

# Análise intra e interavaliadores da projeção do centro de massa do corpo obtido por fotogrametria

*Intra- and inter-rater reliability of the projection of the body's center of mass obtained via photogrammetry*

*Análisis intra e interevaluadores de la proyección del centro de masa del cuerpo obtenido por fotogrametría*

Ricardo da Silva Alves<sup>1</sup>, Isabela Carvalho Pereira<sup>2</sup>, Denise Hollanda Iunes<sup>3</sup>, Carmélia Bomfim Jacó Rocha<sup>3</sup>, Simone Botelho<sup>3</sup>, Leonardo César Carvalho<sup>3</sup>

**RESUMO** | Para o ótimo controle postural, o centro de massa (COM) do corpo é uma variável que se projeta verticalmente entre os pés, dentro de uma base de suporte. Este estudo teve por objetivo avaliar a confiabilidade inter e intra-avaliadores da projeção do COM na base de sustentação, mensurada com auxílio do Software de Avaliação Postural (SAPO). Cinquenta e sete voluntárias foram avaliadas e todas foram submetidas ao registro fotográfico nas vistas anterior, lateral direita e esquerda, no mesmo instante temporal. As imagens foram entregues a dois examinadores, os quais utilizaram o SAPO. Para a análise estatística, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e, para estimar a mínima mudança detectável (MMD), foi utilizado o erro padrão (EP). Os resultados demonstraram excelentes níveis de confiabilidade interexaminador e intraexaminador para assimetrias nos planos frontal, sagital e para a projeção do centro de gravidade no plano frontal e lateral (ICC>0,90; 95%CI>0,95; MDD entre 2,16 – 4,87). Os resultados do estudo demonstraram que a análise do COM obtida por meio do SAPO apresentou boa confiabilidade nas análises inter e intra-avaliadores.

**Descritores** | Fotogrametria; Equilíbrio Postural; Postura; Reabilitação.

**ABSTRACT** | For optimal postural control, the center of mass (COM) of the body is a variable that is projected vertically between the legs, over a support base. This study had as aim assessing the inter- and intra-rater reliability of

the projection of the COM over the support base, measured with the aid of the Postural Evaluation Software (SAPO). Fifty-seven volunteers were evaluated and all were subjected to photographic records taken from the anterior, left and right lateral views, at the same time. The pictures were handed over to two raters, who then used SAPO to analyze them. For the statistical analysis, the intra-class correlation coefficient (ICC) was used, and to estimate the minimum detectable change (MDC), the standard error (SE) was used. The results showed excellent levels of inter and intra-rater reliability for asymmetries in the frontal and sagittal planes, and for the projection of the center of gravity in the frontal and lateral planes (ICC>0.90; 95%CI>0.95; MDC between 2.16 – 4.87). The results of the study showed that the analysis of the COM obtained with SAPO had good inter- and intra-rater reliability.

**Keywords** | Photogrammetry; Postural Balance; Posture; Rehabilitation.

**RESUMEN** | Para el óptimo control postural, el centro de masa (COM) del cuerpo es una variable que se proyecta verticalmente entre los pies, dentro de una base de soporte. Este estudio tuvo por objetivo evaluar la confiabilidad inter e intraevaluadores de la proyección del COM en la base de sostenimiento, medida con apoyo del Software de Evaluación Postural (SAPO). Se evaluaron cincuenta y siete voluntarias y todas han sido sometidas al registro fotográfico en las vistas anterior,

<sup>1</sup>Docente do curso de Fisioterapia da Universidade do Vale do Sapucaí (Univás) – Pouso Alegre (MG), Brasil.

<sup>2</sup>Fisioterapeuta pela Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG) – Alfenas (MG), Brasil.

