



**ESTUDO DO ÂNGULO Q VIA FOTOMETRIA E GONIOMETRIA EM ATLETAS  
PROFISSIONAIS DE FUTSAL**

**ANGULAR STUDY Q VIA PHOTOMETRY AND GONIOMETRY IN FUTSAL  
PROFESSIONAL ATHLETES**

Fábio Yoshikazu Kodama<sup>1</sup>

Marcel Renato de Siqueira Mastrelli<sup>2</sup>

Marcus Vinícius Onofri Saiki<sup>3</sup>

Lélio Prado Yonehara<sup>4</sup>

Enrique Cinel Agostineli<sup>5</sup>

Lincoln Carneiro<sup>6</sup>

Karoline Danielli Freire da Silva<sup>7</sup>

Flávio Pulzatto<sup>8</sup>

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo foi analisar os valores do ângulo  $Q$  obtidos por meio goniometria convencional e fotometria computadorizada, para tanto foram avaliados 13 atletas de futsal do sexo masculino. A média dos valores de ângulo  $Q$  encontrados por meio da goniometria para o lado direito foi de 12,77 ( $\pm$  3,42) graus e para o lado esquerdo 13,38 ( $\pm$  3,59). Na fotometria, os resultados mostraram média de 9,89 ( $\pm$  4,14) graus para o lado direito e de 6,56 ( $\pm$  5,36) para o lado esquerdo. Quando comparados os valores de ângulo  $Q$  entre as técnicas, fotometria e goniometria, foram encontradas diferenças tanto

<sup>1</sup> UniToledo

<sup>2</sup> Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul (FUNEC)

<sup>3</sup> Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul (FUNEC)

<sup>4</sup> Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul (FUNEC)

<sup>5</sup> Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul (FUNEC)

<sup>6</sup> Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul (FUNEC)

<sup>7</sup> UniToledo

<sup>8</sup> UniToledo

no lado direito  $p = 0,021$  quanto para o lado esquerdo ( $p = 0,00$ ). Os resultados mostraram que os dois métodos utilizados são eficientes na mensuração do ângulo  $Q$ , e que existem diferenças nos valores de ângulo  $Q$  quando comparadas as posições de decúbito dorsal via goniometria e posição ortostática via fotometria utilizando-se as mesmas marcas anatômicas.

**Palavras-chave:** Ângulo  $Q$ ; Fotometria; Goniometria.

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to analyze the  $Q$  angle values obtained by means of conventional goniometry and computerized photometry, for which 13 male futsal athletes were evaluated. The mean of the  $Q$  angle values found by means of the goniometry for the right side was  $12.77 (\pm 3.42)$  degrees and for the left side  $13.38 (\pm 3.59)$ . In the photometry, the results showed a mean of  $9.89 (\pm 4.14)$  degrees for the right side and  $6.56 (\pm 5.36)$  for the left side. When comparing the  $Q$  angle values between the techniques, photometry and goniometry, differences were found in both the right side  $p = 0.021$  and the left side ( $p = 0.00$ ). The results showed that the two methods used are efficient in the measurement of the  $Q$  angle, and that there are differences in  $Q$  angle values when comparing the positions of dorsal decubitus via goniometry and orthostatic position via photometry using the same anatomical marks.

**Key words:**  $Q$  angle; Photometry; Goniometry

## 1. Introdução

Almeida et al. (2016) relatam que o ângulo  $Q$  foi descrito primeiramente em 1964 por Brattstroem, sendo este ângulo formado pela intersecção de duas linhas que se cruzam no centro da patela, uma linha direcionada da espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) ao centro da patela e outra da tuberosidade anterior da tíbia ao centro da patela.

O ângulo  $Q$  é um sinal importante considerado na avaliação do posicionamento da patela e alinhamento do membro inferior no plano frontal. Este ângulo é a representação indireta das forças exercidas pelo quadríceps sobre a patela e, portanto é amplamente usado na avaliação de pacientes com alterações ortopédicas no joelho, principalmente síndrome da dor patelofemoral (SDPF).

Heino e Powers (2002) afirmam que quanto maior o valor do ângulo  $Q$ , maiores as forças de lateralização da patela, que aumentam a pressão retropatelar entre a faceta lateral da patela e o côndilo femoral lateral.

