



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação – PPGCR

Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

RAPHAEL CALAFANGE MARQUES PEREIRA

**AVALIAÇÃO POSTURAL DE ATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL
PRATICANTES DE DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS
ATRAVÉS DE FOTOGRAMETRIA COMPUTADORIZADA**

RIO DE JANEIRO

2016

RAPHAEL CALAFANGE MARQUES PEREIRA

**AVALIAÇÃO POSTURAL DE ATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL
PRATICANTES DE DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS ATRAVÉS
DE FOTOGRAMETRIA COMPUTADORIZADA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisitos parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Lemos de Carvalho

RIO DE JANEIRO

2016

RAPHAEL CALAFANGE MARQUES PEREIRA

AVALIAÇÃO POSTURAL DE ATLETAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL
PRATICANTES DE DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS ATRAVÉS
DE FOTOGRAMETRIA COMPUTADORIZADA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Ciências da
Reabilitação do Centro Universitário Augusto
Motta, como requisitos parcial para obtenção do
título de Mestre.

Aprovado em 28 de Setembro de 2016.

Prof. Dr. THIAGO LEMOS DE CARVALHO – ORIENTADOR
UNISUAM

Profa. Dra. PATRÍCIA DOS SANTOS VIGÁRIO
UNISUAM

Profa. Dra. LAURA ALICE SANTOS DE OLIVEIRA
UNISUAM

Profa. Dra. MÍRIAM RAQUEL MEIRA MAINENTI
ESEFEX

Rio de Janeiro
2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas UNISUAM

613.78 Pereira, Raphael Calafange Marques
P436a Avaliação postural de atletas com deficiência visual praticantes de
diferentes
 modalidades esportivas através de fotogrametria computadorizada / Raphael
 Calafange Marques Pereira. - Rio de Janeiro, 2016.
 43p.

 Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Au-
 gusto Motta, 2016.

 1. Alinhamento postural. 2. Esporte paralímpico. 3. Atletas com deficiência
 visual. 4. Lesões – Prevenção. I. Título.

CDD 22 ed.

Dedico este trabalho a todos os atletas do esporte adaptado, que mesmo com todas as dificuldades nos ensinam que nada é impossível.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A minha querida e heroína mãe Maria Rita Calafange, que sempre foi meu maior exemplo de vida, amor e apoio incondicional.

A minha primeira dama Vivian Calafange, meus filhos Murilo Calafange e Letícia Calafange, que não me deixaram fraquejar e caminharam ao meu lado em todos os momentos, tolerando meus surtos.

Ao meu orientador Dr. Thiago Lemos, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

E a todos os pacientes, amigos e familiares que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Objetivo: O objetivo do estudo foi de fornecer uma descrição fotogramétrica do alinhamento postural de atletas com deficiência visual praticantes de diferentes modalidades esportivas. **Métodos:** Trinta atletas com deficiência visual foram avaliados neste estudo transversal. Os atletas foram solicitados a se posicionar confortavelmente em postura ortostática, enquanto marcadores de isopor foram colocadas em pontos anatômicos selecionados e imagens fotográficas foram adquiridas em quatro pontos de vista. O sistema de avaliação postural (SAPO) foi aplicado para análise das imagens. O módulo dos ângulos e distâncias corporais foram calculados utilizados para posterior análise. Além da análise descritiva, uma análise de componentes principais foi aplicada para redução dos dados. **Resultados:** Os valores em módulo das variáveis do SAPO resultaram em menor coeficiente de variação, comparados com os valores brutos, o que potencialmente aumenta a utilização comparativa dessas medidas. A análise de componentes principais não resultou em redução significativa dos dados. No entanto, as distâncias e os ângulos tomados a partir de imagens laterais do corpo foram identificados como uma importante fonte de variabilidade dos dados. **Conclusão:** Os valores de ângulos e distância corporais aqui descritos podem ser adotados como referência para futuras investigações de alinhamento postural em atletas com deficiência visual.

Palavras-chave: alinhamento postural, esporte Paralímpico, deficiência visual, prevenção de lesões.

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to provide a photogrammetric description of the postural alignment of blind athletes. **Methods:** Thirty blind athletes were evaluated in this cross-sectional study. Athletes were asked to stand at easy with styrofoam balls placed on selected anatomical landmarks, and photographic images were acquired in four view-points. Postural Assessment System (PAS/SAPO) was applied for image analysis. Body's angles and distances was calculated and transformed in absolute (only positive) values for analysis. A descriptive analysis, together with factor analysis for data reduction, was applied. **Results:** Absolute values of PAS/SAPO variables results in lower coefficient of variation than the raw values, which potentially enhances the comparative use of these measures. Factor analysis does not result in significant data reduction; however, lateral body's angles and distances were identified as an important source of data variability. **Conclusions:** The PAS/SAPO values described here can be adopted as reference for future investigations of postural alignment in blind athletes.

Key-words: postural alignment, Paralympic sports, blindness, injury prevention.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Imagem da aquisição do SAPO de um atleta representativo (atleta #34), no plano anterior (A), posterior (B), direita (C) e esquerda (D). Os marcadores foram posicionados em pontos anatômicos pré-determinados (bolas de isopor amarelas). O prumo com a marcação usada como referência vertical também é apresentado (bolas de isopor amarelas). Uma plataforma de madeira foi utilizada como base de suporte, e um fundo preto serviu para realçar o contraste dos marcadores fixados nos diferentes pontos anatômicos. Marcação adaptada de FERREIRA et al. (2010).....13

LISTA DE TABELAS

Table 1. Statistical description in terms of mean, standard deviation (SD) and 95% confidence interval (CI) of the PAS/SAPO's angles and distances (transformed in absolute values). The plane of view in which each variable was computed is also showed.28

[b](#)

Table 2. Distribution (number of occurrences) of negative and positive angles and distances for each PAS/SAPO's variables, separate by viewpoint. For each variable the significance of the most prevalent postural deviation are described.29

Table 3. PAS/SAPO variables identified in the first three relevant PCA factors (42.4% of variance explained), along with their correspondent factor loading (Pearson correlation coefficient, r). The percentage of variance explained for each factor is also bshowed.30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIEC	Associação Internacional de Esporte para Cegos
CBDC	Confederação Brasileira de Desportos para Cegos
CI	Confidence Interval
CPB	Comitê Paralímpico Brasileiro
CV	Coeficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
F	Field
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
IBSA	International Blind Sports Association
IC	Intervalo de Confiança
IPC	International Paralympic Committee
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAS	Postural Assessment System
SAPO	Software de Avaliação Postural
SD	Standard Deviation
SNC	Sistema Nervoso Central
T	Track

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DESENVOLVIMENTO	2
2.1. Postura corporal e deficiência visual ^[1]	2
2.2. Esporte adaptado para pessoas com deficiência visual.....	5
2.2.1. Judô Paralímpico.....	6
2.2.2. Goalball.....	7
2.2.3. Futebol de 5	8
2.2.4. Atletismo.....	8
Capítulo 3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	10
3.1. Objetivo geral	10
3.2. Objetivo específico	10
3.3. Justificativa.....	10
4. MÉTODOS	11
4.1. Participantes.....	11
4.2. Avaliação postural por fotogrametria computadorizada.....	11
4.3. Análise estatística	14
5. RESULTADOS.....	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	31
6.1. Limitações do estudo.....	31
6.2. Conclusões	31
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	38
APÊNDICE 2 – Anamnese e Rotina de Treino	41

1. INTRODUÇÃO

O alinhamento postural (ou postura corporal, ou simplesmente postura) refere-se tanto a orientação espacial dos segmentos do corpo em relação uns aos outros quanto a orientação do corpo em relação ao ambiente (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2007). Uma postura “ideal” na posição ortostática (ou posição em pé) corresponde ao alinhamento do corpo em que o mínimo de esforço muscular é necessário para sustentação da estabilidade na posição vertical (BRUNNSTROM, 1954; KENDALL et al., 1995). Apesar da suposição sobre uma postura “ideal”, são geralmente observados desvios significativos do alinhamento do corpo em relação a valores de referência e entre um indivíduo e outro (FERREIRA et al., 2011; HOUGLUM & BERTOTI, 2012; KRAWCZKY et al., 2014). Estes “desvios” posturais — a diferença entre o alinhamento postural “ideal” e aquele realmente observado em avaliações posturais — estão relacionados a fatores como a dimensão corporal, idade, sexo, estado de saúde, condicionamento muscular e até mesmo a vestimenta utilizada (OLIVEIRA & DEPRA, 2005; EMAMI, 2007).

Desvios significativos no alinhamento postural podem contribuir para a geração de tensão muscular inadequada e eventual degeneração das articulações (HARRISON, 1996). Por essa razão, a avaliação postural tem sido considerada uma ferramenta importante para a determinação da saúde geral e do risco de lesões musculoesqueléticas de indivíduos fisicamente ativos e praticantes de esporte (MCEVOY, 2005). A má adaptação do alinhamento postural tem sido associada, por exemplo, com a síndrome do impacto do ombro (GREENFILED et al., 1995), estiramentos em tendões (HENNESSEY & WATSON, 1993) e lesões no joelho e tornozelo (WATSON, 1995). Contudo, a maioria das informações sobre o alinhamento postural em atletas provém de indivíduos ditos “convencionais”, isto é, sem deficiências físicas ou sensoriais, apesar do aumento significativo do número de pessoas com deficiências praticantes de alguma modalidade esportiva (GOLD & GOLD, 2007).

Desde suas origens como ferramenta de reabilitação, a prática de esportes para pessoas com deficiência tem evoluído para uma atividade com orientação competitiva (McCANN, 1996). Como consequência, o aumento do número de pessoas com deficiência que participam de eventos esportivos tem sido acompanhado por uma maior incidência e prevalência de lesões musculoesqueléticas (WEBBORN et al., 2014). Nos Jogos Paralímpicos de Londres 2012, por exemplo, a incidência de lesões musculoesqueléticas foi de 13 lesões por 1000 atletas por dia, com cerca de 15% dos

atletas sofrendo de mais de uma lesão no período (WILLICK et al., 2013). Curiosamente, dos sete esportes com a maior incidência de lesões musculoesqueléticas nos Jogos Paralímpicos de Londres 2012, três eram praticados por atletas com deficiência visual (WILLICK et al., 2013).

A deficiência visual refere-se a uma perda parcial ou total da capacidade visual (RESNIKOFF et al., 2004). Geralmente associada a prejuízos no desenvolvimento motor e da coordenação motora (NAVARRO et al., 2004; HOUWEN et al., 2008), as alterações funcionais impostas pela perda visual podem resultar em má-adaptação do alinhamento postural (PATLA, 1997; AUST, 1987; SANCHEZ, 1994). As poucas evidências disponíveis mostram que os desvios posturais da cabeça, coluna e membros inferiores são relativamente comuns em pessoas com deficiência visual (SIEGAL & MURPHY, 1970; FJELLVANG & SOLOW, 1986; CATANZARITI et al., 2001; GRIVAS et al., 2006). Notavelmente, lesões musculoesqueléticas são observadas em aproximadamente 80% da população de pessoas com deficiência visual praticantes de alguma modalidade esportiva (MAGNO-E-SILVA et al., 2013).