<sup>3</sup>Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG) – Alfenas (MG), Brasil.

lateral derecha e izquierda, en el mismo instante temporal. Las imágenes han sido entregadas a dos examinadores, que utilizaron SAPO. Para el análisis estadístico, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y, para estimar el mínimo cambio detectable (MMD), se utilizó el error estándar (EP). Los resultados demostraron excelentes niveles de confiabilidad interexaminador e intraexaminador para asimetrías

en los planos frontal y sagital y para la proyección del centro de gravedad en el plano frontal y lateral (ICC>0.90, 95% IC>0.95, MDD entre 2.16 - 4.87). Los resultados del estudio demostraron que el análisis del COM obtenido a través de SAPO presentó buena confiabilidad en los análisis inter e intraevaluadores.

**Palabras clave** | Fotogrametría; Equilibrio Postural; Postura; Rehabilitación.

## INTRODUÇÃO

A postura humana pode ser descrita como o posicionamento de todos os segmentos corporais em equilíbrio num determinado momento<sup>1,2</sup>. Nesse sentido, a busca pela postura correta é importante para a manutenção de boas condições de saúde<sup>3</sup>.

A avaliação postural na posição ortostática tem sido amplamente utilizada, tanto na prática clínica quanto em pesquisas, como um instrumento diagnóstico de planejamento e acompanhamento do tratamento fisioterapêutico<sup>4,5</sup>. Diversos métodos têm sido utilizados para avaliar a postura por meio da oscilação natural do corpo na postura ereta<sup>6</sup>. A estabilometria é um método que permite registrar a oscilação natural do corpo humano e estimar possíveis alterações posturais<sup>7</sup>. Outros métodos têm sido descritos para quantificar a postura, como o inclinômetro, câmeras de vídeo e radiografias<sup>8</sup>. No entanto, não é comum o uso desses métodos na prática clínica, devido à indisponibilidade desses equipamentos aos profissionais<sup>4</sup>, além de problemas relacionados à exposição à radiação deste último método<sup>9</sup>.

Outro recurso utilizado para a avaliação postural é a fotogrametria computadorizada<sup>10</sup>. Essa técnica é uma ferramenta útil, de baixo custo, de boa confiabilidade para a avaliação postural<sup>4,11,12</sup> e acessível à maioria dos fisioterapeutas.

Na prática clínica, as avaliações posturais são métodos que fazem parte da rotina de um exame físico<sup>13</sup>. Comumente essas avaliações e interpretações são conduzidas sob a forma de inspeção visual e subjetiva<sup>8,12</sup>. Nas avaliações quantitativas realizadas por profissionais da saúde e pesquisadores não ocorre apenas a mensuração das mudanças posturais, mas também a melhora do monitoramento dos pacientes<sup>12</sup>. Assim, novos estudos que visem validar e estimar a confiabilidade dos diferentes sistemas de avaliação postural e equilíbrio estático em ambientes clínicos são necessários.

O uso da fotogrametria apresenta boa confiabilidade para avaliação postural como método de análise de ângulos corporais<sup>4,12</sup>. Entretanto, existem diversas ferramentas que apresentam validações parciais para regiões específicas do corpo ou que analisaram uma pequena amostra<sup>12</sup>. Um estudo conduzido por Ferreira et al.<sup>12</sup> demonstra que o SAPO apresenta boa confiabilidade para todas as medidas realizadas nas avaliações inter e intraexaminadores referentes à análise de ângulos e distâncias corporais. Porém o mesmo estudo não avaliou a outra ferramenta disponível no software que permite a análise estática do COM.

O COM é uma variável que pode ser mensurada por meio do uso da fotogrametria computadorizada<sup>14</sup>, sendo sua trajetória uma medida utilizada para compreender os mecanismos de controle postural em diferentes ações motoras<sup>6</sup>. O COM é definido como o ponto de aplicação da força gravitacional resultante sobre o corpo<sup>15</sup> que age sobre a base de suporte, área delimitada pelas bordas laterais dos pés. Essa base de suporte fornece um limiar de estabilidade, na qual podem ser realizadas diversas tarefas e movimentos sem que ocorra a perda do equilíbrio, expressando, assim, a base de suporte funcional do indivíduo<sup>15</sup>.

