

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA- UNIFOR-MG
CURSO DE FISIOTERAPIA
RAIANNE SIVELE DE MORAIS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DA BIOFOTOGRAMETRIA
COMPUTADORIZADA E DO PROTÓTIPO DE APLICATIVO GONIOMÉTRICO NA
MENSURAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE JOELHOS EM
JOGADORES DE FUTEBOL**

FORMIGA-MG
2016

RAIANNE SIVELE DE MORAIS

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DA BIOFOTOGRAMETRIA
COMPUTADORIZADA E DO PROTÓTIPO DE APLICATIVO GONIOMÉTRICO NA
MENSURAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE JOELHOS EM
JOGADORES DE FUTEBOL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de
Fisioterapia, como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel
em Fisioterapia.

Orientador: Professor Ms.
Wellerson Costa Faria

FORMIGA-MG

2016

Raianne Sivele de Moraes

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DA BIOFOTOGRAMETRIA
COMPUTADORIZADA E DO PROTÓTIPO DE APLICATIVO GONIOMÉTRICO NA
MENSURAÇÃO DA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE JOELHOS EM
JOGADORES DE FUTEBOL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de
Fisioterapia, como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel
em Fisioterapia.

Orientador: Professor Ms.
Wellerson Costa Faria

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Wellerson Costa Faria
Orientador

Assinatura Avaliador 1
UNIFOR-MG

Assinatura Avaliador 2
UNIFOR-MG

Formiga, 16 de novembro de 2016

RESUMO

A mensuração da Amplitude de Movimento Articular (ADM) é um constituinte indispensável para avaliação, planejamento, acompanhamento e diagnóstico da progressão e dos resultados de um tratamento fisioterápico, facilitando aos profissionais da saúde a identificarem a necessidade de intervenções terapêuticas, visando o melhor prognóstico da amplitude funcional durante a recuperação. Dentre os vários instrumentos utilizados para realizar a mensuração da ADM, serão abordados neste estudo a Biofotogrametria Computadorizada (BC) e o Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG) ambos instrumentos utilizados para mensurar a ADM articular. O objetivo deste estudo foi comparar a aplicabilidade do PAG em relação à BC na mensuração da ADM de joelho em jogadores de futebol de campo, a fim de verificar os valores obtidos entre os instrumentos. Trata-se de um estudo comparativo observacional transversal quantitativo, realizado no Centro de Treinamento do clube de futebol profissional Formiga Esporte Clube (FEC), realizado após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A amostra foi composta por 10 jogadores de futebol de campo, do sexo masculino, participantes da categoria de base sub 20 do FEC, com faixa etária entre 18 e 20 anos, residentes no município de Formiga–MG. Os valores apresentados pela BC variaram entre 106,2° e 127,9° de ADM de flexão de joelho, com média igual a 118,41 ± 5,84, enquanto o PAG apresentou valores que variaram entre 104,7° e 127,2° de ADM, com média igual a 118,27 ± 5,94, onde o valor de $p=0,9404$. Em relação ao tempo gasto para a captura e análise quantitativa de imagem a BC obteve uma média de tempo de 105,9 segundos ± 57,60, enquanto que o PAG obteve uma média de tempo de 35,9 segundos ± 10,30, onde o valor de $p=0,00001209$. Conclui-se com o presente estudo que o PAG apresentou resultados similares quando comparado a BC na mensuração da ADM articular de joelhos em jogadores de futebol. Porém, apresentou um menor tempo de aplicabilidade em relação a BC.

Palavras-chave: amplitude de movimento, joelho, jogadores.

ABSTRACT

The Range of Motion (ROM) measurement is an fundamental constituent for evaluation, planning, monitoring and diagnosis of the progression and results of a physiotherapeutic treatment, helping health professionals to identify the need for therapeutic interventions, aiming at the best prognosis of the functional motion during recovery. Among the several instruments used to measure ROM, we will cover in this study the Computerized Biophotogrammetry (BC) and the Goniometric Application Prototype (PAG), both instruments used to measure the joint ROM. The aim of this study was to compare the applicability of PAG in relation to BC in the measurement of knee ROM in soccer field players in order to verify the values obtained between the instruments. It is a cross-sectional, quantitative and observational study conducted at the Training Center of the Formiga Esporte Clube (FEC) professional football team, which was performed after the approval of the Research Ethics Committee (CEP). The sample consisted of 10 male soccer field players, participants in the FEC under-20 category, aged 18 to 20 years, currently living in Formiga-MG city. The BC values ranged between 106.2° and 127.9° of knee flexion ROM, with a mean of 118.41 ± 5.84 , while PAG showed values ranging from 104.7° to 127.2° of ROM, with an average of 118.27 ± 5.94 , resulting on $p = 0.9404$. Regarding the time taken for capture and quantitative analysis of the image the BC obtained a mean time of 105.9 seconds ± 57.60 , while the PAG obtained a mean time of 35.9 seconds ± 10.30 , resulting in a value of $p = 0.00001209$. It is concluded with the present study that PAG presented similar results when compared to BC in the measurement of joint knee ROM in soccer players. However, it presented a shorter application time in relation to BC.

Keywords: Range Of Motion. Knee. Players.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1- Avaliação da flexão de joelho utilizando a Biofotogrametria Computadorizada (aplicativo ALCimagem®) | 31 |
|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Mensuração da ADM bilateral de joelhos com o PAG e a BC..... | 35 |
| Tabela 2 – Tempo de captura e mensuração de imagem utilizando a BC | 37 |
| Tabela 3 – Tempo de captura e mensuração de imagem utilizando o PAG | 37 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Relação entre as mensurações utilizando a BC e o PAG..... | 36 |
| Gráfico 2 – Tempo de mensuração do MID utilizando ambos instrumentos | 38 |
| Gráfico 3 - Tempo de mensuração MIE utilizando ambos instrumentos | 38 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM: Amplitude de Movimento

BC: Biofotogrametria Computadorizada

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa

FEC: Formiga Esporte Clube

MG: Minas Gerais

PAG: Protótipo de Aplicativo Goniométrico

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIFOR-MG: Centro Universitário de Formiga

MID: Membro Inferior Direito

MIE: Membro Inferior Esquerdo

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 16 |
| 2.1 Futebolistas e Suas Atividades..... | 16 |
| 2.1.1 Biomecânica do Futebol | 17 |
| 2.1.2 Anatomia da Articulação do Joelho..... | 18 |
| 2.1.3 Amplitude de Movimento (ADM) | 19 |
| 2.1.4 Biomecânica do Joelho | 19 |
| 2.2 Relação entre a Biomecânica do Joelho e o Desempenho no Futebol | 20 |
| 2.3 Avaliação Fisioterapêutica Funcional do Joelho | 21 |
| 2.4 Instrumentos..... | 22 |
| 2.4.1 Biofotogrametria Computadorizada (BC)..... | 22 |
| 2.4.2 Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG)..... | 23 |
| 2.5 Atuação Fisioterápica | 24 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 26 |
| 3.1 Tipo de Estudo | 26 |
| 3.2 Amostra..... | 26 |
| 3.2.1 Os Critérios de Inclusão foram: | 26 |
| 3.2.2 Os Critérios de Não Inclusão foram:..... | 26 |
| 4 INSTRUMENTOS..... | 28 |
| 4.1 Biofotogrametria Computadorizada 2.1 | 28 |
| 4.2 Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG)..... | 28 |
| 4.3 Cronômetro Digital Kikos CR100 - 100 Voltas | 29 |
| 4.4 Câmera digital Sony | 29 |
| 4.5 Notebook Acer | 29 |
| 4.6 Celular Samsung Galaxy S4 Mini..... | 29 |
| 4.7 Ficha de Avaliação e caneta..... | 29 |
| 5 PROCEDIMENTOS..... | 30 |
| 6 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 33 |
| 7 CUIDADOS ÉTICOS..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 8 RESULTADOS..... | 35 |
| 9 DISCUSSÃO | 39 |
| 10 CONCLUSÃO | 43 |
| REFERÊNCIAS..... | 44 |
| APÊNDICE A – TCLE..... | 48 |
| APÊNDICE B - CARTA DE INTENÇÃO DE PESQUISA..... | 51 |
| APÊNDICE C – FICHA AVALIATIVA..... | 52 |
| ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP | 53 |

1 INTRODUÇÃO

O joelho é formado por estruturas ósseas as quais compõem duas articulações distintas: fêmoro-tibial e fêmoro-patelar que, devido sua complexidade, conta com o auxílio de estruturas de suporte e estabilização como os ligamentos (constituídos de tecido conjuntivo do tipo fibroso e dispostos sobre a articulação com a função de evitar movimentos excessivos na articulação do joelho), meniscos (estruturas formadas por tecido fibrocartilaginoso acopladas no espaço articular entre as superfícies da tíbia e fêmur, em forma de cunhas e são conectados entre si e a cápsula articular prevenindo deslocamentos) e músculos (cuja ação é proporcionar funcionalidade osteocinemática a articulação do joelho) (JÚNIOR, 2007). Os músculos responsáveis pelo movimento de flexão do joelho são o bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso, gastrocnêmio, plantar, poplíteo, grácil e o sartório. E os músculos responsáveis pelo movimento de extensão de joelho são o reto femoral, vasto lateral, vasto medial e o vasto intermédio (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

É considerada como uma articulação em gínglimo, no entanto, é mais complexa, pois, além da flexão e extensão, seu movimento tem um componente rotacional com o joelho à 90° (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997). A estrutura articular do joelho é constituída pelos côndilos femorais, côndilos tibiais e patela, onde fêmur inclina-se sobre a tíbia de forma ligeira e oblíqua, formando um ângulo de seis graus junto ao eixo mecânico dos membros inferiores. A superfície articular do fêmur é arredondada e revestida por cartilagem hialina, ao contrário da superfície da tíbia que é plana. A superfície patelar é separada por uma proeminência específica em uma parte medial menor e outra lateral maior. Por esta razão, pode se confirmar que a estrutura anatômica do joelho é biomecanicamente estável (CASTRO, 2012).

O movimento de flexão de joelho ocorre quando as facetas posteriores da perna e da coxa se aproximam, assim formando um ângulo de 140°. Dependendo do tamanho da massa muscular da panturrilha em contato com a musculatura posterior da coxa, a flexão de joelho pode chegar de 120° a 150°, conforme o posicionamento corporal e auxílio de fatores externos. Um estudo realizado mostrou que o valor médio da flexão de joelho encontrado em homens normais com idade de 18 anos a 54 anos foi de 143°. A amplitude de movimento da flexão de joelho é reduzida

quando o quadril está em extensão, isso ocorre devido a uma limitação do músculo biarticular reto femoral, que possui sua inserção proximal na espinha ântero-inferior do ílio. Por outro lado, quando o quadril é fletido a 90°, a extensão de joelho pode ser livre ou limitada de acordo com o comprimento dos músculos posteriores da coxa. Alguns fatores podem causar alterações nos parâmetros de normalidade da angulação do joelho como uma diferença no comprimento do membro, um problema pronatório ou um déficit na flexibilidade ou na resistência irão acarretar em mudanças compensatórias na cadeia cinética da extremidade inferior, provocando uma redução em sua ADM, bem como anormalidades ósseas, desenvolvimento muscular, gordura corporal, o sexo, a integridade ligamentar e a idade. Restrições patológicas como edema, dor ou encurtamento de tecidos moles diante a movimentação em uma articulação também podem limitar a função normal (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

Tais alterações podem ser encontradas em virtude da grande quantidade de adeptos a modalidade esportiva denominada futebol (sendo um dos esportes mais populares e praticados no mundo) onde há uma elevada ocorrência de lesões musculoesqueléticas desportivas; o futebol consiste em um grande contato físico, movimentos curtos rápidos e não contínuos o que explica o alto índice de lesões (Silva et al,2005). De acordo com informações do Centro de Pesquisa e Estudo Médico da FIFA, as lesões mais comuns no futebol afetam os membros inferiores (70% a 80%) sendo que a grande a maioria envolve as articulações do joelho, tornozelo e distensões musculares (SIMIONATO, 2014). Por ser uma articulação altamente exigida e exposta a traumas, o joelho é frequentemente lesado, levando a rupturas totais e parciais dos ligamentos, fissuras e lesões nos meniscos, fraturas ósseas, entre outras (STEWIEN; CAMARGO, 2005).

