

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – UFJF
FACULDADE DE FISIOTERAPIA

Higor Melquiades

**CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS MEDIDAS DE FLEXÃO,
EXTENSÃO, ABDUÇÃO E ADUÇÃO HORIZONTAL ATIVAS DO OMBRO
COM O USO DO GONIÔMETRO UNIVERSAL, GONIÔMETRO DIGITAL
EASYANGLE[®] E APLICATIVO *RATEFAST GONIOMETER*[®]**

Juiz de Fora / MG

2018

Higor Melquiades

**CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS MEDIDAS DE FLEXÃO,
EXTENSÃO, ABDUÇÃO E ADUÇÃO HORIZONTAL ATIVAS DO OMBRO
COM O USO DO GONIÔMETRO UNIVERSAL, GONIÔMETRO DIGITAL
EASYANGLE[®] E APLICATIVO *RATEFAST GONIOMETER*[®]**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado à Faculdade de Fisioterapia
da Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito para aprovação na
disciplina Trabalho de Conclusão de
Curso II.

Orientador: Professor Doutor Diogo Carvalho Felício – UFJF

Coorientadora: Bárbara Palmeira Rossi – UFJF

Juiz de Fora/MG

2018

Higor Apolinario Melquiades

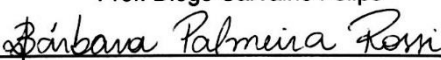
**“CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS
MEDIDAS DE AMPLITUDE DE MOVIMENTO ATIVAS DO
OMBRO COM O USO DO GONIÔMETRO UNIVERSAL,
GONIÔMETRODIGITAL EASYANGLE® E APLICATIVO
RATEFAS GONIOMETER®”**

O presente trabalho, apresentado como pré-requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, da Faculdade de Fisioterapia da UFJF, foi apresentado em audiência pública a banca examinadora e **aprovado** no dia 05 de julho de 2018.

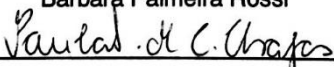
BANCA EXAMINADORA:



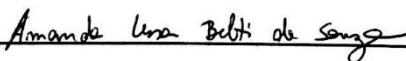
Prof. Diogo Carvalho Felipe



Bárbara Palmeira Rossi



Profa. Paula Silva de Carvalho Chagas



Amanda Lessa Beloti de Souza

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Melquiades, Higor.

CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS MEDIDAS DE FLEXÃO, EXTENSÃO, ABDUÇÃO E ADUÇÃO HORIZONTAL ATIVAS DO OMBRO COM O USO DO GONIÔMETRO UNIVERSAL, GONIÔMETRO DIGITAL EASYANGLE® E APLICATIVO RATEFAST GONIOMETER® / Higor Melquiades. -- 2018.

32 f.

Orientador: Diogo Carvalho Felício
Coorientadora:
Bárbara Palmeira Rossi

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia, 2018.

1. Amplitude de movimento. 2. Goniometria Ombro. 3. Confiabilidade intra-avaliador. I. Felício, Diogo Carvalho, orient. II. Rossi, Bárbara Palmeira, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que permitiu que este trabalho e toda minha caminhada até aqui fosse possível, pois sabe-se que nenhuma folha cai de uma árvore senão segundo a sua vontade.

Agradeço aos meus amigos que tornaram esse trabalho possível: Rita de Cássia Sene e Larissa Rezende, obrigado por se disponibilizarem a serem as modelos para as fotos do trabalho e, falando sobre as fotos, obrigado Lucas Cordeiro por tirá-las em sua maioria para mim, bem como me ajudar a conseguir voluntários. E falando em conseguir voluntários, muito obrigado Gabriel Luiz pela força! Terminei a coleta antes do que esperava graças a você. Obrigado a todos os voluntários dessa pesquisa, em sua maioria alunos da Faculdade de Fisioterapia da UFJF e aos demais.

Um agradecimento especial e muito importante à pessoa que proporcionou a realização dessas coletas da forma como os orientadores e eu planejamos: Dominique de Souza Vieira. Não existe exagero nenhum quando digo que sem você, esse trabalho não teria sido possível. Você o ajudou a acontecer, obrigado de coração!

Aos meus orientadores Professor Doutor Diogo Carvalho Felício e Mestranda Bárbara Palmeira Rossi, por toda a paciência e dedicação do tempo de vocês para ensinar sobre pesquisa e ciência para alguém que ainda está experimentando-a pelas primeiras vezes. Agradeço as sugestões e críticas pois percebo que pude crescer com elas.

RESUMO

Introdução: Instrumentos padronizados e confiáveis são necessários para se ter bons parâmetros de avaliação e evolução. A amplitude de movimento (ADM) é parte importante da avaliação na reabilitação e pode ser mensurada por diferentes instrumentos. Devido à comercialização de novos produtos no mercado, é necessário investigar a viabilidade de utilização na prática e em pesquisas. **Objetivo:** Avaliar a confiabilidade intra-examinador das medidas de amplitude dos movimentos de flexão, extensão, abdução e adução horizontal do ombro de indivíduos saudáveis com os instrumentos Goniômetro Universal (GU), Goniômetro digital *EasyAngle*[®] (GD) e o Aplicativo de Smartphone *RateFast Goniometer*[®] (APP). **Metodologia:** Trata-se de um estudo metodológico, aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFJF (parecer 2.518.078). A seleção da amostra foi por conveniência. Foram incluídos indivíduos hígidos de 18 a 59 anos sem restrição de gênero. Foram excluídos participantes com queixa álgica que inviabilizasse a coleta ou que não comparecesse ao segundo dia de coleta. Os movimentos avaliados foram flexão, extensão, abdução e adução horizontal de ombro com distâncias padronizadas para cada movimento e um limitador físico. A confiabilidade relativa das medidas foi determinada por meio do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), modelo *Two Way Random*, concordância absoluta. **Resultados:** Participaram do estudo 33 indivíduos. A média de massa corporal dos participantes foi de $63,7 \pm 12,0$ kg, estatura de $165,8 \pm 8,6$ cm e IMC de $23,1 \pm 4,0$ kg/m². A confiabilidade das medidas do GD (CCI 0,41-0,73) e APP (CCI 0,28-0,66) foram superiores ao GU (CCI 0,15-0,59). **Conclusão:** Dispositivos mais modernos como o GD e o APP apresentam melhor reprodutibilidade e sua utilização deve ser encorajada.

Palavras-chave: Amplitude de Movimento Articular. Goniometria Articular. confiabilidade.

ABSTRACT

Introduction: Standardized and reliable instruments are necessary to have good evaluation and evolution parameters. Range of motion (ROM) is an important part of rehabilitation assessment and can be measured by different instruments. Due to the marketing of new products on the market, it is necessary to investigate the feasibility of use in practice and in research. **Objective:** To evaluate the intra-examiner reliability of measures of flexion, extension, abduction and horizontal shoulder adduction of healthy individuals with the Universal Goniometer (GU), the EasyAngle® digital goniometer (GD) and the Smartphone Application RateFast Goniometer® (APP). **Methodology:** This is a methodological study, approved by the Research Ethics Committee of UFJF (opinion 2,518,078). Sample selection was for convenience. Healthy individuals aged 18 to 59 years without gender restriction were included. Participants with an allergic complaint that made collection unfeasible were excluded. The movements evaluated were flexion, extension, abduction and horizontal shoulder adduction with standard distances for each movement. The relative reliability of the measurements was determined by calculating the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), Two Way Random model, absolute agreement. **Results:** 33 subjects participated in the study. The mean body mass of participants was 63.7 ± 12.0 kg, height of 165.8 ± 8.6 cm and BMI of 23.1 ± 4.0 kg / m². The reliability of measurements of GD (CCI 0,41-0,73) and APP (CCI 0.28-0.66) were higher than GU (CCI 0,15-0,59). **Conclusion:** More modern devices like GD and APP have better reproducibility and their use should be encouraged.

Keywords: Joint Range of Motion. Articular Goniometry. reliability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
3 METODOLOGIA	10
3.1 DELINEAMENTO E ASPECTOS ÉTICOS	10
3.2 PARTICIPANTES	10
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	10
3.3.1 GONIÔMETRO UNIVERSAL	15
3.3.2 GONIÔMETRO DIGITAL <i>EasyAngle</i> [®]	17
3.3.3 APLICATIVO DE CELULAR <i>RateFast Goniometer</i> [®]	19
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
4 RESULTADOS	23
5 DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Na prática clínica e em pesquisas científicas da Fisioterapia é importante a utilização de instrumentos padronizados e confiáveis para assegurar bons parâmetros de avaliação e evolução. Uma das principais variáveis físicas mensuradas na reabilitação é a Amplitude de Movimento (ADM). O instrumento mais utilizado para medição da ADM é o Goniômetro Universal (GU), trata-se de um instrumento com baixo custo e portátil (MARQUES 2003; MANNION et al 2000).

Apesar de amplamente utilizado, alguns estudos sinalizam resultados inconsistentes com o GU. Venturini et al (2006) observaram CCI intra-examinador de 0,3 a 0,7 para o movimento de dorsiflexão de tornozelo, o que também suscita dúvidas sobre a sua utilização na prática clínica.