Portanto, este estudo teve por objetivo avaliar a confiabilidade inter e intra-avaliadores da projeção do COM na base de sustentação por meio de registros fotográficos mensurados pelo SAPO.

## METODOLOGIA

### Casuística

Participaram do estudo 57 voluntárias, com idade  $23,38 \pm 2,96$  anos, altura  $1,64 \pm 0,06$ m e IMC:  $22,27 \pm 4,51$  Kg/m<sup>2</sup>. Foram incluídas no estudo: mulheres saudáveis; com idade entre 18 a 30

anos; que não apresentassem distúrbio cognitivo; doenças infectocontagiosas graves; anormalidades neuromusculares; histórico de cirurgia abdominopélvica; alterações no sistema visual, vestibular e somatossensorial que limitassem a manutenção da postura ortostática.

### Projeção do COM por fotogrametria

A estimativa da projeção do COM foi mensurada pela técnica de fotogrametria, com auxílio de três câmeras fotográficas profissionais da marca Nikon®, de 14.1 Megapixel, posicionadas em torno da voluntária e sincronizadas para um único disparo. Foram utilizados marcadores de 30mm de diâmetro sobre o tragus da orelha; acrômio; espinha íliaca anterossuperior; trocânter maior do fêmur; linha articular do joelho; maléolo lateral e região entre a cabeça do segundo e terceiro metatarso, bilateralmente. Todas as marcações dos pontos anatômicos foram realizadas por um mesmo examinador.

As coletas das imagens fotográficas foram realizadas em espaço calmo e apropriado. No plano fotográfico, foi utilizado um fio de prumo de 1m de comprimento com uma marcação de 0,10m (Figura 1).

Cada voluntária foi posicionada previamente em ortostatismo por 20s sobre um tapete de espuma vinílica acetinada (EVA) com os maléolos tibiais posicionados, paralelamente, a uma distância de 0,10m.

As fotografias foram realizadas com os olhos abertos e direcionados a uma parede branca. As câmeras foram posicionadas a uma distância de 2,40m da voluntária e, perpendicularmente, a uma altura de 1,20m do solo. Cada câmera obteve uma imagem correspondente às vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda.

Após a aquisição dos registros fotográficos, as imagens foram armazenadas em um computador e entregues aos dois examinadores familiarizados com o SAPO v. 0,68. As orientações dadas aos examinadores foram: Abrir o SAPO > Criar novo projeto > Abrir imagem (vista anterior inicialmente) > ok > calibrar vertical e escala da imagem (conforme o fio de prumo na foto) > realizar uma reta sobre a marcação no fio de prumo > Aplicar > Calibração deste traço: 0,10m > Calibrar > Confirmar a calibração e rotação da imagem > sim > ok > Sair > Análises > Marcação de pontos na imagem pelo protocolo.

Após realizar as marcações nas vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda, o relatório de análises foi gerado, obtendo-se: COM, assimetria nos planos frontal e sagital, e a posição de projeção do COM relativo à posição média dos maléolos nos planos frontal e lateral. As análises fotográficas foram novamente coletadas após uma semana; o avaliador 1 foi responsável por repetir a análise das fotos. A marcação dos pontos anatômicos no software seguiu os critérios estabelecidos pelo SAPO, conforme a Figura 2, sendo realizada sempre pelo mesmo avaliador.