A mensuração da Amplitude de Movimento Articular (ADM) é um constituinte indispensável para avaliação, planejamento, acompanhamento e diagnóstico da progressão e dos resultados de um tratamento fisioterápico, facilitando aos profissionais da saúde a identificarem a necessidade de intervenções terapêuticas, visando o melhor prognóstico da amplitude funcional durante a recuperação (BATISTA et al., 2006).

Dentre as várias atividades físicas e esportivas pode-se destacar o futebol de campo como uma modalidade onde os atletas podem apresentar alterações na ADM, o que pode interferir em seu desempenho. O Formiga Esporte Clube – FEC,

desenvolve treinamentos, desde 2016, com jovens atletas de 18 a 20 anos, na modalidade categoria sub 20 no futebol de campo da segunda divisão. Por meio da parceria com o UNIFOR – MG disponibiliza o acesso ao centro de treinamento assim como aos atletas para a avaliação da ADM de joelhos, com intuito de verificar possíveis alterações frente ao padrão de normalidade.

Dentre os vários instrumentos utilizados para realizar a mensuração da ADM, foram abordados neste estudo a Biofotogrametria Computadorizada (BC), utilizando o aplicativo ALCimagem® que foi desenvolvido através da parceria do Dr. Alcimar B. Soares juntamente com o Dr. Mário Antônio Baraúna, seguindo o princípio do cálculo angular, selecionado através da marcação de 3 pontos sequenciais; sendo assim o programa constitui de um algoritmo matemático que converte os pontos de imagens em eixos cartesianos, assim os quantificando (BARAÚNA et al., 2003) e o Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG), desenvolvido como trabalho de conclusão de curso pelo graduando Saymon de Andrade Alves e seu orientador Prof. Ms. Wellerson Costa Faria pelo curso de fisioterapia do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, sendo um aplicativo digital para smartphones com sistema operacional Android, cuja finalidade é mensurar a ADM articular (ALVES, 2015).

Ambos são instrumentos digitais que possuem a função de mensurar a ADM sendo a BC uma ferramenta de avaliação não invasiva, que possui vantagens na efetividade de sua aplicação clínica, como baixo custo do sistema e interpretação de imagens, alta precisão e reprodutibilidade dos resultados; justificando assim, a escolha do método (SANCHEZ, 2008). Porém, apresenta algumas desvantagens como: a necessidade de maior conhecimento sobre os fundamentos e a prática instrumental para o estudo das imagens; o posicionamento inadequado dos marcadores acarretará em erros durante a leitura das angulações mensuradas, além de não estabelecer especificamente em um diferencial profissional (RICIERI, 2005).

Por sua vez, o PAG é também um instrumento digital, que proporciona acessibilidade prática, sem custo, velocidade e praticidade, não invasivo, e que não oferece riscos aos pacientes. Conta também com esclarecimentos sobre seu uso através de registros de dados na tela do celular, determinando o posicionamento apropriado dos marcadores; sendo utilizado para feedback nas avaliações e reavaliações do pacientes. O objetivo principal desse instrumento a ser estudado é contribuir com a criação de recursos mais modernos e tecnológicos, servindo como

auxílio na avaliação do paciente, oferecendo um diagnóstico mais efetivo. Apresenta como limitação o fato de ainda não ser validado (o que possibilita seu aprimoramento e desenvolvimento de novas funções), ser testado apenas em articulações monoaxiais e ser necessário o uso de smartphone como sistema operacional Android para sua utilização (ALVES, 2015).

Deste modo, o objetivo principal deste estudo foi mensurar a ADM de joelho em jogadores de futebol, utilizando-se a BC e o PAG com a finalidade de comparar os valores obtidos entre os instrumentos. Teve, ainda, como objetivo comparar os valores obtidos da ADM de joelho, a fim de verificar se os mesmo apresentam grau de normalidade (120° a 150°). A realização deste estudo justifica-se pelo fato de que o PAG é uma ferramenta digital para mensurar a ADM articular. Embora existam outras ferramentas para esta finalidade, a BC também é uma ferramenta digital além de ser validada e ser considerada confiável para esta finalidade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Futebolistas e Suas Atividades

De acordo com os registros da FIFA (Associação Federativa Internacional de Futebol), o futebol é o esporte mais praticado em todo o mundo, contando com mais de 200 milhões de adeptos, incluindo amadores e profissionais de todas as faixas etárias e diferentes níveis (RIBEIRO et al., 2007). Consiste em uma modalidade esportiva que apresenta constantes mudanças de atividades, além das mudanças de repouso e períodos de baixa e alta intensidade que variam conforme a habilidade individual de cada jogador estando intimamente ligada com sua posição em campo (SHIN; GOMES, 2010).

Segundo as regras do futebol de campo, a partida será jogada por duas equipes compostas por 11 jogadores cada uma, na qual, apenas um jogará como goleiro (LUCERO, 2014). As principais posições designadas e as características variáveis de cada jogador dependem da sua posição em campo, sendo: o goleiro (força explosiva, flexibilidade, equilíbrio, resistência muscular e velocidade de reação), laterais (força explosiva, resistência e coordenação), zagueiros (força, impulsão, equilíbrio, velocidade de reação e agilidade), meio-campo (resistência, coordenação, recuperação e velocidade) e atacantes (velocidade, agilidade, equilíbrio e força explosiva). (SHIN; GOMES, 2010).

Ultimamente, o futebol tem sofrido diversas mudanças, especialmente em função das exigências físicas, que vem se apresentando cada vez maiores, obrigando os atletas a trabalharem próximo de seus limites máximos de exaustão, e com isso aumentando a predisposição às lesões (PALACIO; CANDELORO; LOPES, 2008)

Por se apresentar como um esporte coletivo, em que o indivíduo realiza movimentos naturais, bem como gestos específicos de acordo com as jogadas, além de grande contato físico entre os jogadores, os movimentos curtos, rápidos e não contínuos, associados a aceleração e desaceleração, alteração de direção e saltos predispõe a uma maior incidência de lesões articulares, principalmente no joelho, região mais acometida, envolvendo lesões meniscais e ligamentares (LUCERO, 2014)

Dentre as lesões comumente relacionadas ao futebol de campo a contusão (pancada) está presente com 33,71%, sendo esta resultante de um trauma direto sobre o corpo do jogador, também a lesão muscular (estiramento ou ruptura do músculo) com 21,72% e entorse. A região mais afetada pelas lesões são os membros inferiores, principalmente o joelho, seguido pela coxa e pelo tornozelo, com 24,30%, 21,71% e 12,20% respectivamente. A causa de lesões no futebol está relacionada ao tipo de treinamento, condicionamento dos atletas, entre outros tipos de fatores isolados (SILVA; MEJIA, 2013).

Em relação à frequência de lesões nas cinco posições dos jogadores (zagueiros, atacantes, laterais, meias e goleiros), as maiores incidências acometem os atacantes com 36,8%, zagueiros com 26,6% e meias com 20% (PALACIO; CANDELORO; LOPES, 2010).

A modalidade futebolística é a maior causa de lesões em atletas mundialmente, sendo estas responsáveis por 50 a 60% de todas as lesões esportivas na Europa. De todos os traumas físicos tratados em hospitais europeus, cerca de 3,5% a 10% são causados pelo futebol (PALACIO; CANDELORO; LOPES, 2008).

O alto índice de lesões associado à prática do futebol tem sido alvo de pesquisas de uma equipe multidisciplinar envolvendo fisioterapeutas, médicos, educadores físicos, nutricionistas, fisiologistas, dentre outros, com o intuito de buscar a incidência, os mecanismos de lesões e os fatores de riscos a fim de combater suas causas (LIMA; ZAMAI, 2011). Existem lesões que podem ser prevenidas a partir de programas para condicionamento físico e exercícios apropriados, tendo como objetivo a diminuição dos fatores de risco e futuras lesões para o atleta profissional (CARVALHO; OLIVEIRA; GALERA, 2009).

2.1.1 Biomecânica do Futebol

Definida como uma área da ciência, a biomecânica, tem como intuito proporcionar melhorias na qualidade do esporte. Sendo assim, investiga quantitativamente o futebol, por meio da cinemetria que, por sua vez, analisa a atuação de atletas a fim de alcançar melhores resultados (CUNHA, 2003).

Os músculos dos membros inferiores são biarticulares na maioria das vezes, e estão relacionados com os movimentos de flexão, extensão e rotação do membro,

incluindo as articulações de joelho, tornozelo e coxofemoral. Temos como exemplo o músculo quadríceps, utilizado nos principais movimentos corporais, sendo a corrida, aterrissagem, o pulo e a elevação do corpo (SILVA; MEJIA, 2013).

Durante a execução do chute, os atletas passam por pré-requisitos, como a percepção da bola, se a mesma está parada ou em movimentação, se está baixa ou alta, coordenação motora, equilíbrio, espaço temporal e a força a ser gerada para chutar bola. Caso ocorra uma flexão de coxa, seja durante o chute ou na marcha a pelve que está oposta a flexão realiza uma rotação superior e lateral para o lado do membro de apoio (TAGLIARI, 2009).

Segundo Silva e Mejia (2013), as cargas de forças nas articulações são muito grandes e são compensadas pelos músculos que atuam de modo contrário uns aos outros, diante disso, caso ocorra algum desequilíbrio deste sistema, toda a biomecânica das articulações será comprometida, acarretando em tensões musculares que provavelmente afetarão a postura do indivíduo.

2.1.2 Anatomia da Articulação do Joelho

O joelho é uma articulação complexa composta por três ossos, sendo o fêmur, a tíbia e patela, apresenta dois graus de liberdade de movimento realizando flexão, extensão e rotação axial e três superfícies que se articulam (as articulações tibiofemoral medial, tibiofemoral lateral e patelofemoral), as quais se encontram no interior da cápsula articular. Do ponto de vista funcional, o joelho é capaz de resistir o peso corporal na posição ortostática sem que haja contração muscular; participando de funções como abaixar e elevar o corpo ao sentar, subir escadas; além de permitir a rotação do corpo sobre o pé quando o mesmo está parado. Várias funções normais da articulação do joelho como resistir a grandes forças, proporcionar grande amplitude de movimento e fornecer grande estabilidade são atingidas de uma maneira única. A mobilidade depende especialmente da estrutura óssea, assim como, a estabilidade depende principalmente da ação de tecidos moles como os ligamentos, os músculos e a cartilagem. Comumente, as lesões atléticas sofridas a estas estruturas de estabilização ocorrem devido a maiores torques que são gerados pelas forças que atuam sobre os longos braços de alavanca da tíbia e do fêmur (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997).