Essas forças compressivas contínuas entre essas estruturas poderiam desencadear a SDPF, e em longo prazo, ocasionar degeneração da cartilagem articular da patela. (LEE, MORRIS, CSINTALAN, 2003)

De acordo com Braz e Carvalho (2015), o futebol é caracterizado por ações motoras de curta duração e alta intensidade, alternadas com períodos de ações motoras de maior duração e menor intensidade e apesar dos benefícios à saúde, a prática regular aumenta a probabilidade de surgirem instabilidades mecânicas, devido à carga excessiva de treinamentos e competições que podem resultar em mudanças no sistema articular e muscular. Por outro lado, o sedentarismo também é determinante para mudanças na postura, mas a repetição do gesto esportivo e o biotipo do atleta de futebol contribuem para o surgimento de alterações biomecânicas específicas do esporte e a ocorrência de dor ou instabilidade no joelho pode devido ao mau alinhamento da patela em relação ao fêmur, cuja mensuração se dá por meio do ângulo Q.

A metodologia da avaliação do ângulo Q tem sido muito discutida, sendo que existem vários fatores que podem interferir na mensuração correta deste ângulo, e consequentemente influenciar a confiabilidade de sua análise.

A goniometria manual é um método largamente utilizado pelos fisioterapeutas para a avaliação da amplitude de movimento e postura, pois apresenta vantagens como o baixo custo do instrumento e a fácil mensuração, que depende quase que exclusivamente da experiência do avaliador, tornando-se uma metodologia bastante acessível na prática clínica e profissional. (SANTOS et al., 2011)

Além destes fatores, o desenvolvimento de instrumentos de análise com a utilização de programas computadorizados tem sido alvo de vários estudos devido à facilidade de acesso e a confiabilidade das análises, porém existe a necessidade de estudos que envolvam estas metodologias com o objetivo de avaliar se existem divergências de valores encontrados.

Souza et al. (2011) afirmam que o baixo custo, a facilidade de foto-interpretação, a alta precisão e reprodutibilidade dos resultados, além da possibilidade de arquivamento e acesso aos registros, são vantagens que justificam a ampla utilização da fotometria digital. Desta forma, este método de avaliação é, também, um valioso registro de alterações posturais ao longo do tempo, pois é capaz de captar transformações sutis e inter-relacionar diferentes partes do corpo que são difíceis de mensurar. No entanto, ressaltam que a

repetibilidade da técnica para essa avaliação temporal, bem como para pesquisas científicas, deve ser assegurada por uma série de parâmetros metodológicos.

De acordo com Hamill e Knutzen (1999), o ângulo Q mais eficiente para a função do quadríceps femoral é aquele próximo dos 10 graus. Entretanto, Braz e Carvalho (2015), afirmam que não existe um consenso sobre valores de ângulo Q, embora se saiba que as mulheres possuem valores maiores devido à largura da pelve ser maior no sexo feminino em comparação com os homens.

Diante da possibilidade da mensuração do ângulo Q por diferentes metodologias, o presente estudo tem como objetivo analisar por meio da fotometria computadorizada e da goniometria convencional as variações do ângulo Q de atletas profissionais de futsal e comparar os valores encontrados por meio dessas duas metodologias.

## **2. Metodologia**

Foram avaliados 13 voluntários, jogadores profissionais de futsal, do sexo masculino com idade variando entre 17 e 30 anos ( $20,77 \pm 3,49$ ) e altura média de  $175 \pm 0,05$  cm, todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos do trabalho indivíduos com história de cirurgia prévia do sistema osteomioarticular dos membros inferiores.

Primeiramente foram localizados a espinha íliaca ântero-superior (EIAS), a tuberosidade anterior da tíbia (TAT) e o centro da patela (CP) por meio da palpação, sendo marcados com ponto de tinta branca de fácil identificação inclusive por imagem.