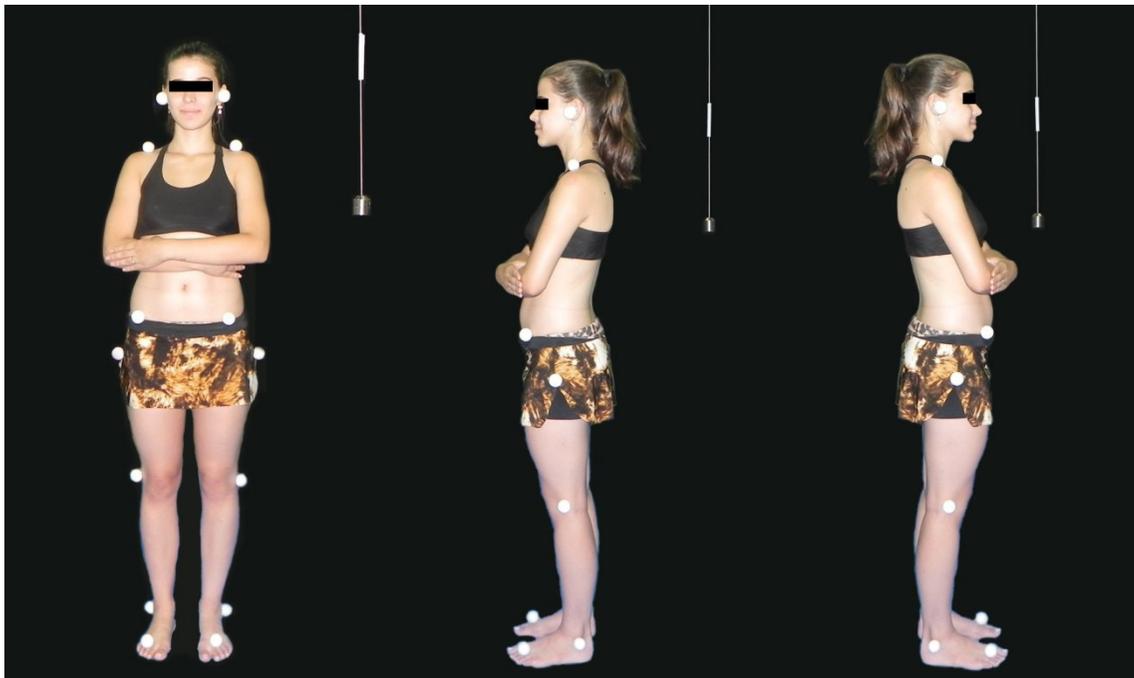


Figura 1. Pontos anatômicos utilizados nas análises nas vistas anterior, lateral esquerda e lateral direita, segundo o protocolo do SAPO. No detalhe, o fio de prumo de 1m com a marcação de 0,10m