Atualmente, as pesquisas sobre a relação entre a má-adaptação do alinhamento postural e as lesões musculoesqueléticas relacionadas ao esporte em atletas com deficiência visual são limitadas pela falta de valores de referência para essa população. Dessa forma, se faz necessária uma investigação exploratória visando acrescentar novas informações sobre essa questão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Postura corporal e deficiência visual

FERREIRA et al (2010), definem orientação postural como “a capacidade de manter uma adequada relação entre os segmentos corporais e entre o corpo e o ambiente no tempo”. A postura ortostática é aquela comumente empregada pelo ser humano e nela, as articulações corporais se encontram alinhadas — ao menos em teoria — a fim de contrapor a ação da gravidade e sustentar a posição corporal (JUNIOR et al., 2004). Considera-se uma postura “ótima” ou “ideal” aquela na qual pouca ação muscular é requerida para manter a estabilidade do corpo na posição vertical (BRUNNSTROM, 1954). Nessa postura “ideal”, uma linha vertical imaginária passaria simultaneamente entre a linha média do crânio, esterno, coluna vertebral e pelve, frontalmente, e através do meato auditivo externo, dos corpos das vértebras cervicais, da articulação do ombro, dos corpos das vértebras lombares, posterior à articulação do quadril e anterior à

articulação do joelho e lateralmente ao maléolo lateral (KENDALL et al., 1995).

Não raramente, desordens do sistema musculoesquelético, síndromes dolorosas, ou disfunções respiratórias estão associadas a anormalidades posturais e ao alinhamento ineficaz dos segmentos corporais (EMAMI et al, 2007). Para OLIVEIRA & DEPRA (2005) os desvios posturais estão diretamente relacionados com fatores internos (tais como estado de saúde, hereditariedade e a atitude mental) e externos (os traumatismos, os hábitos, a fraqueza muscular, ou ainda a indumentária inadequada). Ao alinharmos o corpo de forma desalinhada, comprometemos a distribuição do peso corporal entre os diferentes segmentos, contribuindo para a degeneração articular e tensões musculares inadequadas (HARRISON et al, 1996). Dessa forma, um adequado alinhamento postural pode ser considerado um importante indicador de saúde do indivíduo (McEVOY & GRIMMER, 2005).

A adequada manutenção da orientação ou alinhamento postural depende da interação entre os diversos sistemas sensoriais, as alças sensório-motoras distribuídas nos diferentes níveis do sistema nervoso central (SNC) e o sistema neuromuscular (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2007). Em particular, os sistemas sensoriais fornecem informações importantes a respeito à posição dos segmentos corporais uns em relação aos outros, entre o corpo e a gravidade e outros aspectos do ambiente que o cerca (LUNDY-EKMAN, 2008; GOLDBERG et al., 2013). Especificamente, o sistema vestibular fornece informações sobre a posição e movimentos lineares e angulares da cabeça em relação ao vetor gravitacional e ao ambiente. Já o sistema somatossensorial provê informações associadas a posição e movimento de articulações e músculos, contribuindo para a propriocepção. Por fim, o sistema visual relaciona o corpo e suas partes com o meio externo no qual se encontra (GOLBERG et al., 2013).

Assim, o SNC é capaz de produzir posturas apropriadas para cada contexto (definido pela interação entre indivíduo, tarefa e ambiente), modificando rapidamente o alinhamento corporal, se ajustando ou se antecipando as perturbações posturais de origem externa e interna (SMITH et al, 1997). Nesse contexto, a visão é um dos sistemas sensoriais mais importantes (MARTÍN-RINCÓN et al., 2000), possuindo um papel significativo na manutenção do alinhamento e estabilidade postural (WADE & JONES, 1997). A visão contribui também para manter os deslocamentos posturais observados durante a posição ortostática dentro dos limites da base de apoio do indivíduo, orientando a cabeça e tronco em relação ao vetor gravitacional mesmo sob perturbações do centro de massa do corpo (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT,

2007; GOLBERG et al., 2013).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, na sigla em inglês), a deficiência visual ou cegueira é definida como uma acuidade visual inferior a 0.05 até a ausência de percepção luminosa (REIS et al., 1998). Pessoas com deficiência visual apresentam algumas características típicas em relação a capacidade motora, sendo comum a ausência de organização espacial, um esquema corporal desorganizado e falta de iniciativa para realização de tarefas decorrente de medo, insegurança e dependência, comprometendo assim sua motricidade e potencialmente levando-o a uma má-adaptação postural (ROCHA et al., 2008). Em se tratando de pessoas com deficiência visual, é grande a probabilidade de modificações inadequadas ou má-adaptação em seu alinhamento corporal, principalmente quando associados a fatores como baixo tônus muscular, pouca estabilidade postural, problemas de cinestesia e imagem corporal, comumente observadas nessa população (AUST, 1987, SANCHEZ, 1994; PATLA, 2007).

Existem poucas mas significativas evidências na literatura apontando para alterações no alinhamento postural característico de pessoas com deficiência visual. De um modo geral, as principais alterações ou má-adaptações no alinhamento postural de pessoas com deficiência visual incluem, mas não se restringem, a: gibosidade e hipercifose torácica (CATANZARITI et al., 2001); escoliose, principalmente no segmento cervico-torácico e tóraco-lombar (CATANZARITI et al., 2001; GRIVAS et al., 2006); rotação e inclinação lateral da cabeça e/ou inclinação para frente associada a flexão da coluna cervical (FJELLVANG & SOLOW, 1996; CATANZARITI et al., 2001). Contudo, a falta de informações sobre ângulos e distâncias corporais nessa população acaba por limitar o entendimento das causas potenciais e das consequências dessas má-adaptações na população de pessoas com deficiência visual praticantes ou não de atividades físicas e esportivas.

A falta de informações a respeito do alinhamento postural se torna mais crítica ainda quando se considera a população de pessoas com deficiência praticantes de atividades esportivas de alto nível. O treinamento físico constitui uma repetição sistemática de movimentos a fim de produzir adaptações morfológicas e funcionais, com o objetivo de aumentar o rendimento do organismo em um determinado espaço de tempo (BARBANTI, 2001). A prática de esportes de alto nível determina também a adoção de padrões corporais associados à eficiência do gesto desportivo. Por conta da alta demanda do treinamento e das competições esportivas, a prática de esportes está

potencialmente associada a desequilíbrios musculares ou distúrbios do sistema musculoesquelético. Com o objetivo de se reorganizar, o organismo cria cadeias de compensação procurando uma resposta adaptativa frente a esse desequilíbrio (BIENFAIT et al, 1995). Nesse sentido, a avaliação postural é uma importante ferramenta utilizada para estimar a magnitude dessas compensações, em termos de mudanças no alinhamento postural e o risco de ocorrência de lesões musculoesqueléticas decorrentes da prática esportiva (DIAS et al, 2011).

2.2. Esporte adaptado para pessoas com deficiência visual

No início do século XX, em 1944, ocorreu o surgimento do movimento Paralímpico, com o atendimento dos soldados lesionados durante a Segunda Guerra Mundial (WINCKLER & PARSONS, 2012). Os primeiros jogos Paralímpicos foram realizados em Roma em 1960, porém a inclusão de atletas com deficiência visual ocorreu apenas em 1976, nas Paralimpíadas de Toronto (SCHEID & ROCHA, 2012). O número de atletas participantes das Paralimpíadas vêm apresentando a cada edição um maior número (WINCKLER & PARSONS, 2012).

O Comitê Paralímpico Internacional (IPC, na sigla em inglês) introduziu para cada modalidade esportiva paraolímpica um sistema de classificação funcional específica tendo como objetivo equalizar os aspectos referentes à capacidade física e competitiva. Esta classificação permite que os atletas sejam agrupados em categorias específicas, sendo as disputas organizadas em funções dessas diferentes categorias (FREITAS & SANTOS, 2012). Atletas com deficiência visual são categorizados por meio da classificação médica, esta feita por exame oftalmológico, como determinado pela Federação Internacional de Esportes para Cegos (IBSA, na sigla em inglês). Esta avaliação permite que o atleta participe ou não das competições oficiais.

A avaliação oftalmológica envolve alguns testes de função visual, incluindo: teste de acuidade visual (capacidade de definir a forma de um objeto em determinada distância); fundoscopia (avaliação das lesões da mácula, da retina e outras estruturas oculares); tonometria de aplanção (avalia a pressão interna do globo ocular); e teste de campo visual (avaliação da visão periférica). A avaliação permite que alocuemos o atleta em uma das seguintes classificações: B1, o atleta não apresenta nenhuma percepção luminosa em ambos os olhos até a percepção de luz, mas com incapacidade de reconhecer o formato de uma mão a qualquer distância ou direção; B2, o atleta apresenta capacidade em reconhecer a forma de uma mão até a acuidade de 2/60 e/ou

campo visual inferior a 5 graus; B3, o atleta tem uma acuidade visual de 2/60 a 6/60 e/ou campo visual maior que 5 e menor que 20 graus (FREITAS & SANTOS, 2012).

Para os atletas Paralímpicos varias modalidades esportivas foram direcionadas. Algumas sendo adaptadas de esportes “convencionais” (como o atletismo de campo e pista, o futebol de cinco e o judô) e uma desenvolvida especificamente para essa população (como o *Goalball*) (MELLO & WINCKLER, 2012).

2.2.1. Judô Paralímpico

As artes marciais são exemplos de esportes adaptados a pessoas com deficiência visual que proporcionam ricas experiências motoras (ALMEIDA & SILVA, 2009). O judô é uma das modalidades esportivas na qual o controle eficiente da estabilidade postural é continuamente posta à prova, pois a luta envolve a antecipação e reação às constantes perturbações impostas pelo adversário (YOSHITOMI et al, 2006). A estabilidade postural em condições quase-estáticas e dinâmicas são fundamentais para o praticante de judô permitindo-o um bom ataque e defesa dos golpes (VIRGÍLIO, 1994).

Segundo a IBSA a prática do judô estimula o desenvolvimento do indivíduo de forma global, com o treinamento de toda musculatura corporal, resultando em aumentando de força, flexibilidade e resistência física geral (www.ibsasport.org). O judô apresenta métodos eficazes onde o indivíduo aprende a cair sem se machucar, fazendo com que o corpo absorva de modo mais eficiente o impacto com o solo e, dessa forma, minimize os danos físicos (IBSA, 2010). Considerando que a ausência de informações visuais e a consequente dificuldade de deslocamento podem resultar em frustrações, insegurança e medo de cair e de se machucar, os benefícios da prática do judô por parte da população com deficiência visual se tornam ainda mais evidentes. Além disso, a visão torna-se mais dispensável para a prática do esporte em alto nível, pois o judoca, durante um treinamento ou competição, não necessariamente necessita olhar para seu adversário (PERRIN et al, 2002).

