

# Influência da Resolução e da Distância da Câmera nas Medidas feitas pelo Software de Avaliação Postural (Sapo)

APARELHO LOCOMOTOR  
NO EXERCÍCIO E NO ESPORTE



Artigo Original

*Influence of the Camera Resolution and Distance in the Measures Made by the Postural Assessment Software (Sapo)*

Yomara Lima Mota<sup>1</sup>  
Luis Mochizuki<sup>2</sup>  
Gustavo de Azevedo Carvalho<sup>3</sup>

1. Curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Brasília – Brasília (DF), Brasil.
2. Curso de Ciências da Atividade Física da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – São Paulo (SP), Brasil.
3. Curso de Mestrado e Doutorado em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – Brasília (DF), Brasil.

## Correspondência:

Rua 18 sul, lote 8, apto. 1.103,  
Residencial Ilha de Sicília  
71940540 – Águas Claras, DF, Brasil.  
E-mail: yomaramota@hotmail.com

## RESUMO

O erro na medida de um sistema de avaliação da postura está relacionado com a digitalização, a resolução da câmera, a distância da câmera em relação ao voluntário estudado, entre outros. Estes erros somam-se no procedimento metodológico e muitos deles não são possíveis evitar, porém devem ser conhecidos e quantificados. Objetivo: Quantificar o erro na medida realizada pelo SAPO (*Software* para avaliação postural) em diferentes situações experimentais. Métodos: Foram realizadas 16 fotos de um manequim de 1,40m articulado nos planos anterior, posterior, lateral direita e lateral esquerda com câmeras de 3,2 e 12,0 megapixels, posicionadas a 3,0m e a 5,0m de distância do manequim. Para a quantificação do erro, foram calculadas as diferenças das medidas obtidas por meio do SAPO com as medidas feitas diretamente no manequim. Apenas um avaliador realizou o registro das imagens, porém a digitalização no *software* dos pontos demarcados no manequim foi realizada por três digitalizadores, sendo dois inexperientes e um experiente. Resultados: Os valores médios das medidas horizontais, verticais, angulares e de distância são próximos de zero, embora algumas variáveis angulares apresentem valores maiores, como nas medidas de ângulo Q direito e esquerdo. A câmera com resolução de 3,2 megapixels posicionada a 3m apresentou o menor erro. Conclusão: O SAPO é um método acurado para uso clínico; são necessários estudos para verificar a influência do plano de posicionamento do voluntário em relação à câmera, o efeito do reposicionamento e da palpação nas medidas oferecidas pelo *software*.

**Palavras-chave:** *software*, postura, avaliação.

## ABSTRACT

Error in measurement of a posture evaluation system is related to the digitalization, camera resolution and distance in relation to the volunteer studied, among others. These errors are summed up during the process and many of them are not possible to be avoided; however, they must be known and quantified. Objective: to quantify the error of the positions measured by SAPO (*Software* para avaliação postural) in different experimental situations. Methods: 16 photos of a 1.40m tall articulated mannequin were taken at the anterior, posterior, right lateral and left lateral planes with 3.2 and 12.0 megapixels resolution cameras, at 3.0m and 5.0m from the model. To quantify the error, the differences between the measurements obtained by SAPO and the ones made directed on the mannequin were calculated. Results: the mean values of the horizontal, vertical, angular and distance measurements are close to zero; however, some angles were larger for the left and right measurements. The 3.2 megapixel digital camera located 3 m away showed the lowest error. The digitalization position is not influenced by the experience of the evaluators. Conclusion: SAPO is an accurate method for clinical use. Further studies are necessary to verify the effect of the position plane of the volunteer in relation to the camera, the effect of the relocation and the measurement palpation provided by the software.

**Keywords:** software, posture, evaluation .

## INTRODUÇÃO

A avaliação da postura é o passo inicial para qualquer tratamento fisioterapêutico, pois a partir da observação do alinhamento corporal, cria-se a hipótese de distribuição de carga e solicitação mecânica nas estruturas<sup>(1)</sup>. Porém, a avaliação postural, na maioria das vezes, é realizada de forma subjetiva pela inspeção visual e depende da habilidade e experiência na interpretação dos resultados. Fedorak *et al.*<sup>(2)</sup> verificaram a fidedignidade intra e interexaminadores e concluíram que a inspeção visual da região cervical e lombar não é confiável, especialmente quan-

do se compara procedimentos empregados por profissionais diferentes. Desta forma, a observação dos alinhamentos corporais por inspeção visual não é recomendada para examinar a postura de pacientes<sup>(3-7)</sup>.

