível aumento no número de sarcômeros em série (sarcomogênese), onde os métodos de alongamento que acarretam em aumento de ADM ocasionam aumento do número de sarcômeros resultando em um aumento do comprimento muscular, principalmente nas regiões terminais das fibras musculares (ALMEIDA *et al.*, 2009; SECCHI *et al.*, 2008), favorecendo a geração de força (AQUINO *et al.*, 2010; FERRARI; TEIXEIRA-ARROYO, 2013). Dessa forma, quando o alongamento ultrapassa o limite fisiológico, o músculo esquelético acaba por responder através da sarcomogênese, criando e depositando novos sarcômeros, e assim, gradualmente retornando a um comprimento funcional ótimo (ZÖLLNER *et al.*, 2012; DEDEYNE, 2001).

Porém, o aumento do número de sarcômeros em série pode não causar aumento do comprimento muscular, uma vez que os sarcômeros podem se ajustar a um novo tamanho mantendo o mesmo comprimento muscular (WEPLER; MAGNUSSON, 2010), sendo ainda capaz de gerar mais força pelo maior número de sarcômeros. Esse aumento de sarcômeros em série é comprovado em estudos com

imobilização e alongamento em ratos, sendo o alongamento estático similar à immobilização em termos de graus de estiramento, porém o tempo de aplicação é diferente e ainda as alterações em animais ocorrem de maneira distinta do que em seres humanos (CHAN; HONG; RONBINSOM, 2001).

Coutinho *et al.* (2004) relatam que o exercício de alongamento em ratos (40 minutos em 3 vezes na semana) induz tanto o aumento do número de sarcômeros em série quanto o aumento da área de secção transversa das fibras, encorajando o uso do alongamento em esportes e atividades de reabilitação. Ainda assim, os mecanismos que regulam o crescimento longitudinal e em paralelo da musculatura permanecem desconhecidos (SECCHI *et al.*, 2008). Contudo, estudos com evidência em humanos são necessários (YUKTASIR; KAYA, 2009).

Outro mecanismo provável para a maior força concêntrica é o aumento na relação comprimento-tensão, (VIEIRA *et al.*, 2005). Um fator que poderia auxiliar no entendimento dessa mudança na força, baseado no aumento de sarcômeros em série é a alteração do ângulo do pico de torque dessa musculatura, porém no presente estudo não observamos essa mudança, o que indica que pode não ter acontecido modificação no número de sarcômeros em série após a intervenção (AQUINO *et al.*, 2010). Ou, se a mesma ocorreu, os sarcômeros podem ter ajustado seu tamanho mantendo o mesmo comprimento muscular (WEPLER; MAGNUSSON, 2010).

O aumento do pico de torque referente ao GFnp pode ser justificado devido aos estímulos de contração envolvidos na técnica onde há a utilização de uma contração isométrica da musculatura a ser alongada, que pode promover um estímulo de treinamento para pessoas sedentárias e com isso um aumento da força muscular (ALMEIDA *et al.*, 2001; VIEIRA *et al.*, 2005), no entanto a força isométrica também deveria aumentar devido ao estímulo.

O GCon também apresentou melhora no pico de torque concêntrico em relação a avaliação inicial, uma explicação possível, que também pode ter influenciado os demais grupos (GEst e GFnp), é de que por serem sujeitas sedentárias ou insuficientemente ativas e submetidas pela primeira vez ao teste em um dinamômetro isocinético, o efeito de aprendizado adquirido com a familiarização e posteriores avaliações pode ter propiciado a melhora do desempenho (ALMEIDA *et al.*, 2001). Assim como o simples fato de realizar repetições de força máxima em três momentos diferentes pode ter servido como um treino, segundo Miller *et al.*

(2006) um treino concêntrico em dinamômetro isocinético mostra aumento na taxa de produção de força em apenas dois dias de exercícios.

7.3 ATIVAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR

O músculo bíceps femoral não apresentou alteração significativa no padrão de ativação muscular no presente estudo, apenas uma tendência à diminuição em ambos os grupos de alongamento tanto nas contrações específicas dessa musculatura quanto no momento de contração concêntrica do grupo antagonista.