Para análise da ADM existem outros instrumentos disponíveis, por exemplo, os Goniômetros Digitais (GDs) e aplicativos de celular. Dentre os GDs, há o *EasyAngle*[®] (Meloq[®]) que foi desenvolvido na Suécia e é baseado em uma unidade de medição inercial constituída por um acelerômetro de três eixos e um giroscópio de três eixos. Esse dispositivo utiliza um sensor com um algoritmo que associa as informações do giroscópio e do acelerômetro para resultar em melhores medidas nos planos frontal, sagital e transversal. Até o momento, poucos estudos foram conduzidos avaliando a confiabilidade das medidas com o *EasyAngle*[®]. Lind et al (2015) avaliaram a confiabilidade de uma versão protótipo do *EasyAngle*[®] denominada de G4.1 para as medidas de flexão ativas e passivas de joelho tendo observado um CCI de 0,87 a 0,89 para as medidas de extensão ativas, enquanto para as passivas o CCI foi de 0,91. Fröjd (2016) verificou que a confiabilidade inter-avaliador com o GD variou de alta a muito alta para os movimentos de flexão, abdução, rotação interna e externa de quadril de indivíduos com osteoartrite (CCI 0,83 a 0,96). O aparelho possui alguns facilitadores como o visor digital, tamanho pequeno e baixo peso que facilitam o seu manuseio.

O GD *EasyAngle*[®] considera qualquer posicionamento inicial como zero grau, independentemente da posição inicial que o dispositivo foi colocado. À sua criação, o projeto “EasyAngle” foi concebido tendo como pilar a hipótese de que as medidas com esse dispositivo seriam mais fáceis de se adquirir em relação às com o Goniômetro Universal, já que, com o *EasyAngle*[®] as medidas dos ângulos articulares são menos

afetadas pela forma do corpo do paciente bem como pela facilidade no manuseio do dispositivo. Resultados preliminares apontam boas características clinimétricas do instrumento. (HOVING et al 2002; LIND 2015; DERHON et al 2017).

Também como opção às práticas atuais, os aplicativos de celular surgem como facilitadores do processo de avaliação fisioterapêutica e estão se tornando uma realidade devido a facilidade para adquiri-los e utilizá-los. Os *Smartphones* atuais já apresentam em seu arcabouço tecnológico os sensores de inclinação, e a partir de então foram desenvolvidos aplicativos capazes de mensurar os deslocamentos realizados por esses dispositivos. Na maioria das vezes os aplicativos são gratuitos para *download* além de apresentarem boa reprodutibilidade. (CADOGAN et al 2011; KUEGLER et al 2015)

Otter et al (2015) utilizaram o aplicativo *Dr. Goniometer*[®], para avaliar a flexão da primeira articulação metatarsfalangiana e encontraram CCI intra-avaliador superior a 0,70 para os oito avaliadores. Derhon et al (2017) avaliaram a confiabilidade intra-examinador da extensão de joelho com o aplicativo goniométrico *ROM*[®] e encontraram um coeficiente de correlação intraclass superior a 0,80 para os três avaliadores. Cuesta-Vargas e Roldán-Jimenez (2016) avaliaram a abdução do ombro e encontraram um CCI intra-avaliador muito alto de 0,99 com o aplicativo *mROM* em indivíduos com patologias no ombro. Um outro aplicativo disponível, instrumento do presente estudo, é o *RateFast Goniometer*[®], desenvolvido por uma empresa de informática Californiana (*RateFast*[®]) e que custa aproximadamente R\$3,00 na *Apple Store*. O aplicativo usa um mecanismo semelhante ao *EasyAngle*[®] e que vem embutido em qualquer celular simples que é um sensor de inclinação no eixo anteroposterior. Do conhecimento dos autores, não foram localizados estudos com o aplicativo supracitado apesar de ser utilizado no contexto clínico.

A articulação do ombro é complexa, tridimensional e acometida por diversas disfunções que necessitam de avaliação e intervenção fisioterapêutica. Dessa forma, avaliações com instrumentos que possuam boas características clinimétricas são importantes. Devido à comercialização de novos produtos no mercado, é necessário investigar a viabilidade de utilização na prática clínica e em pesquisas. (PORTNEY & WATKINS 2002; DERHON et al 2017; MULLANEY et al 2010).

2 OBJETIVOS

Avaliar a confiabilidade intra-examinador das medidas de amplitude dos movimentos de flexão, extensão, abdução e adução horizontal do ombro de indivíduos saudáveis comparando o Goniômetro Universal, o Goniômetro digital *EasyAngle*[®] e o Aplicativo de Smartphone *RateFast Goniometer*[®].

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO E ASPECTOS ÉTICOS

Trata-se de um estudo metodológico. O projeto de pesquisa foi submetido ao comitê de ética em pesquisa da UFJF e aprovado sob o parecer 2.518.078. Todos os indivíduos foram esclarecidos quanto aos objetivos da pesquisa e os voluntários que concordam em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO I).

3.2 PARTICIPANTES

O tamanho da amostra foi estimado utilizando a referência de Walter et al (1998), considerando $H_0 = 0.4$, $H_1 = 0,75$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0,2$, $n=2$ resultando em, no mínimo, 33 indivíduos.

A seleção dos participantes foi por conveniência. Participaram do estudo, indivíduos hígidos, de 18 a 59 anos de idade, sem restrição de gênero. Foram excluídos do estudo participantes que apresentaram queixa álgica que impedisse a realização dos testes. Os dados foram coletados no Laboratório de Análise do Movimento (LAM) na Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

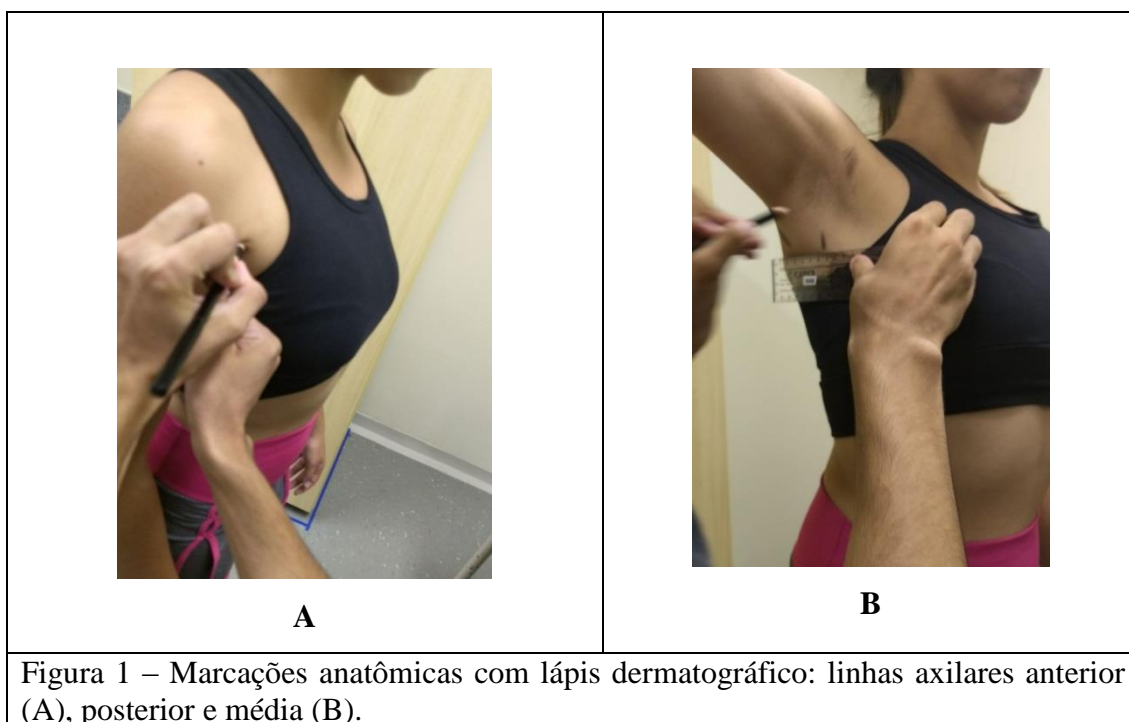
Um primeiro pesquisador, acadêmico do curso de fisioterapia, com familiarização com os instrumentos da pesquisa após testes pilotos com 4 voluntários conduziu a coleta de dados, enquanto uma segunda pesquisadora realizou a leitura e registro das aferições para garantir o cegamento do avaliador. O intervalo entre as avaliações foi de uma semana seguindo as diretrizes do estudo *The Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies* (GRRAS) (KOTTNER et al 2011). As avaliações foram realizadas durante a tarde para minimizar os efeitos do ciclo circadiano. Os participantes foram instruídos a não realizarem aquecimento ou demais atividades físicas por pelo menos 2 horas antes do

