

Confiabilidade de um aplicativo de goniometria para dispositivo móvel (Android): Goniôapp

Reliability of a goniometry application for mobile device (Android): Goniôapp

Estéfani Teixeira Bobsin¹, Taís Espíndula Brehm¹, Gabriel Gomes Silva¹, Luiz Fernando Mengue¹, Analu Engler Carlos¹, Marcelo Baptista Dohnert¹, Rodrigo Boff Daitx¹

RESUMO

A goniometria é uma técnica utilizada para avaliar a amplitude de movimento (ADM) das articulações do corpo humano. O goniômetro universal (GU) é o instrumento mais utilizado pelos fisioterapeutas para avaliar a ADM. O aplicativo Goniôapp foi desenvolvido com a função de um goniômetro universal para avaliar a ADM. **Objetivo:** Avaliar a confiabilidade do aplicativo Goniôapp para aparelho móvel (Android) na avaliação da ADM de indivíduos saudáveis. **Método:** Estudo de validação de tecnologia com 44 alunos de fisioterapia da Ulbra Torres RS sendo 10 alunos do sexo masculino e 34 do sexo feminino. Foi avaliado a ADM da articulação glenoumeral do lado direito através da goniometria e do Goniôapp por três avaliadores previamente treinados com os instrumentos. **Resultados:** Foi verificado um nível de confiabilidade inter examinador moderado para extensão, flexão, abdução e rotação externa entre todos os avaliadores. Já na avaliação de confiabilidade intra examinador, o avaliador 1 e o 2 apresentaram um nível de confiabilidade alto para o movimento de extensão e os demais movimentos apresentaram nível moderado, porém, somente o avaliador 3 apresentou um nível alto para todos os movimentos. **Conclusão:** O aplicativo para dispositivo móvel (Android) Goniôapp apresenta nível de confiabilidade semelhantes a técnica do GU tanto intra quanto interavaliadores.

Palavras-chave: Artrometria Articular, Amplitude de Movimento Articular, Aplicativos Móveis

ABSTRACT

Goniometry is a technique used to evaluate a range of motion (ROM) of the joints of the human body. The universal goniometer is the instrument most used by physiotherapists to evaluate an ROM. The Goniôapp application was developed with a function of a universal goniometer to evaluate an ROM. **Objective:** To evaluate whether the goniometry application for mobile devices (Android), Goniôapp, presents results for the universal goniometer in the evaluation of healthy WMD. **Method:** An applied research was conducted in the technology validation modality, in physiotherapy students of Ulbra Torres RS. Primeved was signed the TCLE, and collected the demographic data. After having done an assessment of the glenohumeral joint on the right side in 10 male students and 34 female, by three evaluators who evaluate as two measures measured, universal goniometer and Goniôapp. **Results:** A moderate inter-examiner reliability level was verified for extension, flexion, abduction and external rotation among all the evaluators. In the intra-examiner reliability assessment, the evaluator 1 and 2 presented a high level of reliability for the movement of extension and the other movements presented moderate level, however, only the evaluator 3 presented a high level for all the movements. **Conclusion:** At the end of the present research, a goniometry application for mobile device (Android) was concluded, Goniôapp presents results similar to the GU technique, both results had a moderate IC both intra and between evaluators.

Keywords: Arthrometry, Articular, Range of Motion, Articular, Mobile Applications

¹Curso de Fisioterapia, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Correspondência

Rodrigo Boff Daitx
E-mail: rodrigo.roseta@hotmail.com

Submetido: 16 Junho 2019.

Aceito: 08 Outubro 2019.