Para avaliação por meio de fotometria, o voluntário foi orientado a permanecer em posição ortostática, com os pés na posição neutra e a musculatura da coxa relaxada. Uma câmera fotográfica digital (Sony CyberShot® DSC-S600 6.0 Megapixels) foi posicionada em um tripé com seu centro óptico a uma altura de 53 cm e a uma distância de 170 cm do voluntário para o registro digital da imagem. A mensuração do ângulo Q foi realizada utilizando-se o software Photoshop® 7.0, as imagens foram processadas no ambiente do programa e os pontos de referência foram interligados por meio de retas que ao cruzarem o centro da patela forneciam o valor do ângulo Q.

Para a mensuração goniométrica, foram utilizados os mesmos pontos anatômicos descritos anteriormente, sendo que o voluntário permaneceu em decúbito dorsal e a mensuração foi realizada utilizando um goniômetro universal (Carci).



Figura 1. Mensuração do ângulo Q: a) Goniometria; b) Fotometria.

Os valores do ângulo Q foram analisados estatisticamente por meio do teste T-Student ( $p \leq 0,05$ ) onde estabeleceu-se comparação entre os diferentes métodos de mensuração e entre os lados (direito e esquerdo) para o mesmo método.

### 3. Resultados

Os resultados obtidos por meio da fotometria computadorizada mostraram um valor médio do ângulo Q de  $9,89 (\pm 4,14)$  graus para o lado direito e de  $6,56 (\pm 5,36)$  para o lado esquerdo, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os lados ( $p = 0,082$ ). Por meio da goniometria convencional, a média dos valores de ângulo Q encontrados para o lado direito foi de  $12,77 (\pm 3,42)$  graus e para o lado esquerdo foi de  $13,38 (\pm 3,59)$  graus, não apresentando diferença significativa entre os lados ( $p = 0,619$ ).

Quando comparados os valores de ângulo Q entre as duas técnicas utilizadas, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas tanto no lado direito ( $p = 0,021$ ) quanto para o lado esquerdo ( $p = 0,000$ ).

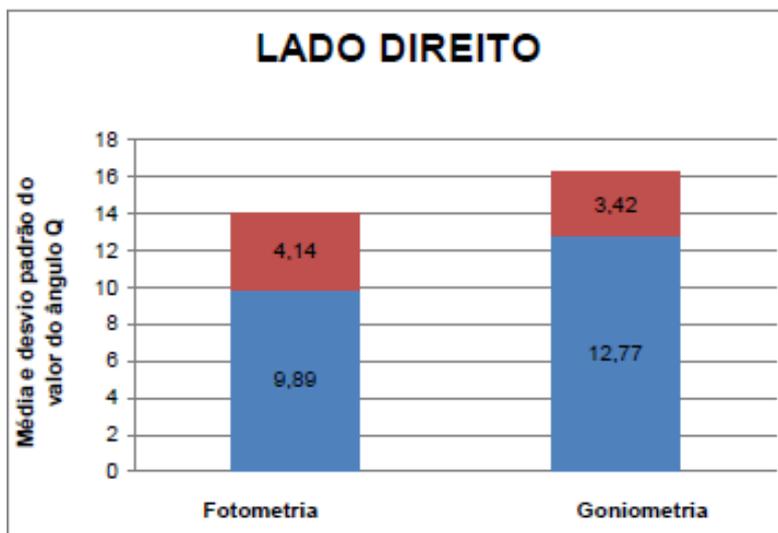


Figura 2. Análise comparativa entre a fotometria e goniometria do membro inferior direito.

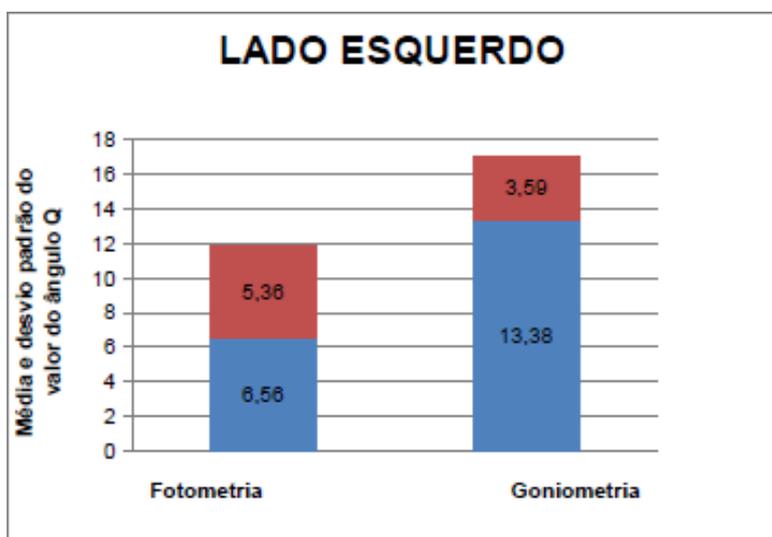


Figura 3. Análise comparativa entre a fotometria e goniometria do membro inferior esquerdo.