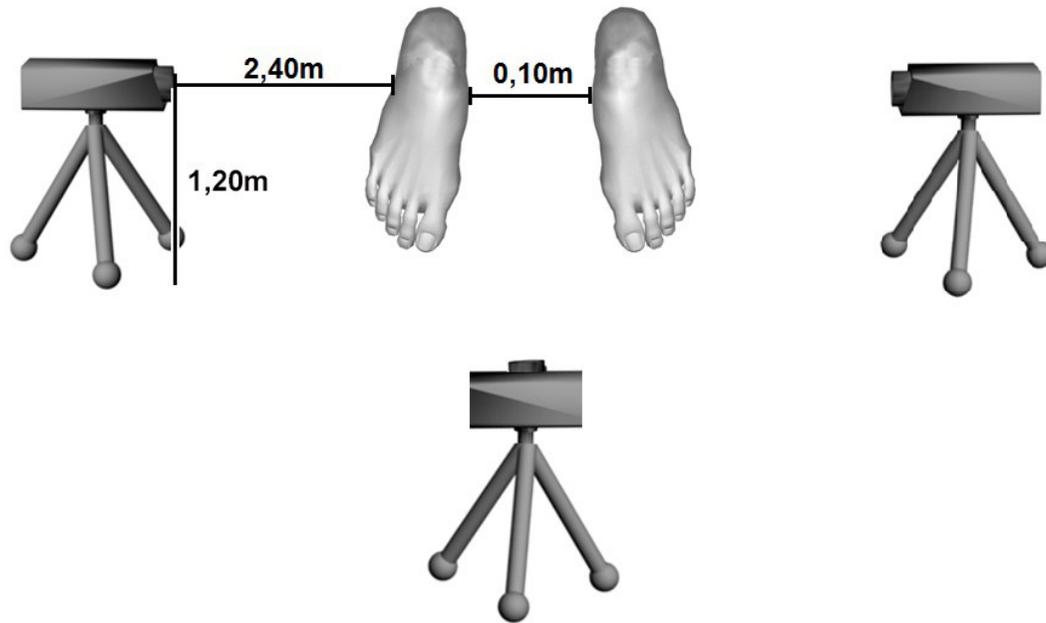


Figura 2. Posicionamento dos tripés, câmeras e voluntário no momento de coleta das fotografias nas vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda

**Considerações éticas**

O estudo teve aprovação no Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Alfenas (CAAE: 08317312.5.0000.5142). Todas as voluntárias foram informadas sobre o objetivo do estudo e dos procedimentos a serem realizados; após estarem de acordo, todas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Análise estatística**

Para a análise estatística, foi utilizado o software Statistical Package for the Social Science (SPSS, v. 20.0) para Windows. A concordância dos resultados intra e interavaliador foi analisada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse – tipo<sub>1,1</sub> e tipo<sub>1,2</sub> – (CCI). A interpretação do CCI foi realizada de acordo com Lexell<sup>16</sup>, sendo considerados como: confiabilidade de <0,40, pobre; 0,40-0,75, boa e >0,75, excelente. O Intervalo de Confiança 95% (IC95%) foi calculado, sendo considerados excelentes valores acima de 0,70<sup>17</sup>. O cálculo do Erro Padrão da Medida (EP) foi realizado por meio da fórmula: EP=Desvio Padrão×√(1-CCI). A mínima mudança detectável (MMD) foi calculada pela fórmula: MMD=1,96×Maior Desvio

Padrão×√(2[1-teste-reteste])<sup>16</sup>. Um nível de significância (α) de 0,05 foi utilizado para todos os testes.

**RESULTADOS**

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios e desvio padrão das variáveis obtidas por meio da análise da fotogrametria dos dois examinadores; e o reteste realizado pelo examinador 1.

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão das análises obtidas com o SAPO pelos examinadores 1 (teste-reteste) e 2

	Médias(DP)		
	Examinador 1	Examinador 2	Reteste 1
APF (%)	7,60 (16,39)	8,12 (16,91)	7,95 (16,47)
APS (%)	31,07 (10,44)	31,36 (10,17)	31,29 (10,10)
PCOMPF (cm)	6,15 (14,19)	6,05 (13,93)	6,46 (14,20)
PCOMPL (cm)	33,28 (11,85)	31,97 (11,24)	33,48 (11,46)

APF: assimetria no plano frontal; APS: assimetria no plano sagital; PCOMPF: projeção do centro de massa no plano frontal; PCOMPL: projeção do centro de massa no plano lateral

As análises demonstram que um nível de confiabilidade interexaminador e intraexaminador (Tabela 2) foi excelente para todas as variáveis obtidas, sendo (p<0,01).

Tabela 2. Valores de correlação intraclasse (ICC) intraexaminadores e interexaminadores de acordo com as medidas obtidas

	Interexaminador					Intraexaminador				
	ICC1,2	IC95%	EP	MMD	Nível	ICC1,1	CI95%	EP	MMD	Nível
APF (%)	0,995	0,992-0,997	1,20	3,31	E	0,997	0,995-0,998	0,90	2,50	E
APS (%)	0,986	0,976-0,992	1,24	3,42	E	0,986	0,977-0,992	1,24	3,42	E
PCOMPF (cm)	0,995	0,991-0,997	1,00	2,78	E	0,997	0,995-0,998	0,78	2,16	E
PCOMPL (cm)	0,978	0,957-0,988	1,76	4,87	E	0,986	0,977-0,992	1,40	3,89	E