Como Citar

Bobsin ET, Brehm TE, Silva GG, Mengue LF, Carlos AE, Dohnert MB, et al. Confiabilidade de um aplicativo de goniometria para dispositivo móvel (Android): Goniôapp. Acta Fisiatr. 2019;26(1):1-5

DOI: 10.11606/issn.2317-0190.v26i1a163302



©2019 by Acta Fisiátrica
Este trabalho está licenciado com uma licença
Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

INTRODUÇÃO

A goniometria é uma técnica utilizada para verificar a medida dos ângulos das articulações presentes no corpo humano.¹ Durante a avaliação fisioterapêutica os profissionais utilizam as medidas goniométricas para quantificar e documentar a amplitude de movimento (ADM).¹

Algumas causas de diminuição de ADM ou aumento dela se devem a prática esportiva, levando muitos atletas a sofrerem alterações de ADM devido ao movimento repetitivo da articulação glenoumeral, escapulotorácica e quadril.^{2,3}

Outros fatores que afetam a ADM são as osteoartrites ou uma ruptura de ligamento cruzado anterior (LCA), por exemplo.⁴⁻⁹ Durante o exame físico, o goniômetro universal (GU) é o instrumento mais utilizado para verificar limitações de ADM em um indivíduo.¹⁰

O corpo de um goniômetro universal se assemelha a de um transferidor e pode formar um meio círculo podendo ler de zero a 180 graus ou um círculo completo lendo de zero a 360 graus.^{11,12}

Atualmente, com o avanço na área tecnológica, cada vez mais os smartphones estão sendo alvo de pesquisa.²¹ Os aparelhos trazem sensores integrados que podem ser utilizados para medir várias métricas relacionadas ao movimento.²¹

Em 2015, o mercado de downloads relacionados com aplicativos para a área da saúde se expandiu rapidamente, com cerca de 1.000 novos aplicativos a cada mês.²²

Em busca de praticidade durante o atendimento fisioterapêutico, um aplicativo para dispositivos móveis (Android) denominado Goniôapp foi desenvolvido por pesquisadores dos cursos de fisioterapia e sistemas de informação da Universidade Luterana do Brasil, campus Torres/RS, Brasil,²³ para verificação da ADM (Figura 1, 2 e 3). O aplicativo permite mensurar ângulos de zero a 180° de forma simples.⁶

OBJETIVO

Testar a confiabilidade intra e interexaminadores do Goniôapp, em comparação ao GU na avaliação da ADM do ombro de indivíduos saudáveis.

MÉTODOS

Trata-se de estudo de validação de tecnologia aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Luterana do Brasil sob parecer nº 1.836.643. O estudo foi realizado na clínica escola de fisioterapia da Ulbra, Torres-RS no período de abril e maio de 2017.

Participaram do estudo 44 alunos de fisioterapia da Ulbra campus Torres, de ambos os sexos sendo 10 do sexo masculino e 34 do sexo feminino, com idade superior a 18 anos, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O cálculo amostral foi baseado no estudo de Anne Jones,²⁴ e foi realizado com o intuito de detectar uma diferença no intervalo de confiança de 4%. Considerando um α de 0,05, um poder de 95% e uma perda amostral de 10%. O tamanho estimado da amostra foi de 44 indivíduos.

Inicialmente, os indivíduos foram convidados a participar desta pesquisa, onde explicou-se todos os procedimentos, riscos, benefícios. Após a concordância, todos os sujeitos assinaram o TCLE. Após, cada indivíduo foi avaliado por três avaliadores experientes e previamente familiarizados com os dois instrumentos de avaliação.

Cada avaliador aplicou as duas técnicas avaliativas (GU e aplicativo Goniôapp). A avaliação foi realizada em uma sala ampla e bem iluminada. Para as avaliações, foram utilizados um goniômetro universal de acrílico marca Carci[®] e um smartphone Samsung[®] modelo Galaxy Win Duos com o aplicativo Goniôapp.

Foram avaliados os movimentos ativos da articulação glenoumeral direita que, por ser uma articulação que se move nos três planos e eixos, foi realizada a mensuração dos movimentos de flexão, extensão,

abdução, rotação interna e externa. Os movimentos de flexão, extensão e abdução foram avaliados com o indivíduo sentado em um banco. Já os movimentos de rotação interna e externa foram avaliados com o sujeito em decúbito dorsal (DD) em uma maca. Na avaliação com o GU, para os movimentos de flexão, extensão e abdução de ombro, o indivíduo foi posicionado sentado de costas para o avaliador.