A necessidade de quantificar os desvios posturais é antiga e o desenvolvimento tecnológico tem possibilitado o uso de ferramentas relativamente simples para esta finalidade<sup>(1)</sup>. A análise postural por meio de imagens se torna um meio mais confiável para reduzir os erros provocados pelas avaliações subjetivas da postura. A utilização de fotografias para avaliação da postura é um procedimento comum<sup>(8-11)</sup>,

porém deve ser utilizada com rigor, pois a metodologia empregada, apesar de simples, pode conter fatores que modificam o valor da medida, ou seja, erros podem ser introduzidos na medida realizada. Neste contexto, diferentes *softwares*, entre eles o SAPO (*Software* para avaliação postural), foram desenvolvidos para a avaliação da postura a partir do registro de fotos digitalizadas do indivíduo em diferentes planos para realizar a mensuração de variáveis, como: posição, comprimento, ângulo, centro de gravidade e alinhamento corporal<sup>(12)</sup>.

O erro na medida de um sistema de avaliação da postura está relacionado com a digitalização, a resolução da câmera, a distância da câmera em relação ao voluntário estudado, entre outros<sup>(13-15)</sup>. Estes erros somam-se durante o procedimento metodológico e muitos deles não são possíveis evitar, porém devem ser conhecidos e quantificados<sup>(16-18)</sup>. Quanto à resolução da câmera, autores inferem que uma alta resolução apresenta maior precisão quando comparada a uma câmera de baixa resolução para as medidas realizadas com o *software* Biotonix<sup>(14)</sup>. Quanto à distância entre o voluntário e a câmera, seu aumento produz um menor erro sistemático, pois a distorção da lente se torna menor<sup>(13)</sup>.

Desta forma, o objetivo do estudo foi analisar o efeito da distância entre a câmera e o avaliado e o nível de resolução da imagem no erro médio da avaliação postural realizada pelo SAPO. A hipótese inicial é que diferentes situações influenciam a magnitude do erro.

## MATERIAIS E MÉTODO

Foram realizadas 16 fotos nos planos anterior, posterior, lateral direita e lateral esquerda de um manequim de 1,4m de estatura articulado (Figura 1) (*Human Artist Model® – Drawing manequin*). O manequim foi posicionado ao lado de um fio de prumo (*Ramada®*) e perpendicular ao eixo óptico da câmera. As imagens foram capturadas com duas câmeras fotográficas digitais com definições diferentes (3,2 megapixels Sony DSC-P52 e 12,1 megapixels Sony DSC-W220). As câmeras foram posicionadas paralelas ao piso, sobre um tripé (*Nikon®*) nivelado, cuja altura foi a metade da estatura do manequim (0,70m).



Figura 1. Manequim articulado (*Human Artist Model® – Drawing manequin*).

Apenas um avaliador realizou o registro das imagens, porém a digitalização no *software* dos pontos demarcados no manequim foi realizada por três digitalizadores; cada um realizou 30 digitalizações de cada método analisado.

As câmeras foram posicionadas a 3,0m de distância do manequim e, em seguida, as imagens foram registradas e reposicionadas para 5,0m e o registro das imagens foi repetido (3m a 3,2Mp, 3m a 12Mp, 5m a 3,2Mp e 5m a 12Mp). O *zoom* de cada câmera não foi alterado e o manequim foi posicionado no centro da imagem para reduzir distorções.

