



UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - UNIPAC
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE BARBACENA – FASAB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

DANIEL VIEIRA BRAÑA CÔRTEZ DE SOUZA, M.e
LILIA APARECIDA COELHO PEREIRA
RENATA VICTOR FERREIRA

CONFIABILIDADE DA MEDIDA DE FLEXIBILIDADE E TENSÃO PASSIVA COM
ELETROGONIÔMETRO E CÉLULA DE CARGA

BARBACENA

2014

CONFIABILIDADE DA MEDIDA DE FLEXIBILIDADE E TENSÃO PASSIVA COM ELETROGONIÔMETRO E CÉLULA DE CARGA

Lília Aparecida Coelho Pereira *

Renata Victor Ferreira *

Daniel Vieira Braña Côrtes de Souza **

Resumo

Com a finalidade de verificar a confiabilidade para a medida de amplitude articular, o presente estudo tem por objetivo: Identificar a consistência interna e a estabilidade das medidas de amplitude de movimento (ADM) e tensão passiva, para o músculo quadríceps nas intensidades máxima (Int.Max) e no ponto de início do desconforto (PID) mediante alongamento, além de quantificar o erro típico de tais medidas. Participaram do estudo oito voluntários do sexo masculino ($28\pm 3,8$ anos, $73,21\pm 7,8$ kg e $174, 33\pm 6,6$ cm) saudáveis e avaliados pelo mesmo examinador. O estudo consistiu em três visitas ao Laboratório para a obtenção de medidas de ADM e de tensão passiva, utilizando o eletrogoniômetro, célula de carga e eletromiografia. O coeficiente de correlação intra-classe (CCI) obtido para amplitude de movimento (ADM) foi de moderado a alto (0,94 para o PID e 0,95 para Int.Máx), enquanto o de tensão passiva foi baixo (0,46 para o PID e 0,22 para Int.Máx). Já o erro típico da medida (ETM) foi maior para o PID do que para a Int. Máx nas duas variáveis analisadas (ADM e tensão passiva). Isso demonstra que a eletrogoniometria é um método confiável para avaliar o arco de movimento, facilitando assim, uma interpretação de resultados em determinadas intervenções de maneira mais confiável e segura.

Palavras-chave: Flexibilidade. Confiabilidade. Goniometria.

*Acadêmicas do 8º período do Curso de Educação Física da Universidade Presidente Antônio Carlos UNIPAC Barbacena – MG - e-mail: Lilia_acp@hotmail.com

**Professor orientador. Mestre em Ciência do Exercício e Esporte pela Universidade Gama Filho, Professor da Universidade Presidente Antonio Carlos – MG – e-mail: danielvbcs@yahoo.com.br

CAPÍTULOS

I.	INTRODUÇÃO	4
II.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
	2.1. Participantes do estudo.....	5
	2.2. Procedimentos gerais.....	5
	2.3. Familiarização e condições experimentais.....	6
	2.4. Análise estatística.....	8
	2.5. Resultados	9
	DISCUSSÃO.....	10
	CONCLUSÃO.....	11
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
	ANEXO.....	13

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Desenho experimental do estudo.....	7
2. Ilustração do posicionamento do sujeito para o teste de amplitude de movimento e tensão passiva.....	7

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	Página
I. Termo de consentimento livre e esclarecido.....	13
II. Autorização de registro fotográfico.....	15

CAPÍTULO I

Introdução

Toda atividade física praticada de forma regular e sistemática envolve avaliações periódicas com a finalidade de verificar o progresso do voluntário em suas valências físicas. Grande parte destas avaliações envolve medidas de amplitude articular para o acompanhamento de um programa de treinamento ou simplesmente para verificar se determinada intervenção tem maior ou menor efeito sobre os níveis de flexibilidade do voluntário.

Um dos métodos utilizados para mensurar a ADM é a fotogrametria, que através da análise de registros fotográficos possibilita a percepção de alterações sutis e a inter-relação entre partes diferentes do corpo humano, facilitando a quantificação da ADM. Esse método mostrou-se uma técnica precisa e um nível de confiabilidade da medida alto (CCI de 0,97 e 0,93) para flexão e extensão de joelho¹. Existem outros métodos para se medir a ADM, como a goniometria que também mostra-se um instrumento de medida confiável.

