
EDUCAÇÃO FÍSICA

CAROLINA PASQUAL CELESTRIN

**EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO DE DIFERENTES
GRUPOS MUSCULARES NO DESEMPENHO MUSCULAR
DE IDOSAS**



Rio Claro
2015

CAROLINA PASQUAL CELESTRIN

EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO DE DIFERENTES GRUPOS
MUSCULARES NO DESEMPENHO MUSCULAR DE IDOSAS

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Gobbi

Co-orientadora: Prof^ª. Doutoranda Luiza Herminia Gallo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela em Educação Física.

Rio Claro
2015

796.19 Celestrin, Carolina Pasqual
C392e Efeito agudo do alongamento de diferentes grupos musculares no
desempenho muscular de idosas / Carolina Pasqual Celestrin. - Rio Claro,
2015
32 f. : il., figs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Sebastião Gobbi
Coorientador: Luiza Hermínia Gallo

1. Educação física adaptada. 2. Déficit de força muscular. 3.
Envelhecimento. 4. Alongamento. I. Título.

Dedico este trabalho a todos
que auxiliaram na minha
formação acadêmica e pessoal,
especialmente a minha mãe
Edi.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos sempre foi à força que me moveu.

A minha família minha eterna gratidão, pois sempre me apoiam em todas as minhas decisões, quedas e vitórias. Especialmente a minha mãe que me criou, educou, “bancou”, orou incansavelmente, me ergueu em todas as fases negativas, se alegrou e se emocionou com as fases boas, sempre foi e sempre será meu ponto seguro e sem dúvida é a melhor companheira que eu poderia ter na vida. Meu pai que mesmo já falecido tenho certeza que está feliz por mais está vitória em minha vida. Meus avós Maria e Acácio que mesmo sem compreenderem muitas coisas são meus maiores exemplos de vida.

Agradeço imensamente ao meu orientador Sebastião Gobbi, que sempre foi e sempre será meu ídolo. Que desde meu primeiro ano me aguenta e mesmo eu chegando desesperada em sua sala em 2012 pedindo que fosse meu orientador, me concedeu essa oportunidade. Para mim ele é um dos grandes responsáveis por diversas vitórias em minha vida acadêmica, não deixando de lembrar minha Iniciação Científica com a FAPESP e meu intercâmbio para a Califórnia nos Estados Unidos com seus tramites intermináveis. Ele foi também além de orientador e professor meu incentivador e amigo.

A minha co-orientadora Luiza que mesmo já finalizando seu mestrado abriu as portas para mim sem pensar duas vezes. Ela além de me ajudar na área acadêmica se tornou uma grande amiga e um exemplo para mim. Sempre me socorreu nos meus momentos de desespero, me mostrando o lado mais simples de ver as coisas.

Ainda, não posso deixar de citar o melhor laboratório que já existiu no universo: o LAFE. Agradeço a convivência com todos os membros que tive a oportunidade de passar esse período da minha vida. Sinto-me privilegiada por todos os aprendizados que tive com todos e pelos exemplos que vou levar onde quer que eu vá. Junto ao LAFE agradeço ao PROFIT, todos os idosos participantes do programa, especialmente as idosas que participaram desta pesquisa e a todos os estagiários e coordenadores.

A esta universidade, seu corpo docente, que é um espelho a ser seguido.

Enfim, a todos meus amigos que torceram por mim e me apoiaram em diversas situações que passei ao longo desses quatro anos. Destacando a turma 1, e agora a turma do Bacharel.

RESUMO

Dentre as inúmeras possibilidades de exercícios físicos, tem sido recomendado que rotinas de alongamento sejam incorporadas a programas de treinamento para idosos, e que estes sejam preferencialmente realizados nos mesmos dias que exercícios com pesos e aeróbios. Entretanto, estudos têm demonstrado que a produção aguda de força muscular pode ser comprometida, caso seja imediatamente precedida de exercícios de alongamento estático (AE). Embora pareça haver uma relação entre o número de grupos musculares alongados e a resposta de força muscular, nenhum estudo foi encontrado analisando tal relação, simultaneamente num mesmo estudo. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito agudo do alongamento de diferentes grupos musculares no desempenho muscular de idosos. Participaram deste estudo 19 idosos, fisicamente ativos ($67,8 \pm 5,3$ anos; $68,9 \pm 12,4$ kg; $157,2 \pm 6,4$ cm). As participantes visitaram o laboratório durante seis dias consecutivos, dos quais três foram destinados à familiarização. Nos três dias subsequentes todas as participantes realizaram as condições experimentais: controle; alongamento apenas do músculo quadríceps; alongamento completo, voltado para os principais grupos musculares envolvidos na extensão de joelhos e quadris. Ambas as condições alongamento foram realizadas com três séries de 30s (volume total de 90s para cada exercício). Todas as condições experimentais foram realizadas com intervalo de no mínimo 24 horas e a ordem de execução das mesmas foi aleatorizada. O transdutor de força foi conectado a um aparelho *leg press*, onde foram feitos os registros da curva força tempo isométrica e da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral. As medidas foram registradas imediatamente após cada condição experimental, durante cinco segundos. Para análise estatística, foram empregados procedimentos descritivos e o teste ANOVA *One way* para medidas repetidas ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatisticamente significativa, entre as condições controle e as outras duas envolvendo os protocolos de AE, foram encontradas na contração voluntária máxima, taxa de desenvolvimento de força pico e em diferentes instantes; da ativação muscular e do retardo eletromecânico. Em conclusão, em idosos fisicamente ativos, o alongamento estático agudo de diferentes grupos musculares (quadríceps isoladamente ou principais músculos envolvidos no *leg*

press), não afeta a ativação muscular e a capacidade de produzir força muscular máxima ou rápida.