#### 4. Discussão

Olerud e Berg (1984) estudaram o ângulo Q com diferentes posições do pé, e concluíram que o ângulo aumenta com a rotação interna e diminui com a rotação externa dos pés.

Para a mensuração do ângulo Q no presente estudo, os voluntários foram orientados a permanecer com os pés em posição neutra e com o quadríceps relaxado para não interferir na medida do ângulo. Estes cuidados foram considerados fundamentais na realização da fotometria, pois Guerra, Arnold, Gajdosik (1994) relatam que, ao realizar uma contração isométrica do quadríceps, pode-se alterar o valor do ângulo Q em até 1,4° para a posição ortostática e 2,7° em mensurações realizadas em decúbito dorsal. Do

mesmo modo, Lathinghouse e Trimble (2000) encontraram uma diferença de  $5,6^\circ$  entre a posição de contração isométrica e relaxamento do grupo muscular quadríceps em posição ortostática.

Belchior et al. (2006) estudaram a diferença entre o ângulo Q em indivíduos sintomáticos e assintomáticos, em duas diferentes situações de exame, com o quadríceps relaxado e em contração isométrica voluntária máxima através da mensuração radiográfica. Foram avaliadas 20 mulheres (40 joelhos), com idade entre 15 e 30 anos, e os autores relataram uma redução do ângulo em ambos os grupos (sintomático e assintomático) com a contração isométrica máxima do quadríceps.

De acordo com Guerra, Arnold, Gajdosik (1994) durante a contração isométrica do quadríceps, a patela se desloca superior e lateralmente, diminuindo o ângulo Q.

Woodland e Francis (1992) estudaram as alterações do ângulo Q em 269 homens e 257 mulheres com mudança de decúbito estabelecendo uma comparação entre a mensuração em posição ortostática e em decúbito dorsal. Os autores encontraram uma discreta diferença entre as mensurações ( $1,2^\circ$  para mulheres e  $0,9^\circ$  para homens), sendo que os valores de ângulo Q foram menores com os indivíduos posicionados em decúbito dorsal.

Sanchez et al. (2014) compararam os valores do ângulo Q em relação às posturas supina e ortostática, incluindo a posição padrão de medição (posição neutra de rotação dos membros inferiores com pés paralelos) e a posição com rotação externa dos membros inferiores. Foram avaliados 62 voluntários, sendo 32 homens e 30 mulheres, sendo observada diferença estatisticamente significante entre a posição ortostática com pés paralelos e ortostática com pés abduzidos no lado esquerdo para ambos os gêneros ( $p=0,000$ ). Encontrou-se diferença significativa também entre a posição supina com pés abduzidos e ortostática com pés paralelos do lado esquerdo ( $p=0,046$ ), no sexo feminino.

Guerra, Arnold, Gajdosik (1994) não encontraram diferenças estatisticamente significantes nos valores do ângulo Q ao comparar as posições de decúbito dorsal e ortostática por meio da goniometria convencional.

Considerando a goniometria e fotometria computadorizada, podemos observar que geralmente estas diferem também devido ao consuetudinário posicionamento do paciente para realização da avaliação, na qual a goniometria é realizada habitualmente em decúbito dorsal e a fotometria em posição ortostática. Sendo assim, conforme os estudos supracitados pode-se inferir que as diferenças encontradas neste trabalho não decorrem

somente da diferença específica da utilização do goniômetro e a análise por meio de fotometria.

Entretanto, consideramos que a mensuração do ângulo Q na posição ortostática pode fornecer informações mais precisas a respeito da biomecânica dos membros inferiores já que as atividades que realmente os sobrecarregam, como é o caso do futsal.