O estudo de Marques *et al.* (2009) corrobora com esses resultados ao aplicar um programa de 4 semanas de alongamento com frequência de 3 sessões semanais e 2 séries de 30s, onde encontraram um aumento na ADM sem alteração na ativação elétrica, ocasionado por um provável aumento da tolerância do indivíduo ao alongamento.

Da mesma forma, Magnusson *et al.* (1996) e Blazevich *et al.* (2014) não encontraram alteração na atividade elétrica em resposta ao alongamento. Esses resultados colaboram com a questão de que a mudança de ADM é decorrente de alteração neuromuscular referente à percepção do indivíduo em alcançar uma maior ADM e não a uma alteração neuromuscular (BLAZEVIK *et al.*, 2014).

As técnicas de alongamento mostram aumento de ADM sem necessariamente influenciar na atividade elétrica da musculatura alongada. Embora os efeitos positivos na ADM de ambas as técnicas utilizadas já terem sido evidenciados anteriormente, os efeitos no relaxamento muscular ainda são contraditórios, por exemplo, Cramer *et al.* (2005) mostram que a atividade é reduzida pela inibição autogênica do alongamento estático em desacordo com Lim, Nam e Jung (2014) que mostram que há o aumento do comprimento muscular sem alteração na ativação elétrica.

É hipotetizado que o alongamento da musculatura antagonista (isquiotibial) acarreta no aumento da performance do agonista (extensores) por um aumento do drive neural (SANDBERG *et al.*, 2012), o que pode ter influenciado nos resultados do músculo vasto lateral que durante sua ação muscular não apresentou diminuição na ativação elétrica muscular. Já no caso do músculo reto femoral que apresentou diminuição da atividade elétrica no pós teste de contração excêntrica no GEst e GCon a provável explicação é de que o exercício excêntrico possui um mecanismo de adaptação de efeito de proteção, onde estudos mostram que a primeira sessão

de exercício excêntrico irá reduzir a dor muscular pós exercício da segunda, mesmo com uma semana de intervalo. O efeito protetor apresenta uma diminuição do dano muscular, redução de perda de força e dor muscular após a segunda sessão de exercício, esse fenômeno adaptativo dura de semanas até 6 meses (GUILHEM; CORNU; GUÉVEL 2010). Um componente elástico mais resistente contribuiria mais com a força, diminuindo a necessidade de ativação muscular, o que pode ter ocorrido com o músculo reto femoral, ocasionando menor ativação elétrica.

7.4 ARQUITETURA MUSCULAR

a espessura muscular analisada não apresentou diferença nas avaliações pré e pós intervenção nos diferentes grupos. Corroborando com o estudo de Lima *et al.* (2015) que não encontrou diferença significativa na espessura do músculo bíceps femoral após 8 semanas de treinamento de alongamento estático passivo.

Esses resultados sugerem que o aumento de ADM pode ser decorrente de uma adaptação sensorial ou de uma alteração inicial do tendão e não do músculo.

Acreditava-se que fatores mecânicos fossem responsáveis pelo aumento da ADM, como por exemplo, deformação viscoelástica, aumento dos sarcômeros em série e relaxamento neuromuscular (DEMOULIN *et al.*, 2016), mas atualmente tem fortes indícios de apenas ocorrer aumento da tolerância do indivíduo ao alongamento (WEPLER; MAGNUSSON, 2010). Como confirmado no presente estudo, onde as quatro semanas de protocolo não foram suficientes para mostrar adaptações mecânicas (sem alteração na espessura muscular e no ângulo de pico de torque), o que pode ser decorrente do tempo de protocolo ser insuficiente para as alterações teciduais (CHAN; HONG; RONBINSON, 2001). Como é visto no treinamento de força em indivíduos não treinados, a melhora da força muscular ocorre mesmo na ausência de hipertrofia significativa nas primeiras 4 semanas de treinamento, é possível que a melhora da flexibilidade muscular tenha um padrão semelhante com adaptações neurológicas mostrando ganhos iniciais de ADM e após um período mais longo de um programa de flexibilidade ve-se alterações nas propriedades mecânicas musculares (LAROCHE; CONNOLLY, 2006). As mudanças iniciais da ADM de ordem neural podem ser apoiadas em uma alteração de resposta de receptores aferentes periféricos ou a mudanças na percepção do indivíduo ao alongamento passivo (BLAZEVICH *et al.*, 2014), podendo ser relacionada com uma

familiarização do indivíduo ao alongamento associado com a redução da percepção de dor, uma vez que a dor é um limitante da porcentagem de ADM.