Palavras-chave: Déficit de força muscular; Envelhecimento; Alongamento.

ABSTRACT

Among the numerous possibilities of physical exercise, it has been recommended that stretching routines should be incorporated into training programs focused on the elderly population, and that these routines should be preferentially performed on the same strength or aerobic training session. However, studies have shown that muscle strength production can be acutely impaired if it is preceded by static stretching exercises (AE). Although there seems to be a relationship between the number of stretched muscles and strength response, no studies were found examining such relationship in the same study, simultaneously. Thus, the objective of this study is to analyze the acute effect of stretching of different muscle groups on strength performance in older women. Nineteen physically active older women participated in the study (67.8 ± 5.3 years, 68.9 ± 12.4 kg, 157.2 ± 6.4 cm)-usar ponto final em inglês e não vírgula. The participants visited the lab for six consecutive days, three of which were intended to familiarization. Over the next three days, all the participants performed the experimental conditions: control; quadriceps stretching alone and complete stretching, involving the major extensors muscle groups of knees and hips. Both the two stretching conditions were realized with three series of 30s (total volume of 90 seconds for each exercise). All experimental conditions was be performed with an interval of at least 24 hours and order of execution was be randomized. The force transducer was connected to a leg press apparatus, where the isometric force time curve and electromyographic activity of the vastus medial and vastus lateralis were recorded. Measurements were registered immediately after each experimental condition, during five seconds. Statistical analysis comprised descriptive procedures and the One way ANOVA test for repeated measures ($p < 0.05$). No statistically significant differences between the control and the two static stretching protocols conditions were found for maximal voluntary contraction, peak rate of force development and during other different moments of it, muscle activation and electromechanical delay. In conclusion, in physically active older women, the acute static stretching of different muscle groups (quadriceps only or main muscles engaged in the leg press), does not affect muscle activation and the ability to produce maximum or fast muscle strength.

Key words: Muscle strength deficit; Aging; Stretching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVO.....	11
2.1	Objetivos Específicos	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1	Participantes.....	12
3.2	Delineamento experimental.....	12
3.3	Mensuração antropométrica.....	13
3.4	Descrição das condições (C, AQ e AC).....	14
3.5	Avaliação da curva força tempo isométrica (Cf-t isométrica).....	17
3.6	Análise do sinal eletromiográfico (EMG).....	18
3.7	Retardo eletromecânico	19
3.8	Análise estatística.....	19
4	RESULTADOS.....	20
5	DISCUSSÃO.....	23
6	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	30
	ANEXO B – OFÍCIO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM	
	PESQUISA DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP/RIO CLARO.....	32

1 INTRODUÇÃO

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) tem recomendado que rotinas de alongamento estático (AE) sejam empregadas como parte de aquecimento prévio a outros exercícios físicos, bem como forma de treinamento da flexibilidade (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Entretanto, diversos estudos têm demonstrado que a realização de AE previamente à tarefas que envolvam produção de força muscular, podem ter seus desempenhos comprometidos transitoriamente (BEHM; CHAOUACHI, 2011; KAY; BLAZEIVICH, 2012). Este fenômeno tem sido denominado como déficit de força muscular mediado pelo alongamento (BEHM et al., 2011; RYAN et al., 2008). Em recente revisão sistemática, Kay e Blazeivich (2012) apontam que a déficit força muscular após rotinas de AE pode depender, dentre outras variáveis, da relação dose-resposta e do grupo muscular avaliado.

O tempo total que um grupo muscular é submetido ao AE (i.e., volume) tem importantes implicações na magnitude no déficit força muscular. Alguns estudos encontrados na literatura adotaram volumes de AE não condizentes aos empregados em situações práticas, levando ao questionamento de suas validades ecológicas (AVELA et al., 2004; COSTA et al., 2010; FOWLES et al., 2000). Fowles et al. (2000), por exemplo, observaram diminuição de 28% no torque dos flexores plantares imediatamente após um protocolo de AE com duração total de aproximadamente 1800 s (13 repetições de 135 s). Segundo observações de Young (2007), as rotinas de AE empregadas em situações práticas de diferentes modalidades esportivas e recreacionais variam entre 30 e 120 s por grupo muscular.

Embora exista evidência mostrando que maiores aumentos da flexibilidade podem ser obtidos com maiores volumes de AE (i.e., quatro repetições de 60 s), o ACSM (NELSON et al., 2007) tem recomendado, para adultos idosos, volumes de AE entre 30 e 120 s (três a quatro repetições com durações de 10 a 30 s) nos dias em que atividades aeróbias ou de fortalecimento muscular sejam realizadas. Neste sentido, é importante verificar se pequenos volumes de AE podem afetar negativamente o desempenho de força muscular em idosos.

Em adição, o déficit força muscular dos músculos flexores de joelho parece ser mais influenciada pelo AE em comparação ao quadríceps femoral ou flexores plantares (KAY e BLAZEIVICH, 2012). Neste sentido, o número de grupos

musculares alongados pode ser determinante para a ocorrência do déficit de força muscular em exercícios multiarticulares.

Gurjão et al. (2009) alongaram estaticamente (três repetições de 30 segundos) a maior parte dos músculos envolvidos no exercício *leg press* de mulheres idosas e encontraram reduções de 6,5% na contração voluntária máxima (CVM) e 14,1% nos valores da taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP). Em contrapartida, Gurjão et al. (2010) utilizaram protocolo experimental semelhante ao adotado no estudo descrito anteriormente, porém, alongando apenas o quadríceps femoral. Nenhum déficit força muscular isométrica (i.e., CVM e TDFP) no exercício *leg press* foi observado. Resultados similares foram reportados por Gonçalves et al. (2013). Ao considerar as recomendações do ACSM, em que os maiores grupos musculares devem ser alongados previamente aos exercícios de fortalecimento, é importante verificar se o número de músculos submetidos ao AE pode apresentar relação com o déficit de força muscular.