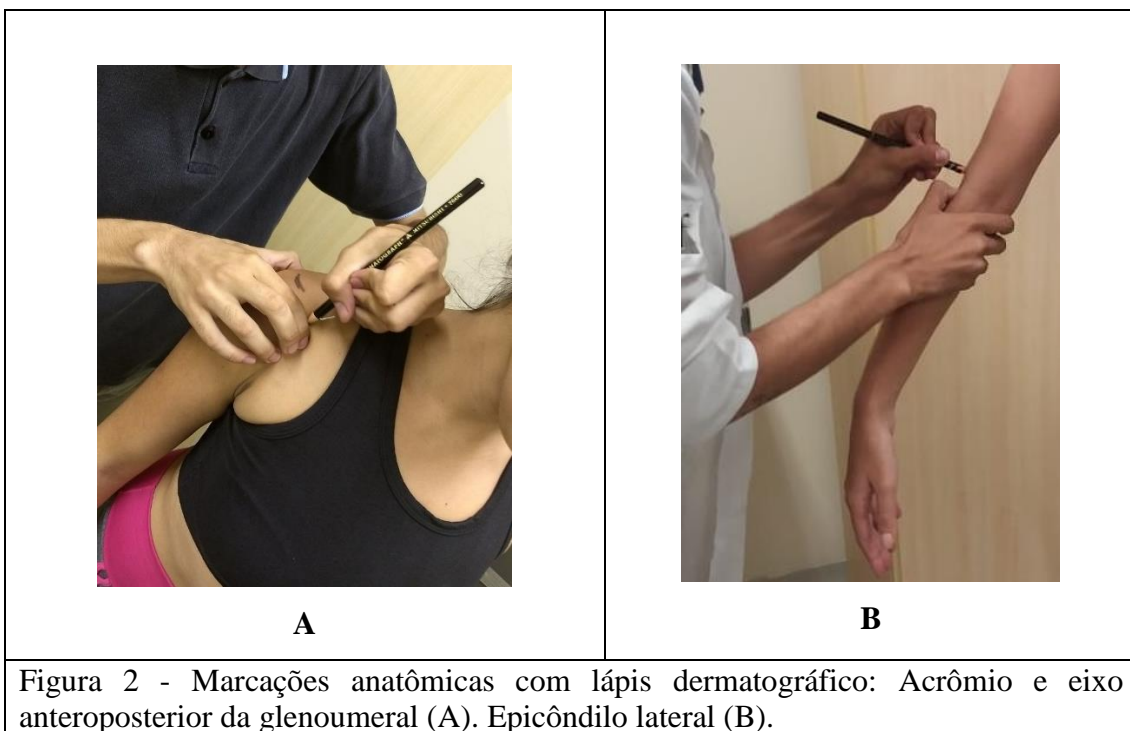
horário previsto para a coleta de dados, a fim de evitar adaptação visco elástica dos músculos envolvidos no estudo (VENTURINI et al 2006).

Para caracterizar a amostra foram coletadas informações referentes à idade, sexo, massa corporal, estatura e dominância. Os voluntários permaneceram descalços, sem camisa ou top para proporcionar marcação e visualização dos referenciais anatômicos. As medidas com os três dispositivos foram aleatorizadas por meio do aplicativo “Sorteio” da *Startup Labs*[®], e assim também foi aleatorizada a ordem dos movimentos.

As coletas foram sistematizadas da seguinte forma:

- 1) Registro dos dados antropométricos no primeiro dia de coleta.
- 2) Posicionamento do participante de pé para marcação dos seguintes referenciais anatômicos com lápis dermatográfico (*Mitsubishi*[®]): Linhas axilares anterior, posterior e média, acrômio, eixo anteroposterior da articulação glenoumeral, epicôndilo lateral do úmero e III dedo.

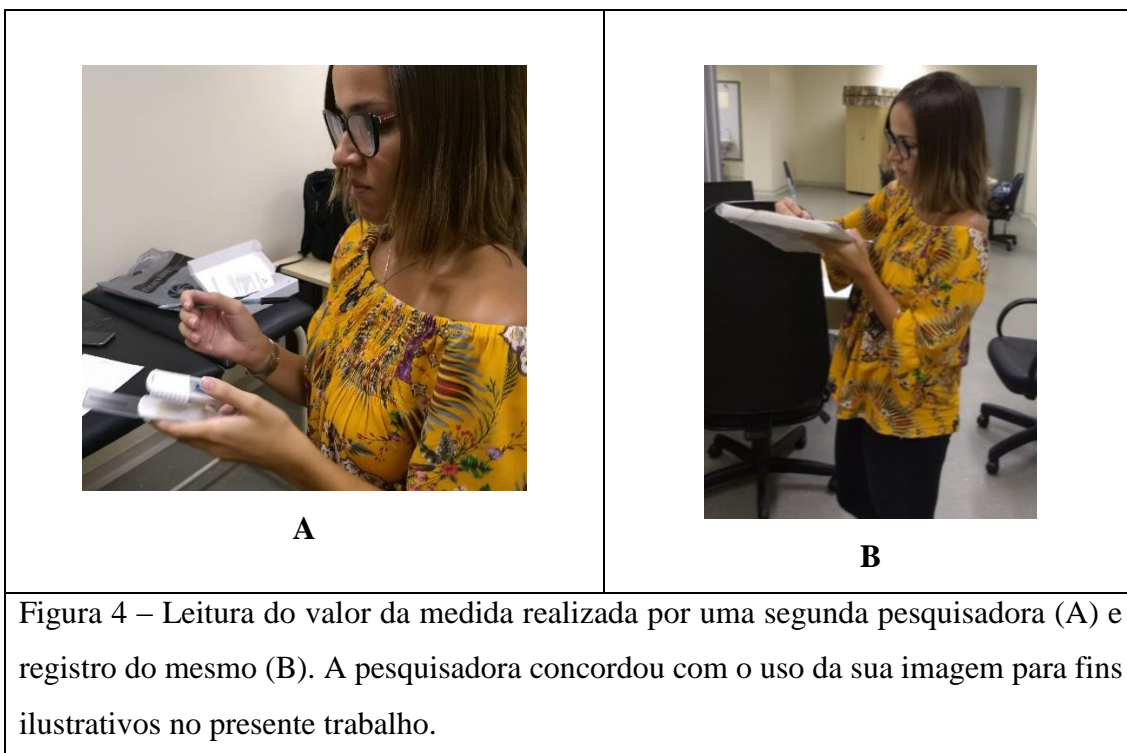




- 3) Familiarização com o movimento;
- 4) Posicionamento do dispositivo;
- 5) Realização de cada movimento de pé e ativamente para a medição do lado dominante com cada dispositivo seguindo a ordem mostrada pelo aplicativo “Sorteio” e os movimentos do ombro: flexão, extensão, abdução, e adução horizontal, também

seguindo a ordem do sorteio pré-estabelecido antes de iniciar a coleta de cada participante. As medidas foram realizadas três vezes seguindo os comandos “*Pode fazer*” para o participante realizar o movimento e “*Pode voltar*” para que ele retornasse à posição inicial. Para a análise posterior dos dados foi considerada a média dos valores.

6) Leitura e registro do valor de cada medida por uma segunda pesquisadora previamente treinada.



Afim de evitar diferença nas medidas da angulação de um mesmo voluntário entre primeira e segunda avaliação foi utilizada uma barreira fixa delimitada no chão, afastada 7cm da parede. Tal barreira, tipo caixote retangular padronizado, mede 1,58m (altura) x 0,85m (largura) x 0,5m (profundidade). Demarcações no chão com cores variadas, foram feitas para posicionar os voluntários e impedir erro na validade interna. Uma marca de cor amarela foi estabelecida para o movimento de flexão a 40 cm de distância da face anterior da barreira. Para o movimento de extensão foi estabelecida uma marca na cor verde a 30 cm da barreira, para a abdução na cor azul a 60 cm da barreira e duas vermelhas para a adução horizontal a 35 cm de distância anteriormente à barreira e 20 cm de distância de suas bordas laterais. Para a realização dos movimentos, o participante devia estar descalço e com os pés juntos para avaliação do lado dominante.

