

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO POSTURAL E
DESEMPENHO MOTOR DE CRIANÇAS DE 4 AOS 10 ANOS
DE IDADE

Luiz Fernando Cuozzo Lemos

BRASÍLIA, DF
2010

DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO POSTURAL E DESEMPENHO MOTOR DE
CRIANÇAS DE 4 AOS 10 ANOS DE IDADE

LUIZ FERNANDO CUOZZO LEMOS

Dissertação apresentada à
Faculdade de Educação Física da
Universidade de Brasília, como
requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADORA: Profa. Dra. ANA CRISTINA DE DAVID

LUIZ FERNANDO CUOZZO LEMOS

DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO POSTURAL E DESEMPENHO MOTOR DE
CRIANÇAS DE 4 AOS 10 ANOS DE IDADE

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física pelo Programa de Pós Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ana Cristina de David
(Orientadora – FEF/ UnB)

Prof. Dr. Jake Carvalho do Carmo
(Examinador Interno – FEF/ UnB)

Prof. Dr. Carlos Bolli Mota
(Examinador Externo – UFSM)

Brasília – DF, 26 de março de 2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo: 979600

L557d Lemos, Luiz Fernando Cuozzo.
Desenvolvimento do equilíbrio postural e desempenho motor de crianças 4 aos 10 anos de idade / Luiz Fernando Cuozzo Lemos. -- 2010.
xvii, 75 f. : il. ; 31 cm.

Inclui bibliografia.
Orientação: Ana Cristina de David.
Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, 2010.

1. Postura humana - Crianças. 2. Equilíbrio. 3. Padrões de desempenho. I. David, Ana Cristina de. II. Título.

CDU 612.766.1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LEMOS, Luiz Fernando Cuozzo. Desenvolvimento do equilíbrio postural e desempenho motor de crianças de 4 aos 10 anos de idade. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, 2010. 92p. Dissertação apresentada à Faculdade de da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

CESSÃO DE DIREITOS

Autor: Luiz Fernando Cuozzo Lemos

Título: Desenvolvimento do equilíbrio postural e desempenho motor de crianças de 4 aos 10 anos de idade.

GRAU: Mestre ANO: 2010

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Luiz Fernando Cuozzo Lemos

Cel. Niederauer, 1261 - 97015-121 - Santa Maria - RS - Brasil

DEDICATÓRIA

À minha amada namorada Renata Schlesner de Oliveira, que sempre esteve ao meu lado, com seu apoio incondicional, para que assim eu conseguisse superar todas as dificuldades e obstáculos encontrados nesse caminho.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus pelas maravilhosas possibilidades que a vida vem me oportunizando. Nesse sentido, tenho certeza que meu amigo Mateus Réquia Nouer (*in memoriam*) atua continuamente para guiar da melhor forma o meu caminho e o dos nossos amigos, portanto sou grato eternamente pelos nossos maravilhosos momentos vividos juntos e pela tua atuação como meu guia, de onde quer que você esteja, um saudoso obrigado.

Sou muito grato à professora Ana Cristina de David, que me acolheu como seu orientando, mesmo desconhecendo por completo minhas capacidades e assim acreditou nas minhas idéias, orientando-me para a execução desse trabalho. Professora, muito obrigado, tu foste mais que uma orientadora, foi (é) uma amiga e conselheira!

Professor Carlos Bolli Mota, obrigado por todos os ensinamentos ofertados à minha formação e espero continuar a aprender muito com o senhor.

Professor Jake do Carmo, em muitos momentos extraclasse eu solicitei-o para que me auxiliasse com o tratamento do sinal deste estudo e, em todas essas oportunidades o senhor parou para me ajudar, mesmo estando sempre assoberbado. Portanto, meu muito obrigado!

A grande amiga Clarissa Stefani Teixeira é com toda a certeza do mundo uma das pessoas que é uma parte fundamental de meus objetivos acadêmicos estarem se realizando. Querida, você continua sendo um grande exemplo de pessoa e, espero continuar sempre tendo tua amizade. Obrigado!

Agradeço a minha querida namorada Renata Schlesner de Oliveira por tolerar toda essa distância, meu mau humor, a falta de tempo e dedicação a você. Te amo!

Obrigado a minha Madrinha Beatriz, seu marido Antoninho e ao “primo” Xandi, com certeza vocês facilitaram muito para que esse trabalho fosse realizado. Letícia e Gustavo, Martha e Beto, e Ian, obrigado também pela convivência e auxílio em tudo que precisei em Brasília. Agradeço também aos meus pais, minhas avós, meus irmãos e meu sobrinho.

Gabriel e Rudi, caras vocês são muito especiais. Nem sei o que escrever sobre a amizade que tenho por vocês. Cada um muito diferente do outro, porém cheios de qualidades. Acredito muito no nosso sucesso e quero extremamente que

em breve sejamos professores de uma mesma instituição para manter essa grande parceria que começou no nosso grupo de estudos. Valeu “*brothers*”.

Continuando a agradecer à galera do GEBES e do GEPERV, gostaria de expor que acredito muito no potencial de todos vocês, tenho certeza que terão um ótimo futuro seja onde for que escolherem trabalhar, obrigado por acreditarem no meu trabalho na coordenação dos estudos, valeu: Patrícia Dorneles, Estele Meereis, Juliana Soares, Mateus Silveira, Susana Confortin, Juliana Bidart, Simone Macuglia, Carla Rossato e Larissa Lago.

Evanice Avelino de Souza você sabe que foi a minha grande irmã em Brasília. Brigamos, rimos e também estudamos muito juntos. Obrigado por todo teu apoio nas coletas e em tudo mais que estive ao meu lado. Grande parte desse título de mestre tem auxílio teu, valeu!

Agradeço a muitas pessoas que ajudaram na concepção desse trabalho e/ou se tornaram grandes amigos. Obrigado Alice Sá, Marcella Barbacena, Thais Borges, Marcelo de Paula, Maria Cláudia Pereira, Michele Lopes, Michele Ruzicki, Paulo Perfeito, Eloisa e André Martorelli, Saulo Martorelli e seus pais.

Obrigado aos funcionários da FEF que sempre estiveram prontos para ajudar em diversas oportunidades, valeu Alba, Nélio, Biro, Denise, Lúcia, Dudu, Harley e querida Dona Raimunda.

Thiago Machado Mello, Daniel Velasco Eichler, Leonardo Kurz Acosta, Rafael Clates e Jefereson Botton obrigado pela amizade de vocês.

Aos amigos da UFSM muito obrigado pela parceria de sempre, valeu Jerônimo, Jonas, Alexsandro, Guilherme, Leonardo Dorneles, Marcel, Patrícia Trauer, Ana Paula, Rodolfo, entre outros.

Com certeza esqueci muitas pessoas importantes nesse agradecimento, mas nesse sentido expressei minha gratidão aos diversos amigos que deixei de pontuar aqui.

Muito obrigado a CAPES pelo apoio financeiro para o desenvolvimento dessa pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ABREVIações.....	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Equilíbrio postural	4
2.1.1 Sistema vestibular	7
2.1.2 Sistema somatossensorial	7
2.1.3 Sistema visual	8
2.2 O desenvolvimento motor e equilíbrio postural na infância	9
2.3 Avaliação motora em crianças	13
2.4 Cinética (plataforma de força)	17
2.5 Avaliação cinética do equilíbrio postural	19
3 MÉTODOS	23
3.1 Grupo de estudo	23
3.2 Procedimentos	25
3.2.1 Avaliação do equilíbrio	25
3.2.2 Testes motores utilizados.....	28
3.2.2.1 Teste de Impulsão Horizontal (Johnson e Nelson, 1979).....	29
3.2.2.2 Teste de salto lateral do KTK de Kiphard e Schilling (1974)	30
3.2.3 Avaliação dos parâmetros antropométricos	31
3.3 Análise estatística	32
4 RESULTADOS	33
4.1 Resultados do equilíbrio em função da idade	33
4.2 Resultados do equilíbrio em função do gênero	37
4.3 Resultados dos testes motores em função da idade.....	41
4.4 Resultados da correlação do equilíbrio com testes motores, variáveis antropométricas e idade.....	42
5 DISCUSSÃO	44
5.1 Equilíbrio em função da idade.....	44
5.2 Equilíbrio em função do gênero	48
5.3 Testes motores em função da idade	50
5.4 Correlação do equilíbrio com testes motores, variáveis antropométricas e idade	53
6 CONCLUSÕES	56
7 REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS	69

ANEXO 1	70
ANEXO 2	73
Algoritmo.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização do grupo de estudo. Valores de média (X) e desvio padrão (S) da idade (em anos), indivíduos (número de indivíduos), massa (quilogramas) e estatura (metros) dos grupos das crianças e adultos que fizeram parte do grupo de estudo.	24
Tabela 2: Caracterização do grupo de estudo subdividido por gênero. Valores de média (X) e desvio padrão (S) da idade (em anos), massa corporal (quilogramas) e estatura (metros) dos 8 grupos componentes do grupo de estudo divididos por gênero.	25
Tabela 3: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.	33
Tabela 4: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.	34
Tabela 5: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.	36
Tabela 6: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (<i>t-Student</i>) e não-paramétricas (<i>Mann-Whitney</i>).	37
Tabela 7: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (<i>t-Student</i>) e não-paramétricas (<i>Mann-Whitney</i>).	38
Tabela 8: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (<i>t-Student</i>) e não-paramétricas (<i>Mann-Whitney</i>).	38
Tabela 9: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (<i>t-Student</i>) e não-paramétricas (<i>Mann-Whitney</i>).	39
Tabela 10: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (<i>t-Student</i>) e não-paramétricas (<i>Mann-Whitney</i>).	40

- Tabela 11: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*). 40
- Tabela 12: Valores da média (X) e desvio padrão (S) dos testes motores em cada idade. Salto lateral (nº) e impulsão horizontal (cm). 41
- Tabela 13: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (aCOFap), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo (n=153). 42
- Tabela 14: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (aCOFml), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo (n=153). 42
- Tabela 15: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (Vm), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo (n=153). 43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Influências sensoriais sobre o controle do equilíbrio.....	6
Figura 2: Diagrama de blocos do processamento dos sinais obtidos pela plataforma de força. (Fonte: Moraes, 2000).....	18
Figura 3: Plataforma de força AccuSway Plus AMTI.....	26
Figura 4: Coleta de dados de uma das crianças com os olhos vendados.	28
Figura 5: Procedimento de coleta do teste de impulsão horizontal	29
Figura 6: Detalhamento da plataforma utilizada no teste de salto lateral exibindo todas as dimensões do instrumento.....	30
Figura 7: Teste de salto lateral executado na escola CNEC.....	31

LISTA DE ABREVIACOES

BOS – Base de apoio

CG – Centro de gravidade

COM – Centro de massa

COF – Centro de força (*center of force*)

COFap - Coordenada do centro de força na direção ântero-posterior

COFml - Coordenada do centro de força na direção médio-lateral

FRS – Força de reação do solo

IMC – ndice de massa corporal

KTK – Krper Kordinationstest fr Kinder

OA – Olhos abertos

OF – Olhos Fechados

QM – Quociente motor

SNC – Sistema nervoso central

Zoff - A distância vertical entre o topo da plataforma e sua origem (valor negativo)

RESUMO

DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO POSTURAL E DESEMPENHO MOTOR DE CRIANÇAS DE 4 AOS 10 ANOS DE IDADE

Autor: Luiz Fernando Cuozzo Lemos

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cristina de David

O objetivo desse trabalho foi comparar o equilíbrio postural de crianças dos 4 aos 10 anos de idade com um grupo de adultos e correlacioná-los com o desempenho motor. O projeto de pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (UnB) sob o protocolo nº 006/2009. Para mensuração do equilíbrio postural estático utilizou-se os dados cinéticos obtidos por uma plataforma de força *AccuSway Plus* da marca *AMTI*, sendo utilizadas as variáveis amplitude do centro de força ântero-posterior (aCOFap) e médio-lateral (aCOFml) e a velocidade média de deslocamento do centro de força (Vm). A frequência de aquisição do sinal foi de 100 Hz, com duração de 30 segundos em cada tentativa. Foram coletadas seis tentativas, sendo três para cada indivíduo com a utilização da visão e outras três com a visão bloqueada. Utilizou-se a média das três tentativas em cada uma das variáveis para análise. Os dados cinéticos foram filtrados em ambiente *Matlab* num filtro passa-baixas de 10 Hz e 4º ordem. Os testes motores utilizados para as crianças foram o salto lateral da bateria KTK (Kiphard e Schilling, 1974) e o salto de impulsão horizontal (Johnson e Nelson, 1979). Fizeram parte do estudo 153 crianças, divididos em sete grupos, ou seja, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 anos de idade e um grupo de 47 adultos. Os resultados mostraram que na condição com visão apenas as crianças de 9 e 10 anos de idade não diferiram estatisticamente de adultos, em aCOFap para ambos grupos de crianças e em aCOFml e Vm apenas para o grupo de 10 anos. Na condição sem visão, apenas as crianças de 9 anos de idade na variável Vm não diferiram dos adultos. Com relação ao gênero, os valores de equilíbrio postural mostraram que as diferenças iniciaram por volta de crianças de 8, 9 e 10 anos de idade com melhores escores para as meninas. No grupo adulto, as diferenças ocorreram em todas as variáveis com os melhores escores para as mulheres. No teste de salto lateral e o de impulsão horizontal os resultados

melhoraram com o aumento da idade cronológica e as variáveis do equilíbrio tiveram boa correlação com os testes motores. Conclui-se que mesmo até os 10 anos de idade o equilíbrio postural ainda não está totalmente desenvolvido e por volta dos 8, 9 e 10 anos começam a aparecer as diferenças entre gêneros, as quais são amplamente vistas na idade adulta em benefício das mulheres. Ambos os testes motores (teste de salto lateral e teste de impulsão horizontal) apresentaram valores similares aos encontrados na literatura, porém necessita-se da criação de dados normativos para a população brasileira.

Palavras-chave: Equilíbrio postural, desempenho motor, maturação, crianças.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF POSTURAL BALANCE AND MOTOR PERFORMANCE OF 4
TO 10 YEARS-OLD CHILDREN

Author: Luiz Fernando Cuozzo Lemos

Adviser: Profa. Dra. Ana Cristina de David

The aim of this study was to compare values of postural balance of 4 to 10 years-old children with a group of adults and correlate them with motor performance. The research project was approved by the Ethics Committee in Human Research of the Medical School of UnB with protocol nº 006/2009. For measurement of static postural balance was used the kinetic data obtained from one AccuSway Plus AMTI force plate. Anteroposterior (aCOFap) and mediolateral (aCOFml) range of center of pressure and average velocity (Vm) of the center of pressure displacement were recorded. The acquisition frequency was 100 Hz during 30 seconds trials. Three trials for each individual were collected with eyes open and another three with eyes closed. The mean of three trials for each variable were calculated for analysis. The kinetic data were filtered using Matlab ambient and a fourth order low-pass filter with 10 Hz cut-frequency. The motor tests used for children were the lateral jump sideways (KTK's battery) and the standing long jump (Johnson and Nelson, 1979). Participated in this study 153 children, divided into seven groups with 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 years-old and a group of 47 adults. The results showed that using vision just 9 and 10 years-old children group did not differ statistically from adult group for aCOFap variable. The variables aCOFml and VM were not different for the group of 10 years. For the eyes closed situation just the 9 years-old group in Vm variable did not differ from adults. With respect to gender the results showed that differences started around 8, 9 and 10 years-old with better scores for girls. In the adult group the differences were found in all variables with better scores for women. In the lateral jump sideways test and in the standing long jump test the results improved with increasing of chronological age. Variables of the balance had a good correlation with motor tests. We can conclude that until 10 years-old the postural balance is not yet fully developed and around 8, 9 and 10 years-old the gender differences begin to appear, which are widely viewed in adult in the benefit of women. Both motor tests

(lateral jump sideways test and standing long jump test) had values similar to those found in the literature, but it is necessary to establish the normative data for the brazilian population.

Key words: Postural balance, motor performance, maturation, children.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema e sua importância

O desenvolvimento físico é um fenômeno natural e dinâmico que acontece desde a fecundação do indivíduo, na vida pré-natal, até a morte (Leite, 2002; Gallahue e Ozmun, 2001) resultante da interação entre os fatores hereditários e ambientais. Na infância e adolescência ocorrem grandes mudanças físicas nos indivíduos, como o crescimento. À medida que o tempo passa, as crianças crescem rapidamente, ou seja, têm um aumento dos tecidos que compõem seus corpos, somados a mudanças coordenativas das funções motoras. Essas modificações ocorrem tanto no número, quanto na complexidade e na qualidade das ações motoras (Barela, 1999).