O goniômetro manual tem a vantagem de ser um instrumento barato, fácil de manusear e as medidas são tomadas rapidamente². Este instrumento possibilita a medida angular entre dois segmentos adjacentes sendo de relativa facilidade de manipulação. Estudos que investigaram a confiabilidade desta medida mostraram boa e alta confiabilidade para medidas do goniômetro manual para flexão na articulação do cotovelo e do joelho CCI= 0,87 e 0,95².

Assim como o goniômetro apresenta uma precisão das medidas, alguns estudos têm utilizado a eletromiografia de superfície para garantir a passividade do alongamento também de forma precisa, pois através dos sinais coletados por esse aparelho é possível perceber se há presença de atividade contrátil ou se realmente a medida foi de forma passiva³⁻⁵. Para complementar mais os estudos a cerca de alongamento passivo, a célula de carga tem sido utilizada em alguns estudos em função de sua praticidade para a medida do torque gerado pelo músculo ao sofrer deformação pelo alongamento⁶⁻⁸.

A rigidez passiva muscular pode ser definida como alterações ocorridas na relação comprimento x tensão do músculo quando o mesmo é alongado passivamente sem a presença de atividade contrátil. Essa rigidez é uma propriedade mecânica relacionada à resistência desses tecidos à deformação^{9, 10}.

Exercícios de alongamento possuem variáveis para treinamento como a duração, número de séries e frequência semanais bem investigados na literatura para aumentar os níveis de flexibilidade. No entanto, poucos estudos investigaram diferentes intensidades do alongamento e seu efeito sobre os níveis de flexibilidade para uma prescrição do exercício mais adequado. Diante disso, o presente estudo tem como finalidade verificar a confiabilidade para a medida de amplitude articular, (1) Identificar a consistência interna (variabilidade intra-dias) e a estabilidade (variabilidade inter-dias) das medidas de flexibilidade e tensão passiva, para o músculo quadríceps nas intensidades máxima e ponto de início do desconforto ao alongamento, além de (2) quantificar o erro típico de tais medidas.

CAPITULO II

Materiais e métodos

2.1. Participantes do estudo

A amostra foi constituída inicialmente por 9 voluntários adultos do sexo masculino, com idade de $(28 \pm 3,8)$ anos, $174 \text{ cm} \pm 7,8 \text{ cm}$, $72 \pm 6,6 \text{ kg}$ e $10\% \pm 3,5\%G$, aparentemente saudáveis e sem experiência em treinamento de flexibilidade. Em razão de problemas com eletrogoniômetro, o nono sujeito foi excluído do estudo. Todos os voluntários que declararem a presença de qualquer lesão osteomioarticular e/ou cirurgia nas articulações envolvidas nos procedimentos experimentais e aqueles que conseguissem tocar o calcanhar no glúteo antes de sentir o máximo do desconforto, seriam excluídos do estudo.

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de ética sob o protocolo: CAAE 0039.0.312.000-09.

Os participantes foram convidados a participar do estudo, através de anúncios e cartazes de convocação que foram espalhados na Universidade Presidente Antônio Carlos unidade de Barbacena.

2.2. Procedimentos gerais

Antes do início do estudo, os voluntários foram convidados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido, onde constam todos os procedimentos a

serem realizados no estudo, assim como uma autorização de registro fotográfico durante a realização de quaisquer procedimentos relacionados à investigação. Uma cópia de ambos os documentos foi destinada a cada um dos voluntários. Ambos os procedimentos estão em conformidade com as normas éticas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96).