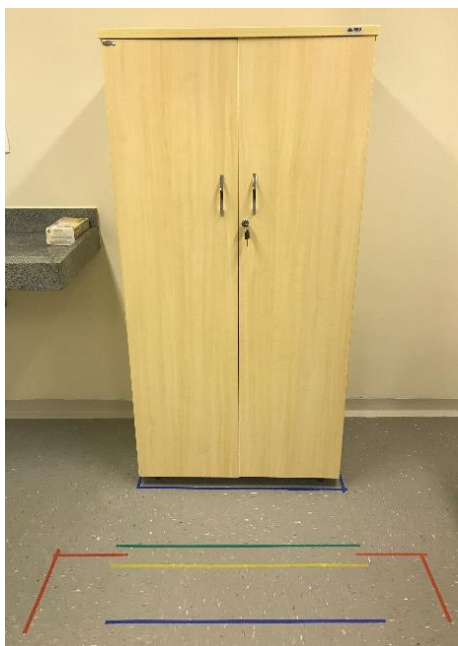


Figura 5 - Demonstrando as marcações no solo e a estrutura utilizada como limitador dos movimentos

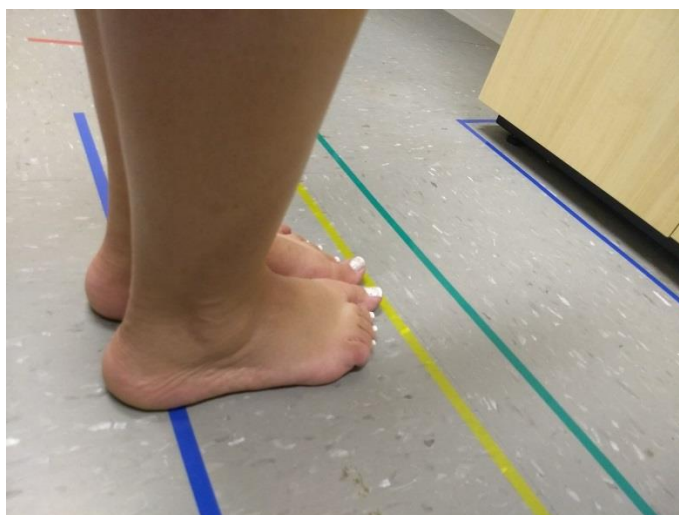


Figura 6 – Demarcações no solo: linha verde para o movimento de extensão, linha amarela para o de flexão (onde a voluntária está posicionada), azul para o de abdução e vermelha (ao fundo) para o movimento de adução horizontal.

A limitação do movimento proposta tem o objetivo de evitar a sensação final mole do ombro, que é o encontro de estruturas moles no fim do arco de movimento, que poderia para alguns indivíduos, ultrapassar o limite fisiológico, comprometendo assim, a confiabilidade do estudo segundo Von, E. & Kocker, S. (2017).

A seguir estão descritos os posicionamentos para cada avaliação. Durante as mensurações, os dispositivos tiveram seus visores vedados e assim foi o eixo do GU.

3.3.1 GONIÔMETRO UNIVERSAL

Foi utilizado o Goniômetro Universal (Carci[®]) (FIGURA 16A) e como referências anatômicas/posicionamento do participante foi utilizado o protocolo de Marques (2003). A seguir o posicionamento do instrumento/participante, respeitadas as marcas no solo citadas anteriormente.

Flexão/extensão: participante de pé, de frente para o limitador na flexão e de costas na extensão, braços pendentes ao lado do corpo, palma da mão voltada medialmente. O braço fixo do goniômetro foi posicionado na linha axilar média do tronco, o braço móvel alinhado lateralmente no úmero voltado para o epicôndilo lateral e o eixo do goniômetro na direção do acrômio.

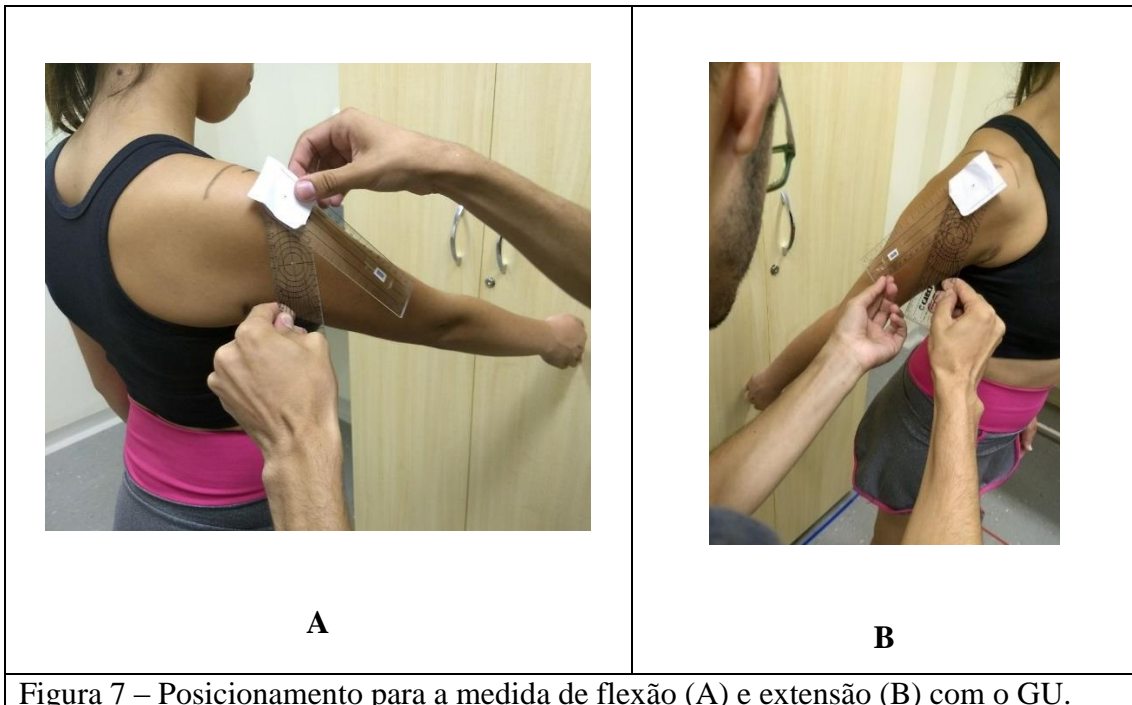


Figura 7 – Posicionamento para a medida de flexão (A) e extensão (B) com o GU.

Abdução: participante de pé, palma da mão voltada anteriormente. O braço fixo do goniômetro foi alinhado com a linha axilar posterior do tronco, o braço móvel na superfície posterior do braço voltado para o dorso da mão e o eixo na direção do acrômio.

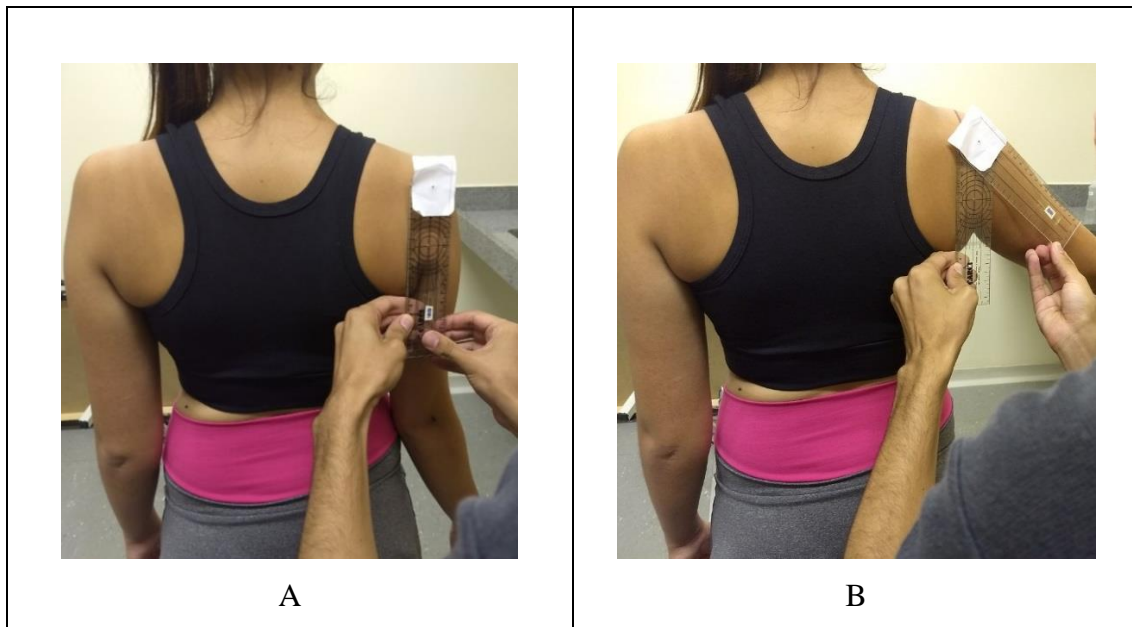


Figura 8 - Posicionamento para a medida de abdução (A – inicial; B - final) com o GU.

Adução horizontal: participante de pé, ombro em 90° de flexão, cotovelo estendido e a palma da mão voltada para baixo. O braço fixo do goniômetro paralelo à linha mediana anterior, braço móvel sobre a superfície lateral do úmero e com o eixo do goniômetro sobre o eixo anteroposterior da articulação glenoumeral.