Pessoas com deficiência visual praticantes de judô geralmente possuem mobilidade independente e orientação segura, o que propicia sua independência funcional, ainda que estes apresentem defasagens psicomotoras (VIEIRA & SOUZA JÚNIOR, 2006). Algumas limitações funcionais observadas em pessoas com deficiência visual podem ser desenvolvidas através da prática do judô, como: esquema corporal; eficiência nas coordenações globais e segmentadas; desenvolvimento da

autoconfiança; orientação espacial e temporal; mobilidade; estabilidade postural (VIEIRA & SOUZA JÚNIOR, 2006). De fato, após um ano de prática de judô, pessoas com deficiência visual apresentam maior independência funcional e mais disposição, concentração, orientação espacial e noção de lateralidade (RUFFONI & LASSANCE, 2007). Adicionalmente, a prática do esporte traz benefícios psicológicos tais como diminuição da agressividade e ansiedade, melhora da autoestima, dos níveis de atenção e das relações interpessoais (MATSUMOTO & KONNO, 2005).

2.2.2. Goalball

Diferente da maioria das modalidades Paralímpicas, que sofreram adaptações a partir de esportes convencionais, o *Goalball* foi desenvolvido especificamente para a pessoa com deficiência visual (IPC, 2010). Trata-se de um esporte coletivo criado em 1946 pelo austríaco Hans Lorenze e o alemão Sett Haindell, com o intuito de reabilitar soldados que sofreram lesão no sistema visual no período da guerra. O *Goalball* fez sua primeira aparição internacional nos Jogos Paralímpicos de Heidelberg, em 1972 como evento de exibição (MATARUNA et al., 2005). Já em 1976, nos Jogos Paralímpicos de Toronto, o *Goalball* foi introduzido no programa esportivo. Inicialmente o *Goalball* era disputado apenas por jogadores do sexo masculino e somente nos Jogos Paralímpicos de Nova York, em 1984, é que a categoria feminina foi incluída (MELLO & WINCKLER, 2012). No Brasil, segundo a Confederação Brasileira de Desportos para Cegos (CBDC), existem mais de 40 equipes praticantes da modalidade (<http://cbd.v.org.br/pagina/futebol-de-5>).

O *Goalball* é um esporte baseado na troca de bolas através de lançamentos, com o objetivo de marcar o maior número de gols contra o adversário. Cada adversário deve permanecer na sua metade da quadra (18x9 metros), com cada equipe formada por três jogadores, sendo estes um pivô, um ala esquerdo e o ala direito. O gol tem 9,0x1,3 metros, e a bola possui 1.250 gramas e oito guizos em seu interior. Todas as regras do esporte são apresentadas em inglês, proporcionando a universalização da modalidade (TOSIM et al, 2008). Por ser um esporte de equipe, o *Goalball* trabalha a organização tática de seus atletas. Isto torna-os capazes de utilizar métodos e formas de preparar e organizar técnicas de ataque e defesa, fazendo com que seus participantes apliquem todas as suas habilidades e capacidades biopsicomotoras de um confronto com o adversário (BOMPA, 2005). Como a prática do *Goalball* envolve rápidos deslocamentos do centro de gravidade combinados com movimentos em diferentes

situações de desequilíbrio, este se caracteriza como um esporte que exige de seu praticante um máximo de sua capacidade postural (ROCHA et al, 2006).

2.2.3. Futebol de 5

As pessoas com deficiência visual participam também de uma modalidade esportiva denominada futebol de cinco, sendo esta uma adaptação do futsal convencional, apresentando as mesmas regras oficiais da FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*), porém com algumas adaptações (MORATO, 2007). Apenas atletas da classe B1 (perda total da visão) podem participar do futebol de cinco nos Jogos Paralímpicos. Isto indica que seus participantes não apresentam nenhuma percepção luminosa em ambos os olhos ou apresentam incapacidade de reconhecer o formato de uma mão a qualquer distância, mesmo tendo percepção de luz (www.cpb.org.br).

A equipe de futebol de cinco é formada por cinco jogadores: um goleiro, que apresenta visão normal e quatro jogadores de linha, estes sim com deficiência visual grau B1. Há também o guia, ou chamador, que fica posicionado atrás do gol que tem como responsabilidade orientar os jogadores a respeito de sua posição em campo e para onde chutar a bola. A bola utilizada nas disputas de futebol de cinco possui guizos internos, possibilitando sua localização pelos jogadores. As partidas são realizadas em quadra de futsal adaptadas, onde as linhas laterais apresentam canaletas impedindo a saída da bola. O estádio onde as partidas acontecem não deve produzir eco e deve ser silencioso: a torcida só pode se manifestar no momento do gol. A duração de uma partida de futebol de cinco é dividida em dois tempos de 25 minutos, havendo um intervalo de 10 minutos entre cada tempo. Todos os jogadores da linha devem estar vendados durante a partida, e caso toquem nas mesmas, são penalizados. Desde as Paralimpíadas de Atenas 2004 o esporte também tem sido praticado em campos de grama.

2.2.4. Atletismo

Ao falamos em desenvolvimento psicomotor, temos o atletismo como grande influenciador, pois é considerado como um esporte de base para formação de habilidades fundamentais utilizadas em outras atividades físicas. Assim como outros

esportes, pode ser praticado por crianças, jovens e adultos (JORDÁN, 2004). Diferente das outras modalidades citadas anteriormente, sua aparição nos jogos Paralímpicos foi apenas em 1960 em Roma (<http://www.cpb.org.br/modalidades/atletismo/>). Entretanto, o Brasil teve sua primeira participação somente em 1972, nos jogos de Heidelberg, na Alemanha. Porém iniciou a conquista de medalhas nesta modalidade apenas em 1984 em Nova York e Stoke Mandeville (WINCKLER, 2012).

O sistema de classificação do atletismo teve uma nova estruturação após os jogos Paralímpicos de Atlanta em 1996. Neste sistema, os atletas são classificados de acordo com o tipo de prova disputada (prova de pista [T, de *track*] ou de campo [F, de *field*]) e conforme o grau de comprometimento visual (B1, B2 ou B3) (WINCKLER, 2012). As provas de pista (T) são compostas por modalidades como as corridas de velocidade, de fundo e salto. As corridas de 100 a 800 metros o atleta com deficiência visual são obrigatoriamente acompanhados por um atleta-guia. Este apresenta visão normal e deve correr ao lado do atleta com deficiência visual, e são unidos por uma corda comunicante. O atleta-guia pode ser desqualificado por promover qualquer tipo de auxílio ou influência ao atleta guiado. Já em eventos de campo (F), como arremessos e lançamentos, a função do guia ou chamador é auxiliar na orientação técnica e espacial do atleta (WINCKLER, 2012).

Capítulo 3. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

3.1. Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo fornecer valores descritos de ângulos e distâncias corporais derivados de uma avaliação postural baseada em um exame de fotogrametria computadorizada em uma população de atletas com deficiência visual praticantes modalidades esportivas.

3.2. Objetivo específico

- (1) Avaliar o alinhamento postural de atletas com deficiência visual através da fotogrametria computadorizada;
- (2) Fornecer valores descritivos de média, desvio padrão e intervalo de confiança dos ângulos e distâncias corporais estimados através da fotogrametria computadorizada;
- (3) Identificar, através de análise fatorial, quais as variáveis mais relevantes capazes de explicar a variabilidade dos valores de ângulos e distâncias corporais computados na população de atletas com deficiência visual.

3.3. Justificativa

O aumento da participação de pessoas com deficiência visual em práticas esportivas de nível competitivo está potencialmente relacionada com a maior ocorrência de lesões musculoesqueléticas relacionadas ao esporte. Dessa forma, se torna importante o desenvolvimento ou adaptação de ferramentas de avaliação da saúde geral e dos riscos de lesão dos atletas com deficiência visual, para que se possa elaborar programas de exercício e outras estratégias que levem à redução da ocorrência de lesões nessa população. Sendo o alinhamento biomecânico uma ferramenta importante nesse contexto, definir valores de referência para a população de atletas com deficiência visual é um primeiro passo para difundir sua aplicação sistemática.

4. MÉTODOS

4.1. Participantes

Foram avaliados trinta atletas (7 mulheres) com deficiência visual. Os critérios de inclusão foram: (1) ter classificação funcional B1, B2 ou B3 (de cegueira total a baixa visão) de acordo com as recomendações da *International Blind Sports Association* (IBSA, 2012); (2) ter praticado ao menos por um ano alguma modalidade esportiva Paralímpica; e (3) não apresentar lesões musculoesqueléticas que impedissem a realização da avaliação postural. Não foram avaliados os atletas que mostraram qualquer sinal de lesões musculoesqueléticas, dor ou restrição de movimento que pudessem afetar a avaliação postural. Os procedimentos estavam de acordo com as últimas modificações da Declaração de Helsinki. Os atletas forneceram consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 1) depois que todos os documentos foram lidos em voz alta pelo pesquisador.

As informações demográficas e aquelas relacionadas com o desporto, tais como idade, sexo, classificação esportiva, modalidade esportiva praticada e anos de prática desportiva foram obtidos através de uma anamnese (APÊNDICE 2). A estatura e a massa corporal foram medidos com uma escala analógica acoplada a um estadiômetro. Os atletas apresentaram (média $\pm$ DP) 26 ± 7 anos de idade, 169 ± 11 centímetros de estatura e $81,0 \pm 22,9$ kg de massa corporal. A amostra de atletas com deficiência visual incluiu 16 judocas, 9 jogadores de *Goalball*, 3 jogadores de futebol-de-5 e 2 praticantes de atletismo; juntos, os atletas apresentaram 8 ± 6 anos de prática desportiva. Quatorze atletas foram classificados como B1, 8 foram avaliados como B2 e 7 como B3. As causas da cegueira incluíram glaucoma congênito, toxoplasmose e lesão traumática dos olhos ou nervo ótico, entre outros.

4.2. Avaliação postural por fotogrametria computadorizada

A avaliação postural foi feita através da fotogrametria computadorizada. A aquisição das imagens seguiu as recomendações do Sistema de Avaliação Postural (SAPO), desenvolvido especificamente para análise quantitativa de ângulos e distâncias corporais (FERREIRA et al., 2010). Resumidamente, as imagens fotográficas foram adquiridas a partir de quatro planos: anterior, posterior, lateral esquerda e direita. Uma câmera digital (Sony Alpha 100) foi utilizada para aquisição de imagem, sendo posicionada em um tripé de 1 metro de altura a cerca de 4 metros de distância do atleta avaliado. Um fio de prumo marcado com duas bolas de isopor a 1

metro de distância uma da outra foi posicionado na área de aquisição de imagem e usado para a calibração vertical e como referência para análise da imagem. Bolas de isopor amarelas foram colocadas nos atletas em pontos anatômicos específicos (FERREIRA et al., 2010), usando fita adesiva dupla-face (Fig. 1).

Para a avaliação postural, os atletas foram instruídos a usar uma roupa confortável e ficar em pé sobre uma plataforma de madeira, com os cotovelos flexionados em aproximadamente 90 graus (Fig. 1). Diferentes orientações em relação à câmera foram assumidas para a aquisição de imagens nos quatro planos (Fig. 1A, B, C e D). Para garantir uma postura ortostática similar entre as aquisições, a posição dos pés foi marcada em uma folha de papel, e a posição da folha foi alterada de acordo com o plano de interesse.