7.5 LIMITAÇÕES

Uma das limitações desse estudo é o tamanho amostral, sendo inferior aos estudos da área, porém, correspondendo ao número de participantes previsto no cálculo amostral. Apesar de um pequeno número amostral o volume total do alongamento estático passivo foi suficiente para mostrar resultados significativos na ADM, apresentando um tamanho de efeito de 0,53. Outra limitação é o fato de a amostra ser composta por indivíduos jovens e saudáveis, não podendo ser generalizada para a população em geral e com lesões.

8 CONCLUSÕES

Não houve diferenças significativas entre os grupos do presente estudo. Porém o AEP com apenas uma série de 30s de duração em um protocolo de aplicação 3 vezes semanais é suficiente para aumentar a ADM, porém é insuficiente para alterar o ângulo de pico de torque, a atividade eletromiográfica e a espessura do músculo bíceps femoral, podendo ser utilizado em um tratamento fisioterapêutico com o intuito de melhorar a funcionalidade. Já o FNP não apresentou alteração na ADM.

Os resultados sugerem que o ganho de ADM pode ser devido ao aumento da tolerância do indivíduo ao alongamento, e não de mudanças na estrutura muscular. O que leva a refletir sobre a possibilidade do tempo de exposição ao alongamento ter sido insuficiente para que ocorressem mudanças estruturais no músculo. Estudos futuros que analisem um maior número de repetições do alongamento em uma mesma sessão e, também, um maior tempo de aplicação do programa, podem ser desenvolvidos. Assim como, avaliar as mudanças não só do músculo como do tendão a fim de identificar as suas contribuições no ganho de flexibilidade por meio do alongamento.

REFERÊNCIAS

- ABELLANEDA, S.; GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J. The relative lengthening of the myotendinous structures in the medial gastrocnemius during passive stretching differs among individuals. *J Appl Physiol*. V. 106, p.:169 –177, 2009.
- ACHOUR JUNIOR, A. Alongamento e flexibilidade: definições e contraposições. *Rev. bras. ativ. fís. saúde*. V.12, n.1, p.54-58, jan.-abr. 2007.
- ACHOUR JUNIOR, A. *Bases para Exercícios de Alongamento Relacionado com a Saúde e no Desempenho Atlético*. 2. ed. Londrina: Phorte, 1999.
- ALMEIDA, G.P.L.; CARNEIRO, K.K.A.; DE MORAIS, H.C.R.; OLIVEIRA, J.B.B. Influência do alongamento dos músculos isquiotibial e retofemoral no pico de torque e potência máxima do joelho. *Fisioterapia e Pesquisa*. V. 16, n. 4, p. 346- 351, 2001.
- ALONSO, J.; MCHUGH, M.P.; MULLANEY, M.J.; TYLLER, T.F. Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle–torque relationship. *Scand J Med Sci Sports*. N. 19, p. 252–256, 2009.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia (PA): Lippincott, Williams & Wilkins. 9th ed. 2013 p. 186-187.
- AQUINO, C.F.; FONSECA, S.T.; GONÇALVES, G.P.; SILVA, P.L.P.; OCARINO, J.M.; MANCINI, M.C. Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: A randomized controlled trial. *Manual Therapy*. V.15, p.26–31, 2010.
- ARMIGER, P.; MARTYN, M. *Stretching for Functional Flexibility* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1 edition, 2009.
- AVELA, J.; KIRÖLÄIMEN, H.; KOMI, P. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *The American Physiological Society*. P. 1283-1291, 1999.
- AYALA, F. ANDÚJAR, P.S.B. Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. V.21, n. 2, p. 430-436, 2010.
- BANDY, W.D.; IRION, J.M. The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscles. *Phys Ther*. V.74, n. S, p.54–59, Set 1994.
- BANDY, W.D.; IRION, J.M.; BRIGGLER, M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. V. 77, n. 10, p. 1090-1096, 1997.
- BAGRICHEVSKY, M. O desenvolvimento da flexibilidade: uma análise teórica de mecanismos neurais intervenientes. *Rev. Bras. Cienc. Esporte*. V. 24, n. 1, p. 199-210, 2002.