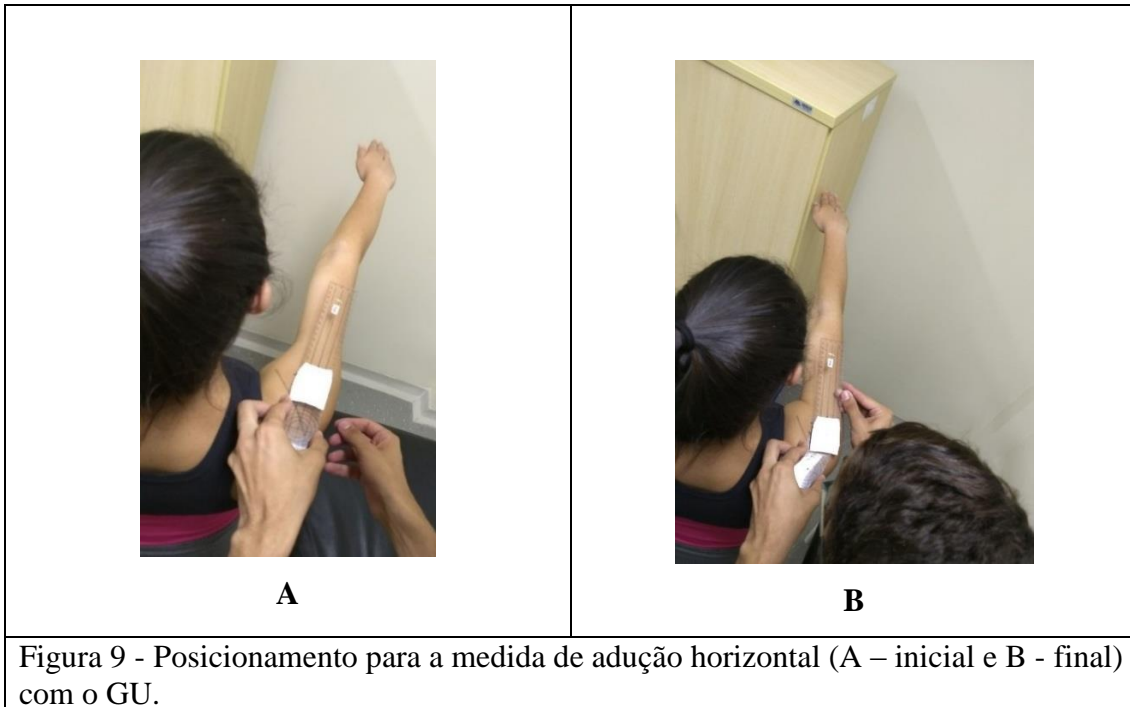


Figura 9 - Posicionamento para a medida de adução horizontal (A – inicial e B - final) com o GU.

3.3.2 GONIÔMETRO DIGITAL *EasyAngle*[®]

Foi utilizado o Goniômetro Digital *EasyAngle*[®] (Meloq[®]) modelo 2001006 (FIGURA 16B) com a régua de orientação que acompanha o dispositivo fixada e teve como referências anatômicas/posicionamento do participante o protocolo de Marques et al (2003) além das recomendações do fabricante disponíveis em (www.easyangle.eu). A seguir o posicionamento do instrumento/participante, respeitadas as marcas no chão citadas anteriormente.

Flexão e extensão: participante de pé, braços pendentes ao lado do tronco e com a palma da mão voltada medialmente. O dispositivo foi alinhado no terço médio lateral do úmero.

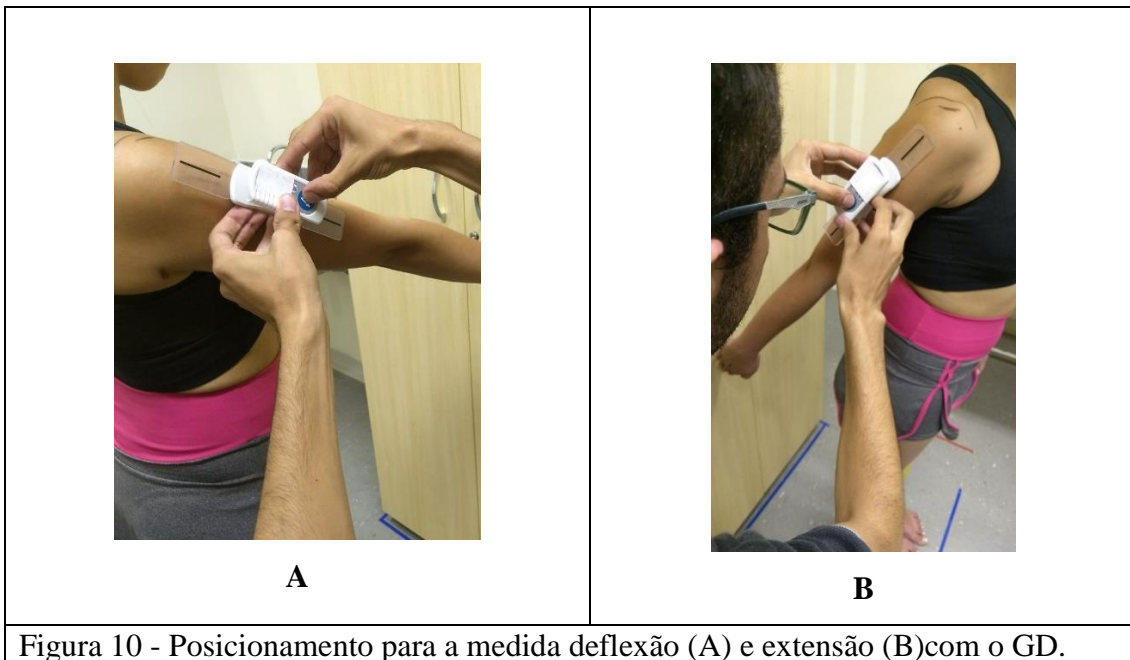


Figura 10 - Posicionamento para a medida deflexão (A) e extensão (B) com o GD.

Abdução: participante de pé, braços pendentes ao lado do tronco com a palma da mão voltada anteriormente. O dispositivo foi posicionado no terço médio lateral do úmero e voltado para o dorso da mão (III dedo).

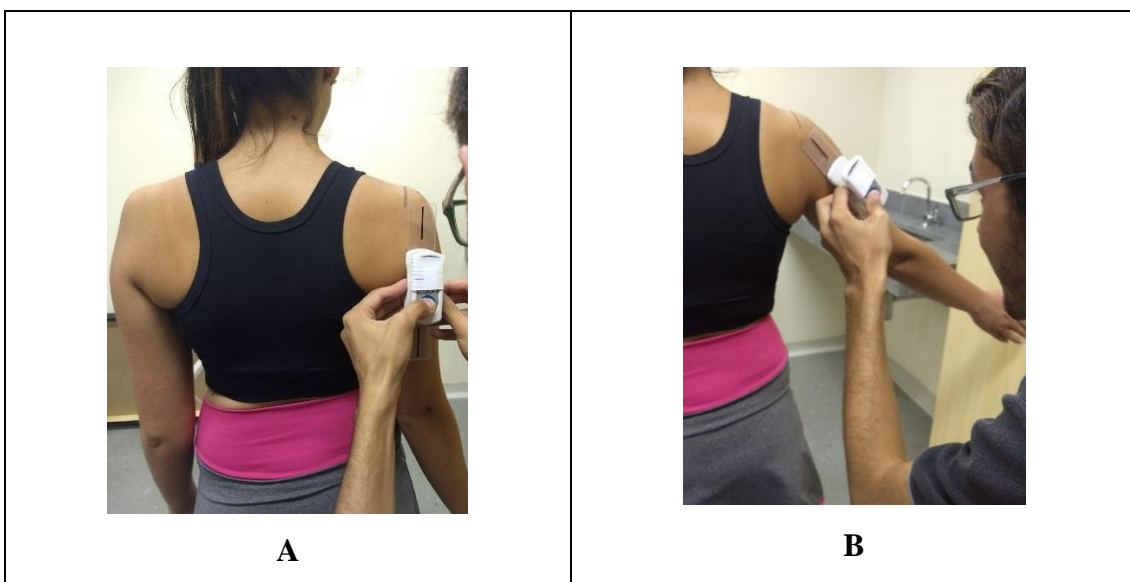
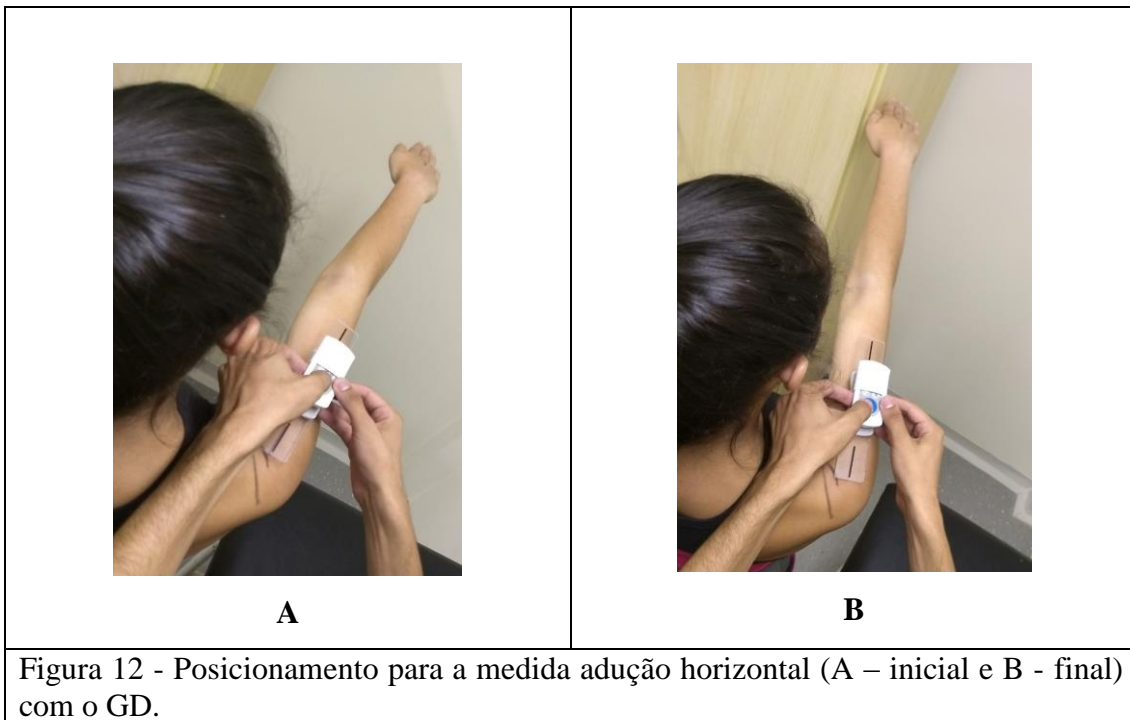


Figura 11 - Posicionamento para a medida abdução (A – inicial e B - final) com o GD.

