

CONFIABILIDADE DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO POSTURAL COMPUTADORIZADA: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

NAIANE ARAÚJO PATRÍCIO

Fisioterapeuta. Graduada em Fisioterapia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - EBMSP (2009). Mestranda em Tecnologias em Saúde - EBMSP. Formação no Método Pilates pela ActivePilates Brasil, Riverdale Pilates e Retrofit Pilates - Canadá (2011). Especialista em Acupuntura pelo Instituto Superior de Ciências da Saúde - INCISA (2012).

MAÍRA CARVALHO MACÊDO

Graduação em Fisioterapia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (2001); Pós-Graduação Lato Sensu em Saúde Coletiva (Instituto de Saúde Coletiva, 2010) e Metodologia do Ensino Superior (2004); Mestrado em Medicina e Saúde Humana (EBMSP, 2011); Doutorado em Medicina e Saúde Humana; docente das disciplinas: Fisioterapia aplicada à neurologia, Neurociência e Saúde Coletiva (UCSal, FIB e UNIRB).

KATIA NUNES SÁ

Graduada em Fisioterapia pela Sociedade Universitária Augusto Motta (SUAM/RJ - 1990), especializada em docência superior pela Faculdade Béthencourt da Silva (FABES/RJ - 1993), doutora em Medicina e Saúde Humana pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP - 2008). Atua como docente em cursos de Fisioterapia desde 1994 e no mestrado/doutorado desde 2010. Atualmente é professora adjunta da EBMSP e da Universidade Católica do Salvador (UCSal)

RESUMO: Introdução: A avaliação da postura corporal por biofotogrametria tem sido amplamente utilizada há várias décadas, tanto na prática clínica quanto na pesquisa, como um modelo de diagnóstico cinético funcional. **Objetivo:** Avaliar a acurácia do diagnóstico postural através da fotogrametria computadorizada. **Métodos:** Trata-se de uma revisão crítica da literatura, baseada em artigos publicados nos periódicos das principais bases de dados (Cochrane, PubMed, Scielo, Google Scholar e Bireme). As palavras-chave utilizadas para pesquisa e seus correspondentes em língua estrangeira foram postura, fotogrametria, confiabilidade e validação. Foram incluídos estudos sobre acurácia diagnóstica de instrumentos de avaliação postural computadorizada por fotografias ou filmagens e excluídos os que utilizaram comparações com exames radiográficos. **Resultados:** Foram identificados

16 artigos, sendo dois excluídos por utilizarem a radiofotogrametria como método avaliativo. Constatou-se que seis destes estudos utilizaram o SAPO[®]. Os estudos demonstraram alta confiabilidade inter e intraexaminadores para cifose torácica (ICC=0,603, p<0,0001) e lordose lombar (ICC=0,667, p<0,0001), obtidos no plano sagital. No plano posterior, a inclinação do pé direito (ICC=0,586, p<0,0001) e pé esquerdo (ICC= 0,594, p<0,0001) também apresentaram boa concordância. Verificou-se excelente confiabilidade em 40% das variáveis angulares (ICC \geq 0,900) no estudo que validou o *software* SAPO[®], sendo comparáveis às medidas obtidas com o Corel Draw (ICC>0,990). **Conclusão:** Os instrumentos identificados para a quantificação das assimetrias posturais pela fotogrametria apresentaram confiabilidade aceitável inter e intra-examinador para a maioria das medidas angulares e distâncias mensuradas.

Palavras chaves: Postura. Fotogrametria. Confiabilidade. Validação

ABSTRACT: Introduction: The evaluation of body posture for photogrammetry has been widely used for several decades, both in clinical practice and research, as a functional diagnosis kinetic model. Objective: To evaluate the accuracy of postural diagnosis by computerized photogrammetry. Methods: This is a critical review of the literature based on articles published in the journals of the main database (Cochrane, PubMed, SciELO, Google Scholar and Bireme). The keywords used for search and their corresponding foreign language were posture, photogrammetry, reliability and validation. They included studies of diagnostic accuracy of computed postural assessment tools for photographs or filming and excluded those who had used comparisons with radiographic examinations. Results: We identified 16 articles, two excluded for using the radiophotogrammetry as evaluative method. It was found that six of these studies used SAPO[®]. Studies have shown high reliability inter and Intra-examiner for thoracic kyphosis (ICC = 0.603, p <0.0001) and lumbar lordosis (ICC = 0.667, p <0.0001), obtained in the sagittal plane. The backup plan, the right foot of the slope (ICC = 0.586, p <0.0001) and left foot (ICC = 0.594, p <0.0001) also showed good agreement. There was excellent reliability by 40% the angular variables (ICC \geq 0.900) in the study that validated the SAPO[®] software, being comparable to measurements at the Corel Draw[®] (ICC > 0.990). Conclusion: The instruments identified for the quantification of posture

asymmetries by photogrammetry showed acceptable reliability inter and intra-examiner for most angular measurements and measured distances.