BARANDA, P.S.; AYALA, F. Chronic Flexibility Improvement After 12 Week of Stretching Program Utilizing the ACSM Recommendations: Hamstring Flexibility. *Int J Sports Med*. V.31, p. 389 – 396, 2010

curvature in healthy adults. *Physiotherapy Theory and Practice*. V. 27, n. 2, p. 146–154, 2011.

BATISTA, L.H.; CAMARGO, P.R.; AIELLO, G.V.; OISHI, J.; SALVINI, T.F. Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. *Rev. bras. fisioter*. V. 10, n. 2, p.193-198, 2006.

BEN, M.; HARVEY, L.A. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. V. 20, p. 136–144, 2010.

BLAZEVICH, A.J.; CANNAVAN, D.; WAUGH, C.M.; MILLER, S.C.; THORLUND, J.B.; AAGAARD, P.; KAY, A.D. Range of motion, neuromechanical, and architectural adaptations to plantar flexor stretch training in humans. *J Appl Physiol*. V. 117, p. 452–462, 2014.

BOONE, D.C.; AZEN, S.P.; LIN, C.M. Reability of goniometric measurement. *PhysTher*. N.58, p.1355-1360, 1978.

BORMAN, N.P.; TRUELLE-JACKSON, SMITH, S.S. Effect of stretch positions on hamstring muscle length, lumbar flexion range of motion, and lumbar

CAILLET, R. *Síndrome da dor lombar*. São Paulo: Manole, 2001.

CATTELAN, A. V., MOTA, C. B. Estudo das técnicas de alongamento estático e por facilitação neuromuscular proprioceptiva no desenvolvimento da flexibilidade em jogadores de futsal. *Revista Kinesis*. P. 53-67, 2003.

CHAN, S.P.; HONG, Y.; RONBINSON, P.D. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scand J Med Sci Sports*. V.11, p. 81–86, 2001.

CHAVES, C.P.G.; SIMÃO, R.; DE ARAÚJO, C.G.S. Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias. *Rev Bras Med Esporte*. V. 8, n. 6, p. 212 -218, 2002.

CHOW, P.Y.; NG, G.Y.F. Active, passive and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching are comparable in improving the knee flexion range in people with total knee replacement: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. V.24, p. 911-918, 2010.

CIPRIANI, D.; ABEL, B.; PIRRWITZ, D. A Comparison of Two Stretching Protocols on Hip Range of Motion: Implications for Total Daily Stretch Duration. *J Strength Cond Res*. V. 17, n. 2, p. 274-278, 2003.

COUTINHO, E.L.; GOMES, A.R.S.; FRANÇA, C.N.; OISHI, J.; SALVINI, T.F. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Brazilian Journal of medical and Biological Research*. V. 37, p. 1853-1861, 2004.

COVERT, C.A.; ALEXANDER, M.P.; PETRONIS, J.J.; DAVIS, D.S. Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *J Strength Cond Res*. V. 24, n. 11, p. 3008–3014, 2010.

CRAMER, J.T.; BECK, T.W.; HOUSH, T.J.; MASSEY, L.L.; MAREK, S.M.; DANGLEMEIER, S.; PURKAYASTHA, S.; CULBERTSON, J.Y.; FITZ, K.A.; EGAN, A.D. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle – torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *Journal of Sports Sciences*. V. 25, n. 6, p. 687 – 698, 2007.

DAVIS, D.S.; ASHBY, P.E.; MCCAULE, K.L.; MCQUAIN, J.A.; WINE, J.M. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters *J Strength Cond Res*. V.19, n.1, p. 27-32, 2005.