Adução horizontal: participante de pé, ombro em 90° de flexão, cotovelo estendido e a palma da mão voltada para baixo. O dispositivo foi posicionado no terço médio lateral do úmero, e voltado para o dorso da mão (III dedo).



3.3.3 APLICATIVO DE CELULAR *RateFast Goniometer*[®]

Foi utilizado o aplicativo *RateFast Goniometer*[®] versão 1.3 para IOS 11 (FIGURA 16C) em um smartphone iPhone 7 modelo A1778 da marca *Apple*[®], e como referências anatômicas/posicionamento do participante foi utilizado o protocolo proposto para o Goniômetro Digital *EasyAngle*[®].



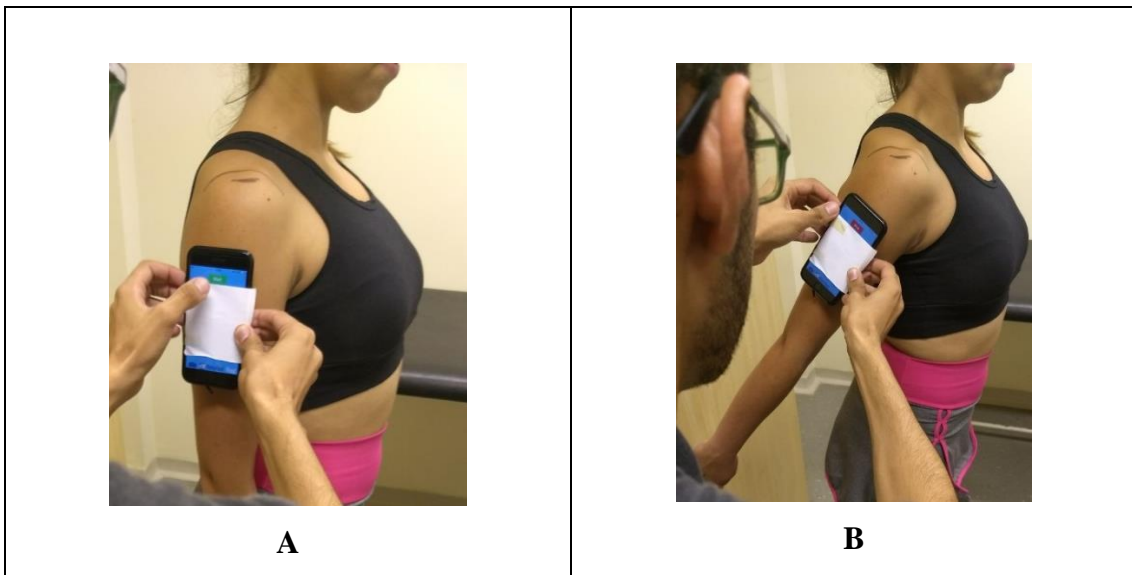


Figura 14 - Posicionamento para a medida extensão (A – inicial e B - final) com o APP.

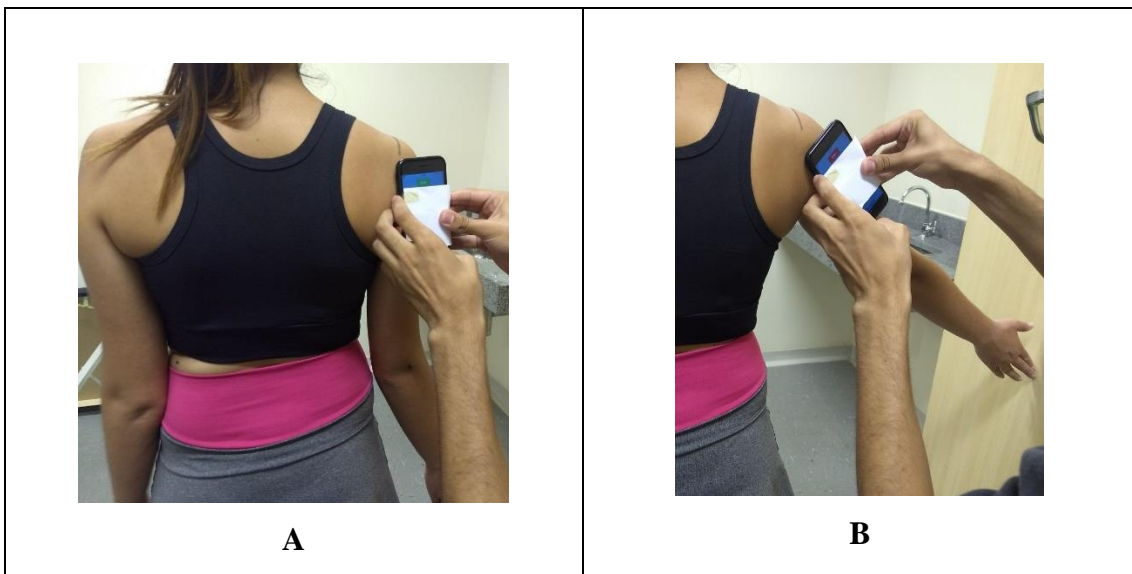
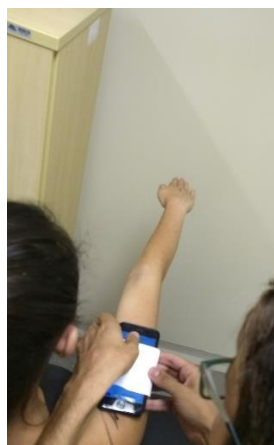


Figura 15 - Posicionamento para a medida abdução (A – inicial e B - final) com o APP.

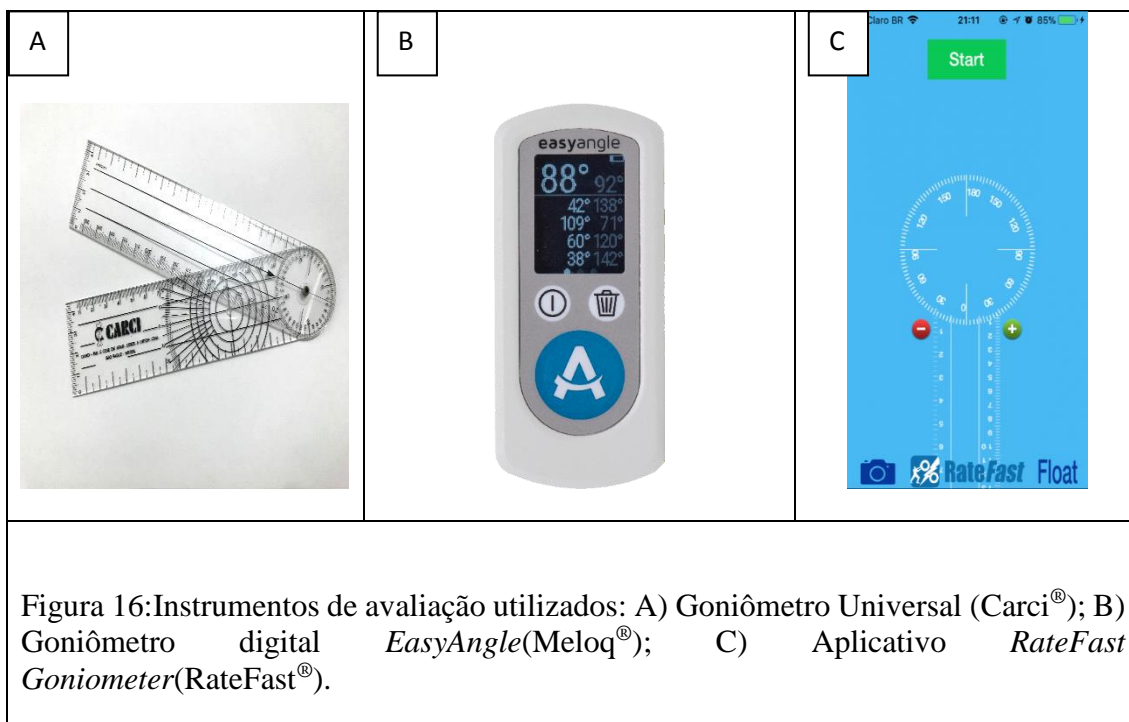


A



B

Figura 16 - Posicionamento para a medida adução horizontal (A – inicial e B - final) com o APP.