Tais modificações corporais, na infância, são estudadas há muitos anos (Malina e Bouchard, 1991), geralmente mensurando-se variáveis como massa e estatura corporal. Todavia, somente essas variáveis não explicam as mudanças na coordenação e na integração de estímulos, as quais alteram, por exemplo, variáveis como força, agilidade, velocidade e o equilíbrio.

Com relação ao equilíbrio, sabe-se que ele é fundamental para diversas atividades do dia-a-dia e para manutenção da independência das pessoas, sendo as situações de desequilíbrio fatores possivelmente responsáveis por quedas e, conseqüentemente, associadas ao risco de lesões (Corbeil *et al.*, 2001).

Em idosos, por exemplo, alguns fatores de risco para a saúde, como quedas e perda da independência, podem ocorrer por distúrbios do equilíbrio (Benedetti *et al.*, 2008). Em crianças essa habilidade é primária para o desenvolvimento das habilidades locomotoras e demais capacidades motoras. Em virtude disso, profissionais da educação física, fonoaudiologia e fisioterapia, entre outros, têm estudado inúmeras questões relacionadas ao complexo sistema de controle postural.

O sistema de controle postural está baseado em três sistemas sensoriais: o visual, o vestibular e o somatossensorial (Hue *et al.*, 2007; Hsu *et al.*, 2009). Aliado a esses sistemas, existe também a relação do equilíbrio postural com as funções motoras (força de membros inferiores, agilidade, coordenação e velocidade), as

quais são responsáveis pelos movimentos que auxiliam na manutenção da posição ereta estável, no caso de equilíbrio estático.

A Biomecânica possui instrumentos capazes de mensurar variáveis relacionadas ao equilíbrio postural. O centro de força (COF) e o centro de massa (COM) são exemplos dessas variáveis e têm sido utilizadas para estudo do controle postural (Hsu *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Mann *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008).

Procurando entender os fatores que influenciam o equilíbrio postural, Mochizuki *et al.* (2003) citam a altura do COM, a distância entre a linha da gravidade (LG) – linha vertical que passa pelo centro de massa – e o limite da base de apoio (BOS), massa do corpo, a área da BOS e a velocidade de deslocamento do COM. Complementando essa informação Hsu *et al.*, (2009) verificaram que em crianças de 3 a 12 anos (do Taiwan) foi encontrada correlação entre valores do equilíbrio postural com a idade cronológica, e fatores como a massa corporal e estatura.

Logo, supõe-se que crianças durante o crescimento devem ter diversas alterações nas variáveis citadas por Mochizuki *et al.* (2003), somando-se a um amadurecimento dos sistemas envolvidos no controle postural.

Nesse sentido, Brêtas *et al.* (2005) avaliaram 86 crianças de 6 a 10 anos de idade em diversas tarefas que mensuravam as funções motoras, perceptuais e a dominância lateral. Dentre essas variáveis avaliadas, as crianças apresentaram, de forma geral, bons resultados em todas elas, porém, vale destacar que nas conclusões do estudo os autores expuseram que houve exceções nos resultados positivos para apenas três atividades, e essas eram as que se relacionavam a habilidade de manutenção do equilíbrio estático, mostrando assim, certa dificuldade para execução da tarefa solicitada, por parte das crianças do estudo (Brêtas *et al.*, 2005).

Já no estudo de Hsu *et al.*, (2009), quando foram comparados os valores do equilíbrio postural de crianças de diferentes faixas etárias com o de um grupo de adultos em diferentes condições que alteravam as entradas sensoriais, os autores apontaram não haver diferenças estatisticamente significativas entre as crianças por volta dos 8 e dos 12 anos de idade e o grupo adulto quando avaliados em superfície rígida e em superfície macia.

Assim, verifica-se a necessidade de estudos nessa área visando maiores conhecimentos para tratamentos médicos, fonoaudiológicos, fisioterápicos e físicos.

Além disso, a relação entre o equilíbrio postural com o desempenho motor ao longo da infância e o desenvolvimento do equilíbrio de crianças comparado a um padrão adulto não foram desenvolvidos no país, sendo grandemente apropriada sua pesquisa, visto que tais dados facilitarão a compreensão do comportamento da maturação dos sistemas de controle postural.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Comparar o equilíbrio postural de crianças dos 4 aos 10 anos de idade com um grupo de adultos e correlacionar com o desempenho motor.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar a amplitude do centro de força na direção ântero-posterior (aCOFap) e médio-lateral (aCOFml) e a velocidade média de deslocamento do COF (V_m) entre as diferentes faixas etárias;

- Comparar a amplitude do centro de força ântero-posterior (aCOFap) e médio-lateral (aCOFml) e a velocidade média de deslocamento do COF (V_m) entre gêneros em diferentes faixas etárias;

- Comparar os valores dos testes motores de impulsão horizontal (força explosiva de membros inferiores) e o de salto lateral (agilidade) entre crianças de diferentes faixas etárias;

- Correlacionar os testes motores de impulsão horizontal (força explosiva de membros inferiores) e o de salto lateral (agilidade) com valores das variáveis de equilíbrio postural.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Equilíbrio postural

O conceito de equilíbrio está associado à idéia de corpo em postura estável. Do ponto de vista mecânico, diz-se que um corpo está em equilíbrio estático quando diversas forças e momentos que agem sobre ele estão em sentidos opostos e se anulam (Duarte, 2000). Porém, no corpo humano o termo mais correto para definir uma situação de equilíbrio sobre a base de suporte é equilíbrio quase-estático, pois os indivíduos estão submetidos à aceleração da gravidade, o que causa pequenos desequilíbrios, havendo a necessidade de se corrigir essa oscilação corporal para a manutenção da postura em pé.

Sendo assim, para que a orientação postural ocorra, o controle da posição e velocidade do tronco no espaço é de fundamental importância e pode ser considerado o principal objetivo do sistema de controle postural uma vez que a maior parte da massa do corpo se encontra no tronco (Horak e Macpherson, 1996). O equilíbrio passa a ser alcançado quando a projeção do COM se encontra nos limites da BOS, (Mochizuki e Amadio, 2003), que corresponde à área delimitada pelos pontos de contato entre os segmentos corporais e a superfície de suporte o que, na posição estática, constitui-se de um quadrângulo delimitado pelos calcânhares e dedos do pé (Horak e Macpherson, 1996). Porém, apesar da atividade de manutenção do equilíbrio parecer simples, as quedas são inevitáveis ao longo de nossas vidas (Corbeil *et al.*, 2001).

Considerando-se a contribuição dos fatores antropométricos e biomecânicos, a manutenção da posição ereta exige um complexo sistema sensorio-motor de controle, que opera por meio de um conjunto de informações provenientes das aferências sensoriais, produzindo respostas manifestadas pela atividade muscular para corrigir os pequenos desvios do centro de gravidade (CG) do corpo (Lin e Woollacott, 2005). Complementando essa consideração, Duarte (2000) afirma que a estabilidade é alcançada gerando momentos de força sobre as articulações do corpo para neutralizar o efeito da gravidade ou qualquer outra perturbação em um processo contínuo e dinâmico durante a permanência em determinada postura.

Segundo Lima *et al.*, (2001) o equilíbrio postural tem fundamental importância no relacionamento espacial do organismo com o ambiente. Os sistemas que colaboram para a manutenção do equilíbrio são: a visão (sistema visual), a

sensibilidade proprioceptiva (sistema somatossensorial) e o aparelho vestibular (sistema vestibular), como ilustrado na Figura 1. Com a perfeita integração desses sistemas, em nível cerebral, juntamente com memórias de experiências prévias, a correta postura do indivíduo é determinada e, portanto, qualquer disfunção nestes sistemas pode desencadear sintomas de falta de equilíbrio.

Para que a postura corporal seja mantida, além da interação dos três sistemas sensoriais, como ilustrado na Figura 1, as habilidades motoras também são importantes. Filho *et al.*, (2003) mostram em seu estudo que o equilíbrio e as demais habilidades motoras são determinados pela maturação nervosa primeiramente, e posteriormente, sua evolução depende da influência do meio. Sabe-se que o ambiente e o próprio organismo são reconhecidos pelos seres vivos através dos órgãos dos sentidos, que captam as informações e transmitem-nas ao sistema nervoso central (Horak e Macpherson, 1996). Em geral, para que a manutenção do equilíbrio ocorra, os sistemas sensoriais agem de forma a conduzir informações específicas, relacionadas ao posicionamento do corpo no espaço, cabendo ao sistema nervoso central organizar estas informações e controlar a postura corporal tanto estática quanto dinâmica. Resumidamente, pode-se dizer que o controle postural depende das informações sensoriais disponíveis para que ações motoras sejam desencadeadas.

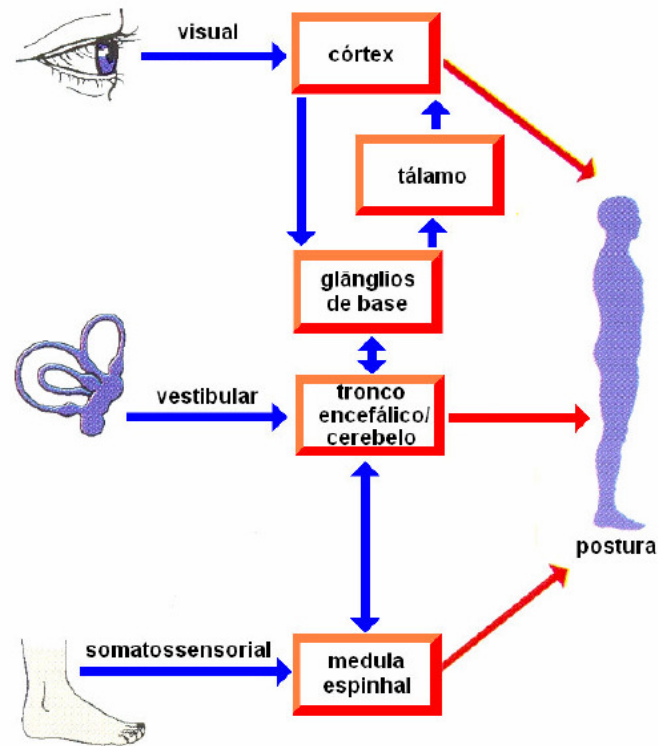


Figura 1: Influências sensoriais sobre o controle do equilíbrio.

(Fonte: Lundy-Ekman, 2000).

Pode-se fazer um aparato dos sistemas que integram no controle do equilíbrio visando englobar a interação destes para, posteriormente, entender como ocorrem as alterações do equilíbrio. Segundo Wieczorek (2003) cada um dos três sistemas envolvidos no controle do equilíbrio possui vários caminhos distintos e são formados anatômica e funcionalmente por subsistemas diferentes que realizam tarefas especializadas. Para Ramos (2003), o ponto de referência para cada um dos sistemas pode ser: baseado nas forças gravitacionais (para o sistema vestibular), baseado nas informações colhidas a partir do contato com o meio (sistema somatossensorial) e, baseados nas características externas do ambiente (sistema visual). A seguir, será apresentado cada um destes sistemas, de forma que cada um deles seja melhor entendido e para que suas relações sejam definidas com o equilíbrio postural.

2.1.1 Sistema vestibular

O sistema vestibular fornece informações sobre a posição e movimento da cabeça em respeito à força da gravidade e forças inerciais (Duarte, 2000). Ele possui dois tipos de receptores que sentem diferentes aspectos da orientação e movimento da cabeça. Os receptores que detectam acelerações angulares são os canais semicirculares preenchidos com fluido. Certas regiões desses canais têm células sensoriais ciliares. Quando a cabeça roda, a inércia do fluido move essas células ciliares e causa a liberação de um neurotransmissor. Os canais semicirculares são particularmente efetivos na detecção de rápidas acelerações. Os receptores que detectam alterações lineares são o utrículo e o sáculo. Dentro destas estruturas há uma região chamada mácula com células ciliares, que se protegem em uma membrana gelatinosa, o otólito. O movimento linear desta membrana gelatinosa provoca uma inclinação das células ciliares causando a liberação de um neurotransmissor (Duarte, 2000).

Segundo Spirduso (2005) o sistema vestibular dá informações de referências necessárias para controlar a oscilação corporal. O sistema vestibular fornece, ao sistema nervoso central, informações sobre a posição e movimentação da cabeça no espaço, em relação à força gravitacional e às forças inerciais (Shumway-Cook e Woollacott, 1995; Spirduso, 2005). Como os olhos podem se mexer enquanto a cabeça está estacionária e a cabeça pode se mexer enquanto os olhos permanecem fixos em um alvo, o papel do sistema vestibular é crucial, pois fornece informações que são independentes das informações visuais (Spirduso, 2005).

2.1.2 Sistema somatossensorial

O sistema somatossensorial fornece ao sistema nervoso central informação sobre a posição e movimentação do corpo no espaço em relação à superfície de suporte e também com relação aos segmentos corporais (Almeida *et al.*, 2009; Shumway-Cook e Woollacott, 1995; Spirduso, 1995).

Almeida *et al.*, (2009) relatam que o sistema somatossensorial possui grande capacidade de se reorganizar, chamada de plasticidade cortical ou neuroplasticidade e, seu desenvolvimento depende de estímulos, pois a área de representação cortical

motora é mais desenvolvida em pessoas que têm maior uso em virtude de alguma deficiência ou prática específica.

As informações deste sistema são colhidas em todo o corpo, podendo ser através do toque, temperatura, dor e propriocepção, tendo essa última especial importância no controle postural pela identificação a todo instante das posições corporais e correção da geometria corporal (Mochizuki e Amadio, 2006).

Em superfícies estáveis o sistema somatossensorial é predominante sobre os demais, visto que existem evidências literárias da superioridade dessa informação na manutenção do equilíbrio, sendo o risco de queda muito maior em pacientes com o sistema nervoso central afetado (Nardone *et al.*, 2006; Mergner *et al.*, 1997).

2.1.3 Sistema visual

Já é sabido que o controle postural depende das informações sensoriais disponíveis para que ações motoras sejam desencadeadas. Resumidamente, pode-se dizer que o sistema visual fornece informações sobre o ambiente, a localização, a direção, o sentido e a velocidade de movimento do indivíduo (Mochizuki e Amadio, 2006; Spirduso, 2005).

Porém, o efeito da visão irá depender da tarefa e do contexto, no qual a cena visual móvel poderá induzir uma percepção ilusória de movimento do próprio corpo e afetar a manutenção do equilíbrio postural, gerando oscilação corporal. Além disso, a influência da cena móvel na estabilidade postural depende das características, não só do ambiente visual, mas também da superfície de suporte, incluindo tamanho da base de suporte e sua rigidez e conformidade (Horak e Macpherson, 1996). O deslocamento de um alvo estruturado na retina, segundo Paulus *et al.*, (1989) é o principal estímulo visual para o sistema de controle postural controlar a magnitude de oscilações corporais. Na verdade, o sistema de controle postural busca manter as dimensões de um cenário visual estruturado na retina para diminuir a oscilação corporal. Quando o indivíduo oscila para frente, a referência visual que estava projetada na retina aumenta de tamanho, isto faz com que o sistema de controle postural altere o sentido da oscilação para manter o quadro de referência estabelecido (Guerraz *et al.*, 2000; Isableau *et al.*, 1997).

2.2 O desenvolvimento motor e equilíbrio postural na infância

A infância é um período de grande importância no desenvolvimento do ser humano, tanto nos aspectos biológicos como psicossociais e cognitivos (Bortolote e Brêtas, 2008). Além disso, esta fase é marcada por aumentos estáveis da estatura e do peso corporal e, por sua vez, da massa muscular, sendo a taxa de crescimento desacelerada lentamente (Bergmann *et al.*, 2009). O início da infância, portanto, representa um período ideal para que a criança se desenvolva e defina um grande número de tarefas motoras, e assim aumentando seu repertório motor de movimentos fundamentais (correr, pular, arremessar, chutar, rolar, entre outros), os quais serão base para o aprendizado de habilidades motoras especializadas (Castro, 2008). As diferenças de gênero podem ser observadas em termos de estatura e peso, mas são mínimas, conforme os dados do estudo de Roman e Barros Filho (2007). As estruturas físicas de pré-escolares do gênero masculino e do gênero feminino são similares, quando vistas de uma posição posterior, com os garotos sendo ligeiramente mais altos e pesados.

O movimento humano é uma interação da maturação dos sistemas corporais somado com as experiências vividas no seu meio ambiente (Silva *et al.*, 2000). Ele ocorre devido à presença de estímulos (captado pelos órgãos sensoriais), os quais através de vias aferentes chegam ao sistema nervoso central (SNC) (realizando a integração e resposta ao estímulo) e por fim, através de vias eferentes, emite uma resposta motora para ser executada pelo sistema locomotor (Silva *et al.*, 2000). Na infância, se as crianças não tiverem oportunidade para a prática física, instrução e encorajamento, muitos indivíduos não vão poder adquirir as informações motoras e perspectivas necessárias para desempenhar eficientemente atividades motoras.