O braço fixo do goniômetro posicionado na linha axilar posterior do tronco, o braço móvel posicionado sobre a superfície posterior do braço do indivíduo voltado para a região dorsal da mão e o eixo do goniômetro posicionado próximo ao acrômio.

Para os movimentos de rotação interna e externa do ombro, o indivíduo foi posicionado em DD com o ombro e cotovelo fletidos a 90°. O antebraço em supinação e a palma da mão voltada medialmente paralela ao plano sagital com o antebraço paralelo a mesa e o cotovelo sobressaindo da borda.

O braço fixo do goniômetro posicionado paralelo ao solo, o braço móvel foi ajustado sobre a região posterior do antebraço dirigido ao terceiro dedo da mão e o eixo do goniômetro posicionado no olecrano.

A realização da coleta de dados com o Goniôapp, nos movimentos de flexão e extensão de ombro, o indivíduo foi posicionado sentado em um banco. O smartphone foi posicionado na superfície lateral do corpo do úmero. O avaliador inicialmente ativou o play/stop no aplicativo na posição inicial, acompanhando o arco de movimento e, ao final do mesmo, apertou novamente o stop na posição final. No movimento de abdução do ombro, o indivíduo foi posicionado sentado em um banco de costas para o avaliador.

O smartphone foi posicionado na superfície lateral do corpo do úmero. O avaliador então apertou o play no aplicativo na posição inicial, acompanhando o arco de movimento até a posição final, onde novamente apertou o stop do aplicativo.

Nos movimentos de rotação interna e externa do ombro, o indivíduo foi posicionado em DD com o ombro e o cotovelo fletidos a 90°. O antebraço em supinação e a palma da mão voltada medialmente paralela ao plano sagital com o antebraço paralelo a mesa e o cotovelo sobressaindo da borda.

O smartphone foi posicionado na superfície lateral do antebraço ao longo da ulna. O avaliador iniciou o aplicativo na posição inicial, acompanhando o arco de movimento até sua posição final, encerrando ali o aplicativo.

Para a análise da confiabilidade interexaminadores, intraexaminadores e da reprodutibilidade do método foi testada pelo coeficiente de correlação intra-classe (ICC), com intervalo de confiança (IC) de 95% foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 17.0.

Inicialmente, os dados foram expressos em valores absolutos, média, mediana, variação e desvio padrão. Após, foram utilizados os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman. O nível de confiabilidade utilizado foi de 95% ($p < 0,05$). Os resultados foram avaliados de acordo com Portney,²⁵ onde os ICC abaixo de 0,50 representaram baixa confiabilidade. Os ICC variando entre 0,51 a 0,75 foram classificados como confiabilidade moderada. Finalmente, os ICC acima de 0,75 representaram uma boa confiabilidade.

RESULTADOS

A Tabela 1 representa o perfil dos participantes do estudo, classificando-os em idade e gênero. A Tabela 2 apresenta os valores de ADM obtidos pelo avaliador 1 com o GU e Goniôapp nos movimentos ativo de ombro direito.

Tabela 1. Perfil dos participantes do estudo

	Valores
Idade, anos (média \pm dp)	23,42 \pm 5,33
Gênero, n (%)	
Masculino	10 (22,7)
Feminino	34 (77,3)

dp= desvio padrão, n= participantes, %= porcentagem

Tabela 2. Valores da ADM* obtidos com os instrumentos de avaliação - Avaliador 1

Medida	Avaliador 1	
	Gonio média ± dp	Goniôapp média ± dp
Flexão	163,89 ± 8,82	160,27 ± 10,02
Abdução	170,16 ± 9,54	163,37 ± 12,58
Extensão	72,64 ± 13,46	72,39 ± 13,86
Rotação Externa	85,14 ± 9,07	83,48 ± 7,69
Rotação Interna	86,45 ± 7,5	91,41 ± 5,72

Gonio = goniômetro. * Valores em graus

A Tabela 3 apresenta os valores de ADM obtidos pelo avaliador 2 com o GU e o Goniôapp nos planos de flexão, extensão, abdução, rotação interna e externa de ombro.