Poucos estudos foram encontrados investigando o déficit de força mediado pelo AE em adultos idosos, evidenciando a falta de consenso na literatura acerca do tema. Porém, exercícios de AE podem promover agudamente alterações na ativação muscular e aumento da complacência da unidade músculo tendínea, influenciando o retardo eletromecânico, a CVM e a TDFP (COSTA et al., 2010; FOWLES et al., 2000; OGURA et al., 2007; RYAN et al., 2008).

Neste sentido, análises da atividade eletromiográfica e da curva força-tempo isométrica podem trazer importantes informações a respeito das estratégias de ativação neural de diferentes grupos musculares e das propriedades mecânicas da unidade músculo-tendão de idosos. Como a flexibilidade é uma capacidade que deve ser desenvolvida em idosos, este estudo pode contribuir para melhorar as recomendações do emprego do AE dentro de um programa de treinamento físico, voltado para o segmento populacional em questão.

Além das variáveis propostas no projeto de Trabalho de Conclusão de Curso, foram acrescentadas as análises de eletromiografia (EMG) e de retardo eletromecânico (REM).

2 OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito agudo do alongamento de diferentes grupos musculares no desempenho muscular de idosas.

2.1 Objetivos Específicos

Em idosas fisicamente ativas, comparar e analisar o efeito agudo do alongamento do quadríceps femoral e dos diferentes grupos musculares envolvidos no exercício *leg-press*:

- Na contração voluntária máxima;
- Na taxa de desenvolvimento de força pico e em diferentes intervalos de tempo (30, 50, 100 e 200 ms relativos ao início da contração);
- Na atividade eletromiográfica (ativação muscular);
- No retardo eletromecânico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Participantes

O cálculo do tamanho da amostra foi obtido por meio pacote computacional G*Power (versão 3.0.1), adotando alfa de 95%, poder estatístico de 80%, efeito do tamanho para F de 0,5 e correlação entre medidas repetidas de 0,5. O número sugerido foi de 10 de participantes. Com quanto o calculo amostral foi de 10 participantes, optamos por ampliar a mostra para 19 mulheres idosas, fisicamente ativas, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: a) idade igual ou superior a 60 anos; b) participação regular em uma das atividades oferecidas pelo Programa de Atividade Física para Terceira Idade (PROFIT), da UNESP – Rio Claro, com frequência de três vezes por semana, durante, pelo menos, três meses; c) não apresentar contra-indicações relativas de ordem mental, neurológica, muscular e/ou ósteo-articular que limitem ou impossibilitem a realização do protocolo de alongamento e avaliação; d) não possuir histórico de lesão no sistema musculoesquelético nos seis meses precedentes ao estudo. Foram excluídas deste estudo as participantes que faltaram em um dos momentos de avaliação. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências – UNESP – Rio Claro (nº protocolo 8389/12). Todas as participantes consentiram em participar do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2 Delineamento experimental

O efeito agudo do AE no desempenho neuromuscular no exercício *leg press* foi examinado utilizando um delineamento aleatorizado (quadrado latino), com medidas repetidas dentro do sujeito (*within-subjects design*). Todas as idosas participantes foram submetidas a todas as condições experimentais, de modo que cada indivíduo foi seu próprio controle.

As participantes visitaram o laboratório durante seis dias consecutivos, com intervalo mínimo de 24 horas entre as visitas. A Figura 1 ilustra o delineamento experimental do estudo. Nas três primeiras visitas, foram realizadas: as mensurações antropométricas (peso e estatura) e familiarização aos procedimentos de alongamento, de avaliação da curva força-tempo (Cf-t) isométrica e da atividade eletromiográfica (EMG). Nas três visitas subsequentes, a Cf-t isométrica e EMG

foram registradas em três tentativas (intervaladas por um minuto), imediatamente após cada uma das três condições experimentais: controle (C, sem alongamento), alongamento apenas do músculo quadríceps (AQ) e alongamento completo (AC) voltado para os principais grupos musculares envolvidos na extensão de joelhos e quadris. Somente uma das três condições experimentais (C, AQ e AC) foi realizada em cada dia.

As participantes foram orientadas a não realizar exercício físico durante o período de avaliações. Todos os procedimentos foram realizados na mesma hora do dia para minimizar possíveis variações circadianas no comportamento da força muscular e foram acompanhados por um profissional de Educação Física.