DAVIS, D.S.; QUINN, R.O.; WHITEMAN, C.T.; WILLIAMS, J.D.; YOUNG, C.R. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. V.22, n.2, p. 583-588, 2008.

DEDEYNE, P.G. Application of Passive Stretch and Its Implications for Muscle Fibers. *Physical Therapy*. V. 81, n. 2, p. 819-827, 2001.

DECOSTER, L.C., CLELAND, J. ALTIERI, C, RUSSEL, P. The effect of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther*. V. 35, n.6, p.377-387, Jun 2005.

DECOSTER, L.C.; SCANLON, R.L.; HORN, K.D.; CLELAND, J. Standing and Supine Hamstring Stretching Are Equally Effective. *Journal of Athletic Training*. V. 39, n. 4, p. 330–334, 2004.

DEMOULIN, C.; SÉBASTIEN, W.; CHEVALIER, M.; GRANADO, C.; GROSDENT, S.; DEPAS, Y.; ROUSSEL, N.; HAGE, R.; VANDERTHOMMEN, M. A comparison of two stretching programs for hamstring muscles: A randomized controlled assessor-blinded study. *Physiother Theory Pract*. V. 32, n. 1, p. 53-62, 2016. Epub 2016 Jan 12.

DIAS, I.; SIMÃO, R.; NOVAES, J.S. Efeito das Diferentes Fases do Ciclo Menstrual em um Teste de 10 RM. *Fitness & Performance Journal*. v. 4, n. 5, p. 288 - 292, 2005.

DURIGON, O.F.S. O alongamento muscular. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*. V. 2, n. 1, p. 40-4, 1995.

DVIR, Z. *Isocinética; avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. Barueri, SP; Manole, 2002.

FASEN, J. M.; O'CONNOR, A. M.; SCHWARTZ, S. L.; WATSON, J. O.; PLASTARAS, C. T.; GARVAN, C. W.; BULCAO, C.; JOHNSON, S. C. AKUTHOTA, V. A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *Journal of Strength and Conditioning Research*, V.23, n.2, p.660–667, 2009.

FELAND, J. B., MYRER, J. W., MERRILL, R. M. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport*. V.2, p.186-193, 2001.

FERRARI, G.D.; TEIXEIRA-ARROYO, C. Efeito de treinamentos de flexibilidade sobre a força e o torque muscular: uma revisão crítica. *R. bras. Ci. e Mov.* V. 2, p. 151- 162, 2013.

FOWLES, J. R.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*. V. 89, p. 1179–1188, 2000.

GAJDOSIK, R.; LUSIN, G. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstrings muscle. *J Orthop Sport PhyTher*. N. 14, p. 250-255, 1991.

GUILHEM, G.; CORNU, C.; GUÉVEL, A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. V. 53, p. 319–341, 2010.

GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J. Effect of static stretch training on Neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. *Muscle Nerve*. V. 29, P. 248–255, 2004.

HALBERSTMA, J.P.K.; VAN BOLHUIS, A.I.; GÖEKEN, L.N.H. Sports Stretching: effects on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch Phy Med Rehabil*. N. 77, p. 688-692, 1996.

HARREBY, M.; NYGAARD, B.; JESSEN, T.; LARSEN, E.; STORR-PAULSEN, A.; LINDAHL, A.; FISKER, I.; LAEGAARD, E. Risk factors for low back pain in a cohort of 1389 Danish school children: an epidemiologic study, *Eur Spine J*. N. 8, 444-450, 1999.

HARVEY, L.; HERBERT, R.; CROSBIR, J. Does stretching induce lasting increases in joint ROM? A systematic review. *Physiotherapy Research International*. V.7, n. 1, p. 1-13, 2002.

IPAQ - International Physical Activity Questionnaire. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): short and long forms. 2005. [acesso: 06 de janeiro de 2015]. Disponível em: <http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf>

KAY, A.D.; BLAZEVIK, A.J. Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. P. 154-164, 2012.