Entre uma gama de movimentos existentes nessa fase da vida há os estabilizadores fundamentais, os quais geram nas crianças a possibilidade de obterem e manterem um ponto de origem para as explorações que realizam no espaço, mantendo equilibrada a relação indivíduo/força de gravidade (Gallahue e Ozmun, 2001). Durante o processo de desenvolvimento da criança, o controle do equilíbrio é um dos desafios a ser vencido, o qual garantirá a estabilidade postural e, conseqüentemente, a possibilidade de execução de movimentos bem sucedidos dos membros (Feitosa *et al.*, 2008)

É de extrema importância investigar todos os fatores que envolvem a evolução da criança e de possíveis problemas ligados ao desenvolvimento psicomotor, o que pode possibilitar a detecção e a intervenção precoce como em casos de crianças com atrasos evolutivos, procurando utilizar alguns programas que estimulem esses indivíduos, possivelmente, reduzindo os efeitos em longo prazo desses atrasos de desenvolvimento (Brêtas *et al.*, 2001).

Os valores encontrados de aptidão física entre crianças e adolescentes sofrem influências de fatores como transformações fisiológicas e anatômicas causadas por descargas de hormônios que aumentam com o início da puberdade, que é influenciado pela quantidade de atividade física realizada habitualmente (Bergmann *et al.*, 2005).

Brêtas *et al.* (2005) avaliaram as funções psicomotoras de crianças entre seis e dez anos de idade de ambos os gêneros. Através dos resultados os autores verificaram que de maneira geral as crianças apresentaram boa coordenação motora, dinâmica corporal e postura, porém, em algumas atividades de equilíbrio estático demonstraram certa dificuldade. O equilíbrio é muito utilizado diariamente na vida destas crianças e, segundo os autores, já deveria estar organizado nesta faixa etária (entre seis e 10 anos), ou em vias de organização. Na avaliação da percepção, o esquema corporal destas crianças apresentou-se já organizado, pois as crianças percebem o seu corpo através dos sentidos (visão, tato e sentido cinestésico). Em relação à adaptação espacial, uma parte do grupo apresentou dificuldades ao se adaptar espacialmente levando em conta o fato de nessa população estudado encontra-se crianças com idade abaixo dos oito anos, nas quais certas funções não estão completamente desenvolvidas, devendo ter o amadurecimento completo por volta de até os dez anos de idade.

Esse amadurecimento dos sistemas de controle postural e sua utilização na manutenção do equilíbrio postural é diferenciado na importância dada a cada sistema (visual, vestibular e somatossensorial) em cada idade distinta (Hsu *et al.*, 2009). É sabido que a informação visual pode ser usada para diminuir a oscilação corporal, já que com os olhos fechados há um aumento da magnitude da oscilação (Paulus *et al.*, 1984). O sistema vestibular fornece informações em relação a movimentos que envolvam deslocamentos do corpo com alterações na posição da cabeça, sendo que essa informação necessita ser combinada com as informações

da posição do tronco para a discriminação da posição de um segmento corporal em relação ao outro (Sage, 1984).

Relacionando à utilização dos sistemas sensoriais para a manutenção do controle postural, algumas pesquisas têm reforçado a idéia da existência de uma utilização predominantemente da informação visual para a manutenção do controle da postura nas fases iniciais do desenvolvimento motor (Woollacott *et al.*, 1987; Hsu *et al.*, 2009).

O sistema visual contribui na detecção de movimentos corporais relativo a um determinado ambiente (Paulus *et al.*, 1989), sendo para Massion (1992), o mais complexo dos sistemas envolvidos na estabilidade corporal, pois fornece informações do ambiente, da direção, do sentido e da velocidade dos movimentos corporais em relação ao ambiente.

Por outro lado, alguns estudos têm contestado esta predominância do sistema visual na manutenção do equilíbrio nas fases iniciais da aquisição da postura ereta, colocando em foco a utilização da informação proveniente dos demais sistemas sensoriais (Lebiedowska e Syczewska, 2000; Barela *et al.*, 2000).

Woollacott (1993) descreve os fatores que contribuem para o controle do equilíbrio: a habilidade para usar as aferências visual, vestibular e somatossensorial, a ativação apropriada das respostas sinérgicas dos músculos posturais, o uso de mecanismos de adaptação que modificam a aferência sensorial dominante e, por fim, a ativação muscular com força suficiente para correção da postura.

Trabalhos têm sugerido uma melhora na estabilidade da postura de acordo com o aumento de idade de crianças, verificada pela redução da variabilidade da velocidade de oscilação (Riach e Starkes, 1994; Hsu *et al.*, 2009).

Nesse sentido, os sete anos de idade parecem constituir uma idade chave no desenvolvimento do controle postural. Estudos indicam a existência de mudanças posturais que se iniciaram nesta idade se desenvolvendo até uma idade ainda não confirmada, mas que estaria por volta do final da puberdade (Assaiante e Amblard, 1995). Porém, este intervalo de idade dá a impressão de uma grande lacuna dentro de uma fase em que grandes alterações de natureza física e cognitiva estão ocorrendo. Tais características levantam a hipótese da existência de alterações nos mecanismos de controle postural em meio a este intervalo.

Rival *et al.*, (2005) realizaram em seu estudo uma análise das mudanças no controle da posição ereta, ao quantificar a magnitude da amplitude e da velocidade

do centro de força em crianças de seis, oito e dez anos de idade. Os resultados mostraram que aos oito anos de idade ocorreu uma mudança na magnitude dos parâmetros, apresentando uma diminuição da velocidade do centro de força pelo aumento da idade, gerando assim uma maior estabilidade corporal.

A idade em que ocorre a transição do controle do equilíbrio para aquela forma utilizada predominantemente por adultos, é alvo de estudos. Peterson *et al.* (2006) investigaram o equilíbrio postural em crianças para determinar em qual faixa etária ocorre a integração das informações sensoriais de forma semelhante a que ocorre em adultos jovens normais. Foram avaliadas 80 crianças e adolescentes com idades entre seis e 12 anos de ambos os gêneros, e um grupo de 20 adultos jovens saudáveis com idades entre 20 e 22 anos de ambos os gêneros. Os resultados mostram valores significativamente maiores no desequilíbrio das crianças com sete e oito anos em comparação a crianças de 11 e 12 anos. Somente as crianças na faixa etária de 11 a 12 anos apresentam escores similares a adultos jovens. Em relação ao uso da informação visual e vestibular ocorreram diferenças entre as faixas etárias. As crianças na faixa de sete e oito anos diferem da faixa de 11 e 12 anos, em relação ao uso da informação visual, e diferem das de 12 anos em relação ao uso da informação vestibular. A faixa etária de 11 e 12 anos demonstrou utilizar a informação visual semelhante à forma utilizada pelos adultos. Somente as crianças com 12 anos demonstram utilização da informação vestibular semelhante à encontrada para adultos.

O sistema vestibular, assim como os proprioceptores e o cerebelo respondem por funções como tônus muscular, postura, equilíbrio postural, além da orientação espacial, parecendo este sistema estar associado ao sistema que engloba a aprendizagem escolar (Capovilla *et al.*, 2003).

Nesse sentido, Franco e Panhoca (2008), em seu estudo avaliaram a função vestibular em crianças na fase escolar com idade entre sete e doze anos, crianças estas com e sem queixas de dificuldades de aprendizagem na escola. Os resultados deste estudo mostraram que existiu relação estatisticamente significativa de alterações vestibulares nas crianças com queixas de dificuldades escolares. As implicações desses resultados na relação entre problemas vestibulares e problemas de aprendizagem são grandes, pois ao possuir alguma alteração vestibular, a criança pode ter interferência no equilíbrio devido ao fato do sistema vestibular ter direta ligação com a manutenção do equilíbrio associado aos outros sistemas visual

e proprioceptivo. Desta forma a criança pode ter associado à dificuldade de aprendizagem, problemas decorrentes do equilíbrio como, tonturas, desequilíbrios entre outros.

Em outro estudo que abordou a maturação do equilíbrio os autores tiveram como objetivo avaliar o desenvolvimento do controle postural de crianças em tarefas de equilíbrio dinâmico (Feitosa *et al.*, 2008). Os resultados encontrados pelos autores mostraram ocorrer uma tendência desenvolvimentista no controle postural dinâmico, porém essa tendência não se apresentou de maneira linear com o aumento da idade cronológica.

Suzuki *et al.* (2005), verificaram o equilíbrio estático de crianças com diagnóstico clínico de transtorno de déficit de atenção e de crianças sem o diagnóstico clínico desse transtorno, observando que as crianças afetadas tiveram alterações do equilíbrio estático quando comparadas com as crianças sem o transtorno. As crianças com o transtorno de déficit de atenção demonstraram dificuldades para a realização dos testes de equilíbrio, sendo esses achados, possivelmente, em decorrência do atraso do desenvolvimento motor. Essa maior dificuldade de manutenção de equilíbrio apresentado pelas crianças com déficits de atenção tem causa nas alterações globais que ocorrem no cérebro, sendo que as mudanças no controle do equilíbrio afetam não só o desenvolvimento motor, mas também o desenvolvimento afetivo e cognitivo (Suzuki *et al.*, 2005).

2.3 Avaliação motora em crianças

O desenvolvimento é um processo de transformações qualitativas, pelo qual os seres vivos conseguem maiores capacidades funcionais de seus sistemas, auxiliados pelas transformações quantitativas, ou seja, ocorre um aumento na capacidade do indivíduo na realização de funções cada vez mais complexas e com um acompanhamento relativo e equilibrado do crescimento das estruturas corporais e biológicas (Leite, 2002).

Fatores como as capacidades físicas e habilidades motoras estão intimamente ligadas com o desempenho em tarefas executadas por crianças (Catenassi *et al.*, 2007).

A habilidade motora grossa, por exemplo, é definida por Gallahue (2002) como a que envolve em sua manifestação a mobilização de grandes grupos

musculares produtores de força, estando ela intimamente relacionada às mais variadas ações utilizadas cotidianamente, como correr, pular, trotar, chutar, equilibrar entre tantas outras. A aquisição das habilidades motoras grossas possibilita diretamente o desenvolvimento de habilidades especializadas, sendo simbolizada pela aprendizagem de movimentos mais complexos de crianças, e em uma idade mais avançada, adolescentes e adultos (Gallahue, 2002). O mesmo autor complementa afirmando que embora o desenvolvimento esteja relacionado com a idade, deve-se lembrar que a idade cronológica é apenas um indicador geral da fase em que se está na hierarquia de desenvolvimento de aprendizagem de habilidade de movimento (Gallahue, 2002).

Déficits na habilidade motora grossa reflete-se em baixa proficiência em tarefas motoras mais complexas, que exigem a combinação de movimentos fundamentais na busca por habilidades mais elaboradas (Catenassi *et al.*, 2007), tendo impacto negativo sobre a auto-estima e a motivação para a prática de atividade física.

As capacidades físicas são também importantes na execução de tarefas motoras. O nível de importância na atuação de cada capacidade física depende do movimento ao qual o indivíduo é submetido. Bolaños (2004) expõe que as capacidades físicas são resistência aeróbica, composição corporal, flexibilidade, força e resistência muscular, equilíbrio, agilidade, coordenação, velocidade e resistência anaeróbica.

Para avaliar tais capacidades, ao longo dos anos, desenvolveram-se distintos protocolos e testes motores, os quais mensuram essas capacidades e assim, comparam-nas à padrões pré-existentes. Dentre as baterias de testes conhecidas e mais utilizados, para avaliação motora tem-se, no Brasil, o Projeto Esporte Brasil (PROESP-BR) (Gaya e Silva, 2007). Esse projeto seleciona, dentre os testes motores mais utilizados para avaliação de cada capacidade física, os que segundo os autores são mais fidedignos com a capacidade que o teste se propõe a medir e são de razoavelmente fácil execução (Gaya e Silva, 2007).

Dentre esses está o teste de impulsão horizontal, o qual é, atualmente, muito utilizado na pesquisa científica, para verificar a força explosiva de membros inferiores, sendo comparados resultados de pré e pós tratamentos, grupos experimentais e controles, grupos de atletas e sedentários, entre outros (Linhares *et al.*, 2009; Vasconcelos, 2009; Uezu *et al.*, 2008;).

No estudo de Linhares *et al.*, (2009) os autores analisaram os efeitos da maturação sexual em relação a diversas variáveis para escolares, do sexo masculino, na faixa etária de 10 a 14 anos. Entre as variáveis analisadas pelos autores, na mensuração de força de membros inferiores foi utilizado o teste de impulsão horizontal. Os resultados mostraram que ocorreram aumentos significativos nos valores alcançados pelos escolares em função do aumento da progressão da puberdade. Tal afirmação é fundamentada pelos autores, pelo fato de que no teste de impulsão horizontal a componente força exerce grande influência nos resultados obtidos, existindo uma tendência de aumento com o avançar da maturação, pois, nesse caso, os indivíduos estavam atravessando a puberdade, quando ocorre aumento da secreção de esteróides sexuais.

Porém, no estudo de Bojikian *et al.*, (2006), cujas autoras realizaram um estudo similar ao de Linhares *et al.*, (2009), os resultados se apresentaram diferentes. Neste estudo o objetivo foi descrever os componentes da aptidão física de jovens atletas do sexo feminino, em relação aos diferentes estágios de maturação sexual divididas em dois diferentes grupos etários (11 e 12 anos e de 13 a 15 anos), compostos de 118 jovens atletas de diferentes modalidades. Entre os diferentes testes utilizados para avaliar a aptidão física estava o teste de impulsão horizontal e para mensurar o estágio de maturação sexual foi utilizado o método proposto por Tanner, através da pilosidade pubiana. Os resultados indicaram que para jovens atletas do sexo feminino, nas faixas etárias estudadas, a maturação sexual não foi um aspecto que interferiu na avaliação da aptidão física de maneira geral.

Outro estudo que mensurou a força de membros inferiores pelo teste de impulsão horizontal foi o de Vasconcelos (2009). Neste trabalho a autora realizou avaliação do desempenho motor de crianças de cinco a sete anos de idade participantes e não participantes de um programa de atividades motoras. Foram comparados os resultados de força explosiva de membros inferiores entre o pré e pós-teste em 200 crianças, divididas em três grupos experimentais e um grupo controle. Os resultados mostraram que não houve uma tendência clara entre os grupos experimentais e o grupo controle antes e após a intervenção, sendo que no teste de impulsão horizontal duas escolas melhoraram seu desempenho significativamente, enquanto outras duas, incluindo o grupo controle, não obtiveram o mesmo resultado (Vasconcelos, 2009). Com relação ao gênero e faixa etária, os

meninos tiveram resultados melhores que meninas e as crianças mais velhas foram superiores que as mais novas. Tais dados foram explicados pela autora pela presença de fatores de crescimento e maturação (Vasconcelos, 2009).

Já no estudo de Uezu *et al.* (2008), os autores objetivaram verificar quais as variáveis, isoladas ou em combinação, diferenciam jovens atletas de handebol de dois níveis competitivos, sendo o grupo de estudo composto de 48 atletas (18 escolares e 30 federados) do sexo masculino, com idade entre 13 e 14 anos. Esse estudo realizou medidas antropométricas, testes motores (entre eles o teste de impulsão horizontal) e demais variáveis. Os resultados mostraram que a combinação da estatura, potência de membros inferiores, agilidade e força de arremesso foram os melhores marcadores para diferenciar os grupos (escolar e federado) (Uezu *et al.*, 2008), o que mais uma vez mostra a importância desse tipo de teste.

Outra importante bateria de testes conhecida e bastante utilizada na literatura é o teste de coordenação de *Körper Koordinationstest für Kinder* (KTK) (Kiphard e Schilling, 1974). Tais testes são compostos de uma bateria de quatro tarefas distintas e possuem escores de avaliação separadamente (Gorla e Araujo, 2007; Gorla, 2000). Alguns estudos avaliam a bateria completa, porém outros apenas mensuram algumas dessas variáveis (Buderath *et al.*, 2009; Waelvelde *et al.*, 2006).

Essa bateria é composta do teste de salto lateral, transferência sobre plataformas, trave de equilíbrio e saltos monopédais, os quais avaliam respectivamente, velocidade em saltos alternados (agilidade), lateralidade/estrutura espaço-temporal, estabilidade do equilíbrio em marcha para trás, e coordenação e força dos membros inferiores (Gorla e Araujo, 2007).

Com relação a essa bateria de testes (KTK), no estudo de Waelvelde *et al.*, (2006) os autores utilizaram apenas o teste de salto lateral para avaliação da agilidade de 36 crianças com transtorno de coordenação e desenvolvimento, comparando-as com 36 crianças sem o transtorno, sendo ambos os grupos com idades entre nove e dez anos. Os resultados mostraram valores superiores em favor das crianças sem o transtorno, sendo que os autores justificam o pior desempenho motor das crianças afligidas pelo transtorno em virtude do fato dos déficits alterarem a noção temporal do movimento.