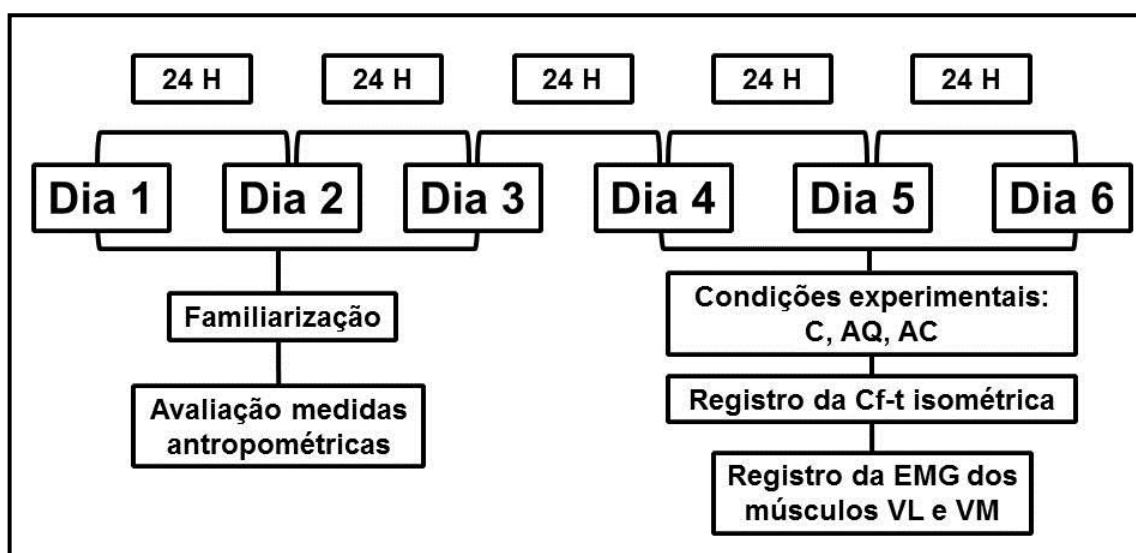


Figura 1. Delineamento do estudo. C=condição controle, sem alongamento; AQ=condição alongamento apenas do músculo quadríceps; AC=condição alongamento completo; Cf-t=curva força-tempo; EMG=atividade eletromiográfica; VM=vasto medial; VL=vasto lateral.

3.3 Mensuração antropométrica

A massa corporal foi obtida em uma balança mecânica, da marca WELMY, com precisão de 0,1kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro, da marca SANNY, fixo na parede, com precisão de 0,01m, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988).

3.4 Descrição das condições (C, AQ e AC)

Para a condição C, as idosas permaneceram deitadas em decúbito ventral sobre uma maca, por um período de tempo similar à duração total da rotina de alongamento AC (~ 10 minutos). O protocolo de alongamento empregado em cada condição (AQ e AC) será diferente quanto aos grupos musculares que foram alongados. Na condição AQ foi alongado apenas o músculo quadríceps (exercício 2 do protocolo de alongamento descrito a seguir), enquanto na condição AC foram alongados os principais grupos musculares envolvidos no movimento de extensão de joelhos e quadris (foram realizados todos os exercícios descritos no protocolo de alongamento).

Protocolo de alongamento:

O protocolo de alongamento foi composto por quatro exercícios de AE passivo, executados sempre no membro dominante da participante, na ordem descrita abaixo. Todos os alongamentos foram realizados com três repetições de 30 segundos de duração (volume total de 90 segundos) e 30 segundos de descanso entre repetições. O volume que foi empregado no presente estudo está de acordo com a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte para adultos idosos (GARBER et al., 2011; NELSON et al., 2007).

- **Alongamento 1:** Em pé com os joelhos semi-flexionados e pés afastados, alinhados aos quadris, a participante foi instruída a flexionar o tronco em direção ao chão. O avaliador permaneceu posicionado ao lado da participante durante todo o exercício, fornecendo apoio quando necessário.



Figura 2: Alongamento dos músculos extensores do quadril e flexores de joelhos.

- **Alongamento 2:** Em pé, o avaliador flexionou um dos joelhos e levou o calcanhar da participante em direção aos glúteos. O exercício foi realizado ao lado de uma maca, na qual a participante pode apoiar-se durante todo o tempo;



Figura 3: Alongamento dos músculos flexores do quadril e extensores do joelho.

- **Alongamento 3:** Sentada no chão, com os pés afastados na direção dos ombros e os joelhos estendidos, a participante foi instruída a flexionar o tronco a frente, com ajuda do avaliador;



Figura 4. Alongamento dos músculos extensores do quadril e flexores de joelhos.

- **Alongamento 4:** Deitada em decúbito dorsal em uma maca, o avaliador flexionou e rotou lateralmente o quadril da participante.



Figura 5. Alongamento dos músculos extensores do quadril e flexores de joelhos.

Todos os exercícios foram realizados na máxima amplitude de movimento, adotada como o início da sensação de dor, à qual a participante foi previamente familiarizada. É importante ressaltar que todos os procedimentos foram acompanhados por um profissional com experiência prévia.

3.5 Avaliação da curva força tempo isométrica (Cf-t isométrica)

O esforço isométrico máximo foi avaliado por meio de um transdutor de força (EMG System do Brasil, 2,000 N). No momento pré-avaliação, as avaliadas foram instruídas a realizar a contração muscular isométrica máxima “tão rápido quanto possível”, durante cinco segundos. Tão logo iniciado o esforço, as participantes foram encorajadas verbalmente a realizar seus esforços máximos. Além do estímulo verbal, cada participante acompanhou visualmente seu desempenho em um monitor acoplado ao conjunto de aparelhos utilizados na avaliação.

A aquisição do sinal proveniente do transdutor de força foi realizada por meio de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil Ltda.) e sincronizada com os registros da atividade EMG. A frequência de amostragem de 2000Hz foi adotada para todos os canais. O sinal obtido do transdutor de força foi armazenado em disco rígido e analisado posteriormente off-line. As análises dos diferentes parâmetros da Cf-t isométrica, CVM e TDF, foram realizados no software MATLAB (The MathWorks, Natick, Massachusetts, USA) versão 6.5.

Como primeiro procedimento, o sinal bruto do transdutor de força foi digitalmente filtrado por um filtro passa-baixa Butterworth de segunda-ordem, zero-lag e frequência de corte de 25 Hz. O início da contração foi definido como o instante de tempo no qual o valor de tensão mensurada excedeu 7,5 N acima da linha de base (AAGAARD et al., 2002). A TDF foi determinada como a inclinação da reta de regressão linear entre os valores de tensão e os instantes de tempo correspondentes a 30, 50, 100 e 200 ms relativos ao início da contração (LAROCHE et al., 2008). A TDF pico foi determinada pelo teste da primeira derivada do sinal do transdutor de força (KLASS et al., 2008). A CVM foi considerada como o maior valor registrado dentro da janela de um segundo a partir da estabilização da força muscular (quando a derivada cruza o zero).