2.1.3 Amplitude de Movimento (ADM)

Para que todos os componentes biomecânicos atuem em harmonia, é necessário uma boa avaliação de medidas angulares no corpo humano, até mesmo para investigação de disfunções articulares, bem como a avaliação da integridade e flexibilidade dos tecidos moles em atividade durante a execução de um movimento. A amplitude de movimento alcançada por uma articulação atribui-se a função da cápsula, ligamentos, tendões e músculos que atravessam essa articulação, além de sua morfologia em questão. Geralmente, o movimento de flexão de joelho apresenta um angulação de 120° a 150°.

No entanto, a ADM sofre alterações de indivíduo para indivíduo conforme a idade, prática de atividade física, sexo, ausência ou presença de disfunção e grau de força muscular, caso o mesmo seja submetido a avaliação da ADM ativa (SANTOS; VENTURINI et al., 2006).

A mensuração objetiva da amplitude de movimento articular é de suma importância para o planejamento, diagnóstico e acompanhamento da evolução e dos resultados de um tratamento fisioterápico.

Para se obter resultados válidos e confiáveis, é necessário que o avaliador tenha uma boa compreensão dos princípios de aplicação, das técnicas e recursos de avaliação, e assim baseado nos resultados obtidos das mensurações, será possível desenvolver estratégias de ação terapêutica, diagnóstica, prognóstica ou ergonômica (SANTOS et al., 2011).

2.1.4 Biomecânica do Joelho

O joelho está localizado entre as duas mais longas alavancas ósseas do corpo humano (o fêmur e a tíbia), por isso o torque desta articulação é grande, ou seja, mesmo em atividades normais, as superfícies articulares do joelho suportam forças que excedem grandemente o peso corporal e isso propicia a um alto índice de micro traumas e degenerações subsequentes (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997).

A articulação do joelho consiste em uma complexa articulação representada pelas articulações tibiofemoral e patelofemoral que estão presentes no corpo humano e são responsáveis por sustentar na maioria das vezes grande parte do peso corpóreo. Localiza-se entre as articulações do quadril e tornozelo auxiliando-as em ambas as cadeias cinéticas, tanto fechadas – suportam o peso corporal, quanto em cadeias cinéticas abertas – promovem mobilidade. Portanto, sua estabilidade e alinhamento dependem constantemente da disposição de ligamentos, cápsulas, meniscos e estruturas musculotendinosas (HIRATA, 2006).

O complexo do joelho está sujeito a cargas de compressão (suportadas pelos músculos) e ao cisalhamento durante as atividades diárias. Um exemplo de carga compressiva está na articulação tibiofemoral, durante a marcha, na fase de apoio a força compressiva na articulação tibiofemoral recebe uma carga três vezes maior que o peso corporal, assim como, o indivíduo que está transpondo um lance de escada, pois ocorre um aumento da força compressiva quatro vezes maior do que o peso corpóreo (HALL, 2009). Já o cisalhamento implica a uma tendência ao deslocamento anterior do fêmur sobre o côndilo tibial (esse resistido pelos ligamentos e outras estruturas de suporte que cruzam o joelho), como na flexão de joelho, quanto mais o ângulo articular aumenta, o componente de cisalhamento aumenta frente à força articular gerada pela sustentação do peso imposto sobre a articulação tibiofemoral (HALL, 2009).

Já na articulação patelofemoral, a força compressiva corresponde à metade do peso corporal durante a marcha normal, visto que, esse valor pode ser triplicado durante a subida de escadas. Isso deixa claro que durante a sustentação de peso a compressão patelofemoral aumenta ao realizar a flexão de joelho. Desse modo, há duas explicações para que isso aconteça: 1) com o aumento da flexão de joelho, aumenta também o componente compressivo da força atuante na articulação e 2) conforme a flexão aumenta, se faz necessário maior tensão do musculo quadríceps para impedir que o joelho dobre por consequência da força de gravidade (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

2.2 Relação entre a Biomecânica do Joelho e o Desempenho no Futebol

Durante o treinamento desportivo os membros inferiores são constantemente recrutados para a execução de ações como corridas, saltos, chutes,

sprints e desarmes. Dessa forma, o músculo quadríceps femoral apresenta importante função na realização de chutes, saltos e passes, ao contrário dos músculos isquiosurais que são responsáveis por controlar as atividades de corrida e estabilização de joelho em situações que exigem mudanças de direção ou desarme do adversário, atuando também no momento do chute ou passe de bola a partir da contração excêntrica. Há relatos de que níveis reduzidos de força, especialmente dos isquiosurais, assim como déficits de flexibilidade muscular e restrições de ADM articular contribuem para um maior risco de lesões em tecidos moles. Por esse motivo, ressalta-se a importância de uma avaliação funcional específica para melhor planejamento e acompanhamento durante a execução de treinos, como também na prevenção de lesões. (WEBER et al., 2010).

2.3 Avaliação Fisioterapêutica Funcional do Joelho

Ao realizar uma avaliação fisioterápica funcional da articulação do joelho, devem ser considerados vários aspectos a fim de se estabelecer uma conduta adequada para o tratamento do indivíduo. Primeiramente, é indispensável o conhecimento das articulações que envolvem o joelho, como, as articulações femorotibial e femoropatelar, assim como também, o registro detalhado de informações sobre a história clínica do indivíduo para o reconhecimento dos sinais e sintomas e o exame físico de estruturas próximas a esta articulação (CASTRO; VIEIRA, 2011).

A inspeção deve ser realizada em vista anterior, posterior e lateral, com o indivíduo permanecendo em posição ortostática, ou então, em posição sentada para avaliação em vista anterior e lateral (CASTRO; VIEIRA, 2011).

Durante a inspeção é recomendada a palpação específica dos pontos anatômicos; como também, a comparação da mobilidade dos segmentos, ou seja, movimentos passivos e ativos; ADM articular (flexão e extensão de joelhos); execução de testes de comprimento muscular; verificação da estabilidade ligamentar e avaliação funcional, incluindo a análise da marcha, favorecendo a percepção de alterações no comprimento do passo, velocidade da marcha, cadência e desvios, bem como movimentos anormais presentes em outras articulações envolvendo a pelve, patela, quadril e tornozelo (CASTRO; VIEIRA, 2011).

2.4 Instrumentos

Diante os vários instrumentos desenvolvidos para avaliar e mensurar a ADM articular, podemos citar a fotogrametria computadorizada, goniômetro universal, dinamômetro isocinético, flexímetro, o inclinômetro e o eletrogoniômetro (VENTURINI et al., 2006).

A goniometria manual é a modalidade mais utilizada na prática fisioterápica para avaliar ADM articular. Sendo assim, conta com a utilização de goniômetros universais que podem ser de plástico ou metal, e diferentes tamanhos, porém com o mesmo padrão básico. Todos constituem em um corpo com dois braços longos ligados por um marcador de ângulo, sendo um braço fixo e um móvel. Possui um sistema de medida apresentado em um círculo completo (0 a 360°) ou em meio círculo (0 a 180°) (MARQUES, 2014). Por isso, dispõe de vantagens como fácil manuseio, é um método barato e permite que as medidas sejam tomadas rapidamente. Contudo, apresenta maior subjetividade, sendo necessários a percepção do examinador e o posicionamento adequado do paciente e do goniômetro durante a realização do exame (NOGUEIRA et al., 2011). A precisão da medida depende da qualidade do goniômetro, pela diferença das articulações a serem avaliadas, pelo procedimento executado, pelas diversas patologias e a realização do movimento, seja de forma ativa ou passiva durante o teste (MARQUES, 2014).

Não existem ainda evidências suficientes relacionadas à confiabilidade da mensuração angular com o goniômetro. Certifica-se que, diante as articulações dos membros superiores e inferiores, a goniometria apresenta confiabilidade considerada de boa a excelente, visto que, para mensurar da ADM de tronco apresenta baixa confiabilidade. Embora sejam tomados todos os cuidados metodológicos em estudos científicos a fim de testarem a confiabilidade das mensurações angulares na prática clínica através de vários instrumentos, se faz necessário à busca de fundamentações precisas, sendo que diante a conclusões de muitos estudos que realizaram esses testes são diversas vezes conflitantes (SANTOS et al., 2011).

2.4.1 Biofotogrametria Computadorizada (BC)

No Brasil, as primeiras publicações utilizando a Biofotogrametria Computadorizada surgiram por volta de 1980, assim que, estudiosos como Mário Antônio Baraúna, adquiriram os conhecimentos provenientes desta modalidade para análise do movimento humano, sendo aplicadas em áreas funcionais e desportivas. No entanto, de acordo com este autor, exclusivamente no fim da década de 1990, esta ferramenta desenvolvida para análise recebeu um forte impacto, devido a ocorrência de um grande avanço tecnológico acarretando em uma diminuição dos custos dos equipamentos digitais (AROEIRA, 2009).

A Biofotogrametria Computadorizada é descrita como um instrumento tecnológico e confiável baseado na aplicação do princípio fotogramétrico às imagens fotográficas para a obtenção de informações sobre segmentos corporais através da medição, gravação e interpretação de imagens, possibilitando o registro de mudanças entre diferentes áreas corporais, que por sua vez são dificilmente mensuradas ou registradas por outros meios, auxiliando na quantificação da ADM e fornecendo resultados mais precisos do que os obtidos pela percepção visual (CÉSAR et al., 2012). Apresenta-se como uma modalidade de avaliação não invasiva, proporcionando vantagens na efetividade de sua prática clínica, tanto para confiabilidade da fisioterapia quanto para pesquisas em reabilitação. (ICN et al., 2007).

2.4.2 Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG)

O PAG foi desenvolvido como um aplicativo digital para smartphones com sistema operacional Android, cuja finalidade é mensurar a amplitude de movimento articular. Tal instrumento foi desenvolvido como trabalho de conclusão de curso, pelo graduando Saymon de Andrade Alves e seu orientador Prof. Ms. Wellerson Costa Faria pelo curso de fisioterapia do Centro Universitário de Formiga – UNIFORMG. Consiste em um programa que oferece acessibilidade prática, velocidade, praticidade, sem custo, não invasivo, e, além disso, não oferece riscos aos pacientes. Disponibiliza também esclarecimentos sobre seu uso através de registros de dados na tela do celular, com indicação para o posicionamento adequado dos marcadores, sendo ainda utilizado para feedback nas avaliações e reavaliações dos pacientes (ALVES, 2015).

Apresenta como limitação o fato de ainda não ser validado (o que possibilita seu aprimoramento e desenvolvimento de novas funções), ser testado apenas em articulações monoaxiais e ser necessário o uso de smartphone como sistema operacional Android para sua utilização. Após sua validação, o mesmo será disponível para dispositivos móveis que executem o sistema operacional Android, seja tablet ou celular (ALVES, 2015).

A utilização do PAG será da seguinte forma: o indivíduo será posicionado anatomicamente e então, será feita a configuração dos parâmetros adequados no dispositivo. O examinador irá clicar no botão virtual para a captura da primeira imagem em sua posição inicial; e após o indivíduo efetuar o comando dado pelo examinador, o mesmo irá permanecer nesta posição para que seja feita a captura da segunda imagem em sua posição final. Feito isto, o PAG apontará a amplitude de movimento do indivíduo avaliado, gerando uma sobreposição das imagens capturadas, com a indicação dos pontos anatômicos para que se obtenha a mensuração do ângulo desejado. Será necessário o cuidado em relação ao posicionamento do dispositivo móvel, pois deve estar disposto de maneira retilínea, sem nenhuma inclinação, e a articulação a ser avaliada deve enquadrar totalmente a área do membro a ser mensurado (ALVES, 2015).