Keywords: Posture. Photogrammetry. Reliability. Validity.

INTRODUÇÃO

Postura pode ser definida como “uma posição ou atitude do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de alguém sustentar seu corpo”. O termo postura também pode ser descrito como alinhamento do corpo, assim como a orientação do corpo no ambiente (KISNER, 2005). Em um alinhamento postural ideal, espera-se que músculos e articulações encontrem-se em estado de equilíbrio dinâmico, gerando uma quantidade mínima de esforço e sobrecarga, conduzindo a uma eficiência ótima para o aparelho locomotor (SHUMWAY-COOK, 2003). Na prática, essa postura ideal é apenas um parâmetro para a mensuração do quanto cada segmento e ângulo se distancia dela em indivíduos reais e em condições específicas de saúde e doença.

A manutenção da postura ereta é uma tarefa complexa para o ser humano, porque se refere ao alinhamento e controle de vários segmentos corporais. Esta manutenção advém da integração de três sistemas: vestibular, somatosensorial e visual. O controle postural requer uma interação harmônica entre o sistema nervoso e o musculoesquelético e inclui relações biomecânicas e neurofuncionais (SHUMWAY-COOK, 2003). Por expressar o funcionamento destes sistemas, a avaliação da postura tem sido amplamente utilizada tanto na prática clínica quanto na pesquisa, como um instrumento diagnóstico, de planejamento e acompanhamento do tratamento fisioterapêutico (IUNES *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2011). Seus objetivos consistem em visualizar e determinar possíveis desalinhamentos e atitudes incorretas, que são considerados como um sério problema de saúde pública devido às suas consequências deletérias (SANTOS E FANTINATI, 2011). A avaliação da postura estática é realizada essencialmente pelo método observacional visual, o que tem apresentado pouca reprodutibilidade interexaminador. Nas últimas décadas, um grande número de instrumentos diagnósticos tem sido utilizados no campo da avaliação postural, como por exemplo, a

posturografia computadorizada, a fotogrametria digital e a cinematria dinâmica (FERREIRA *et al.*, 2011).

A necessidade e o desejo de quantificar as variáveis relacionadas à avaliação postural em um contexto de elevado desenvolvimento tecnológico, tem possibilitado a incorporação de ferramentas relativamente simples de operar e que oferecem boa resposta (FERREIRA *et al.*, 2011). A *American Society of Photogrammetry* define fotogrametria como “a arte, a ciência e a tecnologia da obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas”. Trata-se de uma técnica relativamente simples, fácil, objetiva, de baixo custo, alta precisão e capacidade de reprodutibilidade dos resultados. Também permite o arquivamento e acesso aos registros permitindo comparações temporais objetivas que justificam sua ampla utilização. No entanto, a repetibilidade da técnica para avaliação temporal, bem como para pesquisas científicas deve ser assegurada por uma série de parâmetros metodológicos (SOUZA *et al.*, 2011; SACCO *et al.*, 2007). Os sistemas de avaliação cinética e cinemática da postura e do movimento humano têm avançado de forma exponencial nas últimas décadas, com *softwares* e *hardwares* que podem avaliar segmentos específicos ou todo o corpo durante as mais diversas atividades (FERREIRA *et al.*, 2010).

A fotografia apenas fornece dados instantâneos da postura do indivíduo, dificultando a mensuração dos desalinhamentos durante o acompanhamento do paciente. A fim de mensurar ângulos, distâncias e alinhamentos de segmentos, a fotografia digital calibrada tornou-se um procedimento fundamental para o diagnóstico e acompanhamento fisioterapêutico das disfunções posturais tomando como referência pontos anatômicos pré-determinados.^{9,10} Porém, a ausência de padronização dessas referências anatômicas e do significado das medidas angulares utilizadas nos estudos, são fatores que dificultam a comparação entre estudos⁽¹¹⁾. Apesar do número crescente de estudos utilizando a fotogrametria, ainda não existe padronização sobre ângulos utilizados para verificar determinadas alterações posturais, nem evidências sobre a confiabilidade e a reprodutibilidade dos programas de avaliação postural utilizados (IUNES *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2011; SACCO *et al.*, 2007; DUNK *et*