3.6 Análise do sinal eletromiográfico (EMG)

A aquisição da atividade EMG foi obtida por meio de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil Ltda.) de oito canais, com filtro passa banda com frequência de corte entre 20 e 500 Hz, ganho interno de 1000X e modo de rejeição comum >120 dB. A placa de conversão A/D possui resolução de 12 bits e a frequência de amostragem foi de 2000 Hz (DE ANDRADE et al., 2005).

A atividade EMG dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) foi registrada com eletrodos de superfície circulares com área de captação de 10 mm (prata/cloreto de prata). As distâncias centro a centro intereletrodos foi de 23mm. Com o objetivo de diminuir a impedância da pele, foram realizadas abrasão e limpeza com álcool nos locais de fixação dos eletrodos; além da aplicação de uma camada de gel eletrolítico na superfície de captação dos eletrodos. O posicionamento de cada eletrodo está de acordo com as recomendações de Hermens et al. (2000) e os locais foram cuidadosamente marcados sobre a pele na tentativa de assegurar que os eletrodos foram posicionados sempre nos mesmos locais, para os diferentes dias de avaliações.

A amplitude da atividade EMG de ambos os vastos foi obtida por meio da raiz quadrada da média dos quadrados (RMS) dentro da janela de um segundo utilizada para determinar a CVM e para os instantes de tempo referentes a TDF (0-30, 0-50, 0-100 e 0-200 ms). O início da atividade EMG foi determinado quando os valores em μV ultrapassaram 15 μV acima da média do ruído de base (RISTANIS et al., 2011).



Figura 6. Ilustração dos procedimentos para registro da curva força-tempo isométrica (Cf-t) e da atividade eletromiográfica (EMG).

3.7 Retardo eletromecânico

O retardo eletromecânico (REM) foi calculado a partir da diferença de tempo entre o início da ativação muscular e o início da produção mecânica da força, obtido pela Cf-t isométrica.

3.8 Análise estatística

Inicialmente, a normalidade da distribuição dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, seguido de procedimentos descritivos. A homogeneidade de variância e esfericidade dos dados foram verificados pelos testes de Levene e Mauchly, respectivamente. Correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando necessário. Análise de variância (ANOVA) One way para medidas repetidas foi utilizada para verificar a familiarização aos procedimentos de avaliação da CF-t isométrica, o efeito das diferentes rotinas de AE nos parâmetros da curva força-tempo isométrica, amplitude da atividade EMG e retardo mecânico. O nível de significância adotado foi de $\alpha < 0,05$. As informações foram processadas no pacote computacional SPSS, versão 17.0.

4 RESULTADOS

A tabela 1 mostra as características físicas e a idade das participantes do estudo.

Para verificar se as participantes estavam familiarizadas aos procedimentos de avaliação da CF-t isométrica, foi realizado uma ANOVA One way para medidas repetidas, entre os três dias de familiarização, para todas as variáveis analisadas (Tabela 2). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para nenhuma das variáveis analisadas, mostrando estabilidade no desempenho da curva força-tempo isométrica antes das condições experimentais.

Tabela 1. Características físicas e idade, em média e desvio padrão (n=19).

Características	Valores
Idade (anos)	67,8 ± 5,3
Massa Corporal (kg)	68,9 ± 12,4
Estatura (cm)	157,2 ± 6,4
IMC (kg/m ²)	27,7 ± 3,9
IMC = Índice de massa corporal	

Tabela 2. Resultados da contração voluntária máxima (CVM), taxa de desenvolvimento de força (TDF) pico e TDF em diferentes instantes de tempo, nos três dias de familiarização. Valores em média e desvio padrão (n=19).

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	ANOVA One way	
				F	P
CVM (N)	710±167,4	684,9±171,0	671,0±174,5	0,26	0,78
TDFpico (N.s-1)	3509,9±1175,5	3401,1±940,0	3670,6±970,2	0,33	0,72
TDF 0-30ms(N.s-1)	1333,6±743,8	1303,4±373,2	1293,4±549,9	0,03	0,98
TDF 0-50ms (N.s-1)	1758,8±991,7	1709,6±431,4	1796,6±859,2	0,06	0,95
TDF 0-100ms (N.s-1)	2383,6±977	2479,3±631,7	2521,9±760,8	0,15	0,86
TDF 0-200ms (N.s-1)	2298,8±811,8	2448,1±706,2	2399,4±687,2	0,20	0,81

Os resultados da CVM, TDF pico e em diferentes instantes; da ativação muscular (EMG) e do RE, nos três dias de condições experimentais (controle, alongamento quadríceps e alongamento completo), são apresentados nas tabelas 4, 5 e 6, respectivamente.

Conforme pode ser observado, nenhuma diferença estatisticamente significativa entre a condição controle e os dois protocolos de AE foram encontrada para as diferentes variáveis neuromusculares avaliadas.

Tabela 3. Resultados da contração voluntária máxima (CVM), taxa de desenvolvimento de força (TDF) pico e TDF em diferentes instantes, nos três dias de condições experimentais (C= controle; AQ= alongamento quadríceps; AC= alongamento completo). Valores em média e desvio padrão (n=19).