2.5 Atuação Fisioterápica

A fisioterapia na área desportiva tem como finalidade avaliar, restaurar, proteger e proporcionar maior capacidade funcional do atleta, colaborando para que ele possa executar suas funções com maior êxito (ROSAN, 2003).

O fisioterapeuta que atua nessa área deve apresentar competências e habilidades exclusivas baseadas na promoção, prevenção e tratamento na prática do exercício e atividade física, tornando-se um componente predominante nas mais diversas modalidades desportivas (SILVA; MEJIA, 2013).

Diferentemente dos outros trabalhos na área fisioterápica, a fisioterapia no esporte deve ser mais rápida e funcionalmente mais efetiva, dispondo de métodos e estratégias terapêuticas específicas, favorecendo o retorno rápido do atleta às suas atividades esportivas e sempre resguardando a sua integridade física, pois o atleta em especial, precisa realizar todas as funções do seu corpo, seja músculos, ossos e

articulações na mais alta potência e amplitude para que a execução dos movimentos seja completa (PARREIRA, 2007).

Rosan (2003) aborda que a assistência profissional prestada a um clube de futebol é composta por fisioterapeutas, médicos, fisiologistas, educadores físicos e psicólogos, que possuem total autonomia para avaliar, planejar e executar as condutas propostas para o tratamento e recuperação do atleta. O mesmo autor ressalta ainda, que, a discussão dos casos apresentados e o trabalho da equipe multidisciplinar proporcionam resultados satisfatórios para o desempenho do atleta

De acordo com SHIN e GOMES (2010) existem diversos protocolos para o desempenho desportivo que descrevem as ações executadas pelos jogadores em campo. Tais protocolos apresentam características que variam de acordo com a posição que cada esportista atua. Portanto, as especificidades e treinamentos de cada função em campo exigem jogadores com qualidades físicas nitidamente distintas incluindo atacantes, laterais, meio de campo, volantes, zagueiros e goleiros.

O exame ortopédico e físico, a interpretação de exames de imagem e laboratoriais é fundamental para o fisioterapeuta que atua na área desportiva, independente do envolvimento de articulações ou segmentos corporais (CARDOSO et al.,2007).

A elaboração de um programa de alongamentos é essencial para a melhora do desempenho do atleta, sendo que, se os músculos são bem alongados conseqüentemente a eficiência aumenta e o gasto energético diminui durante movimento (VEIGA; DAHER; MORAIS, 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo comparativo observacional transversal quantitativo, realizado no Centro de Treinamento do clube de futebol profissional Formiga Esporte Clube (FEC), realizado após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Os estudos transversais são caracterizados pela coleta de dados de uma determinada amostra que se deseja explorar, em um único período ou momento temporal. Sendo realizadas pesquisas com a finalidade de investigar se as ações dos indivíduos são permanentes ou se dependem de algum fator característico. Apresenta como vantagens o baixo custo e também o fato de não ocorrer perda dos resultados (HOCHMAN, 2005).

3.2 Amostra

A amostra foi definida por conveniência composta por 10 jogadores de futebol de campo, do sexo masculino, participantes da categoria de base sub 20 do FEC, com faixa etária entre 18 e 20 anos, residentes no município de Formiga–MG, sendo realizado o contato antecipado com o clube, que desenvolve a modalidade esportiva de futebol de campo.

3.2.1 Os Critérios de Inclusão foram:

- a) Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos atletas;
- b) Estarem vinculados a categoria de base sub 20 do FEC;
- c) Possuir idade entre 18 e 20 anos;
- d) Apresentarem movimentos livres e funcionais da articulação de joelho.

3.2.2 Os Critérios de Não Inclusão foram:

- a) Apresentarem lesão ou comprometimento da integridade na articulação do joelho no momento da coleta de dados;
- b) Não comparecerem no dia da avaliação;

Apresentarem limitações em articulações proximais (quadril e tornozelo) que possam limitar o movimento funcional da articulação do joelho.

4 INSTRUMENTOS

4.1 Biofotogrametria Computadorizada 2.1

Instrumento utilizado para mensurar a ADM. Foi utilizado o software ALCimagem na versão 2.1, onde o mesmo foi desenvolvido através da parceria do Dr. Alcimar B. Soares juntamente com o Dr. Mário Antônio Baraúna, seguindo o princípio do cálculo angular, selecionado através da marcação de 3 pontos sequenciais. Sendo assim o programa constitui de um algoritmo matemático que converte os pontos de imagens em eixos cartesianos, assim os quantificando (BARAÚNA et al., 2003).

A Biofotogrametria Computadorizada é uma modalidade de Fotogrametria baseada na adaptação da técnica ao estudo dos seres humanos, desenvolvida pela aplicação dos princípios fotogramétricos as imagens corporais, onde constituem-se as bases da fotointerpretação computadorizada. É um programa que avalia imagens, seja foto ou vídeo, de segmentos corporais (SANCHEZ, 2008).

4.2 Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG)

O instrumento foi desenvolvido como trabalho de conclusão de curso pelo graduando Saymon de Andrade Alves e seu orientador Prof. Ms. Wellerson Costa Faria pelo curso de fisioterapia do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

Foi desenvolvido como um aplicativo digital para smartphones com sistema operacional Android, cuja finalidade é mensurar a ADM articular. Tal instrumento necessita ainda da realização de testes específicos para sua validação. É um instrumento não invasivo, não apresentando riscos aos pacientes, expondo esclarecimentos sobre seu uso através da tela do celular e oferece auxílio para o feedback durante avaliações e reavaliações dos pacientes por meio do registro de dados. (ALVES, 2015)

O PAG utiliza como princípio a função $\arctan 2$ (vetores do arco tangente) em planos cartesianos, através da medida entre a distância dos vetores (posição inicial e final), em que o segmento a ser avaliado será interpretado como um vetor sob os eixos de abcissas e ordenadas. (ALVES, 2015).

4.3 Cronômetro Digital Kikos CR100 - 100 Voltas

Usado para medir o tempo que cada instrumento necessita para mensurar a ADM de joelho, a fim de comparar qual deles apresenta resultados mais instantâneos.

4.4 Câmera digital Sony

Foi utilizada para registros fotográficos dos voluntários. Após captura das imagens dos joelhos em posição de avaliação, as mesmas foram carregadas no programa ALCimagem 2.1, com a finalidade de mensurar ADM de joelho com este instrumento.

4.5 Notebook Acer

Usado para analisar as imagens obtidas pela câmera digital, utilizando o programa ALCimagem 2.1. As fotos foram analisadas utilizando como referência a marcação prévia, por meio de adesivos refletivos sobre os pontos anatômicos - linha articular do joelho (passando pela cabeça da fíbula, crista ilíaca ântero superior) e maléolo lateral na fíbula, na imagem selecionada, onde o programa indicaria o cálculo da mensuração.

4.6 Celular Samsung Galaxy S4 Mini

Dispositivo móvel que foi usado junto ao PAG, durante a mensuração da ADM de joelho.

4.7 Ficha de Avaliação e caneta

Onde foram anotadas as informações dos atletas, bem como sua ADM de joelho.

5 PROCEDIMENTOS

Inicialmente, foi realizada uma visita ao FEC, onde os voluntários foram informados sobre os procedimentos a serem realizados neste estudo, bem como seu propósito, seguida da assinatura do TCLE pelos mesmos e após autorização do diretor do FEC. Antes de iniciar as mensurações, os voluntários responderam a uma ficha avaliativa, composta por questões relacionadas aos dados pessoais e físicos, como nome, idade, sexo, telefone, escolaridade, lado dominante, presença de quadro algico, se já foi submetido à intervenção cirúrgica em membros inferiores e outros relacionados aos critérios de inclusão (APÊNDICE C). Durante a realização da mensuração de ADM de joelho, estiveram presentes dois avaliadores: o pesquisador-autor deste estudo, que usou a BC como instrumento e o pesquisador-assistente que usou o PAG; bem como um integrante da comissão técnica do FEC. Foi realizado também, um treinamento prévio, tanto do pesquisador-autor quanto ao uso da BC quanto do pesquisador-assistente quanto ao uso do PAG, para que a confiabilidade inter-observador dos valores obtidos seja satisfatória, levando-se em consideração a afinidade do examinador com o instrumento a ser utilizado (CAETANO; SCHMIDT, 2012). Por fim, foi realizada uma inspeção da maca a ser utilizada, com o objetivo de escolher aquela com melhor integridade, oferecendo maior segurança aos voluntários quanto ao risco de queda.

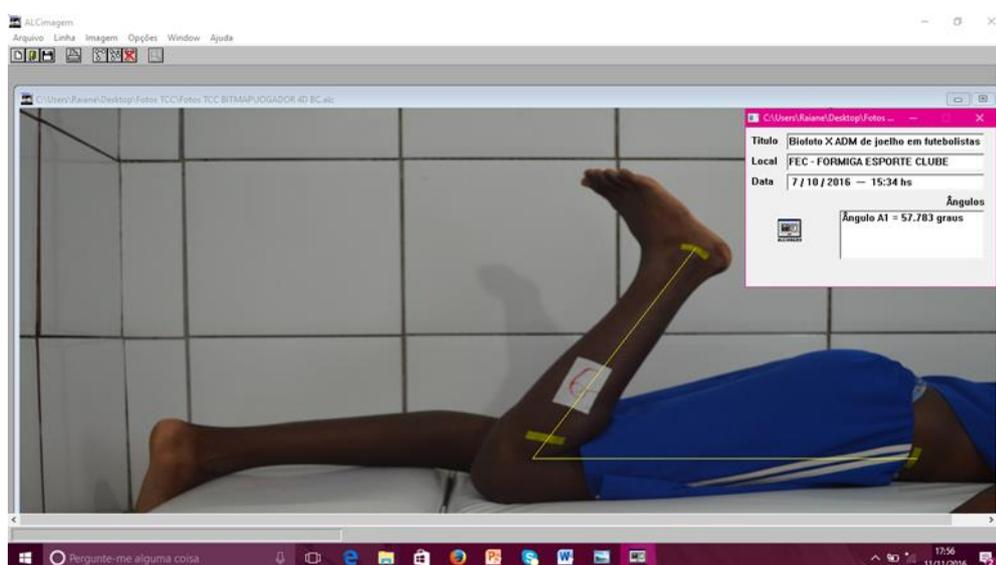
Os voluntários foram instruídos a não realizarem atividade física a, no mínimo, 1h antes da coleta de dados; foram orientados também a comparecerem no dia da mensuração usando roupas confortáveis deixando exposta área a ser avaliada (região distal de coxa e perna), bem como não utilizarem acessórios que possam causar limitação da ADM, como joelheira, tornozeleira, entre outros (CAETANO; SCHMIDT, 2012)

Os voluntários foram encaminhados a uma sala com boa iluminação e adequada para a coleta das imagens fotográficas, considerando a privacidade de cada um. Em seguida, foram posicionados em decúbito ventral, com membros superiores pronados e paralelos ao tronco, cabeça em rotação homolateral ao lado a ser avaliado e membros inferiores em posição neutra (LUSTOSA, 2008). Foram, ainda, orientados quanto ao movimento a ser executado, de maneira ativa pelo

voluntário (flexão máxima de joelho, sendo realizado um lado de cada vez), maneira correta de sua execução, bem como treinamento prévio para que o voluntário possa executá-la da maneira correta.

Após o posicionamento correto, foi feita palpação dos pontos anatômicos de referência para flexão de joelho (linha articular do joelho, passando pela cabeça da fíbula, crista íliaca ântero superior e maléolo lateral na fíbula) e marcação dos mesmos com fita adesiva colorida (FIG. 1).