al., 2004; BILLIS *et al.*, 2003). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia do diagnóstico postural através da fotogrametria computadorizada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma revisão crítica da literatura, que buscou artigos disponíveis nas principais base de dados (Cochrane, PubMed, Scielo, Google Scholar e Bireme, visando artigos com classificação Qualis de A1 a C no sistema de bibliometria adotado pela área de avaliação 21 da CAPES). Também foram incluídas dissertações e teses, disponibilizadas através de bibliotecas digitais das seguintes universidades: USP (Universidade de São Paulo), UFRS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), UCB (Universidade Católica de Brasília) e UEG (Universidade Estadual de Goiás), que possuem cursos de mestrado e doutorado em Fisioterapia ou Ciências da Reabilitação.

O desenvolvimento desta revisão iniciou-se com a formulação da seguinte pergunta: “Qual a acurácia do diagnóstico postural através da fotogrametria computadorizada?”. O levantamento de dados ocorreu no período de Setembro de 2014 a Agosto de 2015 considerando publicações tanto nacionais quanto internacionais, dos últimos 15 anos. Como critérios de inclusão, as publicações deveriam especificar em sua metodologia o *software* utilizado para avaliação postural computadorizada e incluírem avaliação sobre sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia diagnóstica, confiabilidade intra e inter-examinadores e/ou reprodutibilidade. Foram excluídos os estudos que só avaliaram a reprodutibilidade e o método exclusivo de avaliação por radiofotogrametria.

Foram empregadas as palavras-chave: postura, avaliação, fotogrametria, confiabilidade, validade, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e confiabilidade intermediadas pelos operadores *booleanos* AND ou OR ou NOT. Estes descritores e seus correlatos em inglês e espanhol foram obtidos do DECS da Biblioteca Virtual de Saúde (decs.bvs.br). Adicionalmente foram selecionados alguns artigos do portal do *software* SAPO[®], Alcimagem[®] e da Corel Corporation[®].

Os artigos selecionados foram avaliados, decompostos e organizados utilizando-se a estratégia PICO, que representa um acrônimo para Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (Desfecho).

RESULTADOS

Foram identificados 17 artigos relacionados com a confiabilidade da avaliação postural computadorizada, sendo treze estudos de acurácia diagnóstica e/ou validação, uma revisão de literatura, um artigo informativo e dois de radiofotogrametria. Empregando-se os critérios de exclusão, permaneceram na análise da confiabilidade somente treze estudos (Tabela 1). Embora não tenha sido adotada a análise da qualidade metodológica dos estudos, apenas quatro descreveram detalhadamente a metodologia de modo a gerar um protocolo facilmente reproduzível, tanto para pesquisa científica e clínica que foram os estudos de Sacco *et al.* (2007), Ferreira *et al.* (2010), Ferreira *et al.* (2011), Souza *et al.* (2011).

Tabela 1. Estratégia PICO para análise dos estudos selecionados.

Autores (ano)	Paciente/Popul ação Problema Investigado	Intervenção/ Protocolo de Avaliação	Comparação / Controle	Resultados
Dunk <i>et al.</i> (2004)	14 jovens adultos saudáveis e ativos (7 do sexo masculino e 7 feminino) sem histórico de dor lombar.	*Confiabilidade da mensuração dos e ângulos da coluna vertebral. *Software Gober [®] (Universidade de Gelp)	Indivíduos do sexo feminino e masculino	*Pobre repetibilidade nas 3 posturas. *Ângulo da torácica confiabilidade moderada (ICC masculino= 0,665, ICC feminino=0,691).

Iunes <i>et al.</i> (2005)	21 estudantes universitários	<i>Software</i> ALCimagem 2000 [®]	Comparação com o mesmo indivíduo em duas ocasiões	<p>*Confiabilidade interexaminadores da cifose torácica (ICC=0,603, p<0,0001) e lordose lombar (ICC=0,667, p<0,0001), obtidos no plano sagital, e Inclinação do pé direito (ICC=0,586, p<0,0001) e pé esquerdo (ICC=0,594, p<0,0001), no plano frontal posterior, apresentaram níveis não aceitáveis de confiabilidade.</p> <p>*Confiabilidade intraexaminadores ou teste-reteste mostrou que a cifose torácica (ICC=0,031, p=0,4046) e flexão de joelho (ICC=0,385, p=0,0009), obtidos no plano</p>
----------------------------	------------------------------	---	---	--

sagital, e
(ICC=0,636,
p<0,0001), no
plano frontal
posterior,
apresentaram
níveis não
aceitáveis de
confiabilidade.