Tabela 3. Valores da ADM* obtidos com os instrumentos de avaliação - Avaliador 2

Medida	Avaliador 2	
	Gonio média ± dp	Goniôapp média ± dp
Flexão	158,95 ± 9,93	158,07 ± 12,27
Abdução	167,52 ± 10,54	161,07 ± 11,47
Extensão	56,41 ± 12,86	58,54 ± 14,62
Rotação Externa	84,59 ± 7,45	86,09 ± 8,57
Rotação Interna	82,68 ± 7,96	85,48 ± 9,55

Gonio = goniômetro. * Valores em graus

A Tabela 4 apresenta os valores de ADM obtidos pelo avaliador 3 com o GU e o Goniôapp nos planos de flexão, extensão, abdução, rotação interna e rotação externa de ombro.

Tabela 4. Valores da ADM* obtidos com os instrumentos de avaliação - Avaliador 3

Medida	Avaliador 3	
	Gonio média ± dp	Goniôapp média ± dp
Flexão	160,00 ± 9,94	159,95 ± 11,03
Abdução	171,27 ± 12,18	169,77 ± 12,20
Extensão	63,32 ± 12,90	62,11 ± 14,14
Rotação Externa	84,61 ± 6,81	84,32 ± 6,54
Rotação Interna	82,70 ± 9,09	82,95 ± 9,80

Gonio = goniômetro. * Valores em graus

A Tabela 5 apresenta a confiabilidade intraexaminador obtida com o GU vs. Goniôapp pelo avaliador 1. No movimento de flexão, o CC foi baixo. O CC para extensão foi significativamente alto, com o valor de 0,888. Os demais movimentos apresentaram um IC moderado.

Tabela 5. Confiabilidade intraexaminador obtida com os instrumentos de avaliação - Avaliador 1

Gonio vs. Goniôapp	CC (95% IC)	EPM (graus)
Flexão	0,451 (0,149 a 0,696)	0,139
Abdução	0,542 (0,261 a 0,761)	0,129
Extensão	0,888 (0,790 a 0,942)	0,039
Rotação Externa	0,581 (0,303 a 0,788)	0,124
Rotação Interna	0,684 (0,379 a 0,852)	0,123

CC = coeficiente de correlação; IC = intervalo de confiança; EPM = erro padrão de medida; vs.= versus

A Tabela 6 representa a confiabilidade intraexaminador obtida com o GU vs. Goniôapp pelo avaliador 2. O CC do movimento de extensão foi significativamente alto, com o valor de 0,799. Os demais movimentos apresentaram um CC moderado.

A Tabela 7 apresenta a confiabilidade intraexaminador obtida através do GU vs. Goniôapp pelo avaliador 3. Todos os movimentos demonstraram um CC significativamente alto.

A confiabilidade interexaminadores foi moderada todos os avaliadores para todos os movimentos, com exceção do movimento de RI na avaliação entre o avaliador 1 e 2 no Goniôapp, onde se obteve um CC de 0,486 (Tabela 8).

Tabela 6. Confiabilidade intraexaminador obtida com os instrumentos de avaliação - Avaliador 2

Gonio vs. Goniôapp	CC (95% IC)	EPM (graus)
Flexão	0,623 (0,401 a 0,772)	0,097
Abdução	0,626 (0,330 a 0,792)	0,112
Extensão	0,799 (0,636 a 0,900)	0,070
Rotação Externa	0,675 (0,536 a 0,818)	0,070
Rotação Interna	0,675 (0,450 a 0,835)	0,098

CC = coeficiente de correlação; IC = intervalo de confiança; EPM = erro padrão de medida; vs.= versus

Tabela 7. Confiabilidade intraexaminador obtida com os instrumentos de avaliação - Avaliador 3