KAY, A.D.; BLAZEVIČH, A.J. Isometric contractions reduce plantar flexor moment, Achilles tendon stiffness, and neuromuscular activity but remove the subsequent effects of stretch. *J Appl Physiol*. V. 107, p. 1181–1189, 2009.

KENDALL, F.P.; MCCREARY, E.K.; PROVANCE, P.G.; RODGERS, M.M.; ROMANI, W.A. *Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain* LWW; North American Edition, 5 edition (February 24, 2005).

KNUDSON, D. The Biomechanics of Stretching. *Journal of Exercise Science & Physiotherapy*. V.2, p. 3-12, 2006.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol*, V. 92, p. 595–601, 2002.

LAROCHE, D.P.; CONNOLLY, D.A.J. Effects of Stretching on Passive Muscle Tension and Response to Eccentric Exercise. *The American Journal of Sports Medicine*. V. 34, n. 6, p. 1000-1007, 2006.

LIM, K.; NAM, H.C.; JUNG, K.S. Effects on Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, and Balance of Different Stretching Techniques. *J. Phys. Ther. Sci*. V. 26, p. 209–213, 2014;

LIMA, K.M.M.; CARNEIRO, S.P.; ALVES, D.S.; PEIXINHO, C.C.; OLIVEIRA, L.F. Assessment of Muscle Architecture of the Biceps Femoris and Vastus Lateralis by Ultrasound After a Chronic Stretching Program. *Clin J Sport Med*. V. 25, p. 55–60, 2015.

MAGNUSSON, P.; RENSTRÖM, P. The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*. V. 6, n. 2, p. 87-91, 2006.

MAGNUSSON, P.; SIMONSEN, E.B.; AAGAARD, P.; SORENSEN, H. KJAR, M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol*. V. 15, p. 291–298, 1996.

MARQUES, A.P.; *Manual de goniometria*. 2ª Ed, Barueri, SP: Manole, 2005.

MARQUES, A.P.; VASCONCELOS, A.A.P.; CABRAL, C.M.N.; SACCO, I.C.N. Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Braz J Med Biol Res*. V. 42, n. 10, p. 949-953, 2009.

MARSHALL, P.M.W.; CASHMAN, A.; CHEEMA, B.S. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. V.14, p.535–540, 2011.

MILLER, L.E.; PIERSON, L.M.; NICKOLS-RICHARDSON, S.M.; SELMON, S.E.; RAMP, W.K.; HERBERT, W.G. Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. *Res Q Exerc Sport*. V. 77, n. 1, p. 58-63, 2006.

NAGARWAL, A.K.; ZUTSHI, K.; RAM, C. S.; ZAFAR R. Improvement of Hamstring Flexibility: A Comparison between Two PNF Stretching Techniques *International Journal of Sports Science and Engineering*. V.04, n.01, p. 025-033, 2010.

NAKAMURA, M.; IKEZOE, T.; TAKENO, Y.; ICHIHASHI, N. Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *Eur J Appl Physiol*. V.112, n.7, p. 2749-2755, 2012.

NAKAMURA, M.; IKEZOE, T.; TAKENO, Y.; ICHIHASHI, N. Acute and prolonged effect of static stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit in vivo. *J Orthop Res*. V. 29, n.11, p.1759-1763, 2011.

NELSON, R.T.; BANDY, W.D. Eccentric Training and Static Stretching Improve Hamstring Flexibility of High School Males. *Journal of Athletic Training*. V.39, n. 3, p. 254–258, 2004.

PUNTEDURA, E. J., HUIJBREGTS, P. A., CELESTE, S., EDWARDS, D., IN, A., LANDERS, M. R., FERNANDEZ-DE-LAS-PENAS, C. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical Therapy in Sport*. V.12, p.122-126, 2011.

REES, S.S., MURPHY, A.J.; WATSFORD, M.L.; MCLACHLAN, K.A.; COUTTS, A.J. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res*. V. 21, n. 2, p. 572-577, 2007.

RUBINI, E.C.; COSTA, A.L.; GOMES, P.S. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. V. 37, n. 3, p. 213-224, 2007.