	C	AQ	AC	AVOVA One way	
				F	P
CVM (N)	650,2±163,5	678,8±185,5	691,6±176,5	0,28	0,76
TDFpico (N.s-1)	3578,2±893,9	3467,7±845	3497,7±942,8	0,08	0,93
TDF 0-30ms (N.s-1)	1571,2±674,3	1392,5±433,4	1498,9±623,1	0,45	0,64
TDF 0-50ms (N.s-1)	2043,5±797,1	1842,1±565,8	1985,5±786,1	0,39	0,68
TDF 0-100ms (N.s-1)	2680,1±744,1	2555,1±653,3	2637,1±820,5	0,14	0,87
TDF 0-200ms (N.s-1)	2479±704,1	2457,1±673,4	2498,8±688,3	0,02	0,98

Tabela 4. Valores da amplitude eletromiográfica (Root Mean Square – RMS) dos vastos medial e lateral correspondentes a contração voluntária máxima (CVM) e as taxas de desenvolvimento de força (TDF), em diferentes instantes (0-30, 0-50, 0-100 e 0-200 ms), nos três dias de condições experimentais (C= controle; AQ= alongamento quadríceps; AC= alongamento completo). Valores em média e desvio padrão (n=19).

	C	AQ	AC	AVOVA <i>One way</i>	
				F	P
RMS - Vasto medial					
CVM (µV)	302,2±505,4	207,1±88,4	258,2±237,6	0,40	0,67
TDF 0-30ms (µV)	135,1±51,7	127,7±47,9	139,5±56,2	0,25	0,78
TDF 0-50ms (µV)	148±52,6	143±50,5	155,8±62,3	0,26	0,77
TDF 0-100ms (µV)	177,8±111,4	179,7±79,8	174,9±68,2	0,02	0,98
TDF 0-200ms (µV)	236,9±297,9	225,4±138,8	204,9±96,8	0,13	0,88
RMS - Vasto lateral					
CVM (µV)	237±338,1	164±67,8	163±66,8	0,83	0,44
TDF 0-30ms (µV)	98,8±31,7	105,3±50,2	103,2±43,4	0,12	0,89
TDF 0-50ms (µV)	113,5±51,1	114,3±58,5	116,3±48,4	0,02	0,98
TDF 0-100ms (µV)	136,4±55,9	134±58,4	134,2±59,4	0,01	0,99
TDF 0-200ms (µV)	219,3±300	155,6±65,7	158±64,9	0,75	0,48

Tabela 5. Retardo eletromecânico (RE) para os músculos vastos medial e lateral, nas condições experimentais (C= controle; AQ= alongamento quadríceps; AC= alongamento completo). Valores em média e desvio padrão (n=19).

	C	AQ	AC	AVOVA <i>One way</i>	
				F	P
RE vasto medial (ms)	0,027±0,01	0,028±0,01	0,031±0,008	0,42	0,66
RE vasto lateral (ms)	0,018±0,01	0,017±0,02	0,013±0,01	0,53	0,59

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos agudos do alongamento de diferentes grupos musculares no desempenho muscular de idosas. A hipótese era que o protocolo de alongamento de grande parte dos músculos envolvidos no exercício (condição AC), realizado com 3 três séries de 30 s de duração de AE, proporcionaria diminuição da força muscular, como tinha sido demonstrado anteriormente por Gurjão et al. (2009). Entretanto, nenhum protocolo (i.e., o protocolo AC e o AQ), alterou a produção de força máxima isométrica, a taxa de desenvolvimento de força e ativação muscular (atividade eletromiográfica) dos músculos extensores do joelho e do quadril, em idosas.

Em relação à condição AQ, os resultados encontrados estão coerentes com aqueles encontrados na literatura. Gurjão et al. (2010) e Gonçalves et al. (2013) utilizaram o mesmo protocolo de alongamento adotado neste estudo, três séries, com duração de 30s de AE do músculo quadríceps femoral, e também não observaram alterações significativas nas variáveis dependentes. Hayakawa (2011) buscou investigar os efeitos agudos de diferentes volumes, três séries de 30 e 60 segundos, de alongamento na produção de força muscular de idosos e também não observaram reduções significativas nos valores de CVM e TDF. Em relação à condição AC, Gurjão et al. (2009) observaram queda de 6,5% na CVM e 14,1% nos valores da TDFP.

No tocante aos valores absolutos, Gurjão et al. (2009) utilizaram procedimentos similares ao presente estudo encontrando valores de 925,0N para CVM e 2.672,3N/s para TDFpico, ambos na condição controle. Gurjão et al. (2010), ainda na condição controle, encontraram valores de aproximadamente 900N para CVM e 3500 N/s para TDF. Gonçalves et al. (2013) também na condição controle encontraram 850 N para CVM e 3500 N/s para a TDF pico. A condição AQ do nosso estudo, se assemelha com a condição de Gonçalves et al. (2010) quando encontraram os seguintes valores para a TDF nos instantes: 0-30ms = $1485,3 \pm 415,5$ (N.s-1); TDF 0-50ms= $1841,4 \pm 583,3$ (N.s-1); TDF 0-100ms = $2361,0 \pm 815,0$ (N.s-1) e DF 0-200ms= $2185,0 \pm 713,1$ (N.s-1). Assim, os valores encontrados no presente estudo parecem estar em linha com outros resultados mostrados na literatura.

Com relação à atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), nenhuma alteração que possa ser atribuída à rotina aguda de AE foi observada durante a CVM e TDF, nos diferentes instantes e para os resultados de retardo eletromecânico (RE). Tais resultados também corroboram outros estudos realizados com adultos idosos (GONÇALVES et al., 2013; GURJÃO et al., 2009).

A falta de modificações no retardo eletromecânico dos vastos medial e lateral, TDF pico e TDF nas fases iniciais da produção de força sugere que a complacência da unidade músculo-tendão pode não ter sido alterada. O retardo eletromecânico depende em grande parte do tempo necessário para o alongamento da unidade músculo-tendão e pode apresentar relação inversa com a complacência (CAVANAGH e KOMI, 1979; GROSSET et al., 2009).