Gonio vs. Goniôapp	CC (95% IC)	EPM (graus)
Flexão	0,843 (0,655 a 0,943)	0,075
Abdução	0,917 (0,837 a 0,953)	0,029
Extensão	0,959 (0,898 a 0,984)	0,022
Rotação Externa	0,830 (0,664 a 0,923)	0,066
Rotação Interna	0,902 (0,790 a 0,957)	0,044

CC = coeficiente de correlação; IC = intervalo de confiança; EPM = erro padrão de medida; vs.= versus

Tabela 8. Confiabilidade interexaminadores obtida com os instrumentos de avaliação

	Confiabilidade Interexaminadores	
	CC (95% IC)	EPM (graus)
Avaliador 1 vs. Avaliador 2		
Gonio		
Flexão	0,603 (0,327 a 0,786)	0,114
Abdução	0,541 (0,253 a 0,758)	0,126
Extensão	0,700 (0,512 a 0,839)	0,092
Rotação Externa	0,632 (0,453 a 0,772)	0,080
Rotação Interna	0,565 (0,332 a 0,745)	0,105
Goniôapp		
Flexão	0,530 (0,315 a 0,695)	0,098
Abdução	0,705 (0,485 a 0,845)	0,095
Extensão	0,809 (0,687 a 0,892)	0,053
Rotação Externa	0,625 (0,131 a 0,862)	0,189
Rotação Interna	0,486 (0,192 a 0,699)	0,130
Avaliador 1 vs. Avaliador 3		
Gonio		
Flexão	0,626 (0,372 a 0,796)	0,109
Abdução	0,587 (0,343 a 0,778)	0,114
Extensão	0,726 (0,520 a 0,859)	0,085
Rotação Externa	0,648 (0,397 a 0,806)	0,107
Rotação Interna	0,612 (0,378 a 0,780)	0,106
Goniôapp		
Flexão	0,609 (0,317 a 0,779)	0,114
Abdução	0,539 (0,214 a 0,783)	0,145
Extensão	0,872 (0,754 a 0,943)	0,048
Rotação Externa	0,555 (0,284 a 0,732)	0,113
Rotação Interna	0,573 (0,241 a 0,799)	0,146
Avaliador 2 vs. Avaliador 3		
Gonio		
Flexão	0,701 (0,490 a 0,832)	0,087
Abdução	0,710 (0,509 a 0,841)	0,084
Extensão	0,807 (0,678 a 0,895)	0,057
Rotação Externa	0,692 (0,516 a 0,813)	0,076
Rotação Interna	0,730 (0,546 a 0,857)	0,079
Goniôapp		
Flexão	0,720 (0,562 a 0,840)	0,072
Abdução	0,667 (0,461 a 0,814)	0,093
Extensão	0,753 (0,602 a 0,859)	0,066
Rotação Externa	0,551 (0,253 a 0,731)	0,124
Rotação Interna	0,606 (0,380 a 0,757)	0,095

CC = coeficiente de correlação; IC = intervalo de confiança; EPM = erro padrão de medida; vs.= versus

DISCUSSÃO

A ideia de utilizar dispositivos móveis na prática fisioterapêutica e em áreas afins, em especial dos aparelhos celulares, pode ser

justificada pelo número expressivo de usuários e pode constituir-se em um recurso para a inclusão digital.

O GU, devido ao baixo custo, portabilidade e confiabilidade, é muito utilizado para medir a ADM, e considerado como um método padrão para a determinação da mesma.¹⁻¹⁰ Porém, uma das limitações desta técnica é que os profissionais devem usar suas duas mãos para os exames e neste caso, manter estável o membro é muito difícil e pode levar a alguns problemas na leitura dos ângulos.⁶⁻²¹ Já os instrumentos digitais são leves e portáteis para a medição do movimento das articulações e seu uso, como descrito nos resultados acima, é semelhante ao GU.⁶⁻²¹ A única desvantagem para este dispositivo é o seu custo maior comparado ao GU.⁶⁻²¹