SANDBERG, J.B.; WAGNER, D.R.; WILLARDSON, J.M.; SMITH, G.A. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque, and electromyography of agonist musculature. *J Strength Cond Res*. V. 26, n. 5, p. 1249–1256, 2012.

SECCHI, K.V.; MORAIS, C.P.; CIMATTI, P.F.; TOKARS, E.; GOMES, A.R. Efeito do alongamento e do exercício contra-resistido no músculo esquelético de rato. *Rev Bras Fisioter*. V. 12, n. 3, p. 228-34, 2008.

SENIAM: HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D. BLOK, J.; RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C.; HAGG, G. *SENIAM 8: European Recommendations for Surface Electromyography: Results of the SENIAM Project*. Enschede. The Netherlands: Roessingh Research and Development b.v.; 1999.

SHRIER, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med*. V. 14, p. 267-273, 2004.

SHRIER, I.; GOSSAL, K. Myths and Truths of Stretching: Individualized Recommendations for Healthy Muscles. *The Physician And Sports Medicine*. V. 28, n. 8, 2000.

SILVA, S.A.; OLIVEIRA, D.J.; JAQUES, M.J.N.; ARAÚJO, R.C. Efeito da crioterapia e termoterapia associados ao alongamento estático na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Motricidade*. V. 6, n. 4, p. 55-62, 2010.

SMITH, L.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, D. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. Barueri, SP:Manole, 1989.

VAREJÃO, R.V.; DANTAS E.H.M. MATSUDO, S.M.M. Comparação dos efeitos do alongamento e do flexionamento, ambos passivos, sobre os níveis de flexibilidade, capacidade funcional e qualidade de vida do idoso. Universidade Castelo Branco. *Revista Brasileira Ciências e Movimento*. V.15, n.2, p.87-95, 2007.

VIEIRA, W.H.B.; VALENTE, R.Z.; ANDRUSAITIS, F.R.; GREVE, J.M.A.; BRASILEIRO, J.S. Efeito de duas técnicas de alongamento muscular dos isquiotibiais na amplitude de extensão ativa do joelho e no pico de torque. *Rev. Bras. Fisioter.* V. 9, n.1, p. 71-76, 2005.

WEIJER, V.C.; GORNIK, G.C.; SHAMUS, E. The Effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on Hamstring Length Over the Course of 24 Hours *J Orthop Sports Phys Ther.* N.33, p.727-733, 2003.

WEPLER, C.H.; MAGNUSSON, S.P. Increasing Muscle Extensibility: A matter of increasing length or modifying sensation? *Physical Therapy*. V. 90, n. 3, p. 438-449, 2010.

WHITE, L.C.; DOLPHIN, P.; DIXON, J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy*, 2008.

WILLY, R.W.; KYLE, B.A.; MOORE, S.A.; CHLEBOUN, G.S. Effect of cessation and resumption of static hamstrings muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* V.31, n.3, p.138-144, 2001.

World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO, 1995.

WORRELL, T.W.; SMITH, T.L.; WINEGARDNER, J. Effect of Hamstring Stretching on Hamstring Muscle Performance. *JOSPT*. V. 20, n. 3, p. 154 – 159, Sep 1994.

YOUNG, W.B.; BEHN, D.G. Should Static Stretching Be Used During a Warm-Up for Strength and Power Activities? *Strength and Conditioning Journal*. V. 24; n. 6; p 33-37, 2002.

YUKTASIR, B.; KAYA, F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. V. 13, p. 11-21, 2009.

ZÖLLNER, A.M.; ABILEZ, O.J.; BÖL M.; KUHL, E. Stretching Skeletal Muscle: Chronic Muscle Lengthening through Sarcomerogenesis. *PLoS ONE*. V. 7, n. 10: e45661, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu Anelize Cini, pesquisadora, e a Profa. Dra. Cláudia Silveira Lima, pesquisadora responsável pela pesquisa intitulada **Comparação entre programas de quatro semanas de alongamento estático passivo e facilitação neuromuscular proprioceptiva em aspectos musculoesqueléticos dos isquiotibiais: um ensaio clínico randomizado**, estamos fazendo um convite para você participar como voluntária deste estudo.