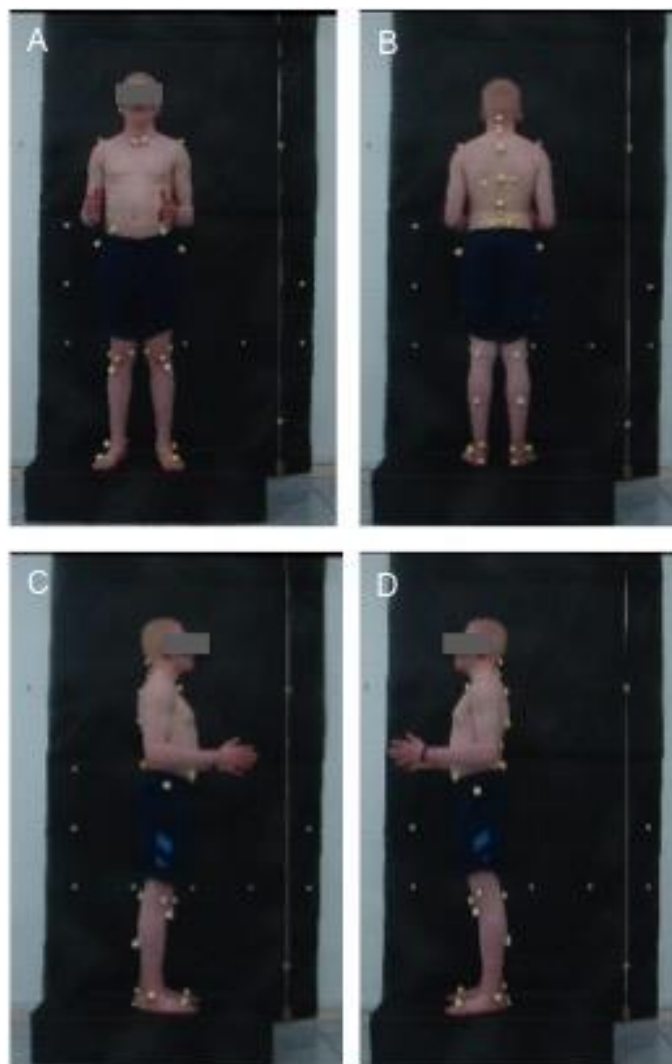


FIGURA 1. Imagem da aquisição do SAPO de um atleta representativo (atleta #34), no plano anterior (A), posterior (B), direita (C) e esquerda (D). Os marcadores foram posicionados em pontos anatômicos pré-determinados (bolas de isopor amarelas). O prumo com a marcação usada como referência vertical também é apresentado (bolas de isopor amarelas). Uma plataforma de madeira foi utilizada como base de suporte, e um fundo preto serviu para realçar o contraste dos marcadores fixados nos diferentes pontos anatômicos. Marcação adaptada de FERREIRA et al. (2010).

Após a aquisição das imagens fotográficas, estas foram transferidos para um computador para análise no software SAPO versão 0.68. O processamento de dados consistiu na calibração da imagem, na identificação dos marcadores fixados nos pontos anatômicos e cálculo dos ângulos e distâncias corporais correspondentes (FERREIRA et al., 2010). Os ângulos e distâncias corporais foram calculados em graus e centímetros, respectivamente.

4.3. Análise estatística

O conjunto de dados derivados do SAPO foram descritos em termos de média $\pm$ DP e intervalo de confiança de 95% (CI). Os ângulos e distâncias corporais estimados para cada atleta foram transformados em valores absolutos e utilizados nas análises subsequentes. Esta transformação foi realizada: (1) para fornecer uma medida simples da magnitude dos desvios posturais, independentemente de sua direção; e (2) para minimizar a variabilidade dos dados. A última hipótese foi confirmada pelo cálculo do coeficiente de variação (CV) das variáveis do SAPO: o CV médio (considerando todas as variáveis agrupadas) foi 186% e 59% para os dados brutos e transformados em valores absolutos, respectivamente. A distribuição de ângulos e distâncias negativos e positivos (referindo-se, por exemplo, aos desvios à esquerda/direita ou para frente/trás) foram consideradas separadamente.

Juntamente com a descrição das medidas de alinhamento postural dos atletas com deficiência visual, uma análise fatorial foi aplicada para identificar os ângulos e distâncias corporais mais relevantes, capazes de explicar a variabilidade da distribuição dos dados do SAPO. A análise fatorial foi realizada através de análise de componentes principais, considerando todas as variáveis ($N=29$) e atletas ($N=30$). Os k fatores mais relevantes foram escolhidos com base em um autovalor >1 , e as k variáveis mais relevantes foram identificadas com base em um fator de peso $-0,5 > r > 0,5$ (HAIR et al., 1995). A análise estatística foi realizada no software SPSS (IBM).

5. RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação estão apresentados na forma de manuscrito, a ser submetido para apreciação ao periódico “*Journal of Bodywork and Movement Therapy*”.

1 **Computerized photogrammetric assessment of postural alignment in visually**
2 **impaired athletes**

3

4 Raphael C.M. Pereira, MSc^a, Patrícia S. Vigário, DSc^a, Míriam R.M. Mainenti, DSc^b,
5 Dalila T.R. Silva, PT^a, Tatiana R.L. Lima, MSc^a, Thiago Lemos, DSc^{a*}

6

7 ^aPrograma de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário
8 Augusto Motta — UNISUAM, Rio de Janeiro, Brasil; ^bDivisão de Pesquisa e Extensão,
9 Escola de Educação Física do Exército — EsEFEx, Rio de Janeiro, Brasil.

10

11 ***Corresponding author at:** Programa de Pós-Graduação em Ciências da
12 Reabilitação, Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, Praça das Nações
13 no. 34, 3º andar, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, 21041-010, Brasil.
14 e-mail: lemostdc@gmail.com (T.L.)

15

16

Summary

Objective: The aim of the study was to provide a computerized photogrammetric description of the postural alignment of visually impaired athletes. **Methods:** Thirty athletes were evaluated. Athletes were asked to stand at easy with styrofoam balls placed on selected anatomical landmarks. The photographic images were acquired in four viewpoints. Postural Assessment Software (PAS/SAPO) was applied for image analysis. Body's angles and distances were calculated and transformed in absolute values for analysis. Factor analysis was applied for data reduction. **Results:** Absolute values of PAS/SAPO variables results in lower coefficient of variation than raw values, which potentially enhances the comparative use of these measures. Factor analysis does not result in significant data reduction; however, lateral body's angles and distances were identified as an important source of data variability. **Conclusions:** The PAS/SAPO values described here can be adopted as reference for future investigations of postural alignment in visually impaired athletes.

Key-words: body posture, Paralympic sports, blindness, injury prevention.

34 Introduction

35 Posture or postural alignment refers to the spatial orientation of the body's
 36 segments in relation to each other and of the body in relation to the environment
 37 (Shumway-Cook and Woollacott, 2000). An “ideal” standing human posture
 38 correspond to the body's alignment in which minimal muscular effort is required to
 39 sustain upright stability (Houglum and Bertoti, 2012; Kendall et al., 2005).
 40 Notwithstanding this assumption about an “ideal” posture, large deviations in body's
 41 alignment among subjects were usually observed (Ferreira et al., 2011; Houglum and
 42 Bertoti, 2012; Krawczyk et al., 2014). This postural deviations — the difference
 43 between the “ideal” and the actual body's alignment — are related to factors such as
 44 body dimension, age, gender, healthy status and muscle conditioning (Houglum and
 45 Bertoti, 2012; Kendall et al., 2005).

46 Significant deviations in body's alignment could contribute to joint degeneration
 47 and inadequate muscle tension. For this reason, postural assessment has been
 48 considered an important tool for the evaluation of general health and musculoskeletal
 49 injury risk of sports practitioners (Singla and Vejar, 2014). Maladaptive body's
 50 alignment was already associated with shoulder overuse impingements (Greenfield et
 51 al., 1995), hamstring strain (Hennessy and Watson, 1993) and knee and ankle injuries
 52 (Söderman et al., 2001). However, most of the information regarding postural
 53 alignment in sports practitioners comes from able-bodied athletes, despite the
 54 increasing number of persons with disabilities currently practicing sports (Gold and
 55 Gold, 2007).

56 Since its origins as a rehabilitation tool, sports practice for persons with
 57 disabilities have evolved to a competition-oriented activity (McCann, 1996). The
 58 increase the number of persons with disabilities participating in sports events has been
 59 accompanied by a higher incidence and prevalence of musculoskeletal injuries in this
 60 population (Webborn and Emery, 2014). In the Paralympic Games of London 2012, for
 61 instance, injury rate was 13 injuries per 1000 athlete per day, and 15% of the athletes
 62 showing more than one injury in the period (Willick et al., 2013). Remarkable, from
 63 the top-seven sports with the highest injury rate, three of them are practiced by athletes
 64 with visual impairment (Willick et al., 2013).

65 Visual impairment refers to a partial or total loss of visual capacity (Resnikoff et
 66 al., 2004) that is usually associated with abnormal motor development and coordination
 67 (Houwen et al., 2008; Navarro et al., 2004). Importantly, the functional changes

imposed by total or partial visual loss could induce maladaptive postural alignment (e.g., Patla 1997). The limited evidence available demonstrated that postural deviations of the head, spine and lower limbs are not uncommon in persons with visual impairment (Catanzariti et al., 2001; Fjellvang and Solow, 1986; Grivas et al., 2006; Siegal and Murphy, 1970). Remarkable, musculoskeletal injuries prevalence is up to 80% in the population of individuals with visual impairment that engage in high-level sports-related activities (Magno e Silva et al., 2013a; Magno e Silva et al., 2011).

Nowadays, proper investigations about the relationship between maladaptive postural alignment and sports-related injuries in the visually impaired athletes are precluded by the lack of reference data for this specific population. To add further information on this issue, in the present study we provide the results of a computerized photogrammetric postural assessment performed in visual impaired athletes. The data is described in term of body angles and distances' mean, standard deviation and 95% confidence interval. In addition, factor analysis was applied to unravel which body's angles and distances are the most relevant for postural assessment in this population.

Methods

Participants

Thirty visually impaired athletes (7 females) were evaluated. Inclusion criteria were: (i) having sport classification as B1, B2 or B3 (from total blindness to low vision) according to the International Blind Sports Association (IBSA, 2016); (ii) had at least one year of sport practice; and (iii) had no musculoskeletal injury at the moment of postural assessment. Postural evaluation was not performed on those athletes who showed any sign of injuries, pain or movement restriction that could affect the assessment. The procedures were approved by the local Ethical Committee and conformed to the amendments of the Declaration of Helsinki. The athletes provided written informed consent after all the documents were read aloud by the experimenters.

Demographic and sport-related information, such as age, gender, classification, sports modality and years of sport practice were obtained through anamnesis. Body height and weight were measured with an analog scale with a mounted stadiometer. The athletes aged (mean $\pm$ SD) 26 ± 7 years and had 169 ± 11 cm height and 81.0 ± 22.9 kg body weight. The sample of visual impaired athletes includes 16 judoists, 9 Goalball players, 3 football 5-a-side players and 2 athletics practitioners; altogether, they had ± 6 years of sports practice. Fourteen athletes were classified as B1, 8 as B2 and 7 as

B3. Causes of blindness varied from congenital glaucoma to toxoplasmosis and traumatic injury of eyes or visual nerve, among others.