Figura 1- Avaliação da flexão de joelho utilizando a Biofotogrametria Computadorizada (aplicativo ALCimagem®)



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

A câmera digital Sony 14.1 foi posicionada em um tripé, com altura de 80 centímetros do solo, de maneira perpendicular à articulação de joelho e a 160 centímetros de distância do voluntário, possibilitando enquadramento pleno da articulação a ser mensurada no visor da câmera (MARQUES, 2014). O PAG foi posicionado sobre uma superfície fixa (mesa), utilizando suporte de madeira para padronizar seu posicionamento. Foi colocada a distância necessária para o enquadramento total da articulação a ser mensurada, de maneira perpendicular a mesma, paralela à câmera com o tripé (ALVES, 2015).

Inicialmente, foi feita a captura da primeira imagem (voluntário com joelho em posição neutra) com ambos os instrumentos. Em seguida, o pesquisador-autor deste estudo solicitou ao voluntário que realizasse a flexão de joelho, utilizando o

seguinte comando verbal: “Flexione o joelho, realizando a amplitude máxima que for possível” (Batista et al., 2006). Após a realização, foi solicitado ao voluntário que permanecesse nesta posição, para que fosse feita a captura da imagem em posição final de flexão de joelho pelos instrumentos PAG e BC. Cada pesquisador (autor e assistente) esteve em posse de um cronômetro, o qual foi acionado no mesmo momento, quando ambos estivessem devidamente preparados para iniciar a mensuração da ADM. Inicialmente, foi mensurada ADM de joelho do membro inferior direito; e em seguida do membro inferior esquerdo, a fim de verificar se a ADM apresentava valores dentro dos parâmetros de normalidade (120° a 150°). Após a captura das imagens com a câmera digital Sony 14.1, as imagens foram visualizadas para verificar sua nitidez e enquadramento para, posteriormente, serem adicionadas ao BC (BARAÚNA et al., 2003).

A coleta de dados foi realizada em duas datas distintas (em dias e horários que não comprometeriam o treino dos voluntários): na primeira, foi realizada a coleta de dados com todos os voluntários; no segundo momento, para que algum voluntário seja reavaliado, em caso de necessidade ou imagens insatisfatórias para uso na BC.

Cada pesquisador anotou seus resultados em sua ficha de avaliação, não permitindo que o outro pesquisador tenha acesso aos resultados obtidos por ele.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise descritiva dos resultados apresentados pelo presente estudo foi utilizada a média dos resultados na mensuração entre o Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG) e a Biofotogrametria computadorizada (BC). Para análise estatística, utilizou-se o programa Mini Tab para realização do teste T Student a fim de definir o nível de precisão dos resultados obtidos (semelhantes ou diferentes), sendo considerável o nível de significância $p > 0,005$.

7 CUIDADOS ÉTICOS

Este projeto foi executado mediante aprovação do CEPH/UNIFOR-MG de número 1.718.365 (ANEXO A), seguindo as normas da Resolução 496/2012 do CONEP.

Após a aprovação, foi dado início a coleta de dados do presente estudo.

8 RESULTADOS

Os voluntários deste estudo foram selecionados no FEC, vinculados na categoria de base do futebol de campo que estão em atividade há aproximadamente 1 ano. Foram recrutados 30 voluntários, que assinaram o TCLE; destes foram excluídos 19 por não comparecerem no dia da avaliação e 1 por apresentar comprometimento na articulação do tornozelo, totalizando uma amostra de 10 voluntários.

Todos os voluntários avaliados são do sexo masculino, com idade variando entre 18 e 20 anos, sendo a média de idade de 19,09 anos \pm 0,78.

Dos dez voluntários, nove (90%) são destros e apenas um (10%) é sinistro. Todos os indivíduos avaliados se declararam hígidos, negando comprometimento articular ou lesão da integridade na articulação do joelho, além de limitações em articulações proximais como quadril e tornozelo que poderiam interferir no movimento dos joelhos.

Em relação às mensurações, a Biofotogrametria Computadorizada (BC) apresentou valores que variaram entre 106,2° e 127,9° de ADM de flexão de joelho, com média igual a 118,41 \pm 5,84, enquanto o Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG) apresentou valores que variaram entre 104,7° e 127,2° de ADM, com média igual a 118,27 \pm 5,94, ressaltando que todos os voluntários tiveram os joelhos avaliados partindo de zero grau de extensão e executando a flexão de forma ativa. Os resultados estão representados na TAB. 1.

Tabela 1 – Mensuração da ADM bilateral de joelhos com o PAG e a BC

| VOLUNTÁRIO | BC | | PAG | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | MID | MIE | MID | MIE |
| 01 | 122.4 | 121 | 124.6 | 122 |
| 02 | 125.5 | 122.5 | 123.3 | 121.2 |
| 03 | 115.5 | 118.7 | 118.2 | 117.5 |
| 04 | 122.3 | 120.1 | 121.1 | 120.4 |
| 05 | 112.6 | 116.5 | 112.8 | 116.1 |
| 06 | 121.8 | 121.5 | 121.4 | 123.3 |
| 07 | 109.6 | 108.5 | 109.2 | 109 |
| 08 | 117.4 | 106.2 | 117.9 | 104.7 |
| 09 | 118.8 | 114.5 | 116.7 | 113.8 |

10

124.9

127.9

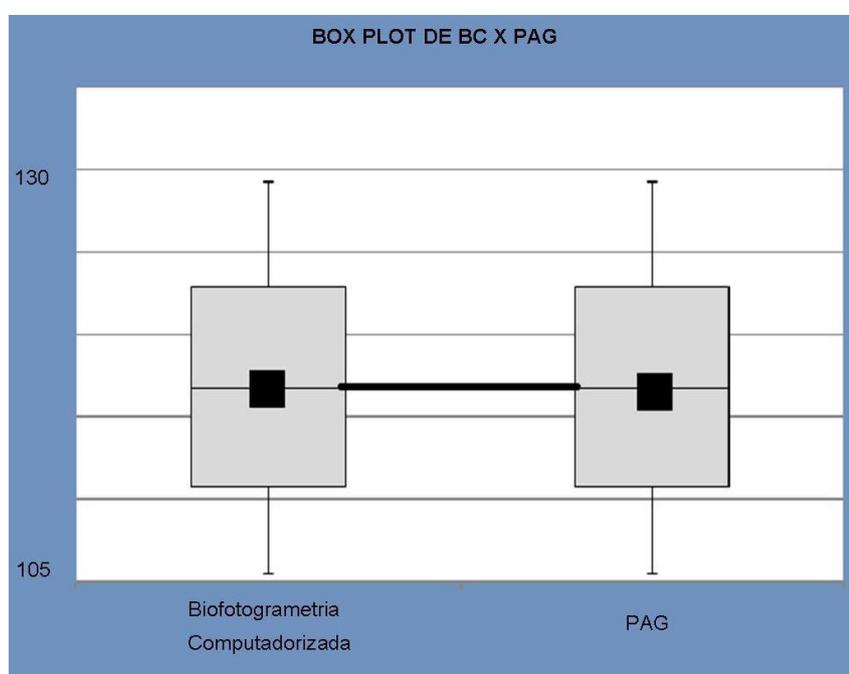
125

127,2

 Fonte: O Autor, 2016.

Quando comparados os valores mensurados utilizando a BC e os valores mensurados utilizando o PAG, observa-se que não houve diferença estatística, onde o valor de $p=0,9404$. Este valor está condizente com o objetivo deste estudo, no qual buscou verificar se os valores obtidos através destes instrumentos seriam semelhantes, ou seja, $p>0,05$. O GRÁF. 1 demonstra a relação estatística entre as mensurações.

Gráfico 1 – Relação entre as mensurações utilizando a BC e o PAG



Fonte: O Autor, 2016

No gráfico acima podem ser notadas linhas verticais que demonstram valores maiores e menores em cada mensuração utilizando ambos os instrumentos BC e PAG; as áreas retangulares são denominadas quartis e representam a maior concentração dos valores obtidos com cada instrumento e o quadrado destacado no centro mostra a média alcançada utilizando cada um dos métodos de avaliação. A relação de significância entre os instrumentos é representada pela linha preta, de modo que, quanto mais horizontalizada a linha estiver, maior semelhança terão os valores obtidos por cada instrumento e quanto mais verticalizada estiver, maior será a diferença entre os mesmos.

Em relação ao tempo gasto para a captura e análise quantitativa de imagem a BC obteve uma média de tempo de 105,9 segundos \pm 57,60, enquanto que o PAG obteve uma média de tempo de 35,9 segundos \pm 10,30. O tempo gasto para realizar a captura e mensuração das imagens utilizando tanto a BC quanto o PAG estão descritos nas TAB. 2 e 3.

Tabela 2 – Tempo de captura e mensuração de imagem utilizando a BC

| VOLUNTÁRIO | TEMPO CAPTURA IMAGEM BC | | TEMPO MENSURAÇÃO BC | | TEMPO TOTAL | |
|------------|----------------------------|--------|------------------------|--------|-------------|---------|
| | MID | MIE | MID | MIE | MID | MIE |
| 01 | 19seg | 19seg | 64seg | 67seg | 83 seg | 86 seg |
| 02 | 18seg | 23seg | 66seg | 170seg | 84 seg | 193 seg |
| 03 | 18 seg | 19 seg | 96seg | 165seg | 114 seg | 184 seg |
| 04 | 19 seg | 16 seg | 70seg | 52seg | 89 seg | 68 seg |
| 05 | 20 seg | 27 seg | 52seg | 54seg | 72 seg | 81 seg |
| 06 | 15 seg | 17 seg | 95seg | 250seg | 110 seg | 267 seg |
| 07 | 17 seg | 18 seg | 59seg | 182seg | 76 seg | 200 seg |
| 08 | 14 seg | 14 seg | 52seg | 65seg | 66 seg | 79 seg |
| 09 | 25 seg | 15 seg | 55seg | 46seg | 80 seg | 61 seg |
| 10 | 19 seg | 17 seg | 46seg | 44seg | 65 seg | 61 seg |

Fonte: O Autor, 2016

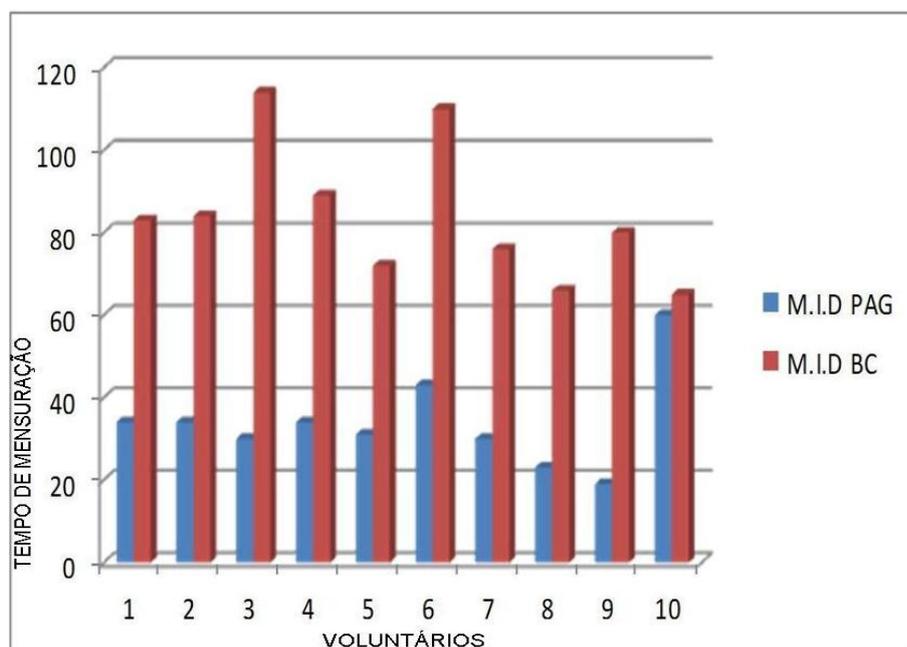
Tabela 3 – Tempo de captura e mensuração de imagem utilizando o PAG

| VOLUNTÁRIO | CAPTURA E MENSURAÇÃO PAG | |
|------------|--------------------------|--------|
| | MID | MIE |
| 01 | 34 seg | 43 seg |
| 02 | 34 seg | 32 seg |
| 03 | 30 seg | 46 seg |
| 04 | 34 seg | 48 seg |
| 05 | 31 seg | 43 seg |
| 06 | 43 seg | 45 seg |
| 07 | 30 seg | 45 seg |
| 08 | 23 seg | 25 seg |
| 09 | 19 seg | 28 seg |
| 10 | 60 seg | 25 seg |

Fonte: O Autor, 2016.