Pontos determinados no protocolo do SAPO foram marcados com

bolas brancas de isopor de 15mm de diâmetro, fixadas com fita dupla-face no manequim. Todos os pontos foram posicionados para que os valores das medidas entre esses pontos fossem iguais ao padrão de referência do SAPO. Quando não havia valores de referência, foi adotado um valor que posicionasse o manequim o mais próximo do padrão de referência sugerido pela literatura. Esses pontos representam localizações anatômicas no corpo humano: lóbulos da orelha, acrômio, espinha íliaca anterossuperior, trocanter maior do fêmur, linha articular do joelho, borda superior da patela, tuberosidade da tíbia, maléolos medial e lateral, ponto entre a cabeça do segundo e terceiro metatarsos, borda inferior da escápula, espinha íliaca posterossuperior, calcâneo, tendão do calcâneo, linha média posterior da tíbia e, ainda, processos espinhosos da sétima vértebra cervical (C<sub>7</sub>) e da terceira vértebra torácica (T<sub>3</sub>).

## Variáveis analisadas

Após a marcação dos pontos no manequim, foram realizadas medidas diretas com um goniômetro (*Cardiomed®*) e um paquímetro (*CG®*). As 27 medidas realizadas direta e indiretamente foram:

## Medidas de alinhamento

### Horizontal

Cabeça (AHC<sub>A</sub>), acrômios (AHA), espinhas ílicas anterossuperiores (AHEIAS), cabeça (C<sub>7</sub>) lado direito e esquerdo (AHC<sub>LD</sub> e AHC<sub>LE</sub>), tuberosidade da tíbia (AHTT), pélvis da direita e esquerda (AHP<sub>LD</sub> e AHP<sub>LE</sub>)

### Vertical

Cabeça (acrômio) lado direito e esquerdo (AVC<sub>LD</sub> e AVC<sub>LE</sub>), tronco lado direito e esquerdo (AVT<sub>LD</sub> e AVT<sub>LE</sub>), corpo direito e esquerdo (AVCO<sub>LD</sub> e AVCO<sub>LE</sub>).

## Medidas angulares

### Ângulo

Frontal do membro inferior direito (AFMID), frontal do membro inferior esquerdo (AFMIE), Q direito (AQD), Q esquerdo (AQE), perna/retropé direito (APRD), perna/retropé esquerdo (APRE), quadril (tronco e membro inferior) direito e esquerdo (AQ<sub>LD</sub> e AQ<sub>LE</sub>), joelho (AJ<sub>LD</sub> e AJ<sub>LE</sub>), tornozelo (AT<sub>LD</sub> e AT<sub>LE</sub>).

**Medida de distância:** diferença no comprimento dos membros inferiores (DCMI).

Para a quantificação do erro foram calculadas as diferenças ( $\Delta$ ) das medidas obtidas por meio do SAPO com as medidas feitas diretamente no manequim. Em seguida, a medida do erro padrão foi calculada usando a fórmula:

$$EP = \frac{DP}{\sqrt{n}} = \sqrt{\sum \frac{(Di)^2}{n-1}}$$

As medidas de ângulo e distância apresentam variabilidade devido ao método de digitalização. Neste estudo dispõem-se 90 repetições de cada medida. Na prática clínica, no entanto, não é possível realizar tantas repetições a fim de obter uma medida precisa, surgindo a pergunta: quantas repetições são necessárias para obter uma medida precisa?

Considerando que a estatística de variabilidade é justamente a que fornece informação sobre quão precisa é uma medida, a pergunta apresentada pode ser reescrita: quantas repetições são necessárias para obter uma medida com variabilidade próxima daquela verificada usando 90 repetições?

Para responder a esta pergunta, adotou-se o seguinte procedimento:

1. A partir das 90 repetições, sorteou-se 1.000 amostras com o tamanho de  $n = 2$ ;

- Para cada amostra, calculou-se o desvio padrão, gerando, assim, uma base de 1.000 desvios padrão;
- Calculou-se a média dos 1.000 desvios padrão;
- Repetiu-se o procedimento 1 a 3, variando o tamanho das amostras, de  $n = 2$  até  $n = 30$  (cada tamanho de amostra representa a simulação do uso de  $n$  repetições da medida);
- Comparou-se o valor do desvio padrão médio obtido no passo 3 com o desvio padrão calculado usando as 90 observações iniciais.