Sacco <i>et al.</i> (2007)	26 voluntários de ambos os sexos, assintomáticos, com idade entre 18 e 45 anos, sem anisomelia de membros inferiores maior que 1 cm.	<i>Softwares</i> : Corel Draw [®] e o SAPO [®] , em relação à goniometria para quatro ângulos nos membros inferiores.	Comparação entre os <i>softwares</i> e com a goniometria.	Os ângulos TT (p=0,9991), do retropé (p=0,2159) e de flexo/extensão do joelho (p=0,4027); o ângulo Q foi significativamente diferente entre a goniometria e os dois softwares usados na fotogrametria (p=0,0067).
Comerlato (2007)	24 indivíduos (16 mulheres e 8 homens)	*Validade da utilização de uma metodologia de avaliação postural baseada na identificação de estruturas	Comparação entre radiografia e fotografia para mensuração dos pontos	*Não houve diferença significativa entre os pontos de marcação quanto ao posicionamento

	anatômicas ósseas por palpação		anatômicos.	especial dos marcadores ($X^2=13,118$; $p=0,157$); nem quanto à distância dos marcadores em relação ao nível espinal ($X^2=9,366$; $p=0,404$). *Validação do APPID: não houve diferença significativa entre os métodos de avaliação ($z=-0,891$; $p=0,373$).
	*Avaliar a validade do <i>Software APPID</i> [®]			
	*Aquisição da radiografia e fotografia			
Braz, Góes, Carvalho, (2008)	Um painel de madeira foi colocado em uma parede do laboratório, entre dois fios de prumo, os quais continham quatro marcações com bolas de isopor.	*Confiabilidade inter e intra-avaliador e a validade de 15 medidas angulares através do SAPO [®] .	3 avaliadores (A, B e C) experientes ao uso do SAPO [®] .	*Confiabilidade intra-avaliador: A ($p=0,09$), B ($p=0,77$) e C ($p=0,31$), sendo que o avaliador B apresentou menor variação média entre as medidas (0,04). *Confiabilidade interavaliador: de A-B ($p=0,60$), A-C ($p=0,64$) e B-C ($p=0,83$) *ICC=0,99 para

todas as análises.

Saad (2008)	40 indivíduos (32 sexo feminino e 8 masculino)	Confiabilidade e validade da medida do ângulo de inclinação lateral da coluna e mensuração da cifose, lordose lombar e inclinação da pelve. <i>Software Corel Draw[®]</i>	*Comparação com radiografia	Altos coeficientes de correlação intra-observador para as curvas laterais torácicas, lombares e toracolumbares ($r=0,936$; $0,975$; $0,945$)
Ferreira <i>et al.</i> (2010)	88 imagens de 22 indivíduos, e cada sujeito foi avaliado duas vezes (intervalo de uma semana) por 5 avaliadores cegos.	<i>Software de avaliação postural (SAPO[®])</i>	Confiabilidade e inter e intra- avaliadores	*Confiabilidade interavaliadores foi excelente por 41% das variáveis e muito bom para 35%. 10% das variáveis teve confiabilidade aceitável, e 14% foram definidos como não- aceitável. *Confiabilidade intra-avaliador, 44,8%

				considerados excelentes, 23,5% eram muito bons, 12,4% eram aceitáveis e 19,3% foram consideradas não aceitáveis.
Ferreira <i>et al.</i> (2011)	Adultos jovens entre 19 – 45 anos.	*Software de avaliação postural (SAPO [®]) * Plataforma de força	122 indivíduos (74,8% sexo feminino)	*Inclinação da cabeça para direita = 67% *Inclinação do ombro e da pelve à direita = 67,8% e 42,6% *Alinhamento MMII = 178° *Inclinação do tronco à direita = 66,1% *Não foi constatada correlação entre controle e o alinhamento postural.