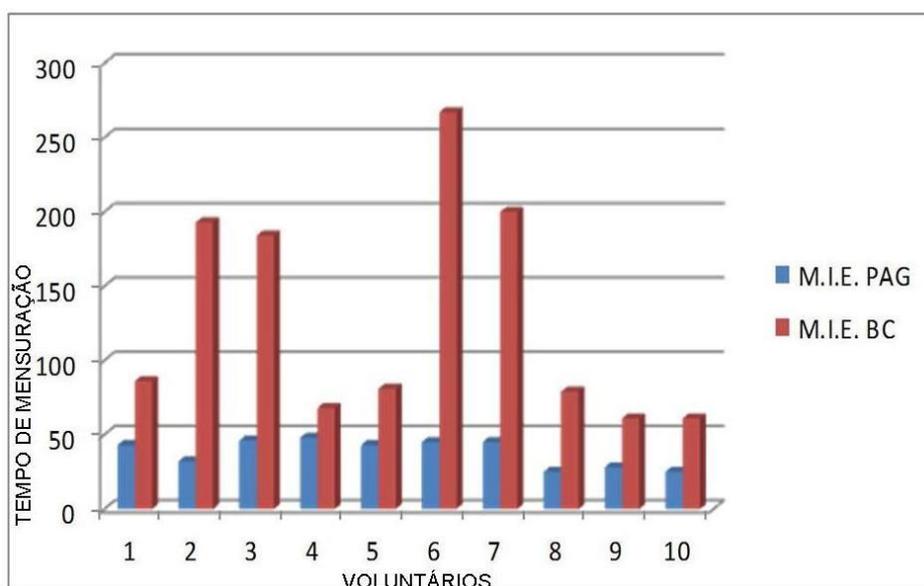
Quando comparado o tempo de captura e mensuração da imagem utilizando tanto a BC quanto o PAG, observa-se que houve diferença estatística ($p < 0,05$), onde o valor de $p = 0,00001209$. Isso mostra que os resultados obtidos pelo PAG se apresentaram mais instantâneos em relação aos resultados obtidos pela BC. Os GRAF. 2 e 3 abaixo demonstram a relação entre o tempo de mensuração do membro inferior direito (MID) e membro inferior esquerdo (MIE).

Gráfico 2 – Tempo de mensuração do MID utilizando ambos instrumentos



Fonte: O Autor, 2016.

Gráfico 3 - Tempo de mensuração MIE utilizando ambos instrumentos



Fonte: O Autor, 2016

9 DISCUSSÃO

O presente estudo teve por finalidade mensurar a ADM de joelhos em jogadores de futebol de campo, categoria sub 20, utilizando a Biofotogrametria Computadorizada (BC) e o Protótipo de Aplicativo Goniométrico (PAG) a fim de comparar se os valores obtidos entre os dois instrumentos apresentam similaridade, além de, verificar também se os jogadores apresentam ADM de joelhos dentro dos parâmetros de normalidade.

Neste estudo, todos os voluntários participantes são do sexo masculino, demonstrando uma predominância do gênero nesse esporte, o que corrobora com os estudos de Pereira e Devidé (2008), os quais afirmam que apesar de contar com uma grande participação da torcida feminina, o futebol é considerado uma área predominantemente masculina no Brasil. Para Franzini (2005), diante de toda a história do esporte, o mesmo se apresenta como sendo de característica masculina, e culturalmente as mulheres são poupadas deste processo de masculinização, não atuando da mesma maneira que os homens nesta modalidade esportiva. Além disso, Pereira e Devidé (2008) afirmam que o futebol é um esporte lesivo para o corpo feminino, e que provoca danos constantes aos órgãos reprodutores das mulheres, como por exemplo, lesões mamárias.

Em relação à faixa etária delimitada neste estudo, optou-se pela categoria de base do futebol de campo sub 20, formada por atletas do FEC em atividade e que mantém parceria com o curso de Fisioterapia do UNIFOR-MG. Observou-se uma média de idade de 19,09 anos \pm 0,78, o que condiz com as informações da Federação Paulista de Futebol (2016), que determina as categorias do futebol masculino sendo divididas em: sub 11 (9 a 11 anos), sub 13 (12 a 13 anos), sub 15 (13 a 15 anos), sub 17 (15 a 17 anos), sub 20 (18 a 20 anos) e adultos profissional (jogadores profissionais - contrato).

Dentre os dez voluntários participantes deste estudo, nove (90%) são destros e um (10%) declarou-se sinistro. Barbieri (2007) acredita que não existe membro inferior dominante, pois um dos membros é usado para suporte do corpo enquanto o outro é utilizado para a ação do movimento. Desse modo, pessoas que se dizem destros para o membro inferior, o membro dominante para a realização do chute é o direito (membro de chute); e o membro não dominante atua como suporte e estabilização corporal no momento em que o chute é executado (membro de

suporte). Do contrário, ocorre em pessoas que dizem ser sinistras, onde o membro esquerdo atua com ação dominante para a realização do chute.

Gentry e Gabbard (2010) afirmam que na maioria das vezes, as pessoas se apresentam destros para realizar uma ação e sinistras para o suporte corporal.). Pesquisas revelam que a maioria dos jogadores de futebol são destros para a realização das ações durante os jogos (CAREY et al., 2001). Tais informações mostram-se condizentes com o presente estudo.

No momento da avaliação todos os indivíduos declararam-se hígidos, negando qualquer comprometimento articular ou lesão da integridade na articulação do joelho, como também limitações em articulações proximais (quadril e tornozelo) que poderiam intervir no movimento dessa articulação. Para Braz et al (2008), a avaliação das medidas angulares no corpo humano se faz necessária pois, colabora na investigação de possíveis disfunções articulares, como também avalia a flexibilidade e integridade dos tecidos moles em atividade durante a execução de um movimento ou até mesmo em posição estática. Do mesmo modo, se faz necessária a avaliação da ADM articular em jogadores de futebol para que, futuras limitações ou alterações não interfiram em seu desempenho esportivo. Por isso, neste estudo, os instrumentos utilizados (BC e PAG) demonstraram a importância em mensurar a ADM de joelhos, assim como verificar se os valores se apresentam dentro dos parâmetros de normalidade.

No presente estudo, ao comparar os valores mensurados da ADM de joelhos utilizando tanto a BC quanto o PAG notou-se que não houve diferença significativa entre os resultados, sendo que, a BC apresentou valores que variaram entre 106,2° e 127,9° de ADM de flexão de joelho, com média igual a $118,41 \pm 5,84$, enquanto o PAG apresentou valores que variaram entre 104,7° e 127,2° de ADM, com média igual a $118,27 \pm 5,94$. Isso mostra que para realizar a mensuração da ADM de joelhos, o PAG apresenta-se como um instrumento confiável naquilo que se propõe avaliar. Em estudo realizado por ICN et al (2007), demonstrando a confiabilidade da fotogrametria comparada a goniometria de membros inferiores, observou-se que ambas apresentaram resultados semelhantes para os ângulos de flexão e extensão de joelhos, tíbio-társico e do retropé, corroborando com os achados do presente estudo, onde os resultados obtidos foram similares quando comparado os instrumentos PAG e BC.

Além disso, este estudo teve por objetivo verificar se os voluntários apresentavam uma ADM conforme os padrões de normalidade descritos na literatura, e, seguindo tal objetivo, o estudo demonstrou que a média dos valores apresentados está abaixo daquilo que é considerado padrão (120° a 150°). De acordo com estudos realizados por Maria e Cardoso (2006) vários fatores podem acarretar em uma redução da amplitude de movimento articular, como por exemplo, lesões esportivas, encurtamentos musculares, doenças neurológicas, sistêmicas, imobilidade ou inatividade independente de qualquer razão.

No estudo de Batista et al(2006) foi avaliado o grau de confiabilidade para as mensurações goniométricas aplicando procedimentos distintos de medidas e constatou-se que a ADM de joelho, mensurada com o goniômetro universal, apresentou um nível de confiabilidade de bom a excelente. Em estudo piloto utilizando o PAG verificou-se valores similares comparados aos valores obtidos pelo goniômetro universal para a mensuração da amplitude de movimento do cotovelo. (ALVES, 2015).

No presente estudo, a escolha da BC com o aplicativo ALCimagem, utilizada como ferramenta de avaliação quantitativa para referência na comparação com o PAG, para medida do grau de flexão de joelhos, justificou-se pelo fato da BC ser um instrumento validado, seguro, não invasivo, confiável e empregado em vários estudos científicos.

Em seu estudo, BARAÚNA et al. (2003) utilizou a Biofotogrametria computadorizada através do programa ALCimagem® para avaliar a amplitude de movimento de ombro de 29 mulheres mastectomizadas, e justificou que a escolha desta ferramenta de avaliação deu-se pelo fato de que a mesma, apresenta resultados mais fidedignos comparados a outros instrumentos utilizados, como por exemplo, a goniometria.

Enquanto a BC apresentou uma média de tempo de captura e mensuração de imagem de 105,9 segundos \pm 57,60 na mensuração de ADM de flexão de joelho, o PAG obteve uma média de tempo de 35,9 segundos \pm 10,30. Embora a BC seja um instrumento de avaliação abordado em vários estudos, sua prática instrumental requer maior tempo de análise das imagens. Neste contexto, o PAG apresentou vantagens apontando resultados instantâneos e compatíveis com os valores encontrados na BC. Para Nascimento; Takanashi (2012), o retorno do atleta ao esporte é visto como um desafio para o fisioterapeuta, devido à necessidade de

diagnóstico, avaliação e reabilitação do mesmo em menor tempo possível, utilizando equipamentos para avaliação quantitativa imediata e confiável, sem prejudicar o atleta, visto que, o afastamento e o tratamento vão depender do tipo de lesão, da estrutura acometida e do protocolo de tratamento fisioterápico indicado para esse atleta

Além de apresentar resultados instantâneos na mensuração de ADM de joelhos em jogadores de futebol, o PAG proporcionou maior facilidade de enquadramento da região avaliada através da captura da imagem, é um instrumento portátil de fácil transporte necessitando apenas de um smartphone com sistema operacional Android, enquanto outros programas necessitam de mais equipamentos como câmera digital, suporte para câmera e computador. Outra vantagem apresentada é o fato do PAG indicar na tela do smartphone os pontos anatômicos de referência para a mensuração de ADM do membro avaliado, embora demande do avaliador o conhecimento prévio em anatomia de superfície.