Desta forma, quanto mais próximo o desvio padrão médio do desvio padrão da amostra com 90 repetições, mais precisa será a medida, ou seja, os resultados terão variabilidade suficiente para fornecer uma estimativa mais confiável.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados estão apresentados com os valores de erro padrão. Após testar a normalidade dos dados, foram os quatro métodos comparados, ou seja, com uma câmera de 3,2Mp e 12Mp a 3m e 5m de distância. Análise de variância (ANOVA) com *post hoc* de Tukey foi aplicada para testar cada medida de ângulo e distância separadamente, e ANOVA de dois fatores para comparar todas as medidas de ângulo e distância em relação aos diferentes métodos. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A seguir, estão apresentados os erros padrão dos alinhamentos horizontais (Tabela 1), verticais (Tabela 2), angulares e de distância (Tabela 3). Uma análise de variância de dois fatores reuniu todas as medidas em um único conjunto. A análise do efeito da distância e da resolução da imagem no erro padrão das medidas mostrou que a distância ( $p = 0,3$ ) e o nível de resolução da imagem ( $p = 0,09$ ) não afetaram os erros padrão das medidas.

**Tabela 1.** Médias das diferenças e erros padrão das medidas horizontais para os quatro métodos.

Distância	3 metros		5 metros	
	3,2Mp	12Mp	3,2Mp	12Mp
AHC <sub>A</sub>	-0,11±0,02	-0,23±0,01	0,87±0,01	-0,36±0,01
AHA	-1,17±0,02	-0,33±0,01	-0,39±0,01	-0,19±0,006
AHEIAS	0,03±0,02	-0,44±0,01	-0,35±0,01	-0,63±0,01
AHTT	-2,20±0,03	-1,40±0,02	-1,63±0,01	-1,44±0,02
AHC <sub>LD</sub>	-3,19±0,10	1,78±0,03	2,85±0,01	3,10±0,01
AHC <sub>LE</sub>	0,91±0,11	-0,24±0,03	-0,67±0,02	-1,59±0,01
AHP <sub>LD</sub>	0,60±0,02	-0,06±0,01	0,25±0,01	-0,23±0,01
AHP <sub>LE</sub>	1,92±0,03	1,4±0,01	1,42±0,01	1,08±0,01

Alinhamento horizontal da cabeça (AHC<sub>A</sub>), alinhamento horizontal dos acrómios (AHA), alinhamento horizontal das espinhas ilíacas anterossuperiores (AHEIAS), alinhamento horizontal das tuberosidades das tíbias (AHTT), alinhamento horizontal da cabeça (C7) lado direito e esquerdo (AHC<sub>LD</sub> e AHC<sub>LE</sub>), alinhamento horizontal da pélvis direito e esquerdo (AHP<sub>LD</sub> e AHP<sub>LE</sub>).

**Tabela 2.** Médias das diferenças e erros padrão das medidas verticais para os quatro métodos.

Distância	3 metros		5 metros	
	3,2Mp	12Mp	3,2Mp	12Mp
AVC <sub>LD</sub>	0,24±0,01	0,36±0,01	0,64±0,01	1,11±0,01
AVC <sub>LE</sub>	2,04±0,01	2,61±0,01	2,50±0,01	1,87±0,01
AVT <sub>LD</sub>	-0,06±0,002	-0,31±0,004	0,01±0,003	-0,31±0,003
AVT <sub>LE</sub>	-0,64±0,004	-1,12±0,005	-0,89±0,002	-0,82±0,005
AVCO <sub>LD</sub>	0,94±0,005	1,17±0,003	1,45±0,002	1,27±0,002
AVCO <sub>LE</sub>	0,37±0,003	0,17±0,002	0,26±0,002	0,28±0,002

Alinhamento vertical da cabeça (acrômio) lado direito e esquerdo (AVC<sub>LD</sub> e AVC<sub>LE</sub>), alinhamento vertical do tronco lado direito e esquerdo (AVT<sub>LD</sub> e AVT<sub>LE</sub>), alinhamento vertical do corpo direito e esquerdo (AVCO<sub>LD</sub> e AVCO<sub>LE</sub>).