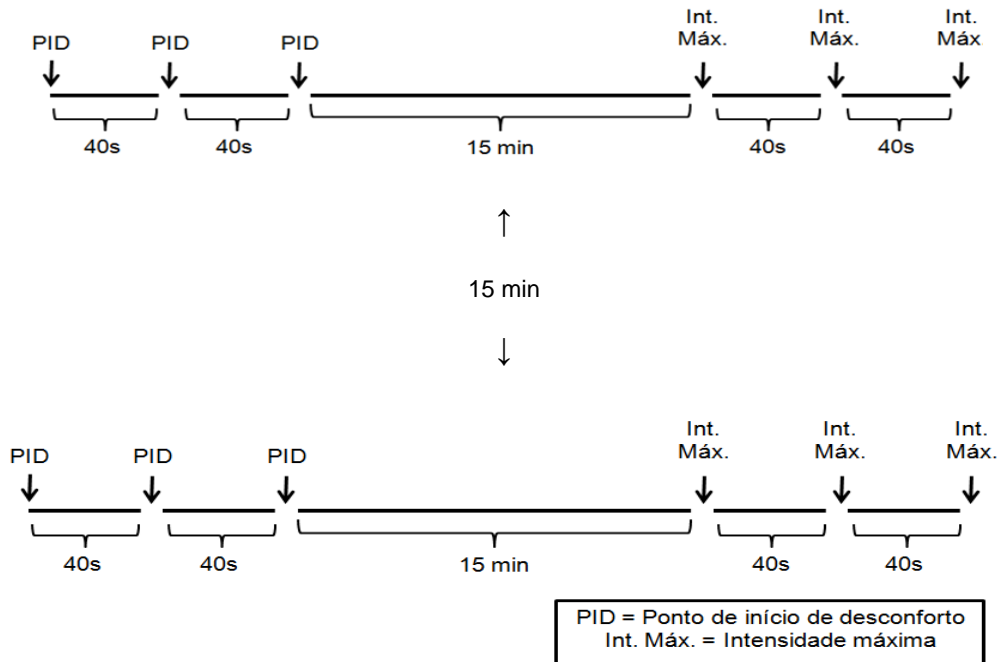
O estudo consistiu em três visitas ao Laboratório de Biomecânica e Fisiologia do Exercício para a obtenção de medidas de ADM e tensão passiva, utilizando o eletrogoniômetro, célula de carga e eletromiografia.

2.3. Familiarização e condições experimentais

Na primeira visita, de familiarização, após a leitura dos documentos, todas e quaisquer dúvidas foram esclarecidas, assim como possíveis riscos inerentes às intervenções. Os voluntários foram orientados quanto à execução de tarefas das próximas visitas, experimentando as duas situações, a do ponto de início do desconforto (PID), e Intensidade máxima do alongamento (Int. Máx.).

Nas duas visitas experimentais, foram realizadas duas intervenções distintas para a medida de ADM e tensão passiva, perfazendo um total de 12 execuções de mobilização passiva do membro analisado por visita. As 3 execuções iniciais de cada visita foram destinadas a detecção do PID e da tensão passiva respectiva a ADM realizada. Para as 3 execuções finais da mobilização passiva, tiveram como meta a identificação da ADM na articulação do joelho, gerando valores máximos de angulação e tensão passiva na Int. Máx.. O intervalo entre as execuções de cada condição (PID e Int. Máx.) foram de 40 segundos, e entre as condições um intervalo de 15 minutos de acordo com a figura 1. Após 15 minutos, foram realizadas mais seis medidas de flexibilidade obedecendo as mesmas condições descritas anteriormente, tanto para o PID, quanto para a Int. Máx..

Figura 1 – Desenho Experimental.



Para as duas situações de cada visita, todos os voluntários foram posicionados em decúbito ventral. O voluntário teve o quadril fixado por uma cinta de velcro® em uma maca. O segmento que sofreu a intervenção da mobilização passiva partiu da extensão da articulação do joelho e quadril. A posição final do PID foi a posição de flexão de joelho onde o voluntário relatou o início de desconforto ao alongamento. Na posição de intensidade máxima do alongamento, a posição final foi a de máxima flexão de joelho, onde o voluntário não mais tivesse ADM. A Figura 2 elucida a posição inicial do teste de ADM e tensão passiva.



Figura 2 – Ilustração do posicionamento inicial do sujeito para o teste de amplitude de movimento e tensão passiva.