Apesar da amostra reduzida no presente estudo, a mesma apresentou-se homogênea, com idade variando entre 18 e 20 anos, sendo a média de idade de 19,09 anos, todos do sexo masculino e declaradamente hígidos. No estudo de Lima et al (2004) foram recrutados apenas 12 indivíduos com o objetivo de analisar a confiabilidade de um instrumento para a mensuração da flexibilidade de joelhos em adultos, apresentando um número de amostra também reduzida, sendo este um possível fator limitante do atual estudo.

Portanto, sugere-se que sejam realizados novos estudos utilizando o PAG para verificar a ADM em amostras maiores de indivíduos que apresentem algum tipo de comprometimento articular, bem como ser avaliado seu manuseio a nível interexaminador e intraexaminador.

A criação de recursos modernos e tecnológicos em avaliação qualitativa contribui para o diagnóstico, planejamento e recuperação de lesões musculoesqueléticas em populações diversas atendidas pela fisioterapia. Isso, além de facilitar a atuação do fisioterapeuta na elaboração do diagnóstico físico funcional, proporciona maior confiabilidade dos resultados obtidos durante a avaliação e contribui para uma recuperação precisa e satisfatória.

10 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que o PAG apresentou resultados similares quando comparado a BC para mensurar a ADM articular de joelhos em jogadores de futebol de campo da categoria sub 20 que se declararam hígidos. Porém, apresentou um menor tempo de aplicabilidade em relação à BC, apresentando resultados mais instantâneos.

Com isto, podemos concluir que o PAG, apesar de apresentar resultados satisfatórios no presente estudo, ainda necessita de mais estudos para comprovar sua eficácia em demais articulações, uma vez em que não se trata de uma ferramenta ainda validada.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. A. **Protótipo de Aplicativo Goniométrico para Mensurar Amplitude de Movimento em Articulação Monoaxial de Cotovelo**. 2015. 39p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia). Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga, 2015.
- AROEIRA, R. M. C. **Protocolo de Fotogrametria Computadorizada na quantificação angular da escoliose**. 2009. Dissertação (em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 2009.
- BARAÚNA, M. A. et al. Avaliação da Amplitude de Movimento do Ombro em Mulheres Mastectomizadas pela Biofotogrametria Computadorizada. **Rev. Brasileira de Cancerologia**, v.50, n.1, p. 27-31, ago., 2004.
- BARBIERE, F. A. Diferenças entre o chute realizado com o membro dominante e não-dominante no futsal: variabilidade, velocidade linear das articulações, velocidade da bola e desempenho. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 129-146, jan. 2008.
- BATISTA, L. H. et al. Avaliação da Amplitude Articular do Joelho: Correlação Entre Medidas Realizadas com o Goniômetro Universal e no Dinamômetro Isocinético. **Rev. Brasileira de Fisioterapia**, v.10, n.2, p.193-198, Nov.,2006.
- BRAZ, R. G., et al. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioter Mov.** [S. L.], v. 21, n.3, p. 117-262. 2008.
- CAETANO, J. R.; SCHMIDT, A (coord). **Estudo Comparativo Entre Duas Técnicas de Avaliação da Amplitude de Movimento**. 2012. 7p. Trabalho de Iniciação Científica (Educação Física) – Universidade Salgado de Oliveira, Belo Horizonte, 2012.
- CARDOSO, et al. O uso de sistemas especializados para apoio à sistematização em exames ortopédicos do quadril, joelho e tornozelo. **Rev. Saúde.Com**, [S. L.], v. 1, n. 1, 2007.
- CAREY, D. P. et al. Footedness in world soccer: an analysis of France'98. **Journal of Sports Sciences**, v. 19, n. 11, p. 855-864, 2001.
- CARVALHO, F. E. de, OLIVEIRA, L. M. de; GALERA, S. J. B. Incidência de Lesões em Jogadores de Futebol de Campo na Categoria de Formação em Um Clube de Curitiba. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, lazer e Dança**, Curitiba, v.4, n. 1. 2009.
- CASTRO, D. M.; VIEIRA, L. C. R. Joelho: Revisão de Aspectos Pertinentes à Fisioterapia. **EFDeportes.com Revista Digital**. Buenos Aires, v. 17, n.175, dez., 2012.

CÉSAR et al. Confiabilidade intra-avaliador da medida de amplitude de movimento da flexão e extensão do joelho pelo método de fotogrametria. **Fisioter. Pesqui.** [online]. 2012, v.19, n.1, pp.32-38. 2012

CUNHA, S. A. Análises biomecânicas no futebol. **Motriz**, Rio Claro, v.9, n.1, p. 25 - 30, jan./abr. 2003.

FRANZINI, F. **Futebol é “coisa para macho?”** Pequeno esboço para uma historia das mulheres no país do futebol. *Revista Brasileira de História*, São Paulo, v. 25, n. 50, jul. 2005.

GENTRY, V.; GABBARD, C.J. Foot-preference behavior: a developmental perspective. **Gen Psychol.** [S. L.], v. 122, n. 1, p.37-45, jan.1995

HALL, S. J. *Biomecânica básica*. 5. ed. Barueri, SP: Manole, 2009.

HIRATA, R. P. **Análise da carga mecânica no joelho durante o agachamento**. 2006. P. 74. Dissertação de Mestrado (em Educação Física). Universidade de São Paulo – USP. Disponível em: file:///C:/Users/Mariana/Downloads/HirataRP2006.pdf. Acesso em: 20 out. 2016.

HOCHMAN, B. et. Al. Desenhos de Pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v.20, n.2, 2005.

ICN, S. et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. **Rev. bras. fisioter**, São Carlos, v.11 n.5 set./oct. 2007.

JUNIOR, M. T. et al. Simulação numérica tridimensional da mecânica do joelho humano. **Acta Ortop Brasil.**, v.17, n.2 p. 18-23, set., 2007.

LIMA, L. A. O. Estudo da confiabilidade de um instrumento de medida de flexibilidade em adultos e idosos. **Rev. Fisioter. Univ.** São Paulo, v. 11, n. 2, p. 83-89. 2004.

LIMA, F.; ZAMAI, C. A. Análise da incidência e lesões em atletas na categoria de base sub-15 do Paulínia Futebol Clube. **Revista Digital.** [S. L.] v. 16, n.156, 2011. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd156/lesoes-em-atletas-sub-15-do-futebol.htm>> Acesso em: 27 out. 2016.

LUCERO, M. J. Epidemiologia das lesões em jogadores de futebol do Jabaquara A. C. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, [S. L.], v. 11, n. 23, p. 40-52. 2014.

LUSTOSA, L. P. et al. Goniometria e Fleximetria: um estudo de confiabilidade e comparação das medidas nas articulações do cotovelo e joelho. **E-scientia**, v.1, n.1, Nov/ 2008.

MARIA, R. J.; CARDOSO, W. L. **Manutenção de arco de movimento de membros inferiores em pacientes idosos com tração esquelética restritos ao leito**. 2006.

Disponível em: <<http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/06/10.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

MARQUES, A. P. **Manual de Goniometria**. 3ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2014.

NASCIMENTO, H. B.; TAKANASHI, S. Y. L. **Lesões mais incidentes no futebol e a atuação da fisioterapia desportiva**. Monografia. Goiânia (GO): Faculdade Ávila; 2012.

NOGUEIRA, D. G. A. et al. Desenvolvimento de um instrumento digital para medição da amplitude de movimento de flexão do joelho. **Revista Inspirar Saúde e Movimento**, [S. L.] v.3, n.2, p. 31-35, mar./abr. 2011.

PALÁCIO, E. P.; CANDELORO, B. M.; LOPES, A. de A. Lesões nos jogadores de futebol profissional do Marília Atlético Clube: estudo de coorte histórico do campeonato brasileiro de 2003 a 2005. Niterói, **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n.1, p. 31-35, jan./feb. 2009.

PARREIRA, C. A. **Tratamento fisioterápico e prevenção das lesões desportivas**. 2007. Disponível em: http://web.unifil.br/docs/extensao/III/25_Tratamento_fisioterapico.pdf. Acesso em: 27 out. 2016.

PEREIRA, V. C. A.; DEVIDE, F. P. **Futebol como conteúdo generificado: uma possibilidade para rediscutir as relações de gênero**. 2008. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd118/futebol-como-conteudo-generificado.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

RIBEIRO, R. N.A. et al. Prevalência de lesões no futebol em atletas jovens: estudo comparativo entre diferentes categorias. **Rev Bras Educ Fis Esporte**. v. 21, n. 3, p. 189-94, 2007.

RICIERI, D. D. V. **Biofotogrametria - a ciência e seus segredos**. Curitiba: Inspirar, 2005.

ROSAN, L.A. **Como recuperar o craque**: Equipe multidisciplinar de saúde precisa trabalhar em conjunto; 2003. Disponível em <http://cidadedofutebol.uol.com.br/Cidade07/Site/Artigo/Materia.aspx?idArtigo=12>. Acesso em 05 nov. 2016.

SANCHEZ, H. M. et al. Avaliação Postural de Indivíduos Portadores de Deficiência Visual Através da Biofotogrametria Computadorizada. **Rev. Fisioterapia em Movimento**, v.21, n.2, p. 11-20, abr/jun., 2008.

SANTOS, et al. Confiabilidade inter e intraexaminadores nas mensurações angulares por fotogrametria digital e goniometria. **Fisioter. mov. (Impr.)**. Curitiba, v.24, n. 3, jul/set. 2011.

SILVA; J. C. da; MEJIA, D. P. M. **A fisioterapia e as lesões no futebol.** 2013. Disponível em: http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/33/193_-_A_fisioterapia_e_as_lesoes_no_futebol.pdf. Acesso em: 26 out. 2016.

SILVA, A. A. et al. Fisioterapia Esportiva: Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas em Atletas do América Futebol Clube, 8., 2005, Belo Horizonte. **Anais do 8º Encontro de Extensão da UFMG.** Belo Horizonte: UFMG, 2006.

SIMIONATO, E. K. Lesões Mais Comuns em Jogadores Profissionais de Campo. **EFDeportes.com Revista Digital.** Buenos Aires, v.19, n.197, out., 2014.

SMITH, L.K; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L.D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom.** 1.ed. Barueri, SP: Manole, 1997.

SHIN, J.; GOMES, S. B da S. **Diferentes posições do futebol de campo e a especificidade da preparação física.** 2010. Disponível em: <http://universidadedofutebol.com.br/wp-content/uploads/pdf/TCC%20-%20DIFERENTES%20POSI%C3%87%C3%95ES%20DO%20FUTEBOL%20DE%20CAMPO%20E%20A%20ESPECIFICIDADE%20DA%20PREPARA%C3%87%C3%83O%20F%C3%8DSICA.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2016.

STEWIENI, E. T. M.; CAMARGO, O. P. A. Ocorrência de Entorses e Lesões do Joelho em Jogadores de Futebol da Cidade de Manaus, Amazonas. **Acta Ortop Bras**, v.13, n.3, p.141, mai., 2005.

TAGLIARI, C.C. **A utilização aguda de dicas na performance do chute de precisão no futebol.** 2009. 68 p. Dissertação de Mestrado (em Educação Física). Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24300/carla%20crisina%20tagliari.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 out. 2016.