Em 2014, Jones et al.²⁰ realizaram uma pesquisa semelhante, onde compararam um aplicativo de goniometria com um GU na Cook University, Townsville, Queensland, Austrália. Participaram da pesquisa 36 voluntários, com uma idade média de 60,6 anos.²⁰ A avaliação foi feita na articulação do joelho medindo o ângulo da articulação com o GU e o aplicativo de goniometria. Não foram encontradas diferenças significativas nas medidas dos ângulos individuais, com o CC alto.²⁰

No presente estudo, o ICC intra avaliador para os avaliadores 1 e 2 foi moderada, enquanto o avaliador 3 apresentou foi considerado bom. Porém, quando comparados os resultados entre avaliadores, percebemos uma confiabilidade moderada entre todos os avaliadores.

Corroborando com estes resultados, Bedekara et al.²¹ utilizaram um aplicativo de goniometria para avaliação de ADM e compararam com um ipod com o aplicativo de goniometria²¹. Foi avaliado o movimento de flexão de coluna lombar.²¹ O indivíduo foi posicionado em ortostase com os pés afastados.²¹

O ipod foi posicionado entre as vértebras S2 e T12, que serviram como pontos de referência. Após o posicionamento do ipod, o indivíduo realizou a flexão de coluna.²¹ A flexão de coluna foi avaliada por dois avaliadores que utilizaram apenas um instrumento de avaliação.²¹ Cada avaliador mensurou três vezes a flexão tendo um intervalo entre cada avaliação.²¹ Os resultados mostraram alta confiabilidade intra avaliador, porém confiabilidade foi moderada inter avaliador.²¹

No estudo de Wellmon et al.²² avaliou-se três ângulos diferentes usando três dispositivos destinados a medir a ADM.²² As mudanças angulares foram medidas e comparadas em três avaliadores que usaram três dispositivos distintos, GU, flexímetro e dois aplicativos goniométricos instalados em três smartphones diferentes, Apple iPhone® 5, LG Android e Samsung® SIII Android.²² O ICC e gráficos de Bland-Altman foram utilizados para examinar a confiabilidade inter avaliadore e a validade concorrente. A confiabilidade inter avaliadore para cada um dos aplicativos de smartphone, flexímetro e GU foram excelentes (ICC = .995-1.000).²²

A validade concorrente também foi boa (ICC = 0,998 - 0,999). Com base nos gráficos de Bland-Altman, as médias das diferenças entre os dispositivos foram baixas (faixa = -0,4 ° a 1,2 °).²² Com estes resultados, os autores concluíram que os dados sugerem que os três smartphones com os dois aplicativos instalados são um substituto viável do GU ou do flexímetro.²² Já no nosso estudo, percebemos uma confiabilidade moderada, ou seja, um ICC moderado inter avaliador.

Pourahmadi et al.²³ avaliaram a confiabilidade do aplicativo Goniometer Pro® para verificar ADM de punho. Um total de 120 punhos de 70 adultos assintomáticos foram avaliados.²³ A coleta de dados foi feita com um GU e um Iphone 5.²³ Foi realizada uma avaliação inicial, após duas horas a segunda avaliação e 48 horas após a terceira avaliação.²³ Foram mensurados os movimentos de flexão, extensão, desvio radial e ulnar.²³ Todas as medidas foram realizadas três vezes e o valor médio das três repetições de cada medida foi utilizado para análise.²³

O ICC intra e inter avaliador teve boa confiabilidade em relação ao GU e o ICC intra e inter avaliador também apresentou boa

confiabilidade no aplicativo.²³ Os autores concluíram que o aplicativo pode ser usado para medir ADM do punho mas, no entanto, pesquisas adicionais são necessárias.²³

Apesar dos aplicativos encontrados na literatura serem diferentes do Goniôapp, observamos que a presente pesquisa vem de encontro aos resultados demonstrados na literatura mostrando que os aplicativos de goniometria apresentam resultados semelhantes ao GU nos movimentos que foram avaliados em cada estudo.