3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos dados obtidos foi realizada uma análise exploratória por meio do cálculo de medidas de tendência central de todas as variáveis analisadas. A confiabilidade relativa das medidas foi determinada por meio do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), modelo *Two Way Random*, concordância absoluta. Os valores de referência para o CCI, no presente estudo foram os descritos por Jonhson e Gross (1997), sendo considerada confiabilidade pequena até 0.25; baixa 0.26-0.49; moderada 0.50-0.69; alta 0.70-0.89 e muito alta acima de 0.90. A partir do CCI foi determinado a confiabilidade absoluta por meio do Erro Padrão da Medida (EPM). As análises foram processadas utilizando o programa estatístico *SPSS for Windows* na sua versão 17.0.

4 RESULTADOS

Participaram do estudo 33 indivíduos, sendo 06 homens e 27 mulheres. A média de massa corporal dos participantes foi de $63,7 \pm 12,0$ kg, estatura de $165,8 \pm 8,6$ cm e IMC de $23,1 \pm 4,0$ kg/m². Na tabela 1 estão expressos os valores descritivos e os resultados de confiabilidade relativa e absoluta das medidas.

Tabela 1: Análise descritiva das variáveis e confiabilidade relativa e absoluta (n=33).

Instrumento	Primeira avaliação	Segunda avaliação	CCI (2,1)	EPM (em graus)
Goniômetro Universal				
Flexão	44,7±8,0	45,4±6,8	0,59	4,7
Extensão	35,5±6,0	36,4±4,3	0,29	4,4
Abdução	49,3±9,1	48,3±6,2	0,53	5,3
Adução horizontal	21,6±3,4	19,7±3,9	0,15	3,3
Goniômetro Digital				
Flexão	47,2±8,1	47,0±7,5	0,73	4,0
Extensão	31,2±5,5	31,2±4,3	0,50	3,4
Abdução	48,5±11,9	49,3±9,4	0,62	6,6
Adução horizontal	23,6±4,1	23,1±3,9	0,41	3,0
Aplicativo				
Flexão	46,1±7,7	46,1±6,8	0,66	4,2
Extensão	31,0±4,9	32,0±4,2	0,56	3,0
Abdução	47,4±10,4	45,0±8,3	0,65	5,5
Adução horizontal	23,9±5,6	23,9±3,9	0,28	4,0

Legenda: CCI = Coeficiente de Correlação Intraclasse; EPM = Erro Padrão da Medida.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve o objetivo de avaliar a confiabilidade intra-examinador das medidas de amplitude dos movimentos de flexão, extensão, abdução e adução horizontal do ombro dominante de indivíduos saudáveis comparando o GU, GD e o APP. Dos três dispositivos utilizados para as mensurações, constatou-se que o Goniômetro Digital *EasyAngle*[®] e o aplicativo *RateFast Goniometer*[®] apresentaram os maiores valores de CCI.

O GU é considerado padrão-ouro nas avaliações de ADM e é utilizado por clínicos amplamente para registro e comparações dos resultados. Em uma comparação do GU com um Nível Digital usado em construção civil (*Smart tool*[®]) para os movimentos do ombro de flexão, rotação interna e externa feita por Mullaney et al (2010), encontraram valores satisfatórios de CCI intra-avaliador que variaram de 0,91 a 0,99. Ainda assim, os autores sugerem uma maior facilidade no manuseio do Nível Digital em relação ao GU por haver somente um braço para manusear. Com o GU, na mensuração passiva do movimento, o avaliador necessitará de destreza pois precisará manusear braço fixo, braço móvel e ainda o membro do paciente.

Adicionalmente, estudos têm apontado inconsistências nas medidas utilizando o GU. Dos Santos et al (2012) observaram CCI para medidas de flexão e extensão de joelho e cotovelo entre 0,01 a 0,95 para um primeiro avaliador e de 0,29 a 0,91 para um segundo. No presente estudo os resultados com o uso do GU não foram satisfatórios. Destaca-se que a articulação do ombro possui três graus de liberdade que dificultam as medidas devido a desvios e compensações que podem ocorrer durante o movimento. Além disso, os pontos anatômicos de referência são distantes entre si e dispostos de maneira que a conformação dos segmentos, inclusive em virtude da massa muscular, dificulta o posicionamento dos braços do goniômetro. Sugere-se que uma experiência maior do avaliador possa otimizar a consistência dos dados, porém o CCI ainda se mostra inferior a outras opções de dispositivos para mensuração da ADM. Por essa razão, alternativas para o uso de uma goniometria padronizada devem ser investigadas.

Werner et al (2014), avaliaram os movimentos de abdução, adução horizontal, rotação interna e externa do ombro, encontraram para o GU um CCI que varia de

moderado 0,57 para a adução horizontal a alto CCI 0,78 para a rotação externa, enquanto um segundo dispositivo (Smartphone clinometer) apresentou valores de confiabilidade sempre altos, sendo o CCI mínimo de 0,72 para abdução do ombro.

Os avanços da tecnologia na fisioterapia têm se tornado cada vez mais constantes. O desenvolvimento de novas técnicas contribui para a melhora na eficiência e resultados dos tratamentos. Com o advento de novas tecnologias na saúde, surgem constantemente novas estratégias de avaliação e o GD *EasyAngle*[®] é uma ferramenta para medidas de ADM recente no mercado. Von, E (2017) utilizou GD *EasyAngle*[®] e encontrou valores de medidas de $43 \pm 2.9^\circ$ para a rotação de cabeça para o lado esquerdo e $32 \pm 4.2^\circ$ para o lado direito, o aplicativo para iPhone do mesmo estudo apresentou valores de medidas de $42 \pm 8.2^\circ$ na rotação à esquerda e $30 \pm 8.7^\circ$ à direita e o CROM 41 ± 3.7 na rotação à esquerda e 28 ± 3.9 à direita. Dados de confiabilidade não foram reportados, no entanto, percebe-se pequena variabilidade nas medidas do GD em relação ao CROM.

Outro estudo que utilizou o GD da mesma marca foi o de Lind (2015) que, ao avaliar a flexão (ativa GD 140 ± 9.5 e GU 139 ± 9.1 / passiva GD 145 ± 9.7 e GU 144 ± 9.3) e extensão (ativa GD 1 ± 6.9 e GU 0.9 ± 4.4 / passiva GD 6 ± 7.3 e GU 3 ± 4.7) do joelho, encontrou um CCI alto a muito alto, exceto para o movimento de extensão ativa que obteve (CCI 0,59 – moderado), e indica nos resultados uma boa correlação entre os dois dispositivos apesar de defender novamente, a maior facilidade em manusear o GD, principalmente na avaliação da movimentação passiva.

Para facilitar ainda mais a disponibilidade de instrumentos para avaliação de ADM, existe uma série de aplicativos de celular disponíveis para tal função, e que se valem de um mecanismo tecnológico semelhante ao do GD. Após buscas nas bases de dados, não foram localizados estudos utilizando o aplicativo de Smartphone *RateFast Goniometer*[®] (APP), instrumento deste estudo.

No entanto, ao se valerem de mecanismos e tecnologias semelhantes, os aplicativos, à luz da literatura consultada, apresentam resultados satisfatórios de confiabilidade. O estudo de Kolber et al (2013) que avaliou a mobilidade da coluna lombar com o aplicativo *iHandy Level* e um inclinômetro-bolha, demonstrou CCI intra-avaliador de 0,80 a 0,97 para ambos os instrumentos. Derhon et al (2017), ao avaliar a confiabilidade intra e inter-examinador no uso do aplicativo *ROM Smartphone goniometric application* para medidas de flexão e extensão do joelho em mulheres

saudáveis, encontrou CCI superior a 0,95 para os dois avaliadores, no teste e no reteste $CCI > 0,97$.

Vale ressaltar que os aplicativos dos estudos citados usam o sensor de inclinação dos celulares para medirem os deslocamentos angulares. Isso é importante pois, uma vez que se abre o leque para aplicativos de celular, é preciso senso crítico na escolha do mesmo, já que existem opções menos confiáveis e que se valem de uma análise de imagem (uma foto), como é o caso do aplicativo *mROM*, do estudo de Cuesta-Vargas e Roldán-Jiménez (2016), que ao avaliar a abdução de ombro de um grupo indivíduos saudáveis e outro com patologia do ombro, encontrou um CCI 0,49 inter-avaliador para o grupo saudável que fazia um arco de movimento maior, e superior a 0,90 para o grupo patológico que realizava um arco de movimento menor. Os próprios autores postulam que o tamanho do arco de movimento teve provável relação com o tamanho do erro das medidas comparado ao inclinômetro (*Inertia-Cube3™*).