APF: assimetria no plano frontal; APS: assimetria no plano sagital; PCOMPF: projeção do centro de massa no plano frontal; PCOMPL: projeção do centro de massa no plano lateral; IC95%: intervalo de confiança 95%; EP: erro padrão; MDD: Mínima Mudança Detectável; E: Excelente

## DISCUSSÃO

Inicialmente, uma ampla pesquisa bibliográfica foi realizada e não foram encontradas referências sobre a confiabilidade do uso do SAPO para estimativa da projeção do COM. Alguns estudos demonstram que o uso da fotogrametria apresenta resultados satisfatórios para a avaliação postural<sup>4,11,12</sup>, quando comparado a outras técnicas, como o uso de exames radiológicos<sup>18</sup>.

O uso de marcações externas apresenta correlação se comparado a medidas radiográficas<sup>21-23</sup>. Um estudo realizado com 766 adolescentes comparou os ângulos das curvas da coluna vertebral, mensurados por radiografia e por fotogrametria, concluindo que o uso da fotogrametria é viável para a avaliação do alinhamento corporal, além de evitar a exposição dos voluntários à radiação<sup>9</sup>. Um pré-requisito para garantir melhores resultados nas avaliações da projeção do COM é a escolha dos pontos anatômicos a serem utilizados na investigação e o posicionamento correto dos marcadores<sup>4,12,18-20</sup>. Comumente, é recomendado que um único avaliador, previamente treinado, realize o procedimento de fixação das marcações<sup>18</sup>.

Utilizando-se a técnica de fotogrametria para a avaliação de ângulos específicos no corpo humano, foi demonstrada baixa confiabilidade para 15 ângulos, de 22 medidos, sugerindo possíveis erros inerentes à repetição das análises. Acredita-se que esses erros estejam relacionados ao procedimento experimental, que envolve as condições do ambiente, o posicionamento do tripé, da câmera e do voluntário, a colocação dos marcadores e o registro fotográfico digital de qualidade inadequada<sup>23</sup>. Tais cuidados foram realizados neste estudo, na tentativa de minimizar possíveis erros da técnica fotogramétrica.

Os resultados encontrados demonstram que o método proposto para quantificar a projeção do COM por fotogrametria apresentou excelentes níveis para as avaliações intra e interexaminadores por meio de análises com o SAPO, com uma baixa diferença minimamente

detectável, menor que 0,5 do desvio padrão<sup>24</sup>. O SAPO apresenta-se como uma ferramenta confiável, com possibilidade de se obter resultados similares após a repetição da análise, sendo aceitas pequenas variações de uma única variável<sup>25</sup>.

Neste estudo, optou-se por padronizar a distância entre os maléolos mediais para validar a técnica de obtenção do COM por fotogrametria. Essa padronização apresenta extensa e reflexiva discussão<sup>26</sup>, pois pode ser capaz de induzir alterações na postura<sup>12</sup>, assim como reduzir a base de sustentação e aumentar a oscilação corporal<sup>15</sup>. A mensuração da projeção da base de sustentação dos indivíduos deve ser realizada em uma posição tida como a mais natural e confortável, de modo a refletir o real alinhamento corporal<sup>27</sup>. Assim, salientamos que em análises do equilíbrio estático obtidos por este método, a base de sustentação deve ser mensurada na posição natural de alinhamento dos pés.

Na postura ortostática de repouso, mesmo que o indivíduo tente ficar o mais imóvel possível, ainda acontecerão oscilações do corpo, chamado de balanço postural<sup>6</sup>. A variável responsável por mensurar essa condição é a projeção do COM, podendo auxiliar na compreensão dos mecanismos envolvidos no controle postural<sup>28</sup>. A oscilação do COM é uma grandeza que indica o balanço do corpo. Todavia, o uso da análise fotogramétrica pode subestimar a análise das condições de equilíbrio postural. Apesar dos resultados obtidos, salientamos que a fotogrametria é uma técnica complementar para a avaliação postural, de simples manuseio e, quando acompanhada de tutoriais científicos, pode ser utilizada na prática clínica, assim como em pesquisas<sup>12</sup>.