Em adultos jovens há forte evidência que volumes de alongamento entre 60 e 90 segundos são suficientes para promover diminuição dos valores de força muscular agudamente (BEHM; CHAOUACHI, 2011; KAY; BLAZEVOICH, 2012). Para a população idosa, poucos estudos foram encontrados (GURJÃO et al., 2009; GURJÃO et al., 2010; HAYAKAWA, 2011; GONÇALVES et al., 2013), entretanto, o déficit de força mediado pelo alongamento parece não acontecer para a população idosa, mesmo quando realizado elevados volumes de AE, como 180 s (GURJÃO et al., 2010; HAYAKAWA, 2011; GONÇALVES et al., 2013). Apenas Gurjão et al. (2009) encontraram reduções na força e tal fato talvez possa estar relacionado à amostra estudada, com idosas treinadas com peso, o que pode ter promovido alterações no sistema muscular, tornando a unidade músculo tendínea mais semelhante à de adultos jovens.

Sobre a contradição do déficit de força muscular mediado pelo AE de acordo com a faixa etária, uma importante variável a ser considerada é o volume empregado, ou seja, a duração total do estímulo. Além disto, é indispensável levar em consideração o efeito das mudanças fisiológicas associadas ao envelhecimento. Importantes alterações neurais e nas propriedades mecânicas da unidade músculo-tendão têm sido reportadas ao comparar adultos jovens e idosos (AAGAARD et al., 2010; GOBLE et al., 2009; KLASS et al., 2008). Estas alterações interferem no comportamento do sistema proprioceptivo e na produção de força muscular.

O ACSM sugere que exercícios de flexibilidade sejam realizados preferencialmente nos mesmos dias que exercícios aeróbios ou de força muscular (GARBER et al., 2011). Com base nos resultados encontrados pode-se inferir que o

alongamento estático, quando realizado previamente a exercícios que exijam a produção de força muscular, não interfere no desempenho. Tal fato que pode ser interpretado positivamente dentro de uma perspectiva prática, considerando que na realização das atividades da vida diária, que idosos podem ser exigidos a realizar movimentos com velocidade e força, como, por exemplo, na tentativa de evitar uma queda e tal movimento não ser prejudicado pela execução de rotina de alongamento anterior.

A alta variabilidade inter-sujeitos dos resultados pode indicar uma possível limitação no estudo, sugerindo-se novos estudos com um número maior de participantes.

Por fim, é importante destacar a originalidade do presente estudo, ao investigar a influência do alongamento estático no desempenho de força muscular tanto para um grupo muscular específico como para um conjunto deles, num mesmo estudo e com as mesmas participantes.

6 CONCLUSÃO

Para mulheres idosas fisicamente ativas, o alongamento estático agudo de diferentes grupos musculares (quadríceps isoladamente ou principais músculos envolvidos no *leg press*), não afeta a ativação muscular e a capacidade de produzir força muscular máxima ou rápida.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v.93, p.1318-1326, 2002.
- AAGAARD, P. et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.20, n.1, p.49-64, 2010.
- AVELA, J., et al., Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 6, p. 2325-32, 2004.
- BEHM, D. G., CHAOUACHI, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 11, p. 2633-51, 2011.
- BEHM, D. G. et al. Relative static stretch-induced impairments and dynamic stretch-induced enhancements are similar in young and middle-aged men. **Applied physiology, nutrition and metabolism**, v. 36, n. 6, p. 790-7, 2011.
- CAVANAGH, P. R., KOMI, P. V. Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 42, n. 3, p. 159-63, 1979.
- CHODZKO-ZAJKO, W.J., et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, p. 1510-1530, 2009.
- COSTA, P. B., et al. Acute effects of passive stretching on the electromechanical delay and evoked twitch properties. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 2, p. 301-10, 2010.
- DE ANDRADE, A.D. et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.15, p.631-9, 2005.
- FOWLES, J. R.; SALE, D. G.; MACDOUGALL, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 1179-88, 2000.
- GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **American College of Sports Medicine. Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p.1334-59, 2011.

GOBLE, D. J. et al. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 33, n.3, p. 271-8, 2009.

GORDON, C.C. et al. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F; MARTORELL, R., editors. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

GONÇALVES, R. et al. The acute effects of static stretching on peak force, peak rate of force development and muscle activity during single- and multiple-joint actions in older women. **Journal of Sports Sciences**, p. 1-9, 2013.

GROSSET, J. F. et al. Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 1, p. 131-9, 2009.

GURJÃO, A. L. D. et al. Acute effect of static stretching on rate of force development and maximal voluntary contraction in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, p. 2149-2154, 2009.

GURJÃO, A. L. D. et al. Efeito agudo do alongamento estático na força muscular de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 12, p. 195-201, 2010.

HAYAKAWA, M. Y. Efeito agudo de diferentes volumes de alongamento estático na contração voluntária máxima de idosas. 2011. Trabalho de Conclusão de curso. (Graduação em Licenciatura em Educação Física) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

HERMENS, H.J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, n.5, p.361-74, 2000.

KAY, A. D.; BLAZEVOICH, A. J. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, p. 154–164, 2012.

KNIGHT, CA, RUTLEDGE, CK, COX, ME, ACOSTA, M AND HALL, SJ. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 81, p. 1206–1214, 2001.

NELSON, M. E., et al. American College of Sports Medicine, American Heart Association. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1094-105, 2007.

OGURA, Y. et al. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring Muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, p. 788–792, 2007.

RYAN, E.D., et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. **Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy**, v. 38, n. 10):632-9. 2008

YOUNG, W. B. The use of static stretching in warm-up for training and competition. **International journal of sports physiology and performance**, v. 2, n. 2, p. 212-6, 2007.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Carolina Pasqual Celestrin, RG 47.435.016-2, aluna do Curso de Educação Física, tendo como orientador o Prof. Dr. Sebastião Gobbi, convido a Senhora para participar de uma pesquisa que será desenvolvida na UNESP, como Trabalho de Conclusão de Curso, que objetiva analisar o efeito agudo do alongamento de diferentes grupos musculares no desempenho de força muscular.