No estudo de Collet *et al.*, (2008) os autores realizaram a bateria completa do protocolo de testes do KTK em 243 escolares de 8 a 14 anos da rede estadual de ensino de Florianópolis e, através dos resultados obtidos em cada tarefa,

trabalharam com o quociente motor (QM). Segundo os autores o QM é um indicador global da capacidade de coordenação motora que resulta dos valores obtidos em cada teste da bateria KTK, sendo que os cálculos são efetuados, considerando-se os valores normativos para cada teste, ajustando os resultados a cada intervalo etário (Collet *et al.*, 2008).

O estudo analisou o nível de coordenação motora desses escolares em relação ao gênero, faixa etária, prática esportiva extraclasse e IMC (Collet *et al.*, 2008). Os resultados desse estudo mostraram que os escolares do gênero masculino apresentaram melhores níveis de coordenação motora do que as do gênero feminino, um decréscimo significativo nos níveis de coordenação em escolares com idade mais avançada, que os praticantes de esportes em horário extraclasse possuíam índices mais elevados de coordenação motora, e que os escolares com sobrepeso/obesidade revelaram níveis expressivos de baixa coordenação (Collet *et al.*, 2008).

Lopes e Maia (1997) em seu estudo analisaram a magnitude da mudança nas capacidades de coordenação corporal em crianças de oito anos de idade sujeitas a dois programas de ensino e a duas frequências letivas semanais (aulas duas vezes semanais e aulas três vezes semanais) ao longo de um trimestre letivo. Um dos programas de ensino consistiu no bloco jogos do programa oficial do primeiro ciclo do ensino básico de Portugal e o segundo programa consistiu numa unidade didática que tinha por base o basquetebol sendo a capacidade de coordenação corporal avaliada através da bateria de testes KTK (Lopes e Maia, 1997). Os resultados mostraram melhorias em todos os grupos, porém o programa oficial mostrou um maior efeito sobre a melhoria do item saltos lateral.

2.4 Cinética (plataforma de força)

Plataformas de força são instrumentos utilizados para mensurar a força de reação do solo (FRS) e suas três componentes ortogonais (médio-lateral, ântero-posterior e vertical) através de transdutores do tipo extensômetros (*strain gauges*), piezoelétricos, piezoresistivos ou capacitivos (Winter *apud* Moraes, 2000). A solicitação mecânica provoca nos extensômetros uma deformação relativa à mudança na resistência elétrica, que é proporcional a força aplicada. Esses

extensômetros se encontram dispostos em um circuito elétrico tipo ponte de Wheatstone.

Normalmente, as deformações mecânicas são muito pequenas (na região elástica), e as variações de resistência elétrica correspondentes são muito pequenas também. Desta forma, um dispositivo chamado condicionador de sinais converte variação de resistência elétrica em variação de voltagem (além de amplificar, filtrar, etc.).

A Figura 2 mostra um esquema ilustrativo de todo o processamento que ocorre a partir da coleta de dados desde os transdutores na plataforma de força até a visualização pelo monitor, incorporado ao computador. As cargas que são aplicadas sobre as plataformas são convertidas em tensões elétricas através da matriz de sensibilidade de cada plataforma. Estas tensões são então amplificadas e convertidas utilizando-se de um conversor analógico/digital (A/D). Estes sinais digitais são visualizados pelo operador através do equipamento de informática, sendo geralmente normalizados em relação à massa corpórea de cada indivíduo avaliado (Moraes, 2000).

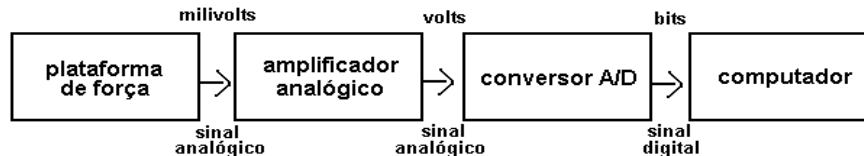


Figura 2: Diagrama de blocos do processamento dos sinais obtidos pela plataforma de força. (Fonte: Moraes, 2000).

Deve-se observar que a FRS muda em magnitude, direção e ponto de aplicação durante o período em que o indivíduo está em contato com a superfície. A FRS é um vetor e para a análise é geralmente decomposta em: F_z (componente vertical); F_y (componente ântero-posterior) e F_x (componente médio-lateral). Uma possibilidade de medida que algumas plataformas fornecem são os deslocamentos do centro de força, denominados na literatura como COF (*Center of Force*). O COF é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície e refere-se à medida de posição definida por duas coordenadas (x e y) na superfície da plataforma. Estas são identificadas em relação à orientação na qual o indivíduo que se encontra sobre a plataforma: direção médio-lateral e direção ântero-posterior. A posição do COF é calculada em cada instante do movimento.

As direções avaliadas são a ântero-posterior e a médio-lateral, de acordo com o sistema de coordenadas que a própria plataforma fornece. A partir desses dados é possível obter informações sobre o equilíbrio postural do indivíduo (Barela e Duarte, 2005).

2.5 Avaliação cinética do equilíbrio postural

A estabilometria requer que os indivíduos testados mantenham-se sobre a plataforma de força durante um tempo pré-determinado, tendo um período de descanso entre as tentativas, seguindo um determinado posicionamento dos pés. Todos esses dados após a aquisição analógica, são convertidos para formato digital e utiliza-se um filtro para retirar possíveis ruídos do sinal. Abaixo se apresenta os detalhes dos métodos e das variáveis mais utilizadas nos protocolos de estudo:

Atualmente, na literatura consultada se encontrou diferentes tempos de aquisição para dados de equilíbrio postural estático em plataforma de força. Essa variação do tempo de coleta depende do objetivo dos distintos estudos existentes que abordam a estabilometria. Existem estudos que abordam até mesmo 30 minutos sobre a plataforma de força (Duarte, 2000), porém, nesse caso o objetivo da análise é distinto, pois analisa os efeitos da fadiga.

A maioria dos estudos sobre o equilíbrio estático utilizam tempo entre dois minutos (Harringe *et al.*, 2008), sessenta segundos (Hsu *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2008), trinta segundos (Heller *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2008; Harringe *et al.*, 2008; Tsai *et al.*, 2008; Blanchard *et al.*, 2007; Genthon e Rougier, 2005; Lebedowska e Syczewska, 2000), vinte segundo (Stins *et al.*, 2009; Laufer *et al.*, 2008; Cherng *et al.*, 2007) e dez segundos (Mann *et al.*, 2008).

Em estudos que realizam mais de uma tentativa na avaliação do equilíbrio postural, existem poucas citações do tempo de intervalo entre as elas, porém nos que citam, o tempo é geralmente de aproximadamente dois minutos (Blanchard *et al.*, 2007; Genthon e Rougier, 2005; Oliveira, 1996; Prieto *et al.*, 1996; Tarantola *et al.*, 1997).

Alguns estudos têm utilizado apenas uma tentativa para análise do equilíbrio postural (Hsu *et al.*, 2009; Colné *et al.*, 2008; Lebedowska e Syczewska, 2000), já

outros pesquisadores utilizaram duas tentativas (Laufer *et al.*, 2008). No entanto, a maioria dos artigos encontrados utilizam a média de três tentativas (Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008; Cherng *et al.*, 2007) ou, até mesmo, de quatro tentativas (Stins *et al.*, 2009).

A literatura consultada mostra que todos os estudos utilizaram testes com os indivíduos descalços e a maioria das testagens é realizada com os pés posicionados a uma distância similar ou igual à largura do quadril ou dos ombros dos indivíduos, respeitando as individualidades biológicas de cada um (Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Laufer *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008). Porém, foram encontrados estudos que realizaram as coletas com os pés juntos (Mann *et al.*, 2008; Lebedowska e Syczewska, 2000), outros trabalhos com a posição de um pé a frente do outro e/ou em apoio unipodal (Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2008).

Além desses posicionamentos dos pés, no estudo de Stins *et al.*, (2009) os autores utilizaram uma distância fixa de oito centímetros entre os pés.

A distância utilizada para manutenção do foco da visão a frente é, na maioria dos estudos consultados, de dois metros (Stins *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Harringe *et al.*, 2008; Tsai *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008). Alguns estudos referem-se a uma distância menor, de um metro (Laufer *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008).

O movimento humano acontece em baixas frequências. Segundo o *Teorema de Nyquist* a frequência de amostragem deve ser de pelo menos duas vezes maior que a máxima frequência do espectro desse sinal, para que possa posteriormente ser reconstituído com o mínimo de perda de informação. Diante de tal informação, somando-se às colocações de Duarte (2000) que afirma que o movimento de equilíbrio quase-estático acontece, em sua maioria até a frequência de 2 Hz, a frequência mínima de amostragem para essa tarefa deveria ser em torno de 5 Hz. Porém, como já dito, essa seria a frequência mínima, mas a literatura consultada utiliza na sua grande maioria a frequência de 100 Hz (Stins *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Tsai *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008; Cherng *et al.*, 2007).

Outras frequências também foram utilizadas na literatura, como, por exemplo, 1000 Hz (Heller *et al.*, 2009), 64 Hz (Genthon e Rougier, 2005), 50 Hz (Laufer *et al.*, 2008; Harringe *et al.*, 2008), 40 Hz (Colné *et al.*, 2008) e 20 Hz (Mcgraw *et al.*, 2000).

Para retirada de ruídos do sinal coletado utiliza-se o processo de filtragem dos dados. Para isso, a literatura aponta como processo mais utilizado um filtro *Butterworth* passa-baixas, divergindo com relação à frequência de corte e a ordem do filtro que são as mais utilizadas.

Alguns autores apontam como a frequência de corte para o equilíbrio postural em plataforma de força em 20 Hz (Lemos *et al.*, 2009a), outros apontam valores entre 10 Hz e 12,5 Hz (Stins *et al.*, 2009; Tsai *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Harringe *et al.*, 2008) e ainda existem autores que utilizam valores inferiores (Mann *et al.*, 2009).

Com relação a ordem do filtro *Butterworth* passa-baixas a grande maioria dos estudos utilizam filtros de quarta ordem (Lemos *et al.*, 2009a; Harringe *et al.*, 2008) ou de segunda ordem (Stins *et al.*, 2009; Mann *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2008).

Porém, é sabido que um filtro que consiga atenuar o ruído o sinal com maior eficiência é aquele que conter em seu resíduo uma curva de distribuição normal. Portanto, o método utilizado por De Paula (2008) possibilita analisar o resíduo retirado do sinal bruto e, assim, optar por uma frequência e ordem que corte com maior eficiência para atenuar o ruído do sinal.

Através dos valores de FRS obtidos pela plataforma de força e após o cálculo do COF, tem-se uma série de variáveis que se pode analisar. Na literatura consultada diversos estudos utilizam variáveis distintas, como por exemplo:

Amplitude de deslocamento do COF (Stins *et al.*, 2009; Heller *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2009a; Mann *et al.*, 2009; Laufer *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008; Blanchard *et al.*, 2007);

Velocidade média de deslocamento do COF (Hsu *et al.*, 2009; Laufer *et al.*, 2008; Harringe *et al.*, 2008);

Valor quadrático médio ou valor RMS do COF (Harringe *et al.*, 2008; Genthon e Rougier, 2005);

Área do COF (Hsu *et al.*, 2009; Heller *et al.*, 2009; Stins *et al.*, 2009; Tsai *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Harringe *et al.*, 2008; Cherng *et al.*, 2007);

Comprimento de deslocamento do COF (Heller *et al.*, 2009; Harringe *et al.*, 2008; Tsai *et al.*, 2008; Blanchard *et al.*, 2007);

Deslocamento médio do COF (Teixeira *et al.*, 2008; Mann *et al.*, 2008)

Porém, todas essas variáveis tem relação com a oscilação corporal, não existindo um consenso sobre qual delas é mais ou menos eficiente na análise do equilíbrio postural.

3 MÉTODOS

3.1 Grupo de estudo

O grupo de estudo foi composto de 153 crianças de 4 a 10 anos de idade, e 47 adultos, os quais foram divididos em grupos distintos, totalizando 200 indivíduos, de acordo com as Tabelas 1 e 2. As crianças foram incluídas em cada faixa etária de acordo com o ano completo, por exemplo, no grupo de 4 anos poderiam pertencer crianças de 4 anos recém completados até crianças que faltassem 1 dia para completar os 5 anos, e da mesma forma nos demais grupos.

Foi realizado um contato inicial com a direção da Escola Cenecista de Brasília (CNEC) do Plano Piloto de Brasília, que após conhecer o projeto de pesquisa que fora aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília sob o nº 006/2009, colocou-se a disposição para a realização do estudo. Posteriormente, buscou-se autorização dos pais ou responsáveis pelas crianças que estudavam nessa escola. As crianças, cujos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguindo os termos da resolução Conselho Nacional de Saúde 196/96, de 10/10/1996 (Anexo 1) e que se enquadraram em todos os critérios de inclusão e exclusão fizeram parte do grupo de estudo do presente estudo.

Como critérios de inclusão, tanto para o grupo adulto, como para as crianças, os indivíduos não poderiam ter problemas musculoesqueléticos, diabetes, hipertensão arterial, queixas de tontura ou vertigem e qualquer atraso ou déficit mental que pudesse alterar o equilíbrio postural. Tais dados foram verificados por entrevista com os indivíduos, professores e/ou pais ou responsáveis. Os critérios de exclusão foram o não cumprimento de qualquer um dos critérios de inclusão, ausência do termo de consentimento, ser classificado como sobrepeso ou obesidade, ou relato dos educadores ou dos pais de qualquer atraso no desenvolvimento da coordenação das crianças.

A classificação de sobrepeso e obesidade foi realizada pelo IMC para os adultos. Para as crianças utilizou-se os critérios propostos por Cole *et al.* (2000), os quais desenvolveram pontos de corte para sobrepeso e obesidade em meninas e meninos de 2 a 18 anos, baseando-se em estudos transversais representativos de seis países, dentre eles o Brasil, cada um com mais de 10 mil participantes. Os

pontos de corte foram ajustados de forma que o percentil 85 e o 95 do IMC aos 18 anos fossem obrigatoriamente os pontos de corte para sobrepeso e obesidade utilizados, respectivamente, para adultos (25 e 30 kg/m²).

Foi preenchida uma ficha para obtenção de dados pessoais e informações sobre histórico de lesões e doenças.

Para aqueles que aceitaram participar do estudo, foram marcados dias e horários para as coletas, as quais foram realizadas em ambiente escolar, no mesmo turno em que estudavam.

As crianças participantes desse estudo possuem em seu ambiente escolar práticas de atividades físicas, aulas de motricidade e a aula de educação física regular. Essa escola é da rede privada de ensino e possibilita aos educandos aulas de natação, recreação aquática, judô, capoeira, jogos de quadra e atividades que auxiliam na coordenação fina, como aulas de artes e música.

Os adultos que fizeram parte do estudo eram estudantes do curso de Educação Física da Universidade de Brasília. A prática de atividades física somadas aos deslocamentos realizados e demais esportes praticados pelo grupo de adultos alcança a recomendação tradicional de no mínimo 150 minutos semanais (30 minutos, cinco dias por semana) de atividade física de intensidade leve a moderada (ACSM, 2001).

Tabela 1: Caracterização do grupo de estudo. Valores de média (X) e desvio padrão (S) da idade (em anos), indivíduos (número de indivíduos), massa (quilogramas) e estatura (metros) dos grupos das crianças e adultos que fizeram parte do grupo de estudo.

GRUPO	Idade (anos)		Indivíduos (n)		Massa (kg)		Estatura (m)	
	X	S	Masc.	Fem.	X	S	X	S
4 anos	4,37	0,27	14	6	18,68	3,39	1,09	0,06
5 anos	5,43	0,31	19	10	20,86	3,37	1,13	0,05
6 anos	6,32	0,29	13	13	22,85	3,07	1,18	0,05
7 anos	7,47	0,24	11	11	24,31	4,34	1,24	0,05
8 anos	8,42	0,29	12	10	29,63	6,85	1,31	0,05
9 anos	9,38	0,29	10	10	34,43	8,78	1,38	0,06
10 anos	10,38	0,25	6	8	35,99	6,28	1,44	0,06
Adultos	22,36	3,64	24	23	64,46	13,08	1,70	0,08

Tabela 2: Caracterização do grupo de estudo subdividido por gênero. Valores de média (X) e desvio padrão (S) da idade (em anos), massa corporal (quilogramas) e estatura (metros) dos 8 grupos componentes do grupo de estudo divididos por gênero.