Esta pesquisa pretende verificar a influência de duas diferentes técnicas de alongamento sobre a flexibilidade dos músculos que ficam na região posterior da coxa, após um período de treinamento.

O estudo terá duração de seis semanas onde você necessita ir ao laboratório duas vezes para avaliação e no período de quatro semanas, três vezes por semana para aplicação do treinamento de alongamento.

A avaliação antes e depois do período de treinamento consiste na aplicação de testes de flexibilidade de quadril e joelho, na avaliação da força, ativação elétrica e arquitetura muscular.

Os testes de flexibilidade são: (1) Teste de elevação do membro inferior estendido, onde você será posicionado em decúbito dorsal em uma maca. Em seguida o avaliador realizará a flexão do quadril mantendo o joelho estendido e o pé relaxado até a angulação em que você referir desconforto, enquanto o membro contralateral permanecerá firmemente encostada na maca; (2) Teste de extensão de joelho modificado, onde a voluntária será posicionada em decúbito dorsal em uma maca. O avaliador fixará o quadril do membro a ser avaliado em 90° e realizará a extensão do joelho até a angulação em que você referir desconforto. O membro contralateral permanecerá firmemente encostado na maca.

Para a avaliação de força muscular você ficara sentada em um equipamento, fará cinco repetições de dobrar e esticar o joelho para se familiarizar com o equipamento e após fará outras cinco repetições fazendo a força máxima.

Para avaliação da atividade elétrica será feita a depilação da pele com um aparelho de barbear bem como a limpeza da mesma com um algodão embebido em álcool, após será colocado eletrodos autoadesivos para coleta da atividade muscular, os eletrodos não emitem choques.

A arquitetura muscular será avaliada através de um aparelho de ultrassonografia, para seu uso será necessário o uso de um gel solúvel em água para melhorar o contato do aparelho com a pele.

O alongamento será realizado nos dois membros inferiores, você permanecerá deitada sobre uma maca com o tronco fixo com fitas de velcro e a pesquisadora realizará o alongamento elevando a perna sorteada até o momento de desconforto que você irá referir e permanecerá por 30s no caso de você pertencer ao grupo de alongamento estático passivo, caso esteja no grupo de alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptivo, estará na mesma posição, porém anterior ao alongamento de 30s, você terá que fazer força contra durante 6s para baixar a perna contra o pesquisador.

Caso você pertença ao grupo controle, terá apenas duas idas ao laboratório para realizar os testes, fará uma primeira avaliação e após sete semanas retornará para realizar novamente os testes, no período entre as avaliações não irá precisar ir ao laboratório, pois não fará a intervenção de alongamento.

É possível que aconteça desconforto durante os testes de flexibilidade, teste de força e o treinamento do alongamento. Após os testes ainda é possível sentir dor muscular que deve desaparecer em 48h. Os riscos da pesquisa são mínimos, não superiores aos de uma sessão de treino de força e alongamento.

A pesquisa é importante para a prática clínica dos fisioterapeutas, pois trará dados que ajudarão a otimizar a intervenção fisioterapêutica, visto que não há consenso na literatura sobre a técnica de alongamento mais efetiva para o ganho de flexibilidade. Os benefícios esperados são de cunho coletivo. Sua participação será voluntária

Durante a pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com o pesquisador ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação das voluntárias, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Eu, _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com a pesquisadora

responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade em participar desse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura da voluntária

Assinatura da pesquisadora responsável

Dados da Pesquisadora:

Nome: Anelize Cini

Telefone: 55 54 99674342

Endereço Eletrônico: anelizecini@yahoo.com.br

Dados do CEP responsável pela autorização da pesquisa.

Endereço: Avenida Paulo Gama, 110, 7º andar/Prédio da Reitoria - Campus Central

CEP 90040-060- Porto Alegre/RS

Telefone: 55 51 3308-3738

Endereço eletrônico: pro-reitoria@propesq.ufrgs.br

ANEXO 1 - IPAQ

**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA –**

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____ **Idade :** ____

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente**

sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)**

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

_____ horas _____ minutos