Souza <i>et al.</i> (2011)	24 voluntários	<i>Software</i> de avaliação postural (SAPO [®]) (A, B e C).	Três avaliadores	*Confiabilidade interexaminadores : 2 não aceitáveis (A13: ICC=0,623 e A14: ICC=0,568), 1 como aceitável (A19: ICC=0,743), 1 como muito bom (A20: ICC=0,860) e 16 como excelentes (ICC ≥ 0,90). *Repetibilidade: significativamente diferentes em duas medidas (A11:p=0,015; A12:p=0,026); também dois ângulos pelo examinador B (A2:p=0,019; A12:p=0,015) e um ângulo pelo examinador C (A16;p=0,011).
Guariglia <i>et al.</i> (2011)	26 voluntários do gênero masculino, com idade entre 19 e	*AutoCAD, SAPO [®] e Corel Draw [®]	Confiabilidade e intra-avaliador e inter-	*Alta confiabilidade (CCI entre 0,99 e 1,00; $d < 0,4$) e (Bland e

	30 anos		avaliador	Altman entre - 0,23 e 0,38)
Clark <i>et al.</i> (2012)	20 voluntários saudáveis	Validade dos marcos anatômicos usando o Microsoft Kinect®.	Não se aplica.	Confiabilidade inter-julgamento comparável (diferença ICC = 0,06 a 0,05; gama, 0,00-0,16) e excelente validade, com valores de r de Pearson > 0,90 para a maioria das medições (r = 0,96-0,99; gama, 0,84-0,99).
Galna <i>et al.</i> (2014)	9 pessoas com Doença de Parkinson	Microsoft Kinect® e Vicon®	Grupo com Parkinson (n=9) e Grupo controle (n=10)	Considerou-se os valores de baixo viés, 95% dos limites de acordo <10% da média do grupo, ICCs > 0,9 e r de Pearson > 0,9. *o Kinect™ excelente para os movimentos brutos, como sentar e levantar (ICC = 0,989), e muito pobre para movimentos finos, tais como fechar a

				<p>mão (ICC = 0,012).</p> <p>*os resultados do Kinect™ obteve forte relação com os obtidos com o sistema Vicon® (r de Pearson > 0,8) para a maioria dos movimentos.</p>
Carneiro <i>et al.</i> (2014)	25 mulheres jovens	<p>*Corel Draw X3®</p> <p>*Ângulos: cômulo-acrômio (ACA), mento-esternal (AME) e de Frankfurt (AF).</p>	Dois examinadores : EA e EB. Para a análise intraexaminadores o EA fez a avaliação das fotos das participantes duas vezes (A1 e A2) para os mesmos ângulos no intervalo de três meses	<p>Coeficiente de correlação interclasse (CCI): correlação excelente na análise intraexaminador (A1 e A2) com CCI=1,0 para os ângulos ACA e AME e CCI=0,78 para AF. Houve fraca correlação na análise interavaliadores A1 e B1 com CCI de 0,24 e 0,26 e entre A2 e B1 com CCI de 0,23; 0,27 e 0,00 para os ângulos ACA, AME e AF, respectivamente.</p>

Observou-se que os *softwares* utilizados foram o GOBER®, o ALCimagem®, o SAPO®, o APPID®, o Corel Draw®, o AutoCAD® e o KINECT®. Destes, o que foi mais explorado quanto à confiabilidade foi o SAPO que foi empregado em seis estudos. A maior parte dos estudos apresenta alta confiabilidade, com exceção do estudo de Iunes *et al.*, 2005, que observou baixa confiabilidade na avaliação da cifose no plano sagital. A reprodutibilidade foi pouco avaliada nos estudos de acurácia e validação e apresentou fragilidades no estudo de Souza *et al.* (2011). O uso de fotografias estáticas predominou nas análises. Dois estudos (Sacco *et al.*, 2007 e Saad, 2008) compararam a fotogrametria à radiografia e demonstraram alta concordância entre os métodos. Apenas um estudo comparou à goniometria e encontrou baixa concordância na mensuração do ângulo Q do joelho.

DISCUSSÃO

Este estudo que teve como objetivo avaliar a acurácia do diagnóstico postural através da fotogrametria computadorizada observou que existem algumas ferramentas disponíveis que podem ser aplicadas na avaliação da postura humana, com elevada validade interna. Embora a confiabilidade tenha sido testada em poucos estudos, estes demonstram que a fotogrametria computadorizada é um procedimento diagnóstico acurado devendo ser empregado como padrão ouro na avaliação da postura pelo baixo custo e por não apresentar riscos identificáveis (FERREIRA *et al.*, 2010).