GRUPO		Idade (anos)		Massa (kg)		Estatura (m)	
		X	S	X	S	X	S
4 anos	♀	4,33	0,18	17,45	1,62	1,09	0,05
	♂	4,39	0,3	19,21	3,84	1,09	0,06
5 anos	♀	5,41	0,31	21,26	3,24	1,12	0,06
	♂	5,43	0,32	20,65	3,5	1,13	0,04
6 anos	♀	6,35	0,32	22,4	2,71	1,18	0,04
	♂	6,29	0,26	23,3	3,44	1,19	0,05
7 anos	♀	7,48	0,29	24,18	5,58	1,24	0,07
	♂	7,48	0,18	24,43	2,91	1,25	0,04
8 anos	♀	8,33	0,3	29,97	5,46	1,32	0,03
	♂	8,51	0,27	29,35	8,06	1,31	0,06
9 anos	♀	9,4	0,31	31,64	4,17	1,37	0,06
	♂	9,36	0,27	37,23	11,32	1,39	0,06
10 anos	♀	10,43	0,3	38,91	6,48	1,45	0,07
	♂	10,32	0,17	32,11	3,47	1,41	0,05
Adultos	♀	23,17	3,31	56,5	7,52	1,64	0,06
	♂	21,58	3,84	72,08	12,81	1,75	0,06

3.2 Procedimentos

3.2.1 Avaliação do equilíbrio

Para a aquisição dos dados cinéticos referentes ao equilíbrio postural, foi utilizada uma plataforma de força portátil *AccuSway Plus AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc)*, ilustrada na Figura 3. As coletas foram realizadas na escola para as crianças e no Laboratório de Biomecânica da UnB para os adultos. Todo o processo de coleta de dados teve uma duração de 30 dias, entre os meses de maio e junho de 2009. A plataforma de força foi posicionada horizontalmente, utilizando-se um nivelador de superfície. A plataforma de força foi ligada a um

estabilizador e transformador que foi ligado na rede elétrica. Os dados foram visualizados pelo espectro de frequência, mostrando um sinal de qualidade, ou seja, com pouca presença de ruído.

Foram realizadas três tentativas para cada condição em cada indivíduo, ou seja, três com os olhos abertos e três com os olhos fechados (com o uso de uma venda), ambas em apoio bipodal. A frequência de amostragem utilizada foi de 100 Hz e o tempo de aquisição para cada coleta foi de 30 segundos. O intervalo adotado entre cada uma das testagens foi de aproximadamente um a dois minutos.

Tanto às crianças quanto aos adultos foram solicitados a permanecerem parados sobre a plataforma de força durante cada coleta. Solicitou-se que permanecessem com o olhar fixo a um ponto que foi marcado na parede, na altura dos olhos do indivíduo, a uma distância de dois metros. Os braços deveriam ficar ao longo do corpo e não deviam ser movimentados, assim como qualquer outra parte do corpo.

Foi mensurada a distância entre os trocânteres direito e esquerdo dos indivíduos, através de um paquímetro, e esse valor foi considerado como a base de apoio (largura do quadril), na qual os indivíduos deveriam se manter ao longo das coletas. Essa posição foi demarcada com fita adesiva na plataforma para a manutenção da mesma posição ao longo de todas as tentativas coletadas.



Figura 3: Plataforma de força AccuSway Plus AMTI.

Para retirada de possíveis ruídos do sinal desenvolveu-se, em ambiente *Matlab*, um filtro passa-baixas *Butterworth* de 4° ordem e frequência de corte de 10 Hz (Anexo 2). Constatou-se que o resíduo do sinal manteve uma distribuição normal, conforme indicações de De Paula (2009).

Após o cálculo do centro de força a cada instante, conforme expresso nas equações 1 e 2 abaixo, utilizou-se para análise no presente estudo as variáveis amplitude do centro de força médio-lateral ($aCOF_{ml}$) e ântero-posterior ($aCOF_{ap}$) e velocidade média de deslocamento do centro de força (V_m), dados pelas equações 3, 4 e 5 abaixo:

$$COF_{ap} = (M_x - (Z_{off} * F_y)) / F_z \quad (1)$$

$$COF_{ml} = [(M_y + (Z_{off} * F_x)) / F_z] * (-1) \quad (2)$$

$$aCOF_{ap} = Máx COF_{ap} - Mín COF_{ap} \quad (3)$$

$$aCOF_{ml} = Máx COF_{ml} - Mín COF_{ml} \quad (4)$$

$$V_m = L / \Delta t \quad (5)$$

Onde:

COF_{ap} = Coordenada do centro de força na direção ântero-posterior;

COF_{ml} = Coordenada do centro de força na direção médio-lateral;

Z_{off} = A distância vertical entre o topo da plataforma e sua origem (valor negativo);

F_x = Força ao longo do eixo x (médio-lateral);

F_y = Força ao longo do eixo y (ântero-posterior);

F_z = Força ao longo do eixo z (vertical);

M_x = Momento sobre o eixo x (médio-lateral);

M_y = Momento sobre o eixo y (ântero-posterior);

M_z = Momento sobre o eixo z (vertical);

$aCOF_{ap}$ = Amplitude do centro de força na direção ântero-posterior;

$aCOF_{ml}$ = Amplitude do centro de força na direção médio-lateral;

$Máx COF_{ap}$ = Máximo valor do COF na direção ântero-posterior;

$Mín COF_{ap}$ = Mínimo valor do COF na direção médio-lateral;

$Máx COF_{ml}$ = Máximo valor do COF na direção médio-lateral;

$Mín COF_{ml}$ = Mínimo valor do COF na direção médio-lateral;

V_m = Velocidade média

L = Comprimento total do caminho do COF

Δt = Intervalo de tempo

Rival *et al.*, (2005) afirmam que a amplitude do COF é uma medida global que permite estimar o desempenho postural global (ou seja, a estabilidade) e que a velocidade do COF é uma medida que tem sido sugerida para representar a quantidade de atividade necessária para manter a estabilidade, proporcionando uma abordagem mais funcional da postura.

Durante as coletas de dados sempre participavam dois ou mais pesquisadores, os quais atuavam operando o computador, posicionando os indivíduos, ministrando as instruções de como o teste procederia e, nas tentativas com os olhos vendados, cuidavam para evitar possíveis quedas (Figura 4).



Figura 4: Coleta de dados de uma das crianças com os olhos vendados.

3.2.2 Testes motores utilizados

Para avaliação das habilidades motoras das crianças foram selecionados dois testes que avaliam força explosiva de membros inferiores, coordenação e agilidade. Tais capacidades físicas são relacionadas ao equilíbrio. Esses testes foram o teste de impulsão horizontal (Johnson e Nelson, 1979) e o teste de salto lateral da bateria KTK (*Körper Koordinationstest für Kinder*) de Kiphard e Schilling (1974), os quais são descritos abaixo:

3.2.2.1 Teste de Impulsão Horizontal (Johnson e Nelson, 1979)

Para avaliação da força explosiva de membros inferiores foi aplicado o teste conhecido como impulsão horizontal. Nesse teste se prende, com fita adesiva, uma fita métrica de 150 cm no solo e perpendicularmente a essa é definida uma linha de aproximadamente 80 cm, sendo ela o ponto zero.

A criança deve, em duas tentativas, partindo da posição em pé, com os pés paralelos e com pequeno afastamento lateral, saltar a maior distância possível à frente, com ajuda da flexão dos membros inferiores e utilizando o balanço dos braços, sem ultrapassar inicialmente a marcação do zero.

Devido às dificuldades para manter a criança parada na mesma posição após o seu salto, os avaliadores auxiliaram, segurando a mesma assim que seus pés encostavam o chão. O resultado final, em centímetros (cm), será a distância entre a linha do ponto zero e o calcanhar do pé que tivesse aterrissado o mais próximo dessa linha, ocorrida na melhor tentativa (Figura 5).

Caso o avaliado tenha caído para trás, o teste é repetido, visto que algumas crianças levaram certo tempo para aprender a execução correta do teste.



Figura 5: Procedimento de coleta do teste de impulsão horizontal

3.2.2.2 Teste de salto lateral do KTK de Kiphard e Schilling (1974)

Segundo Gorla *et al.*, (2000) o teste de salto lateral requisita ao indivíduo testado velocidade em saltos alternados, sendo então, um teste que requer agilidade por parte da criança que o execute.

Esse teste consiste em o indivíduo saltar lateralmente, durante o tempo de 15 segundos, o mais rápido possível, sobre uma plataforma com as dimensões mostradas na Figura 6. Para delimitar a área proposta para execução dos saltos laterais, marcou-se no chão, com fita adesiva, as dimensões que deveriam ser saltadas (Figura 7). Os valores (números de saltos) obtidos em duas tentativas válidas são somados, obtendo-se a pontuação final de cada criança. Erros comuns acontecem como, por exemplo, a criança saltar um pé de cada vez, virar-se de frente para o salto, tocar as fitas ou a madeira central, entre outros, porém não se deve parar o teste, e sim, o avaliador deve incentivar o avaliado com a palavra “Continue! Continue!”. Nesses casos não se deve contabilizar esses saltos mal executados (Gorla e Araujo, 2007).

O avaliador deve demonstrar a tarefa e a criança tem um exercício de ensaio de cinco saltitamentos. Na Figura 7 é possível visualizar um teste realizado na escola CNEC.

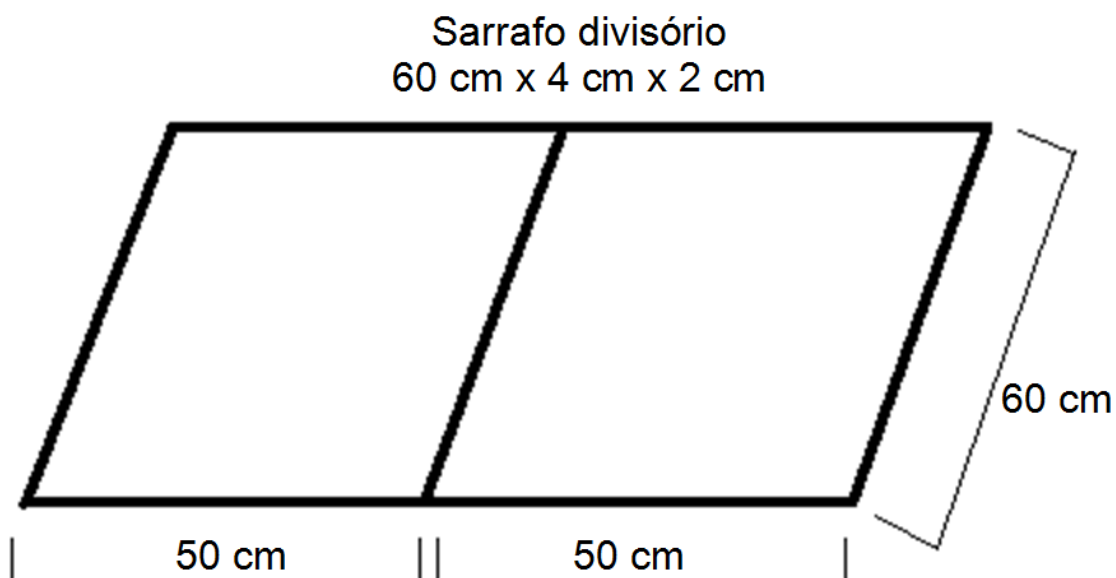


Figura 6: Detalhamento da plataforma utilizada no teste de salto lateral exibindo todas as dimensões do instrumento.



Figura 7: Teste de salto lateral executado na escola CNEC.

Deve-se salientar que, segundo Catenassi *et al.* (2007), até o momento, os testes da bateria do KTK não foram validados para crianças brasileiras, tornando-se inviável utilizar sua classificação, gerada pela curva de percentil do desempenho das crianças que fizeram parte da amostra normativa, na avaliação do comportamento motor (Catenassi *et al.*, 2007).

3.2.3 Avaliação dos parâmetros antropométricos

Para a mensuração da massa corporal, o indivíduo deveria posicionar-se com os dois pés sobre uma balança da marca Líder Balanças, modelo P180M com carga de 0 a 150 kg, com resolução de 0,05 kg e permanecer com os braços ao longo do corpo, o mais estático possível, com o olhar voltado para um ponto de referência localizado à frente.

A estatura corporal foi mensurada por meio de uma fita métrica colada em uma parede vertical, com resolução de 0,1 cm. O indivíduo deveria posicionar-se com os calcanhares tocando a parede e os maléolos mediais em contato. Ao

indivíduo foi solicitado a realizar uma inspiração máxima e, então, foi mensurada a estatura.

3.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos, primeiramente, a uma estatística descritiva. A normalidade dos dados foi verificada utilizando-se o teste de *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade da variância por meio do teste de *Levene*. Para comparação entre as médias dos grupos foi utilizado o teste de *Anova one-way*. As possíveis diferenças foram verificadas pelo teste *post hoc Tukey*. Para comparação entre os gêneros em cada faixa etária foram utilizados os Testes de *Mann-Whitney* e o Teste *t* de *Student* para amostras independentes, para dados com distribuição não normal e normal, respectivamente. Para as correlações, utilizou-se o teste de correlação de Pearson. O critério de Malina (1996) foi utilizado para descrição das correlações. Este critério considera correlações baixas para um valor menor que 0,30, moderadas para valores entre 0,30 e 0,60 e altas para valores superiores a 0,60. O nível de significância adotado foi de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados do equilíbrio em função da idade

A Tabela 3 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a variável aCOFap em cada grupo etário, independentemente do gênero dos indivíduos, tanto na condição de olhos abertos, quanto na condição de olhos fechados.

Tabela 3: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.

		4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	8 anos	9 anos	10 Anos	Adultos	p-valor*
aCOFap	X	3,34 ^a	3,06 ^a	2,84 ^{ab}	2,68 ^{abc}	2,24 ^{bcd}	2,19 ^{cde}	1,92 ^{de}	1,63 ^e	**
OA (cm)	S	1,26	0,75	0,56	0,76	0,36	0,82	0,53	0,48	<0,001
aCOFap	X	3,79 ^a	3,74 ^a	3,43 ^{ab}	3,58 ^{ab}	3,19 ^{ab}	2,83 ^b	3,01 ^{ab}	2,07 ^c	**
OF (cm)	S	1,08	0,95	0,91	1,01	0,62	0,92	0,82	0,65	<0,001

* Anova One-Way. ** Indica diferença entre os grupos. Médias com as letras ^{abcde} sobrescritas distintas são significativamente diferentes entre os grupos e, letras iguais não apresentam diferenças, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teste de *Post Hoc* de *Tukey*, para a variável aCOFap de olhos abertos, mostrou que as crianças de 4 anos não apresentaram diferenças para as de 5, 6 e 7 anos (respectivamente, $p=0,865$, $p=0,250$ e $p=0,055$), porém apresentaram diferenças para os demais grupos ($p < 0,001$). O grupo de 5 anos não obteve resultados diferentes que os grupos de 6 e 7 anos de idade (respectivamente, $p=0,944$ e $p=0,560$), mas diferiu nos grupos de maior idade (para 8 anos $p=0,002$, para 9 anos $p=0,001$ e demais grupos $p < 0,001$). Os resultados das crianças de 6 anos não foram diferentes das de 7 e 8 anos (respectivamente, $p=0,994$ e $p=0,076$), mas tiveram diferenças em relação às de 9 ($p=0,049$), 10 anos ($p=0,003$) e ao grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 7 anos não apresentou diferenças para os grupos de 8 ($p=0,447$) e 9 anos ($p=0,336$), sendo diferente do grupo de 10 anos ($p=0,038$) e do grupo adulto ($p < 0,001$). As crianças do grupo de 8 anos não tiveram resultados diferentes em relação aos grupos de 9 ($p=1,000$) e 10 anos ($p=0,880$), mas tiveram em relação ao grupo adulto ($p=0,02$). Os grupos de 9 e 10 anos, quando

comparados entre si, também não tiveram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,952$) para a variável aCOFap com olhos abertos. O grupo de 9 anos e o grupo de 10 anos não foram diferentes do grupo adulto (respectivamente, $p=0,060$ e $p=0,878$).

Já os valores do teste de *Post Hoc* de *Tukey* para a condição de olhos fechados da variável aCOFap foram os seguintes: as crianças de 4 anos não apresentaram diferenças com as de 5, 6, 7, 8 e 10 anos de idade (respectivamente, $p=1,000$, $p=0,860$, $p=0,994$, $p=0,332$ e $p=0,167$) e apresentaram em relação as de 9 anos ($p=0,013$) e com o grupo de adultos ($p<0,001$). O grupo de 5 anos não apresentou diferenças entre os grupos de 6, 7, 8 e 10 anos (respectivamente, $p=0,876$, $p=0,997$, $p=0,311$ e $p=0,154$) e apresentaram em relação as de 9 anos ($p=0,008$) e ao grupo de adultos ($p<0,001$). As crianças de 6 anos não apresentaram diferenças com as de 7 ($p=0,999$), 8 ($p=0,979$), 9 ($p=0,281$) e 10 anos ($p=0,821$), apenas para o grupo adulto ($p<0,001$). O grupo de 7 anos não foi diferente dos grupos de 8 ($p=0,806$), 9 ($p=0,099$) e 10 anos ($p=0,527$), sendo diferente do grupo adulto ($p<0,001$). O grupo de 8 anos não foi diferente do de 9 ($p=0,881$) e do de 10 anos ($p=0,999$), mas foi diferente dos adultos ($p<0,001$). Os resultados entre as crianças de 9 e 10 anos de idade não foram diferentes ($p=0,999$) porém, quando comparados ao grupo adulto, apresentaram diferença estatisticamente significativas (para 9 anos $p=0,022$ e para 10 anos $p=0,009$).