A metodologia do presente estudo foi baseada em estudos prévios (Paula et al. 2004; Coelho 2004) ainda que estes tenham utilizado outro software na análise das imagens.

Preto et al. (2015) descrevem a fotogrametria como um dos métodos de avaliação postural quantitativa que utiliza como recurso programas computadorizados de análise fotográfica, citando como exemplo os softwares SAPo, Corel Draw e Posture Pro. No presente estudo foi utilizado o software Photoshop® 7.0, onde as imagens foram processadas no ambiente do programa e os pontos de referência foram interligados por meio de retas que ao cruzarem o centro da patela forneciam o valor do ângulo Q.

De acordo com Coelho (2004) a medida do ângulo Q é mais confiável e reprodutível pelo mesmo avaliador e por avaliadores diferentes quando a análise é realizada digitalmente em comparação à goniometria convencional. Entretanto uma padronização para posicionamento do membro inferior, assim como para a posição do voluntário são de extrema importância devido às diferenças encontradas pelas alterações dessas variáveis.

Com relação à fotometria, Paula et al. (2004) realizaram um estudo com indivíduos portadores de disfunção femoropatelar utilizando a fotometria computadorizada em 29 indivíduos divididos em 2 grupos: grupo A composto por 11 indivíduos (10 mulheres e 1 homem) que apresentavam episódios de dor anterior no joelho, e grupo B composto por 18 indivíduos (9 mulheres e 9 homens) assintomáticos. Obtiveram como resultados, médias do ângulo Q para homens de  $7,27^\circ (\pm 5,62^\circ)$  no grupo A e de  $7,06^\circ (\pm 4,01^\circ)$  no grupo B. Estes valores estão próximos aos encontrados em nosso estudo via fotometria.

Sacco et al. (2007) verificaram a confiabilidade paralela da fotogrametria computadorizada em relação à goniometria para quatro ângulos nos membros inferiores, utilizando-se dois softwares: o Corel Draw v.12 e o SAPo v.0.63. Foram estudados 26 voluntários de ambos os sexos (9 homens e 17 mulheres), totalizando 52 membros inferiores com idade entre 18 e 45 anos e obtiveram valores de média e desvio padrão para o ângulo Q de  $15,0 \pm 5,6$  por meio da goniometria e  $13,1 \pm 7,8$  por meio da fotometria com o

software Corel Draw e  $13,1 \pm 7,8$  com o software SAPO, sendo observada diferença estatisticamente significativa ( $p=0,0068$ ) entre a goniometria e a fotometria.

No presente estudo, os valores obtidos por meio da goniometria, porém, se mostraram mais elevados ainda que estando de acordo com trabalhos prévios que preconizam valores entre 13 e 15 graus para homens, dados estes obtidos também pela goniometria convencional em estudo realizado por Woodland e Francis (1992).

Não foram encontrados na literatura consultada, trabalhos envolvendo fotometria em atletas de futsal especificamente, o que torna limitada a comparação de nossos resultados com a literatura. Porém, Bras e Carvalho (2010) realizaram um estudo com 121 indivíduos do sexo masculino entre 18 e 30 anos, sendo 50 jogadores de futebol e 71 indivíduos do grupo controle, totalizando 242 membros inferiores analisados com o objetivo de verificar a existência da relação entre o ângulo Q e distribuição da pressão plantar em jogadores de futebol e em indivíduos não praticantes dessa modalidade e como objetivo específico, o estudo buscou comparar isoladamente os escores de ângulo Q entre os atletas e o grupo controle. Os autores realizaram a avaliação do ângulo Q via fotometria utilizando o software SAPO e por meio do teste t para amostras independentes observaram que o valor de ângulo Q do grupo composto por jogadores de futebol foi significativamente menor ( $p=0,001$ ) que o mensurado no grupo controle, tanto para o membro inferior direito quanto para o membro inferior esquerdo.

Atletas profissionais possuem uma condição muscular privilegiada e grande hipertrofia do quadríceps femoral, grupo muscular que atua diretamente no posicionamento da patela e conseqüentemente, influencia na mensuração do ângulo Q.