O SAPO apresenta outros parâmetros associados à projeção do COM, denominados no software como projeção do centro de massa no plano frontal (PCOMPF) e lateral (PCOMPL). Ambas as projeções levam em consideração a posição média do COM em relação aos maléolos mediais. A medida no plano frontal

demonstra o deslocamento anteroposterior, e a medida no plano lateral demonstra o deslocamento mediolateral do COM. Um estudo sem a validação dessa técnica demonstrou que as projeções do COM se correlacionam com a força isométrica dorsiflexora e flexora plantar com adultos jovens<sup>29</sup>. Em nosso estudo foram avaliadas voluntárias jovens, que poderiam naturalmente apresentar menor valor de oscilação, porém tais dados não foram relacionados nos planos sagital e frontal. Estudos futuros com diferentes faixas etárias são essenciais para melhor contribuição da técnica para avaliação do equilíbrio estático, para identificação de riscos de quedas, prevenir o surgimento de lesões secundárias e outras comorbidades<sup>30</sup>, pois em idosos as correções do equilíbrio ocorrem na região do quadril, adutores e abdutores do quadril que podem influenciar na projeção mediolateral do COM<sup>31</sup>.

### Limitações do estudo

Este estudo apresenta algumas limitações que podem estar relacionadas ao número de avaliadores utilizados, o que permite que novos estudos confrontem aos nossos achados.

Neste trabalho o momento de projeção do COM foi avaliado somente na postura ortostática e em uma população específica. Portanto, cria-se a possibilidade de novos estudos para se estimar o momento de projeção do COM em diferentes condições de saúde, faixas etárias e gêneros. Salientamos ainda a necessidade de correlacionar essa técnica com dados de plataforma de força para a avaliação da projeção do COM em diferentes situações, visando garantir maior validade da técnica para a obtenção do COM.

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos do momento de projeção do COM, determinado pelo SAPO, as análises interexaminadores e intraexaminadores apresentaram excelente confiabilidade para todas as variáveis avaliadas no estudo.

### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial MEC/Sesu – Curso de Fisioterapia e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig (APQ-03239-12).

### REFERÊNCIAS

1. Gangnet N, Pomeroy V, Dumas R, Skalli W, Vital JM. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surg Radiol Anat.* 2003;25(5-6):424-33. doi: 10.1007/s00276-003-0154-6
2. McEvoy MP, Grimmer K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskelet Disord.* 2005;29:6-35. doi: 10.1186/1471-2474-6-35
3. Bister D, Edler RJ, Tom BDM, Prevost AT. Natural head posture considerations of reproducibility. *Eur J Orthod.* 2002;24(5):457-70. doi: 10.1093/ejo/24.5.457
4. Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(3):327-34.
5. Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Bersanetti AA., Marques AP. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34(6):371-80. doi: 10.1016/j.jmpt.2011.05.018
6. Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Rev Port Cienc Desp.* 2003;3(3):77-83. doi: 10.5628/rpcd.03.03.77
7. Viguier M, Dupui P, Montoya R. Posture analysis on young women before and after 60 days of -6 degrees head down bed rest (Wise 2005). *Gait Posture.* 2009;29(2):188-93. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.08.001
8. Van Maanen, CJ, Zonnenberg AJ, Elvers JW, Oostendorp RA. Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs. *Cranio.* 1996;14(4):326-31. doi: 10.10180/08869634.1996.117445985
9. Smith, A, O'Sullivan, PB, Straker, L. Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine.* 2008;33(19):2101-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e31817ec3b0
10. Tommaselli AMG, Silva JFC, Hasegawa JK, Galo M, Dal Poz AP. Fotogrametria: aplicações a curta distância. In: Meneguete Junior M, Alves N (org.). FCT 40 anos: perfil científico-educacional. Presidente Prudente: Unesp;1999. p. 147-59.
11. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(5):411-7. doi: 10.1590/S1413-35552007000500013
12. Ferreira EAG, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics.* 2010;65(7):675-81. doi: 10.1590/S1807-59322010000700005
13. Cocchiarella L, Anderson GBJ. Guides to the evaluation of permanent impairment. Chicago: AMA Press; 2001. p. 375-422.
14. SAPO – Software para Avaliação Postural. BMClab – Laboratório de Biomecânica e Controle Motor, São Bernardo