A Tabela 4 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a variável aCOFml em cada grupo etário, independentemente do gênero dos indivíduos, tanto na condição de olhos abertos, quanto na condição de olhos fechados.

Tabela 4: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.

		4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	Adultos	p-valor*
aCOFml	X	3,58 ^a	3,34 ^{ab}	2,76 ^{bc}	2,56 ^{cd}	1,96 ^{cde}	1,88 ^{de}	1,53 ^{ef}	0,92 ^f	**
OA (cm)	S	1,34	1,28	0,72	0,84	0,59	1,09	0,51	0,39	<0,001
aCOFml	X	3,33 ^a	3,15 ^a	3,16 ^a	2,99 ^{ab}	2,39 ^{bc}	2,15 ^c	2,17 ^c	1,14 ^d	**
OF (cm)	S	1,14	0,91	0,82	0,83	0,62	0,8	0,74	0,54	<0,001

* Anova One-Way. ** Indica diferença entre os grupos. Médias com as letras ^{abcdef} sobreescritas distintas são significativamente diferentes entre os grupos e, letras iguais não apresentam diferenças, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores do teste de *Post Hoc* de *Tukey* para a condição de olhos abertos da variável aCOFml foram os seguintes: as crianças de 4 anos não apresentaram diferenças com as de 5 anos ($p=0,982$), mas apresentaram para todos os demais grupos ($p=0,039$ para 6 anos, $p=0,006$ para 7 anos e $p < 0,001$ para o restante dos grupos). O grupo de 5 anos não foi diferente do grupo de 6 anos ($p=0,217$), mas foi diferente dos grupos de 7 anos ($p=0,041$), 8, 9 e 10 anos e do grupo adulto (para esses últimos quatro grupos $p < 0,001$). As crianças de 6 anos não apresentaram diferença com as de 7 ($p=0,995$) e apresentaram diferença para as de 8 ($p=0,044$), 9 ($p=0,022$), 10 anos ($p=0,001$) e grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 7 anos não foi diferente do de 8 ($p=0,323$) e de 9 anos ($p=0,201$), sendo diferente do de 10 anos ($p=0,016$) e do grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 8 anos não foi diferente dos grupos de 9 ($p=1,000$) e de 10 anos ($p=0,828$), mas diferiu do grupo adulto ($p < 0,001$). As crianças de 9 anos não foram diferentes das de 10 anos ($p=0,941$) e foram diferentes das adultas ($p=0,002$). O grupo de 10 anos não foi diferente do grupo adulto ($p=0,320$).

Já os valores do teste de *Post Hoc* de *Tukey* para a condição de olhos fechados da variável aCOFml foram os seguintes: o grupo de 4 anos não apresentou diferença quando comparado com os grupos de 5 ($p=0,994$), 6 ($p=0,996$) e 7 ($p=0,862$) anos, porém quando comparado com 8 ($p=0,004$), 9 ($p < 0,001$), 10 anos ($p=0,001$) e grupo adulto ($p < 0,001$), apresentou. As crianças de 5 anos não foram diferentes das de 6 ($p=1,000$) e 7 anos ($p=0,997$) mas apresentaram diferença das de 8 ($p=0,017$), 9 ($p=0,001$), 10 anos ($p=0,005$) e grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 6 anos não foi diferente do grupo de 7 anos ($p=0,996$) e apresentou diferenças estatisticamente para os grupos mais velhos (para 8 anos $p=0,020$, para 9 anos $p=0,001$, para 10 anos $p=0,005$ e para o grupo adulto $p < 0,001$). As crianças do grupo de 7 anos não apresentaram diferenças quando comparadas com o grupo de 8 anos ($p=0,186$) e mostraram diferenças para os grupos de 9 ($p=0,016$), 10 anos ($p=0,52$) e grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 8 anos foi diferente do grupo adulto ($p < 0,001$), mas não foi diferente dos grupos de 9 ($p=0,980$) e 10 anos ($p=0,992$). O grupo de 9 anos não foi diferente do grupo de 10 anos ($p=1,000$) e foi diferente do

grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 10 anos apresentou diferenças para o grupo adulto ($p = 0,001$).

A Tabela 5 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a variável Vm em cada grupo etário, independentemente do gênero dos indivíduos, tanto na condição de olhos abertos, quanto na condição de olhos fechados.

Tabela 5: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos de 4 a 10 anos de idade e adultos, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.

		4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	Adultos	p-valor*
Vm OA (cm/s)	X	1,9 ^a	1,79 ^{ab}	1,72 ^{ab}	1,57 ^{bc}	1,31 ^{cd}	1,18 ^d	1,08 ^{de}	0,83 ^e	**
	S	0,5	0,3	0,36	0,41	0,25	0,32	0,22	0,25	<0,001
Vm OF (cm/s)	X	2,35 ^a	2,09 ^{ab}	2,15 ^{ab}	2,12 ^{ab}	1,77 ^{bc}	1,45 ^{cd}	1,59 ^c	1,1 ^d	**
	S	0,59	0,42	0,49	0,65	0,4	0,44	0,35	0,46	<0,001

* Anova One-Way. ** Indica diferença entre os grupos. Médias com as letras ^{abcde} sobreescritas distintas são significativamente diferentes entre os grupos e, letras iguais não apresentam diferenças, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores do teste de *Post Hoc* de *Tukey* para a condição de olhos abertos da variável Vm foram os seguintes: as crianças de 4 anos não apresentaram diferenças quando comparadas as de 5 ($p = 0,941$) e 6 anos ($p = 0,584$). Com relação aos demais grupos, as crianças de 4 anos apresentaram diferenças ($p = 0,030$ para o grupo de 7 anos e $p < 0,001$ para os demais). O grupo de 5 anos não apresentou diferenças para os grupos de 6 ($p = 0,993$) e 7 anos ($p = 0,273$) mas, para os demais grupos, de maior idade, foi diferente ($p < 0,001$). O grupo de 6 anos não foi diferente do grupo de 7 anos ($p = 0,776$), mas apresentou diferença com os grupos de 8 ($p = 0,001$), 9 ($p < 0,001$), 10 anos ($p < 0,001$) e grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 7 anos não foi diferente do grupo de 8 anos ($p = 0,151$), mas foi em relação aos demais grupos mais velhos (para 9 anos $p = 0,004$, para os demais $p < 0,001$). O grupo de 8 anos não foi diferente do grupos de 9 ($p = 0,910$) e 10 anos ($p = 0,439$), mas apresentou diferença para o grupo adulto ($p < 0,001$). O grupo de 9 anos foi diferente do grupo adulto ($p = 0,002$), mas não foi em relação ao grupo de 10 anos ($p = 0,985$). O grupo de 10 anos não apresentou diferença com o grupo adulto ($p = 0,210$).

Já os valores do teste de *Post Hoc* de *Tukey* para a condição de olhos fechados da variável Vm foram os seguintes: o grupo de 4 anos não foi diferente dos

grupos de 5 ($p=0,600$), 6 ($p=0,863$) e 7 anos ($p=0,762$), mas foi em relação aos demais (para 8 anos $p=0,003$, para os demais $p<0,001$). O grupo de 5 anos não apresentou diferença quando comparado aos grupos de 6 ($p=1,000$), 7 ($p=1,000$) e 8 anos ($p=0,260$), mas com relação aos demais grupos, mais velhos, apresentou (para o grupo de 10 anos $p=0,029$, para os demais $p<0,001$). O grupo de 6 anos não foi diferente do que o de 7 ($p=1,000$) e o de 8 anos ($p=0,119$), mas apresentou diferença para os demais de maior idade (para o grupo de 10 anos $p=0,011$, para os demais $p<0,001$). O grupo composto pelas crianças de 7 anos não apresentou diferença para o grupo de 8 anos ($p=0,261$), todavia para os demais grupos de maior idade, as comparações apresentaram diferenças (para o grupo de 10 anos $p=0,032$, para os demais $p<0,001$). O grupo de 8 anos não foi diferente para o de 9 ($p=0,371$) e o de 10 anos ($p=0,950$), porém apresentou diferença para o grupo adulto ($p<0,001$). O grupo de 9 anos não apresentou diferença com relação ao grupo de 10 anos ($p=0,992$) e o grupo adulto ($p=0,129$). O grupo de 10 anos apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado com o grupo adulto ($p=0,024$).

4.2 Resultados do equilíbrio em função do gênero

Nas comparações entre o gênero masculino e feminino foi realizado o agrupamento das crianças nas faixas etárias de 4 a 5 anos, 6 a 7 anos e 8 a 10 anos de idade. Tal procedimento foi adotado para que o número de indivíduos em cada faixa etária fosse maior, possibilitando, assim, uma melhor análise estatística. Além disso, essas faixas etárias apresentam certa similaridade em relação ao crescimento e maturação.

A Tabela 6 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a amplitude do centro de força na direção ântero-posterior (aCOFap) nas tentativas com os olhos abertos, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 6: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	aCOFap (cm)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	3,18 ± 0,99		3,17 ± 1,02		0,782	
6 e 7 anos	2,8 ± 0,69		2,72 ± 0,65			0,715
8, 9 e 10 anos	2,22 ± 0,69		2,06 ± 0,52		0,491	
Adultos	1,79 ± 0,49		1,46 ± 0,42		0,018*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 7 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a amplitude do centro de força na direção médio-lateral (aCOFml) nas tentativas com os olhos abertos, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 7: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	aCOFml (cm)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	3,22 ± 1,16		3,89 ± 1,47		0,052	
6 e 7 anos	2,65 ± 0,69		2,72 ± 0,86			0,738
8, 9 e 10 anos	2,04 ± 0,91		1,62 ± 0,61		0,078	
Adultos	1,04 ± 0,44		0,79 ± 0,3		0,023*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 8 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a velocidade média do centro de força (Vm) nas tentativas com os olhos abertos, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 8: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na

condição de olhos abertos. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	Vm (cm/s)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	1,84 ± 0,43		1,82 ± 0,33		0,983	
6 e 7 anos	1,65 ± 0,34		1,66 ± 0,44			0,933
8, 9 e 10 anos	1,31 ± 0,27		1,11 ± 0,26			0,006*
Adultos	0,91 ± 0,26		0,75 ± 0,2		0,028*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 9 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a amplitude do centro de força na direção ântero-posterior (aCOFap) nas tentativas com os olhos fechados, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 9: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFap, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	aCOFap (cm)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	3,78 ± 1,02		3,71 ± 0,97			0,816
6 e 7 anos	3,51 ± 0,93		3,47 ± 1,01			0,884
8, 9 e 10 anos	3,16 ± 0,78		2,88 ± 0,79		0,232	
Adultos	2,30 ± 0,66		1,82 ± 0,55		0,010*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 10 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a amplitude do centro de força na direção médio-lateral (aCOFml) nas tentativas com os olhos fechados, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 10: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável aCOFml, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	aCOFml (cm)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	3,23 ± 102		3,21 ± 1,0		0,848	
6 e 7 anos	3,04 ± 0,75		3,15 ± 0,9			0,643
8, 9 e 10 anos	2,39 ± 0,66		2,11 ± 0,75			0,148
Adultos	1,32 ± 0,55		0,96 ± 0,47		0,009*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

A Tabela 11 apresenta os resultados do equilíbrio postural para a velocidade média do centro de força (Vm) nas tentativas com os olhos fechados, comparando-se em função do gênero dos indivíduos em cada faixa etária.

Tabela 11: Valores de média (X) e desvio padrão (S) da variável Vm, dos grupos compostos por indivíduos das faixas etárias de 4 a 10 anos de idade e adultos, na condição de olhos fechados. Valores da probabilidade de significância (p) para comparações paramétricas (*t-Student*) e não-paramétricas (*Mann-Whitney*).

Faixa Etária	Vm (cm/s)				p (<i>Mann-Whitney</i>)	p (<i>t-Student</i>)
	Masculino		Feminino			
	X	S	X	S		
4 e 5 anos	2,26 ± 0,53		2,07 ± 0,45		0,406	
6 e 7 anos	2,16 ± 0,38		2,13 ± 0,71		0,523	
8, 9 e 10 anos	1,74 ± 0,39		1,48 ± 0,41			0,018*
Adultos	1,25 ± 0,53		0,95 ± 0,31		0,014*	

* Valores menores que 0,05 indicam diferenças estatisticamente significativas.

4.3 Resultados dos testes motores em função da idade

A Tabela 12 apresenta os resultados dos testes motores de impulsão horizontal e de salto lateral para cada grupo etário.

Tabela 12: Valores da média (X) e desvio padrão (S) dos testes motores em cada idade. Salto lateral (n°) e impulsão horizontal (cm).

		4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	8 anos	9 anos	10 anos	p-valor*
Salto Lateral (n°)	X	16,2 ^a	21,76 ^{ab}	25,08 ^b	35,45 ^c	41,55 ^{cd}	44,0 ^d	52,29 ^e	**
	S	4,94	6,02	6,00	12,02	10,94	11,79	6,93	<0,001
Impulsão Horizontal (cm)	X	60,1 ^a	84,41 ^b	94,08 ^{bc}	103,68 ^{cd}	118,73 ^{de}	123,65 ^e	132,0 ^e	**
	S	18,83	20,91	15,55	20,25	19,16	18,27	9,9	<0,001

* Anova One-Way. ** Indica diferença entre os grupos. Médias com as letras ^{abcde} sobreescritas distintas são significativamente diferentes entre os grupos e, letras iguais não apresentam diferenças, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teste de *Post Hoc* de *Tukey*, para a variável salto lateral, mostrou que as crianças de 4 anos não tiveram diferenças estatisticamente significativas quando comparadas com o grupo de 5 anos ($p=0,310$) sendo, no entanto diferente dos outros grupos ($p=0,014$ para 6 anos e $p < 0,001$ para os demais). O grupo de 5 anos de idade não apresentou diferenças com relação ao grupo de 6 anos ($p=0,799$) e apresentou diferença dos demais grupos de mais idade ($p < 0,001$). As crianças do grupo de 6 anos apresentaram diferenças para todos os grupos de idade mais avançada ($p=0,001$ para 7 anos e para os outros grupos $p < 0,001$). O grupo de 7 anos não apresentou diferenças com o grupo de 8 anos ($p=0,247$), mas apresentou para o grupo de 9 ($p=0,031$) e para o de 10 anos ($p < 0,001$). O grupo de 8 anos não foi diferente do grupo de 9 anos ($p=0,971$) e foi diferente do grupo de 10 anos ($p=0,008$). Os grupos de 9 anos e 10 anos, quando comparados entre si, tiveram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,026$) para a variável salto lateral.

O teste de *Post Hoc* de *Tukey*, para a variável impulsão horizontal, mostrou que as crianças de 4 anos tiveram diferenças para todas as demais idades ($p < 0,001$). Já as de 5 anos não apresentaram diferenças em relação as de 6 anos ($p=0,449$) e apresentaram diferença com as crianças de 7 anos ($p=0,005$) e com os demais grupos mais velhos ($p < 0,001$). As crianças de 6 anos não apresentaram

diferenças comparadas com as de 7 anos ($p=0,543$) e, porém, apresentaram quando comparadas aos grupos com maior idade ($p<0,001$). As crianças de 7 anos não apresentaram diferenças comparadas com as de 8 anos ($p=0,099$) e apresentaram diferença quando comparadas aos grupos mais velhos (para 9 anos $p=0,010$ e para 10 anos $p<0,001$). O grupo composto das crianças de 8 anos de idade não apresentou diferença para as crianças de 9 anos ($p=0,976$) e 10 anos de idade ($p=0,347$). Os grupos de 9 anos e 10 anos, quando comparados entre si, também não tiveram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,847$) para a variável impulsão horizontal.

4.4 Resultados da correlação do equilíbrio com testes motores, variáveis antropométricas e idade

A Tabela 13 apresenta os resultados das correlações das variáveis do equilíbrio postural na direção ântero-posterior (aCOFap) com variáveis antropométricas, testes motores e idade.