A senhora visitará o Laboratório cinco vezes, sendo dois dias de familiarização aos exercícios de alongamento e avaliações da força muscular. Nos três dias subsequentes será feita a coleta de dados, ou seja: a) um dia de alongamento estático dos principais músculos dos membros inferiores (quatro músculos), com três séries de 30 segundos e avaliação da força muscular; b) um dia de alongamento estático de apenas um grupo muscular dos membros inferiores, com três séries de 30 segundos e avaliação da força muscular; c) um dia controle no qual será realizado apenas a avaliação da força muscular, sem alongamento. A ordem de ocorrência das três condições citadas acima será realizada de forma aleatória (sorteio).

A avaliação da força muscular será feita por meio de esforço isométrico (sem movimento) de membros inferiores, em um aparelho leg press. Durante o teste serão utilizados pequenos eletrodos de superfície para verificar a atividade elétrica dos músculos da coxa. Os eletrodos serão posicionados no início e retirados ao final de cada sessão de avaliação. Para garantir que estes estejam posicionados sempre no mesmo lugar ao longo do experimento, serão feitas marcas na perna da senhora com uma caneta tipo marcador para retroprojektor. É importante ressaltar que a tinta da caneta pode ser facilmente removida durante o banho. Durante todos os procedimentos a senhora utilizará um aparelho que monitora a frequência cardíaca, denominado frequencímetro.

Todos os procedimentos utilizados estão de acordo com os padrões e serão efetuados por pessoas capacitadas. Os riscos de acidentes são mínimos e semelhantes a aqueles da sua vida diária. Conquanto não esperado, poderão ocorrer, ainda que raramente, pequenos desconfortos musculares e lesão muscular de pequena gravidade. As informações obtidas nessa pesquisa poderão aumentar o conhecimento e fundamentar ações de profissionais que orientam atividade física

para idosos. A senhora será acompanhada e assistida durante toda a realização dos exercícios e das avaliações, por profissional habilitado.

Todas as informações coletadas serão divulgadas no meio científico, sendo sua identidade e dados pessoais mantidos em sigilo.

A Senhora poderá tirar qualquer dúvida ou fazer qualquer reclamação em relação aos procedimentos propostos pela pesquisa com o pesquisador responsável ou com os outros membros da equipe antes do início, durante ou após a realização e poderá desistir, a qualquer momento, sem qualquer penalização ou prejuízo para sua pessoa.

Título do Projeto: “EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO DE DIFERENTES GRUPOS MUSCULARES NA CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA E TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA EM IDOSAS”

Pesquisador Responsável: Sebastião Gobbi

Cargo/função: Professor Adjunto

Instituição: Departamento de Educação Física – IB - UNESP – Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela vista – Rio Claro

Dados para Contato: fone 3526-4349

e-mail: sgobbi@rc.unesp.br

Aluna/Pesquisadora: Carolina Pasqual Celestrin

Instituição: Departamento de Educação Física – IB - UNESP – Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela vista – Rio Claro.

Dados para Contato: fone (15)81406345

e-mail: carolina.pc@hotmail.com

Após ter tomado conhecimento dos procedimentos da pesquisa, aceito participar da mesma, assinando o presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que está confeccionado em duas vias, sendo que, uma delas ficará em meu poder e a outra com o pesquisador responsável.

Nome da Participante: _____
 R.G. _____, Data de Nascimento ____/____/____, telefone _____,
 residente na Rua/Avenida _____,
 Bairro _____.

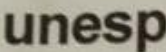
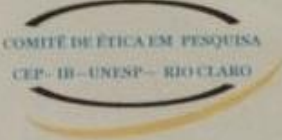
Rio Claro, ____/____/2013.

 Sebastião Gobbi
 Pesquisador Responsável

 Carolina Paqual Celestrin
 Aluna/ pesquisadora

 Participante

ANEXO B – OFÍCIO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP/RIO CLARO

	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" Campus de Rio Claro	
---	--	---

DECISÃO CEP Nº 037/2013

Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 8389 Data de Registro CEP: 21.11.2012	
Projeto de Pesquisa: "Efeito agudo do alongamento de diferentes grupos musculares na contração voluntária máxima e taxa de desenvolvimento de força em idosas"	

Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável: -.- Colaboradores: -.-
Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: Sebastião Gobbi Orientando(a): Carolina Pasqual Celestrin Co-orientadora: Luiza Herminia Gallo
Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: -.- Orientador: -.-

Objetivo Acadêmico:	☒ (x) TCC ☐ () Mestrado ☐ () Doutorado ☐ () Outros – (especificar)
---------------------	---

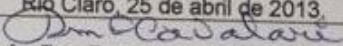
O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua **57ª reunião ordinária, realizada em 22/04/2013**.

()	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
()	Desde que atendidas as pendências apontadas na reunião (vide anexo), aprova o Projeto de Pesquisa acima citado.
(x)	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado.
()	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
()	Não Aprovou .
()	Retirou , devido à permanência das pendências.
()	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha , com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP/MS, por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

→ **"Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados"**

Data de Entrega: Maio de 2015

Rio Claro, 25 de abril de 2013.



Profa. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavalari
Coordenadora do CEP

Instituto de Biociências – Seção Técnica Acadêmica
Avenida 24-A nº 1515 - CEP 13506-900 – Rio Claro - S.P. – Brasil - tel 19 3526-4105 - fax 19 3534-0009 - <http://www.rc.unesp.br>