VEIGA, P. H. A.; DAHER, C. R de M.; MORAIS, M. F. F. Alterações posturais e flexibilidade da cadeia posterior nas lesões em atletas de futebol de campo. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte (Impr.)**. Porto Alegre, v.33, n.1, mar. 2011.

VENTURINI, C. et al. Confiabilidade de Dois Métodos de Avaliação da Amplitude de Movimento Ativa de Dorsiflexão do Tornozelo em Indivíduos Saudáveis. **Acta Fisiátrica**, v.13, n.1, p. 39-43, mar., 2006.

WEBER, F. S. et al. Avaliação isocinética em jogadores de futebol profissional e comparação do desempenho entre as diferentes posições ocupadas no campo. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v.16, n.4, jul./ago. 2010.

APÊNDICE A – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,

RG _____, estou sendo convidado a participar da pesquisa: “Estudo Comparativo entre a Aplicabilidade da Biofotogrametria Computadorizada e do PAG na Mensuração da ADM de Joelhos em Jogadores de Futebol”, desenvolvido por Raianne Sivele de Moraes. Recebi as seguintes informações da autora do presente estudo, que me fez compreendê-lo sem dificuldades e/ou dúvidas:

O motivo que os levaram a estudar este tema é comparar a eficácia de dois instrumentos digitais utilizados para mensurar a ADM articular, contribuindo assim, com a criação e aprimoramento de recursos mais modernos e tecnológicos, servindo como auxílio na avaliação do atleta, oferecendo um diagnóstico mais efetivo e com maior expectativa para a reabilitação e auxiliando no crescimento científico da área.

Minha participação no estudo mencionado será no sentido de responder a testes e questionários que são: Ficha de identificação, que constará de dados pessoais como nome, idade, sexo, telefone, escolaridade, aos critérios de inclusão; e aplicação do teste goniométrico, a fim de mensurar a ADM na região do joelho. O teste goniométrico será realizado da seguinte maneira: o voluntário será posicionado em decúbito ventral na maca, com braços paralelos ao corpo. Serão marcados com fita adesiva os pontos anatômicos trocânter maior no fêmur e maléolo lateral na fíbula. Após isto, será feita a captura da imagem inicial com ambos os instrumentos. Em seguida, será solicitado ao voluntário que flexione o joelho para captura da imagem final pelos instrumentos e será mensurada sua ADM de joelho. Primeiro será avaliado o lado dominante e posteriormente o lado contralateral. As imagens serão feitas de maneira que não será enquadrado o rosto do voluntário, a fim de preservar sua identidade.

Fui informado que, o presente estudo me trará benefícios, tais como: a verificação da ADM de joelho dentro dos parâmetros de normalidade. Caso não presente, será sugerido que faça uma avaliação junto a comissão técnica do Formiga Esporte Clube (FEC), a fim de verificar quais os motivos que estão causando uma hipomobilidade ou hiper mobilidade da articulação de joelho.

Recebi, ainda, as instruções e explicações necessárias sobre o estudo, levando em consideração que é uma pesquisa, onde resultados positivos ou

negativos serão obtidos somente após a sua realização. Além disso, me foram passadas informações que o presente estudo poderá apresentar como um risco, uma possível queda diante ao meu posicionamento sobre a maca, porém o equipamento será inspecionado anteriormente ao início da coleta de dados, quanto a sua integridade e resistência, bem como análise dos equipamentos para determinar aquele que se apresenta em melhor estado de utilização, prevenindo assim, tal risco.

Estou ciente de que minha privacidade será preservada, ou seja, qualquer informação ao meu respeito e que possa de alguma maneira me identificar, será mantido em sigilo.

Fui informado também, que posso me negar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem dar explicações e, caso isto ocorra, não terei nenhum prejuízo diante a assistência que venho recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Raianne Sivele de Moraes e seu orientador, Prof. Ms. Wellerson Costa Faria, vinculados ao Centro Universitário de Formiga – UNIFOR/MG. Portanto, poderei consultar a pesquisadora e aluna responsável Raianne Sivele de Moraes, pelo telefone (37) 99859-0706/ (37) 99836-7017 (Vivo) e orientador Prof. Ms. Wellerson Costa Faria pelo telefone (37) 99954-0276, bem como poderei consultar o comitê de ética em pesquisa do Centro Universitário de Formiga, Avenida Doutor Arnaldo Sena, 328 - Água Vermelha, Formiga - MG, 35570-000, no telefone (37) 3329-1400.

A assistência é assegurada no decorrer de toda a pesquisa, assim como minha garantia e livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais relacionados ao projeto e suas consequências, e tudo o que eu queira saber antes, durante e após minha participação.

Caso ocorra algum dano consequente a minha participação no estudo, serei certamente recompensado, de acordo com a lei, ou seja, não irei receber ou pagar por minha participação e esta não trará nenhum custo para mim.

Por fim, tendo sido orientado quanto ao conteúdo aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do presente estudo, manifesto meu livre consentimento em participar. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Formiga/MG, ____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do Responsável pelo sujeito da pesquisa

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE B - CARTA DE INTENÇÃO DE PESQUISA

Formiga, 25 de Abril de 2016.

ILMO. SR Fabiano Alexandre Bezerra

Eu, Wellerson Costa Faria, brasileiro, natural de Piumhi - MG, portador do RG: M8-571.948 e CPF: 004.468.536-07, professor, supervisor e orientador do Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG, ao cumprimenta-lo venho por meio desta, solicitar a autorização de Vossa Senhoria, para a realização do trabalho de conclusão de curso, que apresenta como título: "Estudo Comparativo entre o uso da Biofotogrametria Computadorizada e do PAG na mensuração da ADM de Joelhos em Jogadores de Futebol".

O presente estudo será realizado no centro de treinamento do Formiga Esporte Clube - FEC, no mês de agosto de 2016, em dia e horário a ser definido de acordo com a disponibilidade do FEC e da pesquisadora assistente, Raianne Sivele de Moraes, portadora do RG: MG 15.352.057 e CPF: 114.443.066-69, com os jogadores de futebol da categoria sub 20, que terão avaliados sua amplitude de movimento de joelho em ambos os membros inferiores, utilizando como instrumentos o PAG e a Biofotogrametria, com a finalidade de analisar a precisão do PAG em relação a Biofotogrametria e contribuir com a criação de recursos mais modernos e tecnológicos, servindo como auxílio na avaliação do indivíduo, oferecendo um diagnóstico mais efetivo e com maior expectativa para a reabilitação. Oferecemos como benefício aos voluntários a verificação dos parâmetros de normalidade da ADM de joelho dos mesmos, assim poderão ser direcionados a uma avaliação específica caso apresente alguma alteração nos parâmetros de normalidade. Solicitamos a presença de um representante do clube no momento da coleta de dados para que possa acompanhar os procedimentos. Encaminho, em anexo, o protocolo quanto aos procedimentos deste estudo, a fim de esclarecer possíveis dúvidas quanto à realização do mesmo.

Desde já, agradeço sua colaboração!

Coordenação do Formiga Esporte Clube
Gerente de Futebol

Pesquisadora Assistente

APÊNDICE C – FICHA AVALIATIVA**FICHA AVALIATIVA**

Nome: _____

Idade: _____ anos Data de Nascimento ____/____/____

Endereço: _____

Cidade: _____

Telefone: () _____ - _____

- Possui vínculo à categoria de base sub 20 do Formiga Esporte Clube.
- Apresenta limitação de movimento articular em membros inferiores.
- Apresenta, no momento, lesão ou comprometimento da integridade da articulação do joelho, quadril ou tornozelo.
- Apresenta quadro álgico em membros inferiores.
- Apresenta histórico de cirurgia em membros inferiores.

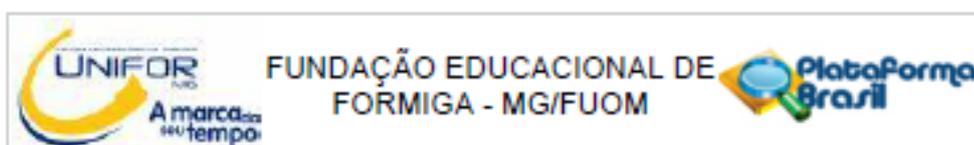
Lado dominante Destro (direito) Sinistro (esquerdo)Instrumento utilizado Biofotogrametria Computadorizada PAG

ADM Membro Inferior Direito _____ graus Duração _____

ADM Membro Inferior Esquerdo _____ graus Duração _____

Assinatura do Pesquisador

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo comparativo entre o uso da Biofotogrametria Computadorizada e do PAG na mensuração da ADM de Joelhos em jogadores de futebol.

Pesquisador: Wellerson Costa Faria

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 59508616.8.0000.5113

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FORMIGA-MG - FUOM

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.718.365

Apresentação do Projeto:

Protocolo de um estudo comparativo entre a eficácia de dois métodos de análise da amplitude de movimento articular

Objetivo da Pesquisa:

Verificar a coerência entre as medidas obtidas após a aplicação de dois métodos utilizados para avaliar a amplitude de movimento articular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Boa relação risco benefício.

Sugiro adicionar ao TCLE o risco de constrangimento do voluntário, assim como foi feito no protocolo de estudo detalhado.

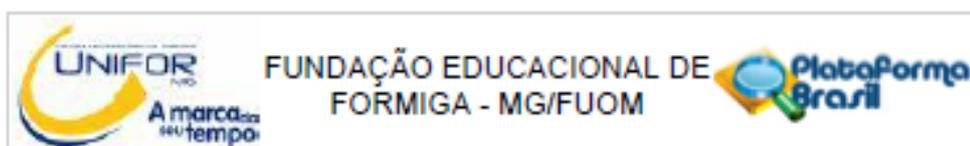
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é interessante e pode ajudar a validar um instrumento de análise desenvolvido no UNIFOR-MG. Contudo, sugiro que um método mais utilizado e já validado para a avaliação da amplitude de movimento seja também comparado. Sugiro para tanto a goniometria.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados e devidamente apresentados

Endereço: Avenida Dr. Arnaldo de Serne, 328
 Bairro: Água Vermelha CEP: 35.570-000
 UF: MG Município: FORMIGA
 Telefone: (37)3329-1438 Fax: (37)3322-4747 E-mail: comitedeetica@unifor-mg.edu.br



Continuação do Parecer: 1.716.365

Recomendações:

Alterar o número de participantes no resumo. Está 20 e no restante do estudo diz que serão 30.
 Avaliar a ADM também por goniometria.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP acata as considerações do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|--------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_698604.pdf | 23/08/2016 17:59:04 | | Aceito |
| Outros | carta_de_intencao_pre_projeto.pdf | 16/08/2016 19:06:48 | Ralanne Sivele de Morais | Aceito |
| Folha de Rosto | folhaderosto2.docx | 08/08/2016 20:43:27 | Ralanne Sivele de Morais | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Pre_projeto_certo_plataforma.docx | 05/08/2016 19:01:59 | Ralanne Sivele de Morais | Aceito |
| Outros | FichaAva.docx | 05/08/2016 18:59:35 | Ralanne Sivele de Morais | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_pre_projeto.docx | 05/08/2016 18:59:00 | Ralanne Sivele de Morais | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORMIGA, 08 de Setembro de 2016

Assinado por:
Ivani Pose Martins
 (Coordenador)

Endereço: Avenida Dr. Arnaldo de Serpa, 328
 Bairro: Água Vermelha CEP: 35.570-000
 UF: MG Município: FORMIGA
 Telefone: (37)3329-1438 Fax: (37)3322-4747 E-mail: comitedeetica@unifor.br