**Tabela 3.** Média das diferenças e erros padrão das medidas de ângulo e distância para os quatro métodos.

Distância	3 metros		5 metros	
	3,2Mp	12Mp	3,2Mp	12Mp
AFMID	0,84±0,01	1,30±0,01	1,32±0,005	1,02±0,01
AFMIE	-0,66±0,02	-1,22±0,03	-0,86±0,01	-0,64±0,01
AQD	-0,03±0,08	3,24±0,04	4,63±0,02	3,94±0,01
AQE	-2,73±0,08	1,48±0,04	1,79±0,02	1,74±0,04
APRD	-0,75±0,02	-2,38±0,02	-2,56±0,02	-1,30±0,04
APRE	1,08±0,01	1,41±0,03	2,47±0,02	1,75±0,03
AQ <sub>LD</sub>	-1,93±0,01	-2,86±0,01	-2,83±0,005	-3,16±0,008
AQ <sub>LE</sub>	-1,11±0,07	-1,63±0,006	-1,22±0,005	-1,12±0,009
AJ <sub>LD</sub>	-0,26±0,006	-0,40±0,01	-0,52±0,007	-0,56±0,01
AJ <sub>LE</sub>	1,29±0,009	1,22±0,01	1,53±0,01	1,48±0,01
AT <sub>LD</sub>	1,61±0,009	2,14±0,003	2,32±0,005	2,27±0,004
AT <sub>LE</sub>	1,80±0,01	1,72±0,006	1,86±0,004	1,77±0,005
DCMI	0,89±0,01	0,42±0,003	0,47±0,002	0,47±0,003

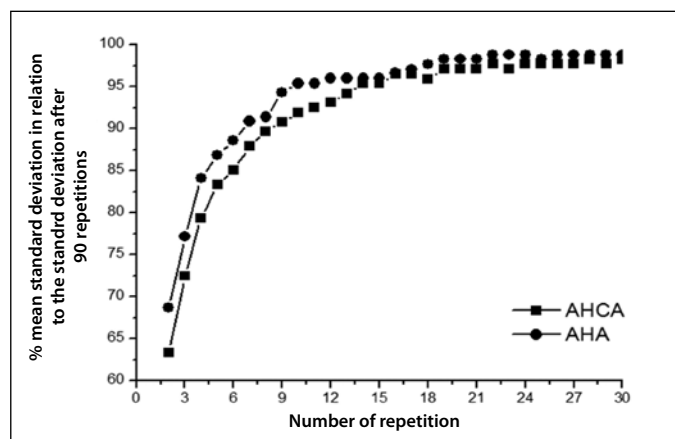
Ângulo frontal do membro inferior esquerdo (AFMIE), ângulo Q direito (AQD), ângulo Q esquerdo (AQE), ângulo perna/retropé direito (APRD), ângulo perna/retropé esquerdo (APRE), ângulo frontal do membro inferior direito (AFMID), ângulo do quadril (tronco e membro inferior) direito e esquerdo (AQ<sub>LD</sub> e AQ<sub>LE</sub>), ângulo do joelho (AJ<sub>LD</sub> e AJ<sub>LE</sub>), ângulo do tornozelo (AT<sub>LD</sub> e AT<sub>LE</sub>), diferença no comprimento dos membros inferiores (DCMI).

A segunda análise de variância foi aplicada separadamente para cada uma das 27 variáveis analisadas (tabela 4). Desta forma, observou-se o efeito da interação dos fatores distância e resolução da imagem em 23 variáveis ( $p < 0,05$ ). Na maioria das vezes (52%), o menor erro padrão ocorreu com a distância de 3m e resolução de 3,2Mp.

A relação entre o número de repetições (digitalizações) necessárias para obter uma medida confiável foi analisada. Na figura 2, apresentaram-se os resultados encontrados para duas medidas (AHCA e AHA). Verifica-se que com até 10 repetições alcança-se 95% da precisão que poderia ser obtida caso se utilizassem 90 repetições.

**Tabela 4.** Quantidade de variáveis por método que apresenta menor erro, dentre as 23 variáveis com diferença significativa.

Método	Quantidade de variáveis	% com menor erro
3,2Mp a 3m	12	52%
3,2Mp a 5m	6	26%
12Mp a 3m	1	4%
12Mp a 5m	4	17%



**Figure 2.** Relative variability of the head horizontal alignment (AHCA) and acromial horizontal alignment (AHA) in relation to the number of repetitions of each measurement.

## DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi verificar o efeito da distância da câmera e da resolução da imagem no erro padrão de medidas relacionadas à avaliação postural obtida por meio do *software* SAPO. A ANOVA de dois fatores não mostrou efeito principal da distância ou da resolução da imagem no erro padrão das medidas escolhidas. Desta forma, o erro padrão de um conjunto de medidas para avaliação postural não sofre efeito global da distância da câmera até o avaliado, e nem do nível de resolução da imagem. A recomendação para esses dois fatores é bastante simples: a distância deve ser suficiente para posicionar o corpo todo da pessoa no centro da imagem e a resolução deve ser suficiente para mostrar com nitidez suficiente cada um dos marcadores. A imagem do corpo deve estar centralizada para evitar a distorção que pode eventualmente surgir por causa da curvatura da lente, mas que para o nível de análise utilizado neste estudo é desprezível. Centralizar a imagem reduz o risco de não mostrar o corpo todo de uma pessoa na imagem.

Por outro lado, o nível de resolução permite distinguir detalhes da imagem; no caso da avaliação postural, os marcadores. Independente da resolução da imagem, os marcadores devem ser visualizados na imagem. Esta condição facilita o trabalho de visualização e digitação dos pontos no processamento da imagem para avaliação postural.

O erro padrão foi usado como um indicador de precisão da medida para avaliação postural. A ausência de efeito principal no conjunto de medidas selecionadas sugere diferentes câmeras fotográficas e distâncias entre uma câmera e uma pessoa podem ser usadas sem modificar a precisão da avaliação postural. Isso confere ao sistema SAPO a robustez necessária para um sistema de avaliação postural simples e versátil.

Para determinar o erro das medidas com o SAPO, foram comparados os valores oferecidos pelo *software* a partir das fotos de um manequim com as medidas realizadas no próprio manequim (medida real). Tais erros poderiam ser influenciados pelo método de coleta de dados; desta forma, diferentes metodologias foram empregadas. Os valores médios dos erros das 27 medidas analisadas são próximos de zero, indicando que o SAPO é um método acurado para uso clínico. Estudos recentes encontraram erros em torno de 0,1° (19,20); porém, utilizaram, em suas metodologias, apenas três pontos de referência para digitalização das medidas reais. A vantagem do presente estudo foi utilizar um manequim para quantificar o erro de medida do SAPO em condição semelhante à prática clínica.

Os sistemas de avaliação postural se diferenciam dos sistemas de avaliação cinemática porque possuem uma representação predefinida para algumas posturas; isso permite definir desvios posturais e outras medidas corporais que apresentam um significado clínico. Desta forma, sistemas baseados em fotogrametria são oferecidos para avaliar a postura, facilitar e aumentar a confiabilidade da avaliação. O *Weaving Posture Analysis System* (WEPAS) é um sistema de vídeo bidimensional, baseado em processamento de imagens para registrar e analisar a postura durante atividades laborais, que apresenta um erro menor que 1°(21). Outro sistema de avaliação postural é o *PosturePrint*, que apresenta erros médios para deslocamentos entre 0,5° e 1,3°, e 0,9 e 1,2mm. O sistema *PosturePrint* permite a medida acurada da rotação e translação da pelve(22) e do tronco(23). O sistema de vídeo para análise da postura *BioTonix's* apresenta erros médios de 1,5° e 3,3mm, para o ângulo e distância, respectivamente. O *BioTonix's* também é considerado válido, sendo recomendado para análise da postura(14).

O SAPO é acurado para a análise da postura e possui erros semelhantes aos apresentados por outros *softwares*; portanto, é recomendado para a análise clínica da postura. Porém, é necessário cautela em algumas medidas, como nas medidas de ângulo Q. Sacco *et al.*(24)

concluíram que a avaliação postural computadorizada é confiável paralelamente à goniometria, exceto para o ângulo Q, e atribui que os resultados não satisfatórios encontrados devem-se ao fato de que esse ângulo envolve posturas de mais de um segmento articular (quadril, femoropatelar e femorotibial) somando-se entre si muitos graus de liberdade, o que dificulta a medida deste ângulo.