Postural assessment

Postural assessment was made by means of computerized photogrammetry. The acquisition of the images follows the recommendations of the Postural Assessment Software (PAS/SAPO), which were developed for quantitative analysis of body's angles and distances (Ferreira et al., 2010). Briefly, photographic images were taken from anterior, posterior, lateral left and right viewpoints. The digital camera (SONY Alpha 100) used for image acquisition was placed on a tripod of 1m height at about 4m away from the subjects. A plumb line marked with two styrofoam balls 1m apart was positioned in the area of image acquisition and used for vertical calibration and reference. Yellow styrofoam balls were placed in specific anatomical landmarks using double-faced adhesive tape (Do Rosário, 2014; Ferreira et al., 2010).

For postural assessment the athletes were instructed to wear a comfortable clothes and to stand at easy in a wood platform, with the elbow flexed at about 90 degrees. Different orientation in relation to the camera was assumed for image acquisition in the four viewpoints. To guarantee a similar standing posture among viewpoints, the feet position was marked in a paper sheet; sheet position was changed according to the viewpoint of interest.

After acquisition the photographic images were transferred to a computer for analysis in the PAS/SAPO software, version 0.68. Data processing consisted in image calibration, proper identification of the anatomical landmarks, and computation of the corresponding body's angles and distances (Ferreira et al., 2010). Body's angles and distances were calculated in degrees and centimeters, respectively.

Statistical analyzes

Kolmogorov-Smirnov analysis revealed that most of the PAS/SAPO data sets exhibit a Gaussian distribution (P -value >0.06 for 72% of the data), then the postural alignment's variables were described in terms of mean $\pm$ SD and 95% confidence interval (CI). The body's angles and distances estimated for each subject were transformed in absolute values for further analysis. This transformation was performed (i) to provide a simple measure of the *magnitude* of the postural deviations, irrespective of its direction and (ii) to minimize the variability of the data. The last assumption is

confirmed by computing the coefficient of variation (COV) of PAS/SAPO variables: the overall COV (considering all variables pooled together) averaged 186% and 59% for the raw and the transformed data, respectively. The distribution of negative and positive angles and distances (referring, for example, to left/right or forward/backward deviations) were considered separately.

Together with the description of body alignment of visually impaired athletes, a factor analysis was applied to identify the most relevant body's angles and distances able to explain the variability of PAS/SAPO's data distribution. Factor analysis was performed through principal component analysis (PCA) considering all variables and subjects. The k most relevant factors were chosen based on an eigenvalue >1 , and the k most relevant variables were identified based on a factor loading (Pearson correlation coefficient, r) over ± 0.5 (Hair et al., 2014). Statistical analysis was run in SPSS (IBM).

Results

Postural alignment assessment

The 29 variables computed by PAS/SAPO based on the used landmarks and transformed in absolute values are present in Table 1, together with the corresponding mean, SD and 95% confidence interval. From Table 1 it could be observed that some variables showed a higher variability than others, with frontal and posterior view-derived variables exhibiting a large coefficient of variation (averaged 73%) than those obtained from lateral left/right view (average COV of 47%). Measures in the lateral right side are quite similar to those assessed in the left side.

The direction of postural deviation was analyzed separately, and the percentage of the total number of occurrence of negative and positive deviations for each variable is presented in Table 2. Negative and positive deviations of each variable refer to a specific posture; for practical reason, only the meaning of the most prevalent deviation — those with higher number of occurrence — is described. Some PAS/SAPO variables showed frequent distribution of deviation to a specific side/direction: for example, head's forward positioning associated with rightward inclination were observed in 100% and 70% of the sample, respectively. The most discrepant distribution, with larger predominance to one side/direction, is observed for head, lower limbs' and most of the lateral viewpoint-derived variables.

Factor analysis

PCA showed 9 relevant factors (eigenvalue >1) accounting for 81% of total variance. However, further considerations was limited to the first three factors accounting for 42.4% of total variance — the other factors either accounted for less than 10% of total variance or showed variables with factor loading lower than ± 0.5 . Based on these criteria, 16 variables from the 29 available were identified as relevant (Table 3). From the selected factor, the 1st one (accounting for 20% of the variance explained) consists mainly of lateral (left and right) alignment of the trunk, hip and knee; the 2nd factor (~10% of variance explained) grouped variables accounting for the frontal alignment of trunk-pelvis and lower limbs, along with the lateral alignment of the head; finally, the 3rd factor (~10% of variance explained) is composed by measures of alignment of lower limbs, assessed mostly in the frontal view.

Discussion

The aim of the present study was to describe the body's angles and distances, derived from computerized photogrammetry of a sample of visually impaired athletes. For that purposes, the following goals was accomplished: (i) descriptive statistics was provided for 29 PAS/SAPO variables, considering its absolute values, referring to the *magnitude* of the deviations; (ii) the distribution of the *direction* of the deviation for each variables was also provided, highlighting prevalent postural alignment patterns of visually impaired athletes; (iii) a factor analysis was performed, which does not result in significant data reduction, but indicate lateral viewpoint-derived body's angles and distances as important source of postural variability among the athletes.

In this study the statistical description of body's angles and distances were present in terms of its absolute values, which means that only the *magnitude* of postural deviation was considered, disregarding of its direction, which is separately portrayed. This approach was performed for two purposes: to provide a simple indication of postural deviation magnitude; to reduce the variability of PAS/SAPO data. For most of the PAS/SAPO variables assessed, the variability is usually quiet large, with the coefficient of variation ranging from -2121% to 2696% (data not showed). This is not unexpected given that most of the variables exhibit very low-to-zero mean and large standard deviation (for example, see Ferreira et al. 2010; Ferreira et al. 2011; Krawczyk et al. 2014). The expression of body's angles and distances in absolute terms was

previously used to compare a sample of young volleyball players with non-athletes (Grabara, 2015). Although not specifically stressed in the study, this procedure probably allowed a proper statistical contrast and the identification of differences in spine alignment between populations. Further investigations concerning postural alignment in visually impaired athlete should also apply statistical analyses based on the absolute values of photogrammetric variables, thus allowing the use of the statistical descriptors present in Table 1 of the present study.

Based on the most prevalent *directions* of postural deviations presented by our sample of visually impaired athletes (see Table 2), the global postural alignment adopted by this population could be summarized as follow: (i) overall rightward inclination of the body, leaded by head and trunk segments, with leftward deviation of the shoulder; (ii) forward positioning of the head, with backward inclination of the chest accompanied by a probably compensatory extension of the hips; (iii) a forwardly inclined pelvis, followed by a flexed knee and a valgus ankles aligned in dorsiflexion position. Our results were in accordance with previous investigations in non-athletes blind persons (Catanzariti et al., 2001; Fjellvang and Solow, 1986; Grivas et al., 2006). For example, Fjellvang and Solow (1986) showed that the blind persons usually adopted a forward-downward position of the head and neck, compared with visually healthy participants. Spine deviations were also observed in visually impaired persons, most frequently as an cervical or thoracic scoliosis (Catanzariti et al., 2001; Grivas et al., 2006), even at an age of 11-13 years (Catanzariti et al., 2001). An early study assessing 45 visually impaired persons reported a variety of postural misalignment, including head drop and lateral tilt, left/right torso shift, moderate kyphosis, cervical and thoracic scoliosis, shoulder asymmetry, genu valgus, flat feet (Siegal and Murphy, 1970). Current knowledge attributes this maladaptive postural alignment to poor motor development and coordination of the blind persons (Houwen et al., 2008; Navarro et al., 2004). Given this diversity of misalignment, we asked whether a single postural alignment pattern could be extracted and explain most of the variance of the data.

A principal component analysis was applied in the PAS/SAPO data in order to extract such postural alignment pattern, but the results were less than conclusive. Too many factors were identified as relevant, and too many variables are still present in the final model, precluding the proposal of a single pattern. For simplification purposes, only the most relevant factors were considered, and a general description could be made following its analysis: briefly, lateral and frontal alignment of the trunk and lower

limbs, along with the lateral alignment of the head, accounting for 42% of total variance explained. The presence of several variables related to lower limb alignment (10 from 16 variables) must be highlighted, once 80% to 87% of the musculoskeletal injuries reported in visually impaired athletes occur in the lower extremities (Magno e Silva et al., 2013a; Magno e Silva et al., 2013b).

Altogether, the data present in the study could be of the most value for those concerned with the higher incidence of musculoskeletal injury in the athletes with visual impairment (Magno e Silva et al., 2013a; Magno e Silva et al., 2013b; Magno e Silva et al., 2013c). Although some of these injuries are from traumatic origin, 20 to 80% of it are related to overuse (Magno e Silva et al., 2013a; Magno e Silva et al., 2013b) and possibly with maladaptive changes in body posture. Indeed, the relationship between maladaptive postural alignment and sports-related injuries occurrence is well demonstrated for the non-disable athletes (Greenfield et al., 1995; Hennessy and Watson, 1993; Söderman et al., 2001), making postural assessment a valuable tool in prescreening exams (Singla and Veqar, 2014). However, this line of investigation is missing from the literature scope regarding Paralympic sportspersons. It is strongly recommended that further investigation about postural alignment in visually impaired athletes also include measurement of musculoskeletal injuries, in order to advance our knowledge about its relationship.

Methodological constraints of the study are mainly related to the heterogeneity of the sample. Neither the gender of the visually impaired athletes nor the athlete's classification was considered in the statistical description or factor analysis. Although not highly consistent, there are reports in the literature suggesting important differences in postural alignment depending on gender (Nguyen and Shultz 2007; Dolphens et al. 2013; Araújo et al. 2014; but see Raine and Twomey 1997). However, it is less clear whether and how the level of visual impairment (being it total, as in the case of B1 athletes, or partial, as in B2 and B3 athletes), impact on person's body posture. Irrespective of these constraints, the results described in the present study could be useful to foster the development of postural alignment assessment and research in the Paralympic context.

Conclusion

The PAS/SAPO body's angles and distances measures described in the present study can be used as reference values for future investigations of postural alignment in

visually impaired athletes. The descriptive measures of PAS/SAPO in terms of absolute values, which emphasize the *magnitude* of postural deviation, particularly of those variables describing lateral alignment of the major body joints, have potential applications in Paralympic sports medicine and rehabilitation research.

Acknowledgement

The authors thank the athletes who volunteered to participate in this study. The authors also thank Debora Lima, PT, for her kindly technical support. This work was supported by grants from the FAPERJ. D.T.R.S. and T.R.L.L. are recipients of a CAPES fellowship.

References

- Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., Barros, H., 2014. Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *Spine J.* 14, 2373–2383.
- Catanzariti, J.F., Salomez, E., Bruandet, J.M., Thevenon, A., 2001. Visual deficiency and scoliosis. *Spine.* 26, 48–52.
- Do Rosário, J.L.P., 2014. Photographic analysis of human posture: A literature review. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 18, 56–61.
- Dolphens, M., Gagnie, B., Vleeming, A., Vanderstraeten, G., Danneels, L., 2013. Gender differences in sagittal standing alignment before pubertal peak growth: the importance of subclassification and implications for spinopelvic loading. *J. Anat.* 223, 629–640.
- Ferreira, E.A., Duarte, M., Maldonado, E.P., Bersanetti, A.A., Marques, A.P., 2011. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 34, 371–380.
- Ferreira, E.A.G., Duarte, M., Maldonado, E.P., Burke, T.N., Marques, A.P., 2010. Postural assessment software (PAS/SAPO): Validation and reliability. *Clinics (Sao Paulo).* 65, 675–81.
- Fjellvang, H., Solow, B., 1986. Craniocervical postural relations and craniofacial morphology in 30 blind subjects. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 90, 327–334.
- Gold, J.R., Gold, M.M., 2007. Access for all: the rise of the Paralympic Games. *J R Soc Promot Heal.* 127, 133–141.