Algumas literaturas^{24,25} demonstraram que o GU não apresenta uma confiabilidade significativa quando comparado a outras técnicas de mensuração de ADM. Isto também foi verificado no presente estudo, onde constatou-se que, mesmo o aplicativo Goniôapp apresentando resultados semelhantes a GU, as duas técnicas têm confiabilidade moderada para aplicação. Novos estudos devem ser realizados em outras articulações do corpo humano para constatar a real eficácia do Goniôapp.

CONCLUSÃO

O aplicativo de goniometria para dispositivo móvel (Android) Goniôapp apresenta resultados de confiabilidade semelhantes a técnica do GU, sendo que ambos os resultados demonstraram uma confiabilidade moderado, tanto intra quanto inter avaliadores.

REFERÊNCIAS

1. Marques AP. Manual de Goniometria. 2 ed. São Paulo: Manole; 2003.
2. Hammons D, McChesney JW, Curtin M, Pfeiffer P, Thiede K. Randomized and Blinded Study for the Treatment of Glenohumeral Internal Rotation of Motion Restriction: The Prone-Passive Stretching Technique. JSMAS. 2015; 2(1):1-9. DOI: <https://doi.org/10.25035/jsmahs.01.02.05>
3. Wilk KE, Williams Jr RA, Dugas JR, Cain Jr L, Andrews JR. Current concepts in the assessment and rehabilitation of the thrower's shoulder. Operative Tech Sports Med. 2016;24(3):170-80. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2016.04.004>
4. van Saase JL, van Romunde LK, Cats A, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. Ann Rheum Dis. 1989;48(4):271-80. DOI: <https://doi.org/10.1136/ard.48.4.271>
5. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis Cartilage. 2010;18(1):24-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2009.08.010>
6. Prevalence of doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation -United States, 2007-2009. MMWR. 2010;59(39):1261-5.
7. Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. Ann Intern Med. 2000;133(8):635-46. DOI: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-133-8-200010170-00016>
8. Dambros C, Martimbianco AL, Polachini LO, Lahoz GL, Chamlian TR, Cohen M. Effectiveness of cryotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction. Acta Ortop Bras. 2012;20(5):285-90. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522012000500008>
9. Cavalcante MLC, Teixeira PRL, Souza TCS, Lima POP, Oliveira RR. Índice de fadiga do músculo quadríceps femoral em atletas de futebol após reconstrução do ligamento cruzado anterior. Rev Bras Ortop. 2016;51(5):535-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.12.002>