Além do ângulo Q, outras medidas apresentaram diferenças maiores que 1°; isso pode ser devido à localização das marcas anatômicas que variam com o contorno do segmento o que pode dificultar a visualização de alguns pontos e oferecer dificuldade em sua digitalização. Um sistema que reconhecesse o centro dos marcadores durante um processo de marcação dos pontos poderia minimizar tal efeito.

lunes *et al.*(25) relatam que a avaliação postural computadorizada apresenta variabilidade aceitável, sendo indicada para a maioria das medidas angulares avaliadas; porém, relatam baixa reprodutibilidade e, portanto, o acompanhamento dos resultados pré e pós-tratamento pode não ser suficientemente confiável. Os autores discutem que essa baixa reprodutibilidade pode ser devida à preparação e à iluminação do ambiente, posicionamento do tripé, da câmera e do voluntário, entre outros. Foi observado que mudanças na distância da câmera em relação ao objeto bem como a resolução da câmera não exercem influência quando se consideram todas as medidas oferecidas pelo *software*; porém, ao observar tais medidas separadamente, a melhor escolha é uma menor distância e uma resolução baixa.

Ainda em relação ao posicionamento da câmera, Paul e Douwes(13) inferem que quanto maior a distância entre o voluntário e a câmera, menor o erro sistemático, pois é menor a distorção da lente. Foi observado, durante a digitalização, que quanto maior a distância, maior a necessidade de utilizar o *zoom* no *software* (de 100%), o que pode ter provocado uma distorção da imagem, aumentando, assim, o erro em algumas medidas. Em relação à resolução, Normand *et al.*(14) encontraram uma alta fidedignidade quando compararam câmeras com alta e baixa resoluções; porém, em seu estudo, os autores não relatam quais foram as resoluções.

Santos *et al.*(26), com o objetivo de testar a concordância interexaminadores da fotogrametria aplicada para avaliar o alinhamento postural em crianças, utilizaram alguns recursos, como a criação de um alvo (adesivo Pimaco®) sobre o marcador (esfera de isopor) e a padronização do *zoom* no *software* em 100%, e acreditam que tais recursos são imprescindíveis para conferir maior acuracidade às análises e reduzir a variabilidade das medidas. O presente estudo corrobora que a utilização de um alvo é um recurso importante para garantir a acuracidade às análises, porém o *zoom* deve ser evitado.

O processo de digitalização manual das marcas pode induzir a variabilidade da medida; contudo, tem sido estabelecido que a digitalização manual é fidedigna entre avaliadores e em dias diferentes(27). Uma vez que a variabilidade pode ser entendida como uma quantificação de quão preciso é a medida do ângulo(28), do alinhamento ou da distância, essa informação é importante para definição da quantidade de digitalização necessária para garantir a precisão; no presente estudo, verifica-se que, em geral, com até 10 repetições, alcança-se 95% da precisão que poderia ser obtida caso se utilizassem 90 repetições. Tal informação facilita o processo de digitalização realizado na prática clínica.

Foi utilizado um objeto inanimado, nomeado de manequim, e as medidas realizadas neste manequim foram realizadas por meio de goniômetro e paquímetro; tais métodos também possuem erros que, no presente estudo, foram desconsiderados. E, ainda, por ter utilizado um manequim, outras fontes de erro como reposicionamento, palpação das marcas anatômicas, entre outros, não foram quantificados.

## CONCLUSÃO

O erro padrão de um conjunto de medidas para avaliação postural não sofre efeito global da distância da câmera até o avaliado, e nem do nível de resolução da imagem. Observando os valores médios dos erros, em geral, são próximos de zero, principalmente quando observados por uma câmera de 3,2Mp utilizada a 3m de distância do voluntário. O SAPO é um método acurado para uso clínico. Ainda são necessários estudos para verificar a influência do plano de posicionamento do

voluntário em relação à câmera e o efeito do reposicionamento e da palpação nas medidas oferecidas pelo *software*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Vânia Ballo pela subvenção do manequim utilizado neste estudo.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