As duas situações distintas da mobilização passiva tiveram o mesmo protocolo de movimento passivo utilizando a célula de carga para a medida de tensão passiva do músculo quadríceps, o eletrogoniômetro para ADM e a eletromiografia para garantir a passividade do movimento. Todas as medidas foram sincronizadas através de um conversor analógico digital da marca EMG System de quatro canais e frequência de amostragem de 2.000 Hz. Ambas as condições tiveram como foco, o movimento de flexão da articulação do joelho e alongamento do músculo quadríceps.

A identificação do PID e da Int. Máx. foram obtidas através do relato do voluntário sob sua percepção de desconforto ou dor, respectivamente. Após cada execução de alongamento, os dados referentes a cada movimento, angulação e tensão passiva, foram armazenados para posterior análise.

A qualquer momento que desejasse, o voluntário poderia encerrar os testes por dor ou outro motivo que impedisse a realização do mesmo. A regulagem e o posicionamento dos voluntários para a realização dos testes nas duas visitas foram similares.

2.4. Análise estatística

Os pressupostos conceituais para a utilização de testes estatísticos paramétricos foram testados, sendo assim utilizados testes paramétricos.

O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi utilizado para determinar a associação da confiabilidade relativa das medidas de ADM e tensão passiva obtidas intra e interdias. Com isso, foi calculado: (1) consistência interna da medida de ADM e tensão passiva em cada dia; (2) a estabilidade das medidas de ADM e tensão passiva entre os 2 dias.

O erro típico da medida (ETM), que corresponde ao desvio padrão das diferenças obtidas entre os pares de medidas e a raiz quadrada de dois^{11, 12}, foi utilizado para identificar o valor do erro randômico associado à medida de ADM e tensão passiva.

2.5. Resultados

O Erro Típico da Medida (ETM) foi calculado para as variáveis de ADM e tensão passiva de forma absoluta e relativa. Foram quantificados os erros intradia e interdias. A Tabela 1 demonstra os valores de ETM interdias obtidos pelo o estudo.

Tabela1. Valores do ETM para ADM e tensão passiva interdias.

ADM	PID		Int. Máx.	
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
Tensão	4°	0,06%	2°	0,04%
Passiva	3,69 kgf	0,93%	3,88 kgf	0,23%.

ETM - Erro Típico da Medida; ADM - Amplitude de Movimento; Int. Máx. - Intensidade Máxima.

A tabela 2 mostra os dados referente a confiabilidade das variáveis analisadas interdias e intradias. O CCI para as medidas de ADM foram de moderado a alto tanto inter quanto intradias, já as de tensão passiva foram baixas também nas duas condições, com exceção da medida entre o momento pré e o após da confiabilidade 2 onde o CCI de 0,886.

Tabela 2. CCI para tensão passiva e ADM.

		Visita 1	Visita 2	Visita 1 e	Visita 1 e
		Pré - Após	Pré - Após	Visita 2	Visita 2
				Pré	Após
Tensão passiva	PID	-0,086	0,886	0,444	0,465
	Int.Max.	0,547	0,431	0,095	0,222
ADM	PID	0,815	0,963	0,869	0,943
	Int.Max.	0,843	0,915	0,846	0,959

CCI – Coeficiente de Correlação Intraclasse; ADM – Amplitude de Movimento; PID –

Ponto de Início de Desconforto; Int. Máx. – Intensidade Máxima do alongamento.

Quando analisados os dados do PID para a variável de ADM, este correspondeu a 81,04% da Int. Máx.. Já a tensão passiva correspondeu a 24,86% do PID em relação a Int. Máx..

Para garantir a passividade do movimento durante os testes para ADM, foi utilizado o sinal eletromiográfico, tendo esta variação entre -0,01 e 6,08 μV .

Discussão

O presente estudo teve como objetivo testar a confiabilidade da medida de flexibilidade e tensão passiva utilizando eletrogoniômetro e célula de carga. O primeiro achado mostrou que o ETM foi maior para o PID quando comparado aos valores obtidos na INT. MÁX. em ambas as variáveis (ADM e tensão passiva). Essas variações podem ter ocorrido pela dificuldade do sujeito em identificar o PID, ao passo em que, a INT. MÁX. foi facilmente identificada.