Tabela 13: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (aCOFap), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo ($n=153$).

aCOFap	Salto Lateral	Impulsão Horizontal	Massa	Estatura	IMC	Idade
Olhos abertos	-0,520*	-0,498*	-0,341*	-0,455*	-0,083	-0,524*
Olhos fechados	-0,344*	-0,355*	-0,185*	-0,284*	-0,005	-0,332*

* Indica correlação estatisticamente significativa ($p<0,05$).

A Tabela 14 apresenta os resultados das correlações das variáveis do equilíbrio postural na direção médio-lateral (aCOFml) com variáveis antropométricas, testes motores e idade.

Tabela 14: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (aCOFml), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo ($n=153$).

aCOFml	Salto Lateral	Impulsão Horizontal	Massa	Estatura	IMC	Idade
Olhos abertos	-0,604*	-0,581*	-0,399*	-0,514*	-0,109	-0,575*
Olhos fechados	-0,476*	-0,435*	-0,365*	-0,416*	-0,157	-0,458*

* Indica correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

A Tabela 15 apresenta os resultados das correlações das variáveis velocidade média do equilíbrio postural (Vm) com variáveis antropométricas, testes motores e idade.

Tabela 15: Correlação de Pearson para as variáveis de equilíbrio (Vm), testes motores (salto lateral e impulsão horizontal), variáveis antropométricas (massa, estatura e índice de massa corporal (IMC)) e idade, analisadas nas duas condições, ou seja, olhos abertos e fechados entre todas as crianças do estudo ($n=153$).

Vm	Salto Lateral	Impulsão Horizontal	Massa	Estatura	IMC	Idade
Olhos abertos	-0,605*	-0,540*	-0,480*	-0,561*	-0,195*	-0,639*
Olhos fechados	-0,425*	-0,379*	-0,409*	-0,429*	-0,215*	-0,486*

* Indica correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

5.1 Equilíbrio em função da idade

Quando se analisa os resultados das crianças nas três variáveis do equilíbrio postural, utilizadas no presente estudo (aCOFap, aCOFml e Vm), percebe-se que por volta dos 9 e 10 anos de idade, na condição de olhos abertos, não existiram diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo composto de adultos (Tabelas 3, 4 e 5).

Já na condição de olhos fechados, apenas a variável Vm das crianças de 9 anos de idade não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo composto de adultos. As demais variáveis (aCOFap e aCOFml), para todas as faixas etárias componentes do presente estudo, tiveram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo de adultos (Tabelas 3, 4 e 5).

Esses achados vão de encontro aos resultados obtidos por Hsu *et al.*, (2009) os quais analisaram o equilíbrio postural de crianças e adolescentes de 3 a 12 anos de idade em uma plataforma de força, através das variáveis velocidade média de oscilação e área circular do COF. Hsu *et al.*, (2009) encontram em seu estudo que o equilíbrio postural das crianças de 7 anos não apresentou diferenças estatisticamente significativas com valores do grupo composto por adultos para a variável velocidade média do COF, tanto com a utilização da visão, quanto sem o uso dela. Já para a variável área circular do COF, as crianças que passaram a não apresentar diferenças em relação ao grupo adulto foram ainda mais novas, com 6 anos de idade.

Os resultados de Hsu *et al.*, (2009) são corroborados por Assaiante (1998), pois segundo as colocações expressas nesse estudo o equilíbrio postural ereto ocorre até os 6 anos de idade, quando a criança alcança a coordenação efetiva dos membros superiores em integração com os inferiores. Também nesse período, ocorre aumento da atividade muscular do músculo gastrocnêmico, que auxilia na correção da oscilação corporal (Assaiante, 1998). Assaiante (1998) afirma que por volta da idade de 7 anos as crianças não apresentam diferenças no padrão considerado adulto de controle do equilíbrio e a predominância do uso da via aferente visual não está restrita apenas aos lactantes, mas sim continua até, aproximadamente, a idade de 6 anos.

Todavia, mesmo que as idades em que as crianças do presente estudo atingiram valores adultos sejam superiores às idades do estudo de Hsu *et al.*, (2009), quando se compara os escores obtidos para a variável velocidade média do COF de ambos os estudos com olhos abertos, observam-se alguns pontos interessantes. As crianças de 4, 5 e 6 anos de idade do estudo de Hsu *et al.*, (2009) tiveram, respectivamente $2,13 \pm 0,09$, $1,83 \pm 0,08$ e $1,82 \pm 0,09$ cm/s de velocidade de oscilação do COF. Esses valores comparados aos resultados deste trabalho são levemente maiores, ou seja, existiu maior velocidade de oscilação corporal, porém as diferenças dos valores entre os estudos, para as crianças de 5 e 6 anos são, respectivamente, de apenas 0,04 e 0,1 cm/s, podendo ser considerados similares.

Já com relação aos adultos do estudo de Hsu *et al.*, (2009), os valores para a variável Vm de olhos abertos foram $1,27 \pm 0,08$ cm/s e os valores do grupo adulto deste estudo foram $0,83 \pm 0,25$ cm/s. Essas diferenças podem ter relação com a idade que os grupos adultos dos diferentes estudos foram constituídos, pois no presente estudo foi de $22,36 \pm 3,64$ anos e no de Hsu *et al.*, (2009) foi de 32 ± 10 anos, ou seja, aproximadamente 10 anos mais velhos. Os menores valores da oscilação corporal encontrados para o grupo adulto deste estudo, em relação ao do estudo de Hsu *et al.*, (2009), podem ter ocorrido em virtude das mudanças de estilos de vida que ocorrem ao longo de uma década de vida. Em geral, jovens adultos têm uma vida mais ativa que adultos maduros e é sabido que a atividade física é um fator que altera positivamente o equilíbrio postural dos indivíduos (Soares, 2002). Portanto, pode-se perceber que em relação aos adultos que compuseram o grupo de estudo desse trabalho as diferenças no equilíbrio postural ainda existiram após os 6 anos de idade, todavia em relação a adultos mais velhos, a literatura dá indícios de não apresentarem (Hsu *et al.*, 2009).

Já o estudo de Ionescu *et al.*, (2006) mostra que mesmo adolescentes de 12 anos de idade não apresentam o controle do equilíbrio estático em níveis de jovens adultos ($20,1 \pm 0,2$ anos). Esse trabalho utilizou um instrumento conhecido por posturografia dinâmica computadorizada (*Balance Quest*), o qual mensura a oscilação corporal utilizando variáveis de deslocamento do COF em seis condições distintas que manipulam as aferências sensoriais e, o equipamento ainda calcula a taxa de utilização de cada via aferente de manutenção do equilíbrio (visual, vestibular e somatossensorial). Os autores expuseram que os adolescentes de 12 anos tiveram piores escores de estabilidade que o grupo de jovens adultos, sendo

mais dependentes da informação visual e concluíram afirmando que o processo de maturação ocorre durante toda a infância, até pelo menos os 12 anos de idade, e entre as três vias sensoriais em crianças, o sistema vestibular parece ser o menos eficaz no controle postural (Ionescu *et al.*, 2006).

Esses achados vão ao encontro dos resultados de Cherng *et al.* (2001) que comparou jovens adultos de 19 a 23 anos com crianças de 7 a 10 anos de idade através de um instrumento para avaliação do equilíbrio chamado de Equitest. Segundo esses autores, a eficiência funcional do sistema vestibular em crianças de 10 anos de idade ainda está em desenvolvimento (Cherng *et al.*, 2001).

Em outro estudo que analisou o equilíbrio postural de crianças (9 e 10 anos de idade), com e sem atraso no desenvolvimento da coordenação, através das variáveis cinéticas como área e comprimento da oscilação do COF, pôde-se perceber discrepância dos resultados com os deste trabalho (Tsai *et al.*, 2008). Para concluir isso, realizou-se a divisão dos valores médios encontrados pelos autores (Tsai *et al.*, 2008) para a variável comprimento da oscilação do COF pelo tempo de aquisição dos dados que o estudo utilizou (30 segundos), obtendo-se, desta forma, a velocidade média de oscilação (V_m). Diante disso, com relação às crianças mais velhas da presente pesquisa (9 e 10 anos), quando comparados os valores da V_m com os valores do estudo de Tsai *et al.*, (2008), sempre oscilaram mais rapidamente as crianças do presente estudo, independentemente da condição (olhos abertos ou fechados) e mesmo quando comparadas com as crianças com atraso no desenvolvimento da coordenação.

Com relação aos achados do estudo de Tsai *et al.*, (2008) as crianças com o atraso no desenvolvimento da coordenação tiveram maiores oscilações corporais, estatisticamente significativas, que as com desenvolvimento considerado normal, em quase todas as condições abordadas pelos autores (Tsai *et al.*, 2008). Entre as conclusões do estudo, é apresentada pelos autores a importância na escolha dos indivíduos para estudos da estabilometria, devendo-se estar atento para as crianças com esses déficits (Tsai *et al.*, 2008), cuidado esse que fora tomado no presente estudo.

Em um estudo que comparou dados cinéticos do equilíbrio de crianças e adolescentes de 8 a 11 anos de idade, praticantes ou não de atividades físicas, os autores encontraram não haver diferenças em relação à prática ou não da atividade física, porém os valores em relação às crianças da presente pesquisa foram distintos

(Oliveira *et al.*, 2008). Tanto os praticantes, quanto os não praticantes de atividade física tiveram, para a variável aCOFap, valores maiores que as crianças e o grupo adulto do presente estudo para a condição de olhos abertos. Já com olhos fechados os valores da oscilação foram menores que todos os grupos de crianças que fizeram parte do grupo de estudo deste trabalho e foi maior que o grupo de adultos. Para a variável aCOFml os resultados do estudo de Oliveira *et al.*, (2008), tanto em relação aos praticantes, quanto os não praticantes de atividade física, na condição de olhos abertos, obtiveram valores maiores que apenas o grupo de 10 anos e o grupo adulto deste estudo. Com os olhos fechados os valores da oscilação foram menores que todos os grupos de crianças e, novamente, foram maiores apenas que os do grupo de adultos (Oliveira *et al.*, 2008).

Tais dados levam a crer que a dependência visual das crianças mais velhas do presente estudo é maior que as do estudo de Oliveira *et al.*, (2008), pois, como citado acima, com o uso da visão os valores da oscilação foram menores e sem o uso foram maiores. Esses achados ainda mostram que quando as crianças que compuseram o presente grupo de estudo puderam utilizar as três vias aferentes de manutenção do equilíbrio (visual, vestibular e somatossensorial) elas foram bastante aptas para a tarefa solicitada, indicando boa integração dos estímulos recebidos e uma boa escolha da preferência pela via que melhor auxiliou no equilíbrio estático. Segundo Horak e Macpherson (1996) a integração de informações provenientes dos diferentes canais sensoriais é fundamental para o controle do equilíbrio postural, pois o sistema integra as informações sensoriais disponíveis e, ainda, define a contribuição de cada canal sensorial para a manutenção da postura. Esta contribuição de cada canal deve ocorrer de forma seletiva, aumentando a importância de um canal sensorial mais útil para a manutenção da postura e diminuindo a importância daquele ou daqueles canais menos úteis (Meredith, 2002; Oie *et al.*, 2002).

Além da escolha da via aferente mais confiável para a manutenção da estabilidade corporal, é muito importante a estratégia utilizada para a coordenação e controle da postura ereta em equilíbrio estático. Nesse sentido, alguns autores expõem que a idade de 7 e 8 anos é marcada pela mudança nessa estratégia de manutenção e coordenação do equilíbrio (Rival *et al.*, 2005; Kirshenbaum *et al.*, 2001). Segundo esses autores, nessa faixa etária as crianças passam a utilizar uma estratégia de estabilização de cabeça-tronco semelhante a adultos e, com isso,

pode-se obter inclusive resultados piores que idades inferiores na manutenção do equilíbrio estático em plataforma de força, pois a criança está em um processo de aprendizagem das estratégias (Rival *et al.*, 2005).

Nesse estudo de Rival *et al.*, (2005), os autores analisaram o equilíbrio postural de crianças de 6, 8 e 10 anos de idade e um grupo de adultos (24 anos), na condição de olhos fechados, em uma plataforma de força, realizando a comparação das variáveis Vm e amplitude do COF entre os grupos. Assim como os dados do presente estudo, a velocidade média de oscilação do COF se comportou linearmente menor com a evolução da idade, porém a amplitude do COF foi a maior na faixa etária de 8 anos de idade, seguida por valores do grupo de 6 anos, 10 anos e grupo adulto. Diante desses resultados, Rival *et al.*, (2005) concluíram estatisticamente que até os 10 anos de idade, de olhos fechados, as crianças não alcançaram resultados semelhantes ao grupo de adultos. Esses achados corroboram com os resultados desse estudo, pois para as mesmas variáveis e mesma condição (olhos fechados), foram avaliadas e mostraram dados semelhantes ao estudo de Rival *et al.*, (2005).

5.2 Equilíbrio em função do gênero

A análise dos valores do equilíbrio postural em função do gênero em diferentes faixas etárias mostrou que as crianças mais novas (de 4 e 5 anos até as de 6 e 7 anos) não tiveram, em nenhuma das variáveis (aCOFap, aCOFml e Vm), diferenças estatisticamente significativas. Porém, o grupo de adultos mostrou em todas as variáveis do equilíbrio postural, analisadas no presente estudo, diferenças estatísticas quando comparado os homens com as mulheres, tanto de olhos abertos, quanto com eles fechados.

Tais achados, para o grupo adulto, vão ao encontro das afirmações de Rivas e Júnior (2007) e Lemos *et al.*, (2009b) que expõem em seus estudos que a articulação do joelho em relação à estatura corporal de mulheres é mais larga que em homens e isso causa uma maior estabilidade em relação ao tamanho corporal, resultando em melhor equilíbrio postural. Os mesmos autores ainda expõem que a distribuição de massa corporal é diferenciada no corpo das mulheres devido a fatores morfológicos, o que, por sua vez, resulta no posicionamento do centro de gravidade das mulheres mais para baixo em relação aos homens de mesma

estatura, gerando menores valores de oscilação corporal (Lemos *et al.*, 2009b; Rivas e Júnior, 2007).

Com relação a crianças, a literatura mostra que as diferenças físicas relacionadas ao gênero são muito pequenas (Roman e Barros Filho, 2007). As estruturas físicas das crianças pré-escolares são notavelmente parecidas e, de uma vista posterior, é quase impossível diferenciar o gênero através dessas características (Gallahue e Ozmun, 2001).

Diante dessas afirmações, que enfatizam que as características morfológicas são similares entre o gênero nessa fase da vida, entende-se que o equilíbrio postural também responda dessa forma, ou seja, sem a presença de diferenças estatisticamente significativas. Logo, essas afirmações vão ao encontro dos achados do presente estudo, pois as crianças mais novas não tiveram diferenças de equilíbrio em relação ao gênero. Apenas as crianças da faixa etária de 8, 9 e 10 anos de idade tiveram diferença para a variável Vm de olhos abertos (Tabela 8), e na situação de olhos fechados as crianças da mesma faixa etária, ou seja, de 8, 9 e 10 anos de idade também tiveram diferenças para a variável Vm (Tabela 11).

Tsai *et al.*, (2008) expõem que os meninos apresentam melhor coordenação que as meninas na infância, porém complementam afirmando que em relação ao equilíbrio estático até, aproximadamente, os 8 anos de idade não existe diferenças em relação ao gênero, corroborando com os achados dessa pesquisa.

Lemos *et al.*, (2008) analisaram o equilíbrio postural através da amplitude do centro de força (aCOFap e aCOFml) de adolescentes de aproximadamente 12 anos de idade, praticantes e não praticantes de futebol de campo de uma cidade do sul do país. Os resultados dessa capacidade física, de olhos abertos, dos meninos do presente estudo (todas as faixas etárias) em comparação aos valores expressos no estudo de Lemos *et al.*, (2008) foram, para a variável aCOFap, piores que os praticantes de futebol em todas as faixas etárias e para os não praticantes de futebol foram similares à faixa etária de 8, 9 e 10 anos de idade. Já para a aCOFml os valores do equilíbrio foram piores que os dois grupos, ou seja, apresentaram maiores oscilações, o que era esperado em virtude da maior faixa etária.

5.3 Testes motores em função da idade

Os resultados dos testes motores mostraram que com o aumento da idade cronológica os valores que foram encontrados, tanto para salto lateral, quanto para a impulsão horizontal foram aumentados, ou seja, os piores escores foram obtidos pelas crianças de 4 anos de idade e os melhores valores foram obtidos pelas de 10 anos.

Especificamente analisando os valores do testes de impulsão horizontal em crianças alguns estudos apontam valores similares aos do presente trabalho.