10. Kolber MJ, Hanney WJ. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(3):306-13.
11. Norkin CC, White DJ. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. 4 ed. Philadelphia: F. A. Davis; 2009.
12. Clarkson HM. Joint motion and function assessment: a research-based practical guide. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
13. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Correa ECR, Silva AMT. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011;13(4):299-305. DOI: <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n4p299>
14. Baraúna MA, Canto RST, Schulz E, Silva RAV, Campelo CD, et al. Avaliação da amplitude de movimento do ombro em mulheres mastectomizadas pela biofotogrametria computadorizada. *Rev Bras Cancerol.* 2004;50(1):27-31.
15. Ribeiro CRS, Oliveira AIS, Santos TC, Carvalho EAN, Bonjardim LR, Ferreira APL. Validação do software Inkscape como instrumento de avaliação postural. *ConScientiae Saúde.* 2012;11(3):454-461.
16. Dohnert MB, Tomasi E. Validade da fotogrametria computadorizada na detecção de escoliose idiopática adolescente. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(4):290-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552008000400007>
17. Pan D, Dhall R, Lieberman A, Petitti DB. A mobile cloud-based Parkinson's disease assessment system for home-based monitoring. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2015;3(1):e29. DOI: <https://doi.org/10.2196/mhealth.3956>
18. Wong SJ, Robertson GA, Connor KL, Brady RR, Wood AM. Smartphone apps for orthopaedic sports medicine - a smart move? *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2015;7:23. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-015-0017-6>
19. Silva GG. Aplicativo de goniometria para dispositivo móvel (Android®) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Torres (RS): Universidade Luterana do Brasil; 2016.
20. Jones A, Sealey R, Crowe M, Gordon S. Concurrent validity and reliability of the Simple Goniometer iPhone app compared with the Universal Goniometer. *Physiother Theory Pract.* 2014;30(7):512-6. DOI: <https://doi.org/10.3109/09593985.2014.900835>
21. Bedekar N, Suryawanshi M, Rairikar S, Sancheti P, Shyam A. Inter and intra-rater reliability of mobile device goniometer in measuring lumbar flexion range of motion. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2014;27(2):161-6. DOI: <https://doi.org/10.3233/BMR-130431>
22. Wellmon RH, Gulick DT, Paterson ML, Gulick CN. Validity and Reliability of 2 Goniometric Mobile Apps: Device, Application, and Examiner Factors. *J Sport Rehabil.* 2016;25(4):371-379. DOI: <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0041>
23. Pourahmadi MR, Ebrahimi Takamjani I, Sarrafzadeh J, Bahramian M, Mohseni-Bandpei MA, Rajabzadeh F, et al. Reliability and concurrent validity of a new iPhone® goniometric application for measuring active wrist range of motion: a cross-sectional study in asymptomatic subjects. *J Anat.* 2017;230(3):484-495. DOI: <https://doi.org/10.1111/joa.12568>
24. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(5):411-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000500013>
25. Silva RLF, Coelho RR, Barreto GA, Aguiar JP, Dantas EHM. Comparação entre a avaliação da amplitude articular estática do cotovelo por meio de três diferentes métodos: goniometria, biofotogrametria e goniometria da imagem radiológica. *Fisioter Bras.* 2009;10(2):106-112. DOI: <http://dx.doi.org/10.33233/fb.v10i2.1511>

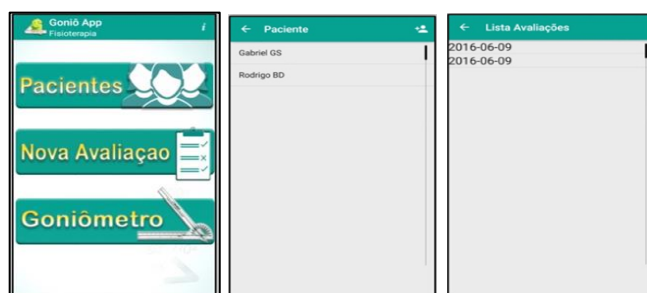


Figura 1. Tela inicial do aplicativo, Cadastros e listas de avaliações

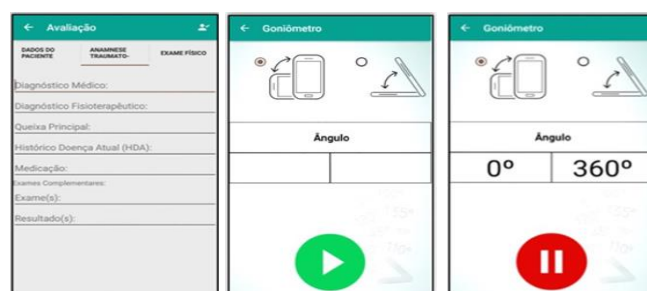


Figura 2. Ficha de avaliação, goniômetro, início do movimento

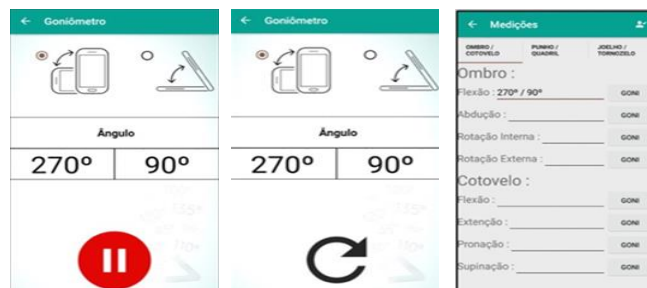


Figura 3. Após o movimento, goniômetro final e medidas salvas