Para a confiabilidade da medida, foi observado CCI de moderado a alto para ADM (0,94 para o PID e 0,95 para a INT. MÁX..) e fraco para a tensão passiva (0,46 para o PID e 0,22 para a INT. MÁX..). Isto pode ter ocorrido devido a maior diferença entre as médias dos valores obtidos na tensão passiva. Esses resultados corroboram com os valores encontrados no estudo de Lustosa¹³, que testou a confiabilidade das medidas de amplitude de movimento da flexão passiva do joelho, por meio da goniometria (CCI 0,95).

Confrontando os achados do presente estudo com os observados na literatura, o PID varia entre 75 e 95 % da intensidade máxima da ADM^{4, 5, 14}, e o presente achado está contido neste intervalo (PID a 81,04% da INT. MÁX.).

O eletromiógrafo é utilizado para garantir a passividade do movimento onde a menor variação do sinal de eletromiografia (EMG) é indicado, pois do contrário o sujeito estaria contraindo a musculatura agonista ao alongamento aumentando desta maneira a tensão passiva. Estudos como o de Branco¹⁵, o sinal de EMG durante o teste de ADM foi de $8,40 \pm 17,90 \mu\text{V}$. Já o presente estudo, variou o sinal de EMG entre -0,01 e 6,08 μV , o que corresponde a uma amplitude de 6,09 μV sendo menor que a média do estudo de Branco.

Conclusão

A utilização do ETM faz-se necessária para a aplicabilidade prática, pois através dele é possível avaliar ganhos reais ao que se refere à ADM e observar as variações de torque de forma mais precisa.

A consistência interna e a estabilidade da medida para a variável ADM demonstraram um CCI de moderado a alto, enquanto para a tensão passiva o CCI encontrado foi fraco. Isso demonstra que a eletrogoniometria é um método confiável para avaliar o arco de movimento, facilitando assim, uma interpretação de resultados em determinadas intervenções de maneira mais confiável e segura.

Referências Bibliográficas

1. César EP, Gomes PSC, Marques CL, Domingos BDÁP, Santos TMD. Confiabilidade intra-avaliador da medida de amplitude de movimento da flexão e extensão do joelho pelo método de fotogrametria. *Fisioterapia e Pesquisa* 2012;19:32-8.
2. Lustosa LP, Silva CWA, Brito JP, Cordeiro RV, Lemos MS. Goniometria e fleximetria: um estudo de confiabilidade e comparação das medidas nas articulações do cotovelo e joelho. *E-Scientia* 2008;1:1-9.
3. Beedle BB, Leydig SN, Carnucci JM. No difference in pre- and postexercise stretching on flexibility. *J Strength Cond Res* 2007;21:780-3.
4. Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 2007;101:587-94.
5. Young W, Elias G, Power J. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46:403-11.
6. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sorensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol* 1996;497 (Pt 1):291-8.
7. Nordez A, Cornu C, McNair P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2006;21:755-60.
8. Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. *J Sports Sci* 2009;27:957-61.
9. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:342-7.
10. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38:632-9.
11. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26:217-38.
12. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000;30:1-15.
13. Lygia Paccini Lustosa CWAS, Juliano Paiva de Brito, Rodrigo Valadão Cordeiro, Marisa da Silva Lemos. Goniometria e Fleximetria: um estudo de confiabilidade e comparação das medidas nas articulações do cotovelo e joelho . *e-Scientia* 2008;v1:1-9.
14. Chagas MH, Bhering EL, Bergamini JC, Menzel HJ. Comparação de duas intensidade diferentes de alongamento na amplitude de movimento. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:99-103.
15. Branco VR, Padovani, C. R, Azevedo, F. M, Alves, N, Carvalho, A. C. . Relação entre a tensão aplicada e a sensação de desconforto nos músculos isquiotibiais durante o alongamento. *Braz j phys ther* 2006;10 (4):465-72.