- 304 Grabara, M., 2015. Comparison of posture among adolescent male volleyball players
305 and non-athletes. *Biol. Sport* 32, 79–85.
- 306 Greenfield, B., Catlin, P.A., Coats, P.W., Green, E., McDonald, J.J., North, C., 1995.
307 Posture in patients with shoulder overuse injuries and healthy individuals. *J.*
308 *Orthop. Sports Phys. Ther.* 21, 287–295.
- 309 Grivas, T.B., Savvidou, O.D., Vasiliadis, E., Psarakis, S., Koufopoulos, G., 2006.
310 Prevalence of scoliosis in women with visual deficiency., in: Uyttendaele, D.,
311 Dangerfield, P.H. (Eds.), *Research into Spinal Deformities 5*. IOS Press,
312 Amsterdam, pp. 52–56.
- 313 Hair, J.H., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2014. *Multivariate data*
314 *analysis.*, 7th ed. Pearson Education Limited, Essex.
- 315 Hennessy, L., Watson, A.W.S., 1993. Flexibility and posture assessment in relation to
316 hamstring injury. *Br. J. Sports Med.* 27, 243–246.
- 317 Houghlum, P.A., Bertoti, D.B., 2012. *Brunnstrom’s Clinical Kinesiology.*, 6th ed. F.A.
318 Davis Company, Philadelphia.
- 319 Houwen, S., Visscher, C., Lemmink, K.A., Hartman, E., 2008. Motor skill
320 performance of school-age children with visual impairments. *Dev Med Child*
321 *Neurol* 50, 139–145.
- 322 International Blind Sports Association – IBSA, 2016. Classification rules and
323 procedures. <[http://www.ibsasport.org/documents/files/68-1-IBSA-](http://www.ibsasport.org/documents/files/68-1-IBSA-Classification-Rules-and-Procedures.pdf)
324 [Classification-Rules-and-Procedures.pdf](http://www.ibsasport.org/documents/files/68-1-IBSA-Classification-Rules-and-Procedures.pdf)>. Access in 16 June 2016.
- 325 Kendall, F.P., McCreary, E.K., Provance, P.G., Rodgers, M.M., Romani, W.A., 2005.
326 Muscle testing and function, with posture and pain. Lippincott Williams &
327 Wilkins, Baltimore.
- 328 Krawczyk, B., Pacheco, A.G., Mainenti, M.R.M., 2014. A systematic review of the
329 angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: A
330 proposal for reference values. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 37, 269–275.
- 331 Magno e Silva, M., Bilzon, J., Duarte, E., Gorla, J., Vital, R., 2013a. Sport injuries in
332 elite paralympic swimmers with visual impairment. *J. Athl. Train.* 48, 493–498.
- 333 Magno e Silva, M., Morato, M.P., Bilzon, J.L., Duarte, E., 2013b. Sports Injuries in
334 Brazilian Blind Footballers. *Int J Sport. Med* 239–243.
- 335 Magno e Silva, M.P., Duarte, E., Silva, A.D.A.C.E., Silva, H.G.P.V., Vital, R., 2011.
336 Aspectos das lesões esportivas em atletas com deficiência visual. *Rev. Bras.*
337 *Med. do Esporte* 17, 319–323.

- 338 Magno e Silva, M.P., Winckler, C., Costa E Silva, A.A., Bilzon, J., Duarte, E., 2013c.
 339 Sports injuries in Paralympic track and field athletes with visual impairment.
 340 Med. Sci. Sports Exerc. 45, 908–913.
- 341 McCann, C., 1996. Sports for the disabled : the evolution from rehabilitation to
 342 competitive sport. Br. J. Sports Med. 30, 279–280.
- 343 Navarro, A.S., Fukujima, M.M., Fontes, S.V., Matas, S.L., Prado, G.F., 2004. Balance
 344 and motor coordination are not fully developed in 7-year-old blind children. Arq.
 345 Neuropsiquiatr. 62, 654–657.
- 346 Nguyen, A.D., Shultz, S.J., 2007. Sex differences in clinical measures of lower
 347 extremity alignment. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 37, 389–398.
- 348 Patla, A.E., 1997. Understanding the roles of vision in the control of human
 349 locomotion. Gait Posture 5, 54–69.
- 350 Raine, S., Twomey, L.T., 1997. Head and shoulder posture variations in 160
 351 asymptomatic women and men. Arch. Phys. Med. Rehabil. 78, 1215–1223.
- 352 Resnikoff, S., Pascolini, D., Etya'ale, D., Kocur, I., Pararajasegaram, R., Pokharel,
 353 G.P., Mariotti, S.P., 2004. Global data on visual impairment in the year 2002.
 354 Bull. World Health Organ. 82, 844–51.
- 355 Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H., 2000. Motor control: Theory and practical
 356 applications., 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
- 357 Siegal, I.W., Murphy, T.J., 1970. Postural determinants in the blind: The influence of
 358 posture on mobility and orientation. Illinois Visually Handicapped Institute,
 359 Chicago.
- 360 Singla, D., Veqar, Z., 2014. Methods of postural assessment used for sports persons.
 361 J. Clin. Diagnostic Res. 8, 2–5.
- 362 Söderman, K., Alfredson, H., Pietilä, T., Werner, S., 2001. Risk factors for leg
 363 injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door
 364 season. Knee Surg. Sport. Traumatol. Arthrosc. 9, 313–321.
- 365 Webborn, N., Emery, C., 2014. Descriptive epidemiology of Paralympic sports
 366 injuries. PM&R 6, S18–S22.
- 367 Willick, S.E., Webborn, N., Emery, C., Blauwet, C.A., Pit-Grosheide, P., Stomphorst,
 368 J., Van de Vliet, P., Marques, N.A.P., Martinez-Ferre, J.O., Jordaan, E., Derman,
 369 W., Schwellnus, M., 2013. The Epidemiology of Injuries in Football at the
 370 London 2012 Paralympic Games. PM&R 47, 426–432.
- 371

Table 1

Table 1. Statistical description in terms of mean, standard deviation (SD) and 95% confidence interval (CI) of the PAS/SAPO's angles and distances (transformed in absolute values). The plane of view in which each variable was computed is also showed.

Angles and distances	Code	Mean	SD	95%CI	Viewpoint
Head horizontal alignment	HHA	3.1	2.4	2.2-4.0	frontal
Acromion horizontal alignment	AHA	1.9	1.2	1.5-2.4	
ASIS horizontal alignment	ASISHA	2.6	2.0	1.9-3.4	
Angle between acromion and ASIS	AAASIS	3.0	2.9	1.9-4.1	
Right limb frontal angle	RLFA	4.0	3.0	2.9-5.2	
Left limb frontal angle	LLFA	4.1	2.9	3.0-5.2	
Length differences between limbs	LDL	1.3	1.1	0.9-1.7	
Tibia tuberosity horizontal angle	TTHA	2.0	1.6	1.4-2.6	
Hip angle (right)	HpAR	26.2	12.5	21.4-31.0	
Hip angle (left)	HpAL	22.5	12.3	17.8-27.1	
Scapula horizontal asymmetry T3	SHAT3	17.3	14.2	11.9-22.7	posterior
Angle between right leg-foot dorsum	ARLF	12.3	7.8	9.4-15.3	
Angle between left leg-foot dorsum	ALLF	7.7	6.9	5.0-10.3	
Head-C7 horizontal alignment (right)	HC7HAR	40.7	7.7	37.7-43.6	lateral right
Head vertical alignment (right)	HVAR	24.7	8.8	21.3-28.0	
Chest vertical alignment (right)	CVAR	7.3	3.3	6.1-8.6	
Hip angle (right)	HAR	11.7	5.3	9.7-13.7	
Vertical alignment of the body (right)	VABR	1.5	1.0	1.1-1.9	
Horizontal alignment of the hip (right)	HAHR	13.8	6.5	11.3-16.3	
Angle of knee (right)	AKR	7.0	6.1	4.7-9.3	
Angle of ankle (right)	AAR	81.7	4.0	80.3-83.3	
Head-C7 horizontal alignment (left)	HC7HAL	41.9	7.3	39.1-44.7	lateral left
Head vertical alignment (left)	HVAL	27.0	11.3	22.7-31.2	
Chest vertical alignment (left)	CVAL	6.8	4.4	5.1-8.4	
Hip angle (left)	HAL	11.4	6.4	9.0-13.9	
Vertical alignment of the body (left)	VABL	1.6	1.1	1.1-2.0	
Horizontal alignment of the hip (right)	HAHL	14.1	6.2	11.8-16.5	
Angle of knee (left)	AKL	6.1	5.6	4.0-8.2	
Angle of ankle (left)	AAL	82.6	4.0	81.1-84.2	

ASIS, anterior-superior iliac spine

Table 2.

Table 2. Distribution (percentage of total occurrences) of negative and positive angles and distances for each PAS/SAPO's variables, separate by viewpoint. For each variable the significance of the most prevalent postural deviation are described.

Code	Negative	Positive	Significance of the most prevalent deviation
Anterior			
HHA	30	70	Head inclined to right side
AHA	63	37	Shoulders inclined to left side
ASISHA	50	50	Equal left/right distribution of ASIS
AAASIS	40	60	Overall trunk inclination to right side
RLFA	73	27	Genu valgus
LLFA	63	37	
LDL	43	57	Right leg longer than left leg
TTHA	40	60	Left tuberosity in higher position than right tuberosity
HpAR	0	100	Only positive values computed. Lower limb Q-angle.
HpAL	0	100	
Posterior			
SHAT3	37	63	Right scapulae in higher position than left scapulae
ARLF	27	73	Ankle valgus
ALLF	50	50	Equal ankle varus/valgum distribution
Lateral (right/left)			
HC7HA (R/L)	0/0	100/100	Only positive values computed. Forward positioning of the head
HVA (R/L)	0/0	100/100	Forward positioning of the head
CVA (R/L)	93/87	7/13	Backward positioning of the chest
HA (R/L)	93/90	7/10	Extended positioning of the hip
VAB (R/L)	30/20	70/80	Forward positioning of the body
HAH (R/L)	93/93	7/7	Anteversion positioning of the hip
AK (R/L)	23/30	77/70	Genu flexum
AA (R/L)	0/0	100/100	Dorsoflexed positioning of the ankle

ASIS, anterior-superior iliac spine. R/L, right and left distribution of PAS/SAPO values.

Table 3

Table 3. PAS/SAPO variables identified in the first three relevant PCA factors (42.4% of variance explained), along with their correspondent factor loading (Pearson correlation coefficient, r). The percentage of variance explained for each factor is also showed.