- do Campo [Internet]. [cited 2017 Dez 4]. Available from: <http://demotu.org/sapo/>
15. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3):183-92. doi: 10.1590/S1413-35552010000300003
  16. Lexell JE, Downham DY. How to assess the reliability of measurements in rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(9):719-23. doi:10.1097/01.phm.0000176452.17771.20
  17. Haley SM, Fragala-Pinkham MA. Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. *Phys Ther.* 2006;86(5):735-43. doi: 10.2522/ptj.20080113
  18. Rosário JL. Photographic analysis of human posture: a literature review. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(1):56-61. doi: 10.1016/j.jbmt.2013.05.008
  19. Billis EV, Foster NE, Wright CC. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. *Man Ther.* 2003;8(4):223-32. doi: 10.1016/S1356-689X(03)00017-1
  20. Fedorak C, Ashwoth N, Marshall J, Paull H. Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine.* 2003;28(16):1857-9. doi: 10.1097/01.BRS.0000083281.48923.BD
  21. Hunt MA, Birmingham TB, Jenkyn TR, Giffin, JR, Jones, IC. Measures of frontal plane lower limb alignment obtained from static radiographs and dynamic gait analysis. *Gait Posture.* 2008;27(4):635-40. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.08.011
  22. Mündermann A, Dyrby CO, Andriacchi TP. A comparison of measuring mechanical axis alignment using three-dimensional position capture with skin markers and radiographic measurements in patients with bilateral medial compartment knee osteoarthritis. *Knee.* 2008;15(6):480-5. doi: 10.1016/j.knee.2008.07.002
  23. Vanwaseele B, Parker D, Coolican M. Frontal knee alignment: three-dimensional marker positions and clinical assessment. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(2):504-9. doi: 10.1007/s11999-008-0545-4
  24. Norman GR, Sloan JA, Wyrwich KW. Interpretation of changes in health-related quality of life: the remarkable universality of half a standard deviation. *Med Care.* 2003;41(5):582-92. doi: 10.1097/01.MLR.0000062554.74615.4C
  25. Souza JA, Pasinato F, Basso D, Corrêa EOR, Silva AMT. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011;13(4):299-305. doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n4p299
  26. Ferreira EAG. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2005.
  27. Bullock-Saxton J. Postural alignment in standing: a repeatability study. *Aust J Physiother.* 1993;39(1):25-9. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60466-9
  28. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. 3rd ed. Hoboken: Wiley; 2005.
  29. Alves RS, Pereira IC, Rocha CBJ, Pereira SB, lunes DH, Carvalho LC. Relação entre a força isométrica dos músculos da perna e um momento do centro de massa mensurado por fotogrametria. *Saúde.* 2015;5(1):9-23.
  30. Perracini MR. Prevenção e manejo de quedas no idoso. In: Ramos LR, Cendoroglo MS. *Guias de Medicina Ambulatorial e hospitalar da Unifesp: geriatria e gerontologia.* São Paulo: Manole; 2005.
  31. Gribble PA, Hertel J. Effects of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(4):589-92. doi: 10.1016/j.apmr.2003.06.031