Dentre as limitações do estudo destacam-se a limitação do movimento, a variabilidade das características antropométricos dos participantes e a necessidade de cautela na generalização dos achados pois os resultados dependem da habilidade do pesquisador. Na presente pesquisa, para padronizar a referência, optamos por colocar os instrumentos na lateral do ombro seguindo o protocolo de Marques (2003), amplamente utilizado. Sugerimos estudos futuros que avaliem a consistência das medidas com diferentes referências anatômicas, com movimentação ativa e passiva e sem o limitador do movimento para possibilitar uma maior generalização dos achados.

6 CONCLUSÃO

Dispositivos mais modernos como o GD e o APP apresentam melhor reprodutibilidade do que o GU e sua utilização deve ser encorajada na prática clínica e em pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS

CADOGAN, A.; LASLETT, M.; HING, W.; MCNAIR, P.; WILLIAMS, M.; Reliability of a new hand-held dynamometer in measuring shoulder range of motion and strength. **Manual Therapy**, v. 16, n. 1, p. 97–101, 2011.

CUESTA-VARGAS, Antonio I.; ROLDÁN-JIMÉNEZ, Cristina. Validity and reliability of arm abduction angle measured on smartphone: a cross-sectional study. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 17, n. 1, p. 93, 2016.

DERHON, V.; SANTOS, R. A.; BRANDALIZE, M.; ROSSI, L. P.; Intra and inter examiner reliability in angular measurements of the knee using a smartphone application. **Human Movement**, v.18, n.2, p.38-43,2017.

FRÖJD, Karin; BRING, Annika. **Validity and inter-judge reliability regarding the digital measuring instrument EasyAngle at mobility measurement on people with hip marrow.**2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Fisioterapia). Instituto de Neurociência e Fisioterapia da Universidade de Uppsala. Suécia.2016.

GREEN, S. F. A.; BUCHBINDER, R. B.; N. A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the Plurimeter-V inclinometer and assessment of its intra-rater and inter-rater reliability. **Arthritis and Rheumatism**, v. 11, n.1, p.43–52, 1998.

HOVING, J. L.; BUCHBINDER, R.; GREEN, S. F. A.; BELLAMY, N. B. C; How reliably do rheumatologists measure shoulder movement? **Annals of the Rheumatic Diseases**. v.61, n.7, p.612–6, 2001.

JONHSON L.C., GROSS M.T. Intraexaminer Reliability, Interexaminer Reliability, and Mean Values for Nine Lower extremity Skeletal Measures in Healthy Naval Midshipmen. **Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy**. v.1, n.25, p.253-263, 1997.

MANNION, A. F.; KLEIN, G. N.; DVORAK, J. L. C.; Range of global motion of the cervical spine: intraindividual reliability and the influence of measurement device. **European Spine Journal**. v. 9, n. 5, p.379-85, 2000.

MARQUES, A. P.; **Manual de Goniometria**. 2 ed. Barueri, SP: Manole 2003.

MILANESE, S.; GORDON, S.; BUETTNER, P.; FLAVELL, C.; RUSTON, S.; COE, D.; O'SULLIVAN, W.; MCCORMACK, S. Reliability and concurrent validity of knee angle measurement: smart phone app versus universal goniometer used by experienced and novice clinicians. **Manual Therapy**, v. 19, n. 6, p. 569-574, 2014.

MULLANEY, M. J.; MCHUGH, M. P.; JONSON C. P.; TYLER, T. F.; Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. **Physiotherapy Theory and Practice**, v.26, n.5, p.327-333, 2010.

OTTER, S. J.; AGALLIU, B.; BAER, N.; HALES, G.; HARVEY, K.; JAMES, K.; KEATING, R.; MCCONNELL, W.; NELSON, R.; QURESHI, S.; RYAN, S.; JOHN, A. S.; WADDINGTON, H.; WARREN, K.; WONG, D.; The reliability of a smartphone goniometer application compared with a traditional goniometer for measuring first metatarsophalangeal joint dorsiflexion. **Journal of Foot and Ankle Research**, v.8, n.1, p.30, 2015.

PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P.; Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. **Survey of Ophthalmology**. v. 47, n. 6, p. 598-598, 2002.

SANTOS, C. M.; FERREIRA, G.; MALACCO, P. L.; SABINO, G. S.; MORAES, D. F. S.; FELÍCIO, D. C.; Confiabilidade intra e Inter examinadores e erro da medição no uso do goniômetro e inclinômetro digital. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, v.18, n.1, p.38-41, 2012.

SHROUT, P. E.; FLEISS, J. L.; Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. **Psychological Bulletin**. v.86, n.2, p.420-428, 1979.

KUEGLER, P.; WURZER, P.; TUCA, A.; SENDLHOFER, G.; LUMENTA, D. B.; GIRETZLEHNER, M.; KAMOLZ, L. P.; Goniometer-apps in hand surgery and their applicability in daily clinical practice. **Safety in Health**, v.1, n.1, p.11, 2015.

KOLBER, M. J.; PIZZINI, M.; ROBINSON, A.; YANEZ, D.; HANNEY, W. J.; The reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iphone® application and gravity based inclinometry. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v.8, n.2, p.129, 2013.

KOTTNER, J.; AUDIGE, L.; BRORSON, S.; DONNER, A.; GAJEWSKI, B. J.; HRÓBJARTSSON, A.; ROBERTS, C.; SHOUKRI, M.; STREINER, D. L. Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. **International Journal of Nursing Studies**, v.48, n.6, p.661-671, 2011.

LIND, V.; **Measuring the knee joint range of motion with a digital goniometer - a reliability and validity study**. 2015. Dissertação (Mestrado do Programa de Educação em Ciências do Desporto). Escola de Desportos e Ciências da Saúde da Suécia, 2015.

VALENTINE, R. E.; LEWIS, J. S.; Intraobserver reliability of 4 physiologic movements of the shoulder in subjects with and without symptoms. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**. v.87, n.9, p.1242–1249, 2006.

VENTURINI, C.; ITUASSÚ, N. T.; TEIXEIRA, L. M.; DEUS, C. V. O. Confiabilidade intra e inter examinadores de dois métodos de medida da amplitude ativa de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.10, n.4, p.407-411,2006.

VON, E.; **Conformity and practicability of the new measuring device Easyangle the current gold standard CROM and iPhone Compass - App for the measurement the cervical spine rotation in healthy volunteers**. Escola de fisioterapia da Academia de Profissões Médicas do Hospital Universitário Freiburg. 2017.

WALTER, S.D.; ELIASZIW, M.; DONNER, A. Sample size and optimal designs for reliability studies. **Statistics in Medicine**, v.17, n.1, p.101-110, 1998.

WERNER, B. C.; RUSSEL, E. H.; GRIFFIN, J. W.; LYONS, M. L.; COSGROVE, C. T.; HART, J. M.; BROCKMEIER, S. F. Validation of an innovative method of shoulder range-of-motion measurement using a smartphone clinometer application. **Journal of shoulder and elbow surgery**, v. 23, n. 11, p. e275-e282, 2014.

WILSON, R. W.; GANSNEDER B. M.; Measures of functional limitation as predictors of disablement in athletes with acute ankle sprains. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.** v.30, n.9, p.528-35, 2000.

ANEXO I



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **CONFIABILIDADE INTRA-EXAMINADOR DAS MEDIDAS DE FLEXÃO, EXTENSÃO, ABDUÇÃO E ADUÇÃO HORIZONTAL ATIVAS DO OMBRO COM O USO DO GONIÔMETRO UNIVERSAL, GONIÔMETRO DIGITAL EASYANGLE® E APLICATIVO RATEFAST GONIOMETER®**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é saber qual o dispositivo mais confiável para avaliar alguns movimentos do ombro. Nesta pesquisa pretendemos avaliar os movimentos do ombro usando alguns aparelhos específicos e saber qual o aparelho mais confiável para um fisioterapeuta usar.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: você será pesado e medido. Em seguida, será orientado a ficar em pé, alguns pontos em seu braço serão marcados com lápis especial para pele, que não causa qualquer tipo de alergia ou desconforto, e os movimentos a serem realizados serão ensinados pelo pesquisador. O equipamento será posicionado e logo em seguida os movimentos levantar e abaixar o braço, abrir e fechar o braço, rodar o braço pra dentro e pra fora deverão ser feitos por 3 vezes. 3 pequenos equipamentos que não causam qualquer desconforto físico serão encostados no braço durante estes movimentos: o goniômetro Universal, o goniômetro Digital EasyAngle® e um celular com o aplicativo que se chama RateFast Goniometer®. O local de pesquisa será o Laboratório de Análise do Movimento (LAM) da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: qualquer desconforto ou queixa muscular ao movimentar o braço. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, você será orientado por pesquisadores previamente treinados e familiarizados com os procedimentos e em local adequado e seguro. A qualquer sinal clínico dor, queixa muscular ou cansaço a avaliação será interrompida. A pesquisa pode ajudar os fisioterapeutas a definirem qual o dispositivo para avaliação do movimento mais confiável. Os achados da presente pesquisa também poderão ajudar futuras pesquisas sobre o tema.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando

finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 .

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Diogo Carvalho Felício
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Fisioterapia – Av. Eugênio do Nascimento s/n,
Bairro Dom Bosco – Juiz de Fora CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102-3837 / (32) 99100-4503
E-mail: diogofelicio@yahoo.com.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