A capacidade preditiva, a precisão diagnóstica e a confiabilidade da avaliação postural computadorizada vem sendo frequentemente comprovada nos estudos que utilizaram principalmente o *software* SAPO® (SOUZA *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2011; SACCO *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2010). Por se tratar de uma ferramenta confiável, gratuita e desenvolvida no Brasil, seu emprego vem sendo difundido com ampla utilização como método de avaliação comparável com outros *softwares* pagos como o AutoCAD® e Corel Draw®, assim como com medidas radiográficas que expõem os avaliados aos riscos da radiação (SACCO *et al.*, 2007; GUARIGLIA *et al.*, 2011; SAAD, 2008). Um procedimento diagnóstico confiável é aquele que determina sempre o mesmo resultado, dentro das variações aceitas, em medidas repetidas da mesma variável. A confiabilidade está intimamente ligada à precisão do procedimento, à estabilidade das medidas, com mínimo de erro sistemático ou aleatório. Algumas das origens dos vieses se relacionam à variabilidade dos examinadores, às

ferramentas de mensuração ou de como o fenômeno é mensurado (SOUZA *et al.*, 2011). Dentre as pesquisas abordadas, observamos que o número de examinadores e a experiência dos mesmos na avaliação postural foi necessária para aquisição de níveis satisfatórios de confiabilidade inter-examinador, porém com pobre reprodutibilidade do método.

A maior parte dos estudos apresenta alta confiabilidade, com exceção do estudo de Iunes *et al.*, (2005), que observou baixa confiabilidade na avaliação da cifose no plano sagital. O protocolo empregado na avaliação da cifose pode não ter adotado o cuidado de eliminar o elemento confundidor da escápula alada, dependente da experiência do examinador (KISNER, 2005). No plano sagital, a presença da escápula alada em indivíduos que apresentam desequilíbrio funcional entre os músculos elevadores e depressores da escápula, pode se sobrepor à curva vertebral torácica, dando a falsa impressão de uma cifose aumentada (LINN, 2001). Baseado no propósito de melhorar a precisão da mensuração dos ângulos da coluna vertebral no plano sagital, nossa investigação prévia relacionada ao uso de salto alto, utilizou semiesferas de isopor com hastes flexíveis que permitiram a visualização e mensuração dos vetores angulares (PATRÍCIO *et al.*, 2011). De todo modo, a acurácia das medidas sagitais da curvatura vertebral apresenta algumas fragilidades.

A reprodutibilidade foi pouco avaliada nos estudos de acurácia e validação identificados na presente revisão e apresentou fragilidades no estudo de Souza *et al.*, (2011). Como a interpretação das imagens é examinador dependente, é possível que a experiência dos avaliadores tenha influenciado a repetibilidade. É recomendado pelo *guideline* STARD que seja sempre aplicado o teste e o re-teste na avaliação da acurácia diagnóstica (SIMEL *et al.*, 2008). A reprodutibilidade da avaliação postural computadorizada em momentos distintos ainda é uma lacuna nos estudos de fotogrametria, sendo necessárias pesquisas com análise das medidas angulares obtidas em indivíduos cuja demarcação dos pontos anatômicos deve ser realizada em dias diferentes e com escolha aleatória do profissional (SOUZA *et al.*, 2011).

Para garantir a confiabilidade e a reprodutibilidade da análise postural, a localização correta dos pontos anatômicos e o tipo de marcador utilizado são essenciais. Marcadores de superfície bem posicionados nas proeminências ósseas são fundamentais para quantificar distâncias e medir ângulos. A depender da necessidade de captura de sinais luminosos ou não, alguns estudos utilizam marcadores reflexivos e outros marcadores passivos (FERREIRA *et*

al., 2011). Mesmo em protocolos cuidadosos, sugere-se cautela na interpretação dos resultados (DUNK *et al.*, 2004), ainda que não sejam observadas grandes diferenças na palpação e localização de pontos anatômicos quando realizada por examinadores experientes (COMERLATO *et al.*, 2007). A reprodutibilidade tem sido mais frágil na avaliação intra-examinadores do que inter-examinadores (BILLIS *et al.*, 2003). É possível que não haja muita estabilidade nestas medidas entre um momento e outro no mesmo indivíduo. Entretanto, protocolos bem elaborados e equipes de examinadores bem treinadas, podem melhorar a repetibilidade na mensuração das curvaturas no plano sagital e frontal (SAAD, 2008). Dentre os fatores que podem comprometer estas medidas, destacamos as variações anatômicas, o controle postural, o número e a experiência dos examinadores para palpação e identificação dos pontos, os pontos selecionados e a maneira com que os ângulos são calculados (BRÁZ *et al.*, 2008). Das ferramentas utilizadas na fotogrametria, os *softwares* SAPO[®] e ALCimagem[®], que foram desenvolvidos especificamente para este fim, oferecem tutoriais e protocolos bem estabelecidos, diminuindo o risco de vieses de coleta (IUNES *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2010). Reforça-se que os valores obtidos só serão confiáveis se as marcações forem bem posicionadas, ainda que os sistemas sejam capazes de mensurações muito precisas.