ANEXO I

Universidade Presidente Antônio Carlos – Barbacena - MG
 Programa de Graduação em Educação Física
 Laboratório de Biomecânica Fisioterapêutica e do Esporte
 Área de Concentração: Atividade Física e Desempenho Humano

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

NÃO É OBRIGATÓRIO O PREENCHIMENTO DESTES FORMULÁRIO

Nome: _____

Endereço: _____

Idade: _____ Identidade: _____

Telefone: () _____ Celular: () _____

Email: _____

Vossa senhoria, acima identificado, está sendo formalmente convidado a participar voluntariamente do estudo intitulado “CONFIABILIDADE DA MEDIDA DE FLEXIBILIDADE E TENSÃO PASSIVA COM ELETROGONIÔMETRO E CÉLULA DE CARGA.”, sob a responsabilidade do professor M.e Daniel Vieira Braña Côrtes de Souza. O estudo tem como objetivos verificar a confiabilidade e estabilidade das medidas de flexibilidade em duas intensidades diferentes de alongamento, além de quantificar o erro típico da medida.

Caso aceite participar do estudo, será necessário o seu comparecimento ao Laboratório de Biomecânica e Fisiologia do Exercício da Universidade Presidente Antônio Carlos, em Campolide, Barbacena, em três visitas com intervalos de no mínimo um e máximo de três dias entre as mesmas. Na primeira visita haverá uma familiarização com os procedimentos das visitas seguintes para a determinação das diferentes intensidades do alongamento. Nas duas visitas subsequentes a familiarização, ocorrerão os teste propriamente ditos.

Nas duas visitas experimentais, serão realizadas seis repetições de alongamento, sendo as três iniciais para a detecção do ponto de início do desconto ao alongamento com um intervalo de 40 segundos entre as repetições. Após 15 minutos, serão realizadas as 3 repetições com o objetivo de identificar a intensidade máxima do alongamento, correspondendo a amplitude máxima de movimento. Após 15 minutos serão realizadas mais seis medidas de flexibilidade da mesma maneira que a descrita anteriormente, tendo cada visita experimental um total de 12 repetições de alongamento.

As execuções de alongamento para a intensidade máxima poderão causar algum desconforto, porém não será diferente da percepção de desconforto de uma sessão de treinamento de flexibilidade. O Laboratório de Biomecânica e Fisiologia do Exercício tem plenas condições materiais para a realização do projeto e o Pesquisador Responsável assume a responsabilidade por possíveis intercorrências durante o estudo.

Caso seja detectada alguma anormalidade antes ou durante os procedimentos deste estudo, a participação será automaticamente vetada. Além disso, a participação no estudo pode ser interrompida a qualquer momento, sem obrigatoriedade de prestar quaisquer esclarecimentos e sem

nenhum ônus. Não haverá qualquer tipo de remuneração pela participação no estudo. Os resultados deste estudo serão utilizados para fins exclusivamente acadêmicos e científicos, podendo ser publicados em revistas científicas e congressos, sendo as identidades dos voluntários mantidas em completo sigilo. Qualquer contato com os investigadores ocorrerá por via telefônica ou eletrônica.

Declaro ter tido todas as minhas dúvidas esclarecidas e, se necessário, tenho toda a liberdade de solicitar novos esclarecimentos aos responsáveis pelo estudo.

_____	_____
Voluntário	Testemunha
_____	_____
Investigador Responsável	Testemunha

Barbacena, _____ de _____ de 2014

Pesquisador Principal
Daniel Vieira Braña Côrtes de Souza
(24) 9266-1470
(32) 3339-4900
danielvbs@yahoo.com.br

Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa sob protocolo: CAAE 0039.0.312.000-09

ANEXO II**Autorização**

Autorizo o registro fotográfico de minha pessoa durante a realização de quaisquer procedimentos relacionados a este estudo, sabendo que será utilizado única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, incluindo exposição em congressos e publicação em literatura especializada. A negativa a esta autorização não inviabiliza minha participação neste estudo.

Voluntário

Investigador Responsável

Barbacena, _____ de _____ de 2014.

Pesquisador Principal

Daniel Vieira Braña Côrtes de Souza

(24) 9266-1470

(32) 3339-4900

danielvbc@yahoo.com.br

Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa sob protocolo: CAAE 0039.0.312.000-09