Barbosa *et al.*, (2008) em seu estudo com 251 crianças e adolescentes, de ambos os gêneros, com média de idade de $10,58 \pm 1,73$ anos (de 10 a 13 anos), comparou estudantes de escola pública com crianças e adolescentes de uma escola privada de Presidente Prudente/SP e encontrou como resultados, respectivamente, $135,77 \pm 32,62$ cm e $142,20 \pm 27,79$ cm. Tais valores são pouco maiores que os obtidos pelas crianças mais velhas do presente estudo ($132 \pm 9,9$ cm), porém deve-se considerar que no grupo de estudo de Barbosa *et al.*, (2008) haviam adolescentes de até 13 anos de idade, fato que justifica os melhores resultados, e corrobora esses valores aos apresentados neste trabalho.

Rodrigues *et al.*, (2005) encontraram valores extremamente próximos aos do presente estudo, para a impulsão horizontal, em crianças de 7 a 10 anos de idade. Esses autores analisaram a influência do meio (urbano ou rural) em variáveis da aptidão física de 1832 crianças do gênero masculino de Portugal. Nos diferentes testes utilizados para avaliar a aptidão física, os autores mostram que houve melhoras em função do aumento da idade. Tal fato ocorreu da mesma forma nas crianças que compuseram o grupo de estudo da presente pesquisa, porém esse grupo foi formado por crianças de ambos os gêneros, diferentemente do estudo de Rodrigues *et al.*, (2005).

Como conclusões Rodrigues *et al.*, (2005) encontraram que, para algumas tarefas, as crianças do meio rural foram melhores e para outras as do meio urbano, pois viver em meios diferenciados em relação ao grau de urbanização exibiu padrões de aptidão física significativamente distintos, sendo estas diferenças independentes da morfologia das crianças (estatura e massa). Nesse sentido acredita-se que o grupo de estudo utilizado para esse estudo foi composta de forma mais homogênea, pois todas as crianças foram selecionadas da mesma escola

privada de Brasília, o que corrobora para credibilidade dos resultados para essa população.

Com relação aos valores encontrados para o teste do KTK de saltos laterais, os resultados do presente estudo também apontam para similaridade com valores referidos pela literatura.

Desta forma, o estudo de Valdivia *et al.*, (2008a) e Valdivia *et al.*, (2008b) que analisaram a bateria completa dos testes de KTK, em 4007 crianças de 6 a 11 anos de idade de ambos os gêneros do Peru, apresentaram valores para o salto lateral nas faixas etárias de 6 a 10 anos levemente inferiores aos dados apresentados nesse trabalho para as respectivas faixas etárias, porém os valores seguem um crescimento linear em função da idade, mostrando coerência com os dados encontrados nesse estudo. O trabalho de Valdivia *et al.*, (2008a) obteve como uma de suas conclusões que as crianças peruanas de ambos os gêneros apresentaram valores inferiores aos esperados pela literatura para o salto lateral, o que vai ao encontro dos resultados do presente estudo, nos quais os valores para essa variável, para todas as mesmas faixas etárias, foi levemente superior. Valdivia *et al.*, (2008b) concluem em seu estudo que para as variáveis de coordenação motora, o nível de adiposidade das crianças atua de forma negativa para a execução das tarefas implementadas. Essa preocupação foi tomada na seleção da amostragem do presente trabalho, sendo que as crianças participantes do grupo de estudo foram classificadas como eutróficas de acordo com critérios propostos pela curva de percentil do índice de massa corporal (IMC) de Cole *et al.*, (2000).

Uma conclusão que foi encontrada em ambos os estudos, ou seja, em Valdivia *et al.*, (2008a) e Valdivia *et al.*, (2008b), foi que o nível socioeconômico não foi considerado pelos autores como bom preditor para o nível de coordenação motora das crianças de seu estudo. Baseado nessa colocação é possível inferir que os valores do presente estudo possam ser utilizados para comparações entre crianças brasileiras de diferentes condições socioeconômicas.

Com relação à utilização da bateria de testes de KTK em estudo longitudinal, o trabalho desenvolvido por Deus *et al.*, (2008) analisou 285 crianças de ambos os gêneros durante 4 anos, dos 6 aos 10 anos de idade. Os resultados dos autores foram análogos aos deste trabalho para a variável salto lateral em cada idade específica. Os autores encontraram diferenças significativas em relação ao tempo,

ou seja, a cada ano que passou as crianças tiveram melhora nos escores (Deus *et al.*, 2008).

Outro estudo que realizou análise da coordenação motora de 3742 crianças de 6 a 10 anos de idade foi desenvolvido por Lopes *et al.*, (2003) na Região Autónoma dos Açores em Portugal. Os autores realizaram a bateria completa de testes do KTK e entre os resultados encontrados destaca-se que apenas para o teste de salto lateral não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto ao gênero das crianças. Esses achados justificam a utilização de apenas um grupo no presente estudo. Quando comparados os valores encontrados no salto lateral com os deste trabalho, encontraram-se valores similares dos escores das crianças que fizeram parte do grupo de estudo brasileiro nas faixas etárias de 7 a 10 anos de idade (Lopes *et al.*, 2003). Apenas na faixa etária de 6 anos de idade, os valores do estudo de Lopes *et al.*, (2003) foram levemente maiores que os valores do salto lateral das crianças de mesma idade do presente estudo, respectivamente $30,09 \pm 8,02$ e $25,08 \pm 6,00$, podendo, assim, também ser considerados similares. Contudo, como conclusão os autores afirmam que em seu estudo as crianças ficaram com escores inferiores aos esperados, tanto individualmente por tarefa executada, quanto pelo quociente final de nível de desenvolvimento motor (Lopes *et al.*, 2003).

Tais achados destes três trabalhos (Valdivia *et al.*, 2008a; Valdivia *et al.*, 2008b; Lopes *et al.*, 2003) corroboram com a afirmação de que é preciso realizar validação dessa bateria de testes para as diferentes características físicas das distintas populações e, portanto mostra a importância do desenvolvimento de dados normativos para cada população.

Nesse sentido Vidal *et al.*, (2009) realizaram um estudo com mais de 4600 crianças de ambos os gêneros de 6 a 11 anos de idade da Região Autónoma dos Açores em Portugal, avaliando a bateria completa do KTK e criando curvas de desenvolvimento em percentil de acordo com a idade para cada um dos 4 testes de KTK. Os autores afirmam que a inexistência de valores de referência para crianças portuguesas incentivou o desenvolvimento do referido trabalho e como conclusão esperam que os resultados de seu estudo auxiliem nas aulas de educação física como forma fácil de avaliação das crianças em relação a valores esperados para cada faixa etária. Quando comparados os resultados da média dos valores do salto lateral das crianças do presente estudo com as curvas de percentil propostas por

Vidal *et al.*, (2009) para crianças portuguesas, observa-se que os valores são classificados entre o percentil 25 e o 75. Os autores apontam que crianças podem ser classificadas como valores normais de desenvolvimento motor entre o percentil 10 e 90 para cada teste independentemente, estando, desta forma, a média dos resultados das crianças do presente estudo de acordo.

Um ponto interessante de observar é com relação à magnitude dos desvios-padrão encontrados em cada faixa etária para os testes de salto lateral. Esses valores indicam, genericamente, a variação dos valores individuais em torno da média, o que revela diferenças inter-indivíduos marcantes no teste. Tais dados foram observados, similarmente, nos estudos citados acima (Deus *et al.*, 2008; Valdivia *et al.*, 2008a; Valdivia *et al.*, 2008b; Lopes *et al.*, 2003). Isso significa que existe uma elevada variabilidade inter-indivíduos nas mudanças que ocorrem na coordenação motora das crianças, portanto, mais uma vez, mostrando a importância de estudos normativos para cada diferente característica física que sujeitos de diferentes países e regiões possuem.

5.4 Correlação do equilíbrio com testes motores, variáveis antropométricas e idade

Nas condições de olhos abertos os valores do equilíbrio postural tiveram significativas correlações, sendo elas moderadas e altas com os valores dos testes de impulsão horizontal e do salto lateral. Com relação à massa, estatura e a idade, os valores de equilíbrio geraram correlações moderadas, mas significativas. O IMC apenas teve correlação significativa com a variável Vm, porém essa correlação foi fraca.

Nas condições de olhos fechados, os valores do equilíbrio postural tiveram significativas correlações com os valores dos testes de impulsão horizontal, salto lateral, massa, estatura e a idade, gerando, desta forma, correlações moderadas. O IMC apenas teve correlação significativa com a variável Vm, porém essa correlação também foi fraca, assim como de olhos abertos.

Catenassi *et al.* (2007) realizaram um estudo com crianças de aproximadamente 5,5 anos de idade, de ambos os gêneros, e com diferentes níveis de IMC. Os autores realizaram testes motores (entre eles a bateria KTK) e verificaram a existência ou não de correlações no desempenho nos testes motores com os valores de IMC encontrados. Diante dos resultados obtidos por Catenassi *et*

al. (2007), as crianças do estudo não apresentaram correlações entre as variáveis estudadas. Esses achados podem ser entendidos de forma similar com os do presente estudo, pelo fato de que as variáveis do equilíbrio postural deste trabalho tiveram alta ou moderada correlação com o teste do salto lateral, e por sua vez, o equilíbrio (que mostrou ser bem correlacionado com os testes motores), apresentou baixa ou nenhuma correlação com o IMC. Logo, pode-se inferir que os valores da correlação do teste KTK apresentaram-se, no presente trabalho, da mesma forma que o estudo de Catenassi *et al.* (2007).

Outro ponto importante a ser observado é que as crianças que fizeram parte do estudo foram selecionadas por diversos critérios já citados anteriormente. Entre esses se apresenta a necessidade das crianças não serem classificadas como sobrepeso ou obesidade de acordo com as curvas de percentil propostas por Cole *et al.*, (2000). Baseado nesse fator e conhecendo as curvas de Cole *et al.*, (2000), pode-se compreender o porque da baixa ou inexistente correlação com os valores de equilíbrio (que diminuíram com o aumento da idade), pois sabe-se que essas curvas de percentil não são lineares ao longo da idade, ou seja, os valores de normalidade são dispersos de forma curvilínea entre as faixas etárias das crianças deste estudo. Diante desse fato, somado a afirmação de Valdivia *et al.*, (2008b), a qual expõem que para as variáveis de coordenação motora (entre elas está o equilíbrio) o nível de adiposidade das crianças atua de forma negativa para a execução das tarefas implementadas, pode-se compreender os resultados baixos da correlação do equilíbrio com valores de IMC em crianças.

Hsu *et al.*, (2009) realizaram testes de correlação linear entre as crianças de 3 a 12 anos de idade que fizeram parte de seu estudo sobre o equilíbrio postural. Os resultados desses testes apontaram para a existência dessa correlação linear entre variáveis do equilíbrio postural, obtidas pela utilização de uma plataforma de força com idade, massa e estatura corporal. Segundo Hsu *et al.*, (2009), o fator idade é o mais importante índice de avaliação para estimar o desenvolvimento das funções do sistema de equilíbrio postural.

Os resultados de Hsu *et al.*, (2009) vão ao encontro dos achados deste trabalho. Todas as mesmas variáveis correlacionadas tiveram boa correlação, da mesma forma que no estudo de Hsu *et al.*, (2009). Esses achados mostram que a idade e os fatores estruturais (massa e estatura) são importantemente relacionados

com os dados de equilíbrio postural de crianças ao longo dos anos de desenvolvimento.

Conforme referido acima, a literatura científica, mesmo escassamente, refere-se à existência de correlações entre idade e fatores estruturais com o equilíbrio postural. Porém, testes motores e as relações com o equilíbrio postural obtido por dados cinéticos foram considerados inexistente na literatura consultada.

Portanto, os achados do presente trabalho são inovadores e abrem uma grande possibilidade para a pesquisa científica abordar diversos testes motores e relacioná-los com testes biomecânicos “padrão ouro”, para assim construir um conhecimento mais aprofundado das características avaliadas em cada determinada tarefa motora existente nas avaliações usuais.

Diante dos resultados obtidos percebeu-se a existência dessa relação (alta ou moderada) entre o equilíbrio postural estático e a execução do teste de salto lateral e do teste de impulsão horizontal. Um ponto que se deve observar ao analisar os valores é que nas tentativas de olhos fechados a correlação linear do equilíbrio com os testes motores foi menor do que de olhos abertos. Tais resultados podem ser entendidos, pois na situação de equilíbrio de olhos fechados o indivíduo tem ausência da informação do sistema visual somada com o fato que em situações estáticas o sistema vestibular age muito pouco, sobrecarregando assim, o sistema somatossensorial, já durante os testes motores existe grande participação do sistema vestibular pelas movimentações que geram forças gravitacionais nos seus órgãos internos do vestíbulo (sáculo, utrículo e canais semicirculares), somado com a visão e também o sistema somatossensorial (Shumway-Cook e Woollacott, 1995; Duarte, 2000; Spirduso, 2005). Portanto, é possível compreender a diminuição nos valores de relação entre essas variáveis, pois a fonte de referência para o SNC responder de forma eferente é alterada na tarefa de equilíbrio de olhos fechados.

Os valores de correlação entre o salto lateral e o equilíbrio postural de olhos abertos foram para todas as variáveis maiores que a correlação da impulsão horizontal e o equilíbrio postural. A diferença entre a relação das duas tarefas motoras com o equilíbrio pode ser entendida pela exigência que o teste produz em cada indivíduo. No salto lateral é necessário que a cada saltitamento se restabeleça a colocação do centro de massa dentro dos limites da base de apoio do indivíduo, para evitar a queda. Já no teste de impulsão horizontal é preciso que se realize o mesmo, para também não cair, porém isso ocorre uma vez apenas.

6 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, é possível chegar às seguintes conclusões acerca da pesquisa:

O equilíbrio postural em crianças de 9 e 10 anos não apresentou diferença em relação à jovens adultos, na condição de olhos abertos;

Na condição de olhos fechados, todas as crianças apresentaram diferenças no equilíbrio em relação ao grupo adulto, exceto para as crianças de 9 anos de idade na variável velocidade média do centro de força. Tais dados mostraram que crianças de até 10 anos de idade possuem maior dependência visual para manutenção da estabilidade corporal, do que adultos;

As crianças começam a apresentar diferença nos valores de equilíbrio postural, entre os gêneros, a partir da faixa etária de 8 a 10 anos de idade;

Os adultos apresentam diferença no equilíbrio postural entre os gêneros em todas as variáveis analisadas;

Tanto a força explosiva de membros inferiores, quanto a coordenação e agilidade, avaliadas pelos testes motores, melhoraram com o aumento da idade cronológica;

A amplitude do centro de força médio-lateral e a Velocidade média de deslocamento do centro de força com olhos abertos foram fortemente correlacionadas com o teste de salto lateral, e a amplitude do centro de força ântero-posterior de olhos abertos foi moderadamente correlacionada. A amplitude do centro de força ântero-posterior, amplitude do centro de força médio-lateral e a velocidade média de deslocamento do centro de força de olhos abertos foram moderadamente correlacionados com a impulsão horizontal, estatura, massa e idade;

Com os olhos fechados, todas as variáveis do equilíbrio postural analisadas tiveram correlação moderada com o salto lateral, impulsão horizontal, estatura, massa e idade;

Ambos os testes, ou seja, o de salto lateral e o de impulsão horizontal apresentaram valores similares aos encontrados na literatura, porém necessita-se da criação de dados normativos para a população brasileira.

Sugere-se novos estudos comparando o equilíbrio postural de crianças com outros testes motores e a manipulação de outros *inputs* sensoriais.

Os dados encontrados nesse estudo podem servir como referência para a comparação do equilíbrio de crianças com diferentes características como adolescentes, obesos ou deficientes visuais.

7 REFERÊNCIAS

Almeida LF, Camargos GV, Corrêa CL. Mudanças reorganizacionais nos córtices somatossensorial e motor em amputados: revisão da literatura. *Rev Neurocienc* 17(2): 146-55, 2009.

American College of Sports Medicine. ACSM stand position on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 33: 2145-56, 2001.

Assaiante C. Development of locomotor balance control in health children. *Neurosci Biobehav Rev* 22: 527-32, 1998.

Assaiante C, Amblard B. An ontogenetic model for the sensorimotor organization of balance control in humans. *Hum Mov Sci* 14: 13-43, 1995.

Barbosa CAG, Júnior AM, Cardoso APM, Bianconsini F, Pereira JC, De Oliveira LC, Da Silva RM. Comportamento do crescimento e desenvolvimento físico de crianças de escola pública e particular. *Motriz* 14(4): 505-12, 2008.

Barela JA. Aquisição de habilidades motoras: do inexperiente ao habilidoso. *Motriz* 5(1): 53-57, 1999.

Barela JÁ, Polastri PF, Godoi D. Controle postural em crianças: oscilação corporal e frequência de oscilação. *Rev Paul de Educ Fís* 14: 68-77, 2000.

Barela AMF, Duarte M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. [site na internet] Disponível em <http://demotu.org/pubs/FRS.pdf> . Acessado em 