## 5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais utilizadas podemos concluir:

- A metodologia utilizada para a fotometria digital se mostrou reprodutível na mensuração do ângulo Q sendo que os resultados estão dentro da literatura consultada.
- Existem diferenças nos valores de ângulo Q em atletas do futsal quando comparadas as posições de decúbito dorsal via goniometria e posição ortostática via fotometria utilizando-se as mesmas marcas anatômicas.

- Os valores encontrados no presente estudo estão dentro dos valores encontrados na literatura, porém, foi identificada uma tendência para que os atletas apresentem valores ligeiramente menores que os propostos a indivíduos não-atletas.

- Não há diferenças entre os lados direito e esquerdo nos valores de ângulo que nos atletas estudados, independentemente da metodologia utilizada.

- Novos estudos são necessários com o objetivo de esclarecer os fatores que permitam a variabilidade do ângulo Q nas diferentes posturas bem como a influencia da atividade física no valor deste ângulo.

## 6. Referências

ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão et al. Q-ângulo de dor patelofemoral: relação com valgo dinâmico do joelho, torque abdutor hip, dor e função. **Rev. bras. ortop.** São Paulo, v. 51, n. 2, p. 181-186, abril de 2016.

BELCHIOR, A.C.G. et al . Efeitos na medida do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima do músculo quadrícipital. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói , v. 12, n. 1, p. 6-10, Feb. 2006 .

BRATTSTROEM H. Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. A clinical and x-ray-anatomical investigation. **Acta Orthop Scand Suppl.** 1964;68:1-148.

BRAZ, Rafael G.; CARVALHO, Gustavo A.. Relação entre o ângulo quadríceps (ÂQ) e a distribuição da pressão plantar em jogadores de futebol. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 14, n. 4, p. 296-302, Aug. 2010.

COELHO, D. M. **Confiabilidade inter e intra examinador na mensuração do ângulo Q:** comparação entre duas técnicas e duas posições. 2004. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2004.

GUERRA JP, ARNOLD MJ, GAJDOSIK RL. Q angle: effects of isometric quadriceps contraction and body position. **J Orthop Sports Phys Ther**, 1994; v. 19, n. 4, p. 200-204.

HAMILL, J.; KNUTZEN K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano.** São Paulo: Manole, 1999.

HEINO BRECHTER J, POWERS CM. Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain. **Med Sci Sports Exerc.** 2002;34(10):1582-93.

LATHINGHOUSE LH, TRIMBLE MK. Effects of isometric quadriceps activation on the Q angle in women before and after quadriceps exercise. **J Orthop Sports Phys Ther**, 2000. 30: 211-216.

LEE TQ, MORRIS G, CSINTALAN RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. **J Orthop Sports Phys Ther.** 2003;33(11):686-93.

OLERUD C, BERG P. The variation of the Q angle with different positions of the foot. **Clin Orthop** 1984. v. 19, n. 1, p. 162-165.

PAULA, G. M. de et al. Correlação entre a dor anterior do joelho e a medida do ângulo Q por intermédio da fotometria computadorizada. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** São Carlos, v.8, n.1, Jan/abr. 2004.

PRETO, Leonel São Romão et al. Análise por Fotogrametria da Postura e Fatores de Risco Associados em Crianças e Adolescentes Escolarizados. **Rev. Enf. Ref.**, Coimbra, v. serIV, n. 7, p. 31-40, dez. 2015.

SACCO, ICN et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 5, p. 411-417, Oct. 2007.

SANCHEZ, Hugo Machado et al. Evaluation of Q angle in different static postures. **Acta ortop. bras.**, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 325-329, Dec. 2014

SANTOS, J. D. M. dos et al . Confiabilidade inter e intraexaminadores nas mensurações angulares por fotogrametria digital e goniometria. **Fisioter. mov.** (Impr.), Curitiba , v. 24, n. 3, p. 389-400, Sept. 2011 .

SOUZA, Juliana Alves et al . Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.** (Online), Florianópolis , v. 13, n. 4, p. 299-305, Aug. 2011 .

WOODLAND LH, FRANCIS, RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. **American Journal of Sports Medicine.** 1992. v. 20, n. 2, p. 208-212.