1. Ferreira EAG. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. Teste de doutorado. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo 2005.
2. Fedorak C, Ashworth N, Marshall J, Paull H. Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine* 2003;28:1857-9.
3. Burton AK, Edwards V, Skyes DA. Invisible skin marking for testing palpatory reliability. *Journal of Manual Medicine* 1990;5:27-9.
4. Bryan JM, Mosner E, Shippee R, Stull MA. Investigation of the validity of postural evaluation skills in assessing lumbar lordosis using photographs of clothed subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 1990;12:24-9.
5. Bullock-Saxton J. Postural alignment in standing: A repeatability study. *Aust J Physiother* 1993;39:25-9.
6. Billis EV, Wright FCC. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. *Manual Therapy* 2003;8:233-2.
7. Harlick JC, Milosavljevic S, Millburn PD. Palpation identification of spinous processes in the lumbar spine. *Manual Therapy* 2007;12:56-62.
8. Watson AWS. Procedure for the production of high quality photographs suitable for recording and evaluation of posture. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 1998;5:20-6.
9. Tommaselli AMG, Silva JFC, Hasegawa JK, Galo M, Dal Poz AP. Fotogrametria: aplicações a curta distância. In: Meneguetti Jr M, Alves N, editores. FCT 40 anos Perfil científico e educacional. UNESP-FCT. Presidente Prudente: UNESP; 1999. p. 147-59.
10. ASPRS – American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. What is ASPRS [homepage na Internet]. Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing; 2000 [atualizada em 16 Nov 2006; acesso em Out 2006]. Disponível em: <http://www.asprs.org/society/about.html>
11. Van Niekkerk SM, Louw Q, Vaughan C, Grimmer-Somers K, Schreve K. Photographic measurement of upper-body sitting posture of highschool students: a reliability and validity study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2008;9:113.
12. Duarte M. "Portal do Projeto Software para Avaliação Postural". São Paulo. 2006; De: <http://sapo.incubadora.fapesp.br/portal>
13. Paul JA, Douwes M. Two dimensional photographic posture recording and description a validity study. *Applied Ergonomics* 1993;24:83-90.
14. Normand MC, Harrison DE, Cailliet R, Black H, Harrison DD, Holland B. Reliability and measurement error of the BioTonix video posture evaluation system – Part I: Inanimate Objects; *J Manipulative Physiol Ther* 2002;25:246-50.
15. Dunk MN, Lalone J, Callaghan JP. Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. *J Manipulative and Physiol Ther* 2005;28:386-92.
16. Verducci FM. Measurement concepts in physical education. C.V. Mosby Company, 1980.
17. Baumgartner TA, Jackson AS. Reliability and objectivity, chapter 4, In: Measurement for evaluation in physical education and exercise science. Brown Publishers, 1991.
18. Trischler KA. Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee. Barueri, SP: Manole, 2003.
19. Braz RG, Goes FP, Carvalho GA. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. *Fisioter Mov* 2008;21:117-26.
20. Ferreira EAG, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics* 2010;65:675-81.
21. Choobineh A, Hosseini M, Lahmi M, Sharifian S, Hosseini AH. Weaving posture analyzing system (WEPAS): introduction and validation. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2004;34:139-47.
22. Harrison DE, Janik TJ, Cailliet R, Harrison DD, Normand MC, Perron DL, et al. Upright static pelvic posture as rotation and translations in 3-dimensional from three 2-dimensional digital images: validation of a computerized analysis. *J Manipulative Physiol Ther* 2008; 31:137-45.
23. Harrison DE, Janik TJ, Cailliet R, Harrison DD, Normand MC, Perron DL, et al. Validation of a computer analysis to determine 3-D rotations and translations of the rib cage in upright posture from three 2-D digital images. *Eur Spine J* 2007;16:213-8.
24. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para a avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter* 2007;11:1411-1417.
25. 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;9:327-34.
26. Santos MM, Silva MPC, Sanada LS, Alves CRJ. Análise postural fotogramétrica de crianças saudáveis de 7 a 10 anos: confiabilidade interexaminadores. *Rev Bras Fisioter* 2009;13:350-5.
27. Sullivan D, Bryden P, Callaghan JP. Inter and intra-observer reliability of calculating cumulative lumbar spine loads. *Ergonomics* 2002;45:788-97.
28. Bussab WO, Moretti PA. Estatística Básica. São Paulo, SP: Saraiva, 2004.