Pesquisadores avaliaram a confiabilidade intra e interexaminadores de 22 ângulos mensurados pelo *software* ALCimagem[®]. Destes ângulos, quatro coincidem com os do protocolo SAPO[®] (A3 – Alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores; A9 – Ângulo Q do joelho direito, A10 – Ângulo Q do joelho esquerdo, A11 – Alinhamento horizontal da cabeça). Os ângulos A3, A9 e A10 demonstraram nível de confiabilidade interexaminadores excelente e A11 muito bom. Na avaliação intra-examinador, a confiabilidade dos ângulos A3 e A9 não foram aceitáveis (FERREIRA *et al.*, 2011). Outros experimentos também tem encontrado excelente confiabilidade em análises inter e intra-examinadores (SOUZA *et al.*, 2011). No entanto, as condições experimentais utilizadas, foram mais indicadas para triagem, avaliações de assimetrias e desvios posturais, do que para acompanhamento da evolução clínica.

Os resultados são confiáveis para a maioria das medidas, exceto para o ângulo Q, que quando comparáveis às medidas obtidas com o goniômetro, apresentam baixa concordância em alguns estudos (SACCO *et al.*, 2007), e excelente concordância em outros estudos (SOUZA *et al.*, 2011). Ao observar os diferentes estudos desenvolvidos com o *software*

SAPO[®], pode-se afirmar que as análises angulares apresentam valores contundentes na maioria das mensurações. Igualmente, na análise da confiabilidade, as medidas repetidas não demonstraram diferenças substanciais. Em relação à validade, como um todo, pode-se afirmar que esta ferramenta permite mensurações bastante similares (SOUZA *et al.*, 2011).

As vantagens do protocolo do *software* SAPO[®] referem-se à praticidade de sua utilização, a possibilidade de padronização das medidas, da metodologia para aplicação fotogramétrica e, conseqüentemente, a comparação entre estudos. As desvantagens referem-se à avaliação no plano sagital, pois a evolução clínica postural em relação às curvas vertebrais, são melhor visualizadas neste plano e o protocolo atualmente proposto pelo SAPO[®] não determina a avaliação das curvas. Um estudo de revisão relata que a ausência de padronização diante dos estudos analisados pode justificar a dificuldade de referências quanto às medidas e que muitos a citam como limitador das pesquisas (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

O uso de radiografias e fotografias estáticas tem predominado nas análises posturais, entretanto, devido a postura corporal ser uma condição dinâmica que envolve muitas oscilações sobre a base de suporte, a obtenção dos dados em um único momento pode não representar a média das oscilações (SHUMWAY-COOK, 2003). Ao examinar a confiabilidade da fotogrametria em determinar uma medida estável da postura, observa-se amplo coeficiente de variação e baixo coeficiente de correlação intra-classe. Isto reflete a pobre repetibilidade nas avaliações dos mesmos sujeitos no mesmo dia e entre dias diferentes. Medidas dos ângulos com relação à vertical podem ser suscetíveis a erro pelas oscilações corporais inerentes à postura ortostática (DUNK *et al.*, 2004). A presença de oscilações induzem a um questionamento sobre a validade da fotogrametria como ferramenta no acompanhamento da evolução clínica. É possível que filmagens por poucos segundos sejam mais precisas do que fotografias estáticas. Fotografias apenas fornecem dados instantâneos sem identificar as compensações angulares pelas oscilações do centro de massa. Ainda que a fotogrametria seja superior à avaliação subjetiva, a utilização de um *software* que permita a avaliação dinâmica dos movimentos humanos por meio de videogrametria, poderia contribuir com o aperfeiçoamento da avaliação postural computadorizada.

CONCLUSÃO

A avaliação postural computadorizada é uma tecnologia promissora no âmbito da saúde, tendo se tornado uma ferramenta fundamental na aquisição do diagnóstico quantitativo funcional da postura. Protocolos adotados, experiência dos examinadores, seleção dos pontos anatômicos e variações temporais podem influenciar as medidas. A fotogrametria apresenta confiabilidade aceitável inter e intra-examinadores na maioria das medidas, porém alguns ângulos do plano sagital e a mensuração do ângulo Q do joelho no plano frontal apresentam níveis não aceitáveis. Mensurações realizadas em um momento são precisas, mas podem não representar o posicionamento dos segmentos corporais em momentos diferentes. É possível que mensurações por videogrametria consigam reduzir as limitações da fotogrametria em coortes e acompanhamento clínico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Kisner C, Lynn A. A coluna e a postura: estrutura, função e diretrizes para o tratamento. *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas*. 4ª ed. Manole; 2005. p. 591-634.
- (2) Shumway-Cook A, Woollacott M. Controle Postural Anormal. In: Shumway-Cook A, Woollacott M., editors. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas*. 2ªed. Barueri: Manole; 2003. p. 233-54.
- (3) Iunes D, Castro F, Salgado H, Moura I, Oliveira A, Bevilaqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Revista Brasileira Fisioterapia* 2005;9(3):327-334.
- (4) Souza J, Pasinato F, Basso D, Correa E, Silva A. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). *Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano* 2011;13(4):299-305.
- (5) Santos A, Fantinati A. Os principais softwares utilizados na biofotogrametria computadorizada para avaliação postural: uma revisão sistemática. *Revista Movimenta* 2011;4(2):139-148.