PAS variables	1st factor (20.1%)	2nd factor (11.5%)	3rd factor (10.7%)	Viewpoint
ASISHA			0.72	
AAASIS		0.54	0.64	
LLFA		0.56		frontal
LDL	0.52		0.56	
HpAR		0.54		
HC7HAR		0.58		
CVAR	0.80			lateral right
HAR	0.72			
HAHR		0.50		
AKR	0.70			
HVAL		0.59		
CVAL	0.82			
HAL	0.72			lateral left
VABL	0.60			
HAHL			0.66	
AKL	0.53			

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

6.1. Limitações do estudo

As limitações metodológicas do presente estudo estão principalmente relacionadas com a heterogeneidade da amostra utilizada. Nem o gênero dos atletas com deficiência visual nem sua classificação funcional específica para o esporte foram consideradas na descrição ou na análise de componentes principais. Apesar de não ser consistente, há relatos na literatura que sugerem diferenças importantes no alinhamento postural em função do gênero (por exemplo, veja NGUYEN & SHULTZ, 2007; DOLPHENS et al. 2013; ARAÚJO et al., 2014; contudo, veja RAINES & TWOMEY, 1997, para resultados conflitantes). No entanto, é menos claro se e como o nível de comprometimento visual (sendo ela total, como no caso dos atletas B1, ou parcial, como em atletas B2 e B3) influencia a postura corporal da pessoa com deficiência. Independentemente dessas limitações, os resultados descritos no presente estudo podem ser úteis para promover a avaliação postural e a sua investigação no contexto Paralímpico.

6.2. Conclusões

Os ângulos e distâncias medidas descritos no presente estudo, computadas através da fotogrametria computadorizada e o sistema SAPO, podem ser usados como valores de referência para futuras investigações do alinhamento postural em atletas com deficiência visual sem lesão. Particularmente, os valores absolutos das variáveis do SAPO, com destaque para aquelas variáveis que descrevem o alinhamento lateral das principais articulações do corpo, têm potencial aplicação nas áreas de medicina esportiva e reabilitação no contexto Paralímpico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.O. SILVA, R.F. Atividade motora adaptada e desenvolvimento motor: possibilidades através das artes marciais para deficientes visuais. *Revista Movimento e Percepção*, São Paulo, v. 10, n. 14, p.222-239, 2009.
- ALONSO, C.E. et al. Estudo Comparativo do Equilíbrio postural entre atletas de judô e indivíduos sedentários. *Revista Brasileira de Biomecânica*, ano 9, n.17, p.130-137, 2008.
- ARCANJO, G. N. et al. Alterações da relação entre mudanças posturais na coluna e alterações visuais. *Fisioterapia Brasil*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 5, p. 354-60, 2005.
- AUST, A.M.D. Foundations of orientation and mobility. 3. ed. New York: American Foundation for the Blind, p. 37-72, 1987.
- BARBANTI, V. Treinamento físico: bases científicas. São Paulo, 3. ed., 2001.
- BIENFAIT, M. Os desequilíbrios estáticos: fisiologia, patologia e tratamento fisioterápico. São Paulo: Editora Summus, 1995.^[1]_[SEP]
- BOMPA, T.O. Treinando atletas de desporto coletivo. São Paulo: Phorte, 2005.
- BRUNNSTROM, S. Center of Gravity line in relation to ankle joint in erect astanding. *Phys*, v.34, n.3, p.109-115, 1954.^[1]_[SEP]
- CATANZARATI, J.F. et al. Visual defieny and acoliosis. *Spin*, v.26, n.1, p.48-53, 2001
- CHANDLER, J.M. et al. Balance performance on the postural stress test: comparison of young adults, healthy, elderly, and fallers. *Phys Ther*, v.70, p.410-5, 1990.
- COMITÊ PARALIMPICO BRASILEIRO – CPB, *Atletismo*, 2016. Disponível em: <<http://www.cpb.org/modalidades/atletismo/>>. Acesso em: 16 Ago. 2016.
- COMITÊ PARALIMPICO BRASILEIRO – CPB, *Futebol de 5*, 2016. Disponível em: <<http://www.cpb.org/modalidades/futebol-de-5/>>. Acesso em: 16 Ago. 2016.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE DESPORTOS DE DEFICIENTES VISUAIS – CBDV, *Futebol de 5*, 2016. Disponível em: <<http://cbdv.org.br/pagina/futebol-de-5>>. Acesso em: 16 Ago. 2016.
- DEBU, B. WOOLLACOTT, M. Effects of gymnastics training on postural responses to stance perturbations. *J Mot Behav*, v.20, p.273-300, 1988.^[1]_[SEP]
- DIAS, D.S.G. et al. Avaliação Postural em Atletas de Voleibol. In: XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

- EMAMI, M.J. et al. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med.*, v.10, p.24-6, 2007.
- FERREIRA, E.A. et al. Postural Assessment Software (PAS/SAPO): Validation and Reliability. *Clinics*, v.65, n.7, p.675-81, 2010.^[1]_{SEP}
- FERREIRA, E.A. et al. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 34, n.6, p.371-380, 2011.^[1]_{SEP}
- FIGUEIRA, M.M.A. Assistência Fisioterápica à criança portadora de cegueira congênita. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, ano 6, n. 17, Dez 2000.
- FJELLVANG, H. SOLOW, B. Craniocervial postural relation and craniofacial morphology in 30 blind subjects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 90, n. 4, p. 327-334, out. 1986.
- FREIRE, J. MORATO, M.P. Futebol de Cinco. In: ESPORTE PARALIMPICO., Belo Horizonte: Editora Atheneu, 2012. p.115-124.
- FREITAS, P.S. SANTOS, S.S. Fundamentos Básicos da Classificação Esportiva para Atletas Paralímpicos In: ESPORTE PARALÍMPICO, Belo Horizonte: Ed. Atheneu, 2012. Cap. 6.
- GOLD, J.R., GOLD, M.M. Access for all: the rise of the Paralympic Games. *J R Soc Promot Heal*, v.127, p.133–141, 2007.
- GOLDBERG, M.E. WALKER, M.F. HUDSPETH, A.J. The Vestibular System. In: Kandel et al. (ed) *Principles of Neural Science*. 5th ed., New York, McGraw-Hill Com. 2013.
- GREENFIELD, B. et al. Posture in patients with shoulder overuse injuries and healthy individuals. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.21, p.287–295, 1995.
- GRIVAS, T.B. et al. Prevalence of scoliosis in women with visual deficiency., In: Uyttendaele D., Dangerfield P.H. (eds.), *Research into Spinal Deformities 5*. IOS Press, Amsterdam, p. 52–56, 2006.
- HAIR, J.H. et al. *Multivariate data analysis.*, 7th ed. Pearson Education Limited, Essex, 2014.
- HARRISON, A.L.; BARRY-GREB, T.; WOJTOWICZ, G. Clinical measurement of head and shoulder posture variables. *J Orthop Sports Phys Ther*, v.23, n.6, p.353-361, 1996.
- HENNESSY, L.; WATSON, A.W.S. Flexibility and posture assessment in relation to hamstring injury. *Br. J. Sports Med*, v.27, p.243–246, 1993.

- HOUGLUM, P.A.; BERTOTI, D.B. Brunnstrom's Clinical Kinesiology., 6th ed. F.A. Davis Company, Philadelphia, 2012.
- HOUWEN, S. et al. Motor skill performance of school-age children with visual impairments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 50, n. 2, p. 139–145, Fev. 2008.
- INTERNATIONAL BLIND SPORTS ASSOCIATION – IBSA. *Classification manual*, 2012. Disponível em <<http://www.ibsasport.org/documents/files/68-1-IBSA-Classification-Rules-and-Procedures.pdf>>. Acesso em: 18 Jul. 2016.
- JORDÁN, M.A.T. Atletismo adaptado para personas ciegas y deficientes visuales. Barcelona: Editora Paidotribo, 2004, p. 11-14.
- JUNIOR, J.N., PASTRE, C.M., MONTEIRO, H.L. Alterações Posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potencia muscular em competições internacionais. *Rev Bras Med Esporte*, v. 10, n. 3, 2004.
- KENDALL, F.P., et al. Músculos: provas e funções. 4a ed. São Paulo: Manole, 1995.
- KRAWCZKY, B., PACHECO, A.G., MAINENTI, M.R.M. A systematic review of the angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: A proposal for reference values. *J. Manipulative Physiol. Ther*, v.37, p.269–275, 2014
- LUNDY-EKMAN, L. Neurociencia: fundamentos para a reabilitação. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 1997, v.3, p.538.
- MAGNO E SILVA, M.P. et al. Sports injuries in Brazilian blind footballers. *Int J Sports Med*, v.34, n.3, p.239-243, 2013.
- MARRA, E.S. Avaliação postural de pessoas com deficiência visual. VII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO ESPECIAL. Londrina, 2011.
- MARTÍN-RINCÓN, M.R.C. et al. Atención temprana a niños con ceguera o deficiencia visual. Madrid: Editora Once, 2000.<sup>[1]
[SEP]</sup>
- MATARUNA, L. et al. Inclusão social: esporte para deficientes visuais. In: DA COSTA LAMARTINE. Atlas do Esporte no Brasil. Rio de Janeiro; Shape; 2005.
- MATSUMOTO, D.; KONNO, J. The relationship between adolescents' participation in Judo, quality of life and life satisfaction. *Research Journal of Budo*, v.38, n.1, p.13-26, 2005.

- MCCANN, C. Sports for the disabled : the evolution from rehabilitation to competitive sport. *British Journal of Sports Medicine*, v. 30, p. 279–280, 1996.
- MCEVOY, M.P., GRIMMER, K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskelet Disord.*, v.29, n.6, p.35, 2005.^[L]_{SEP}]
- MELLO, M.T.; WINCKLER, C. Esporte Paralímpico, Belo Horizonte: Editora Atheneu. 2012.
- MORATO, M.P. *Futebol para cegos (futebol de cinco) no Brasil: leitura do jogo e estratégias táticas-técnicas*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- NAVARRO, A.S. et al. Balance and motor coordination are not fully developed in 7 years old blind children. *Arq Neuropsiquiatr*, São Paulo, v. 62, n. 3A, p. 654-657, 2004.^[L]_{SEP}]
- OLIVEIRA, S.M.; DEPRÁ, P.P. Análise postural: um estudo em atletas juvenis. *Rev da Educação Física/UEM Maringá*, v. 16, n. 2, p. 163-170, 2. sem. 2005.^[L]_{SEP}]
- PAILLARD, T. et al. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *Br J Sports Med*, v.36, p.304-5, 2002.^[L]_{SEP}]
- PARSONS, A., WINCKLER, C. Esporte e a pessoa com deficiência- contexto histórico. In: ESPORTE PARALÍMPICO. Belo Horizonte: Editora Atheneu. 2012. Cap. 1.
- PATLA, A.E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. *Gait & Posture*, Oxford, v. 5, p. 54–69, 1997.
- PERRIN, P, et al. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, v. 15, p. 187-94, 2002.^[L]_{SEP}]
- PERROT, C. et al. Influence of training on postural and motor control in a combative sport. *Journal of Human Movement Studies*, v.35, p.119-35, 1998.
- REIS, P.A.C. et al. Características da população portadora de visão subnormal do Hospital São Geraldo: um estudo retrospectivo de 435 casos. *Rev Bras Oftalmol*, v.57, n.4, p.287-294, 1998.
- RESNIKOFF, S.; PARARAJASEGARAM, R. Blindness prevention programmes: past, present, and future. *Bull World Health Organization*, v.79, p.222-6, 2001.
- ROCHA, L. et al. Estudo estabilométrico do comportamento postural ortostático em praticantes de goalball. *Motricidade*, v.2, n.3, p.153-158, 2006.^[L]_{SEP}]
- ROCHA, M.C.N.R. et al. Análise das Alterações Posturais encontradas em Portadores de Deficiência Visual. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO

- CIENTÍFICA: São Paulo. 2008.
- RUFFONI, R.; LASSANCE, R. Benefícios ao deficiente visual com a prática do judô. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Educação Física) – Centro Universitário Celso Lisboa. 2007.^[1]_[SEP]
- SÁNCHEZ, P.A. Deficiencias visuales y psicomotricidad: Teoría e practica. Madrid: Editora Once, 1994.^[1]_[SEP]
- SCHEID, L., ROCHA, E. Organização Administrativa do desporto Paralímpico. In: ESPORTE PARALÍMPICO. Belo Horizonte: Editora Atheneu, 2012. Cap. 5.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. Motor Control. Translating research into clinical Practice. *Lippincott Williams & Wilkins*, v.3, p.157-257, 2007.
- SIEGAL, I.M.; MURPHY, T.J. Postural determinants in the Blind. Final Report. *Social and Rehabilitation Service*. Washigton, USA. 1970.
- SMITH, L.K. et al. Cinesiologia clínica de Brunnstrom. São Paulo: Editora Manole v.5, p.538, 1997.
- STROHKENDL, H. The 50th Anniversary of wheelchair basketball. Munster; New York: Ed By Armand Tip Thiboutot: Waxmann, 1996.
- TOSIM, A., et al. Seleção da percepção auditiva e tátil em atletas de goalball em situação defensiva de jogo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, v.7, n.3, p.181–187, 2008.^[1]_[SEP]
- VIEIRA, C.S., SOUZA, W.R. Judô Paraolímpico: Manual de Orientação para Professores de Educação Física. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006.
- VIRGÍLIO, S. A arte do judô. 3a ed, Rio Grande do Sul: Rigel. 1994. p.70-85.
- VUILLERME, N. et al. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, v. 303, p.83–6, 2001.^[1]_[SEP]
- WADE, M.G; JONES, G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical Therapy*, New York, v. 77, n. 6, p. 619-628, 1997.
- WATSON, A.W.S. Sports Injuries in Footballers related to defects of posture and body mechanics. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, v. 35, p. 289–294, 1995.
- WEBBORN, N.; EMERY, C. Descriptive Epidemiology of Paralympic Sports Injuries; Nova York, v.6, p.18-22, 2014.
- WILLICK, S.E. et al. The epidemiology of injuries at the London 2012 Paralympic Games. *British Journal of Sports Medicine*, v. 47, p. 426–432, 2013.
- YOSHITOMI, S.K. et al. Respostas posturais à perturbação externa inesperada em

judocas de diferentes níveis de habilidade. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 12, n. 3, p. 145e–148e, Mai/Jun. 2006.

APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “Avaliação postural através de fotogrametria computadorizada de atletas com deficiência visual praticantes de diferentes modalidades esportivas”. O objetivo do presente estudo é avaliar o alinhamento postural de indivíduos com deficiência visual praticantes de diferentes modalidades esportivas, a fim de identificar potenciais alterações musculoesqueléticas específicas dessa população.

Explicação do procedimento: Neste estudo não será utilizado nenhum tipo de tratamento e não haverá nenhum procedimento invasivo. Os procedimentos de avaliação serão realizados através de um questionário (entrevista) e através de uma avaliação do alinhamento postural. Na parte da entrevista, será realizada uma série de perguntas simples e diretas sobre a idade, altura e peso do participante.

Durante o teste bolas de isopor serão fixadas na sua pele com material adesivo, em pontos anatômicos específicos. Após essa etapa serão registradas fotos nos diferentes planos sagital (lateral) e coronal (frontal), para fins de avaliação do alinhamento postural através de fotogrametria computadorizada. Sua tarefa será permanecer na posição ortostática, com os braços relaxados ou com os cotovelos flexionados a 90°, de acordo com o instruído pelo experimentador. O teste não é cansativo, mas, ainda assim, se você sentir algum desconforto poderá parar o teste a qualquer momento. Esse procedimento não é invasivo e nem oferece risco potencial nem incômodo para você.

Benefícios do estudo: Embora não haja garantia de benefício pessoal, a sua participação na pesquisa certamente ajudará o avanço do conhecimento acerca do alinhamento postural em atletas com deficiência visual. Esse projeto pode ajudar a entender melhor como o sistema musculoesquelético dessa população se adapta frente a prática esportiva. Além disso, essas informações podem ser utilizadas para a prescrição de programas de prevenção de lesões.

Liberdade de participação: Sua participação não é obrigatória e fica comprometida a respeito ao desejo de você não querer participar do estudo, mesmo depois de iniciada a sua participação.

Desconforto e risco: Este estudo não trará nenhum tipo de risco à sua saúde, não existirá nenhum tipo de procedimento invasivo e o único desconforto possível é a do desprendimento de um tempo para realizar as tarefas e o possível cansaço físico leve durante a realização do teste. Caso haja algum dano ou prejuízo advindo comprovadamente pela participação na pesquisa, será garantido o seu acesso ao atendimento de saúde e indenização.

Participação Financeira: Este trabalho não trará nenhum tipo de benefício financeiro ou custo ao executante e a participação dos envolvidos é puramente voluntária.

Sigilo de identidade: As informações obtidas nesta pesquisa não serão associadas a identidade de nenhum participante, respeitando assim seu anonimato. Estas informações serão utilizadas para fins estatísticos e científicos em publicações de revistas, anais de eventos e congressos, desde que não revelada a identidade dos participantes. Além disso, os resultados da pesquisa e dos testes serão de responsabilidade do pesquisador. O pesquisador responsável pelo presente estudo é Raphael Calafange Marques Pereira CPF 087826257-19, telefone (21) 994859299, discente do mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), endereço Praça das Nações, nº 34, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, telefone (21) 3882-9797, ramal 1015 e e-mail:

secretariamestrado@unisuam.com.br.

Você receberá uma cópia deste termo com o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá solicitar informações durante todas as fases da pesquisa, inclusive após a publicação da mesma. Além disso, você poderá tirar dúvidas diretamente com o Comitê de Ética em Pesquisa da UNISUAM, pelo telefone (21) 3868-5063 ou pelo e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Projeto “Alterações posturais em indivíduos com deficiência visual praticantes de diferentes modalidades esportivas”

Eu, _____, identidade número _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo acima citado. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Raphael Calafange Marques Pereira

APÊNDICE 2 – Anamnese e Rotina de Treino

Data da avaliação ____/____/____ Horário da avaliação ____:____

Preenchido por _____

Nome do atleta _____

Idade _____ Gênero () M () F

Modalidade esportiva atual _____

Classificação funcional da modalidade esportiva atual _____

Data da lesão _____

Tipo de lesão _____

Causa da lesão _____

01. Praticava algum esporte antes da deficiência física?

() Sim () Não

Qual(is)? _____ Posição _____

Durante quanto tempo? _____

Parou há quanto tempo? _____

02. Sobre sua modalidade esportiva atual

Tempo de prática (anos) _____

Frequência de treino físico (dias/semana) _____

Duração do treino físico (horas/sessão) _____

Frequência de treino técnico-tático (dias/semana) _____

Duração do treino técnico-tático (horas/sessão) _____

Frequência de treino total (físico + técnico-tático; dias/semana) _____

Duração do treino total (horas/semana) _____

Você disputa competições a nível () Regional () Nacional () Internacional

Qual foi a última competição que você participou? (mês/ano) ____ / ____

Ganhou alguma competição? () Sim () Não

Qual? _____

Melhor resultado ao longo da carreira _____

Qual foi a competição mais importante que você participou?

03. Você praticou outra modalidade esportiva ou atividade física adaptada antes da sua atual modalidade? () Sim () Não

Qual? _____

Praticou durante quanto tempo? _____

Parou de praticar há quanto tempo? _____

Participou de competições? () Sim () Não

Quais? _____

Qual foi a sua melhor colocação? _____

04. Você pratica outra modalidade esportiva ou atividade física adaptada, além da sua atual? () Sim () Não

Modalidade 1 _____

Há quanto tempo? _____

Frequência e duração de treinamento _____ dia(s)/semana _____ hora(s)/semana

Modalidade 2: _____

Há quanto tempo? _____

Frequência e duração de treinamento _____ dia(s)/semana _____ hora(s)/semana

ANEXO X. Carta de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Benefícios da prática esportiva na capacidade cardiopulmonar e composição corporal de pessoas com deficiência

Pesquisador: Patrícia dos santos Vigário

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 17691113.1.0000.5235

Instituição Proponente: Centro Universitário Augusto Motta/ UNISUAM

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 300.831

Data da Relatoria: 11/06/2013

Apresentação do Projeto:

O projeto está descrito de forma clara e objetiva, apresentado todos os itens que justificam sua execução.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo está descrito de forma clara sendo perfeitamente exequível.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Realizada descrição de riscos e benefícios de forma esclarecedora.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta todos os requisitos necessários para sua realização e cumpre as exigências necessárias para execução de todas as etapas previstas. A justificativa consegue fornecer as bases necessárias para o início do projeto proposto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados e cumprem as exigências estabelecidas.

Recomendações:

Nenhuma recomendação específica.

Endereço: Praça das Nações nº 34

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3868-5063

Fax: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@unisiam.edu.br



Continuação do Parecer: 300.831

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto reúne todos os requisitos necessários para execução.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em encaminhar ao CEP-UNISUAM (comitedeetica@unisum.edu.br) um relatório ao final da realização da pesquisa. Além disso, em caso de evento adverso, cabe comunicar ao referido comitê.

RIO DE JANEIRO, 11 de Junho de 2013

Assinador por:
Miriam Raquel Meira Mainenti
(Coordenador)

ANEXO X. Carta de submissão do manuscrito à revista *Journal of Bodywork and Manual Therapy*.

----- Forwarded message -----

From: **Leon Chaitow** <chaitow1@gmail.com>

Date: 2017-08-31 15:13 GMT-03:00

Subject: RECEIVED FOR REVIEW - YJBMT1264 Computerized photogrammetric assessment of postural alignment in visually impaired athletes

To: Thiago Lemos <lemostdc@gmail.com>

Dear Dr Lemos

Your submission to JBMT has been received

YJBMT1264 Computerized photogrammetric assessment of postural alignment in visually impaired athletes

Please note the identification code YJBMT1264 and always use this in the subject line of correspondence.

Before sending the paper for review I wonder whether you feel some examples of the photographic evidence from the study would be a useful addition?

Please let me know

Cordially

Leon Chaitow ND DO

Honorary Fellow, University of Westminster, London

Editor-in-Chief, Journal of Bodywork & Movement Therapies