⁽⁶⁾ Ferreira E, Duarte M, Maldonato E, Bersanetti A, Marques A. Quantitative Assessment of Postural Alignment in Young Adults Based on Photographs of Anterior, Posterior and Lateral Views. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2011; 34(6):371-380.

⁽⁷⁾ Sacco I, Alibert S, Queiroz B, Pripas D, Kieling I, Kimura A *et al.* Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Revista Brasileira Fisioterapia* 2007;11(5):411-417.

⁽⁸⁾ Ferreira EAG, Duarte M, Maldonato E, Burke T, Marques A. Postural Assessment Software (PAS/SAPO): Validation and Reliability. *Clinics*. 2010;65(7):675-681.

⁽⁹⁾ Guariglia D, Pereira L, Pereira H, Cardoso J. Avaliação da confiabilidade e usabilidade de três diferentes programas computacionais para a análise fotogramétrica do ângulo de flexão do quadril. *Fisioterapia e Pesquisa* 2011;18(3):247-251.

⁽¹⁰⁾ Software para Avaliação Postural – SAPO. <http://sapo.incubadora.fapesp.br/portal> . 2010. 18-11-2014. Ref Type: Online Source.

⁽¹¹⁾ Rosário J. Photographic analysis of human posture: A literature review. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 2014;18:56-61.

⁽¹²⁾ Dunk N, Chung Y, Compton D, Callaghan. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *Journal Manipulative Physio Therapy* 2004;27:91-96.

⁽¹³⁾ Billis E, Wright F. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. *Manual Therapy* 2003;8(4):223-32.

⁽¹⁴⁾ Comerlato T, Loss, J. Avaliação da postura corporal estática no plano frontal a partir de imagem digital. [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

⁽¹⁵⁾ Linn JM. Using digital image processing for the assessment of postural changes and movement patterns in bodywork clients. *Journal of Bodywork and*

Movement Therapies 2001;5(1):11-20.

⁽¹⁶⁾ Saad, KR. Confiabilidade e validade da fotogrametria na avaliação das curvaturas da coluna nos planos frontal e sagital em portadores de escoliose idiopática do adolescente [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.

⁽¹⁷⁾ Braz R, Góes F, Carvalho G. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do *software* para avaliação postural. *Fisioterapia e Movimento* 2008;21(3):117-126.

⁽¹⁸⁾ Nascimento F, Flausino T. Biofotogrametria: a utilização do *software* de avaliação postural (SAPO). *Revista Eletrônica Saúde e Ciência* 2015; 5(1):36-51.

⁽¹⁹⁾ Patrício N, Moreira L, Santos T, Baptista A, Mendes S, Coelho-Neto J, Sá KN. Alterações lombo-pélvicas provenientes do uso de salto alto. *Revista de Pesquisa em Fisioterapia* 2011;1(1):67-77.

⁽²⁰⁾ Clark R, Pua Y, Fortin K, Ritchie C, Webster K, Denehy L, Bryant A. Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait & Posture* 2012; 36:372-377.

⁽²¹⁾ Galna B, Barry G, Jackson D, Mhiripiri D, Olivier P, Rochester L. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. *Gait & Posture* 2014; 39:1062-1068.

⁽²²⁾ Carneiro P, Cardoso B, Cunha C, Teles L. Confiabilidade inter e intraexaminador da avaliação postural da cabeça por fotogrametria computadorizada. *Fisioterapia e Pesquisa* 2014;21(1):34-39.

⁽²³⁾ Simel DL, Rennie D, Bossuyt PMM. The STARD Statement for Reporting Diagnostic Accuracy Studies: Application to the History and Physical Examination. *J Gen Intern Med* 2008;23(6):768-74 . DOI: 10.1007/s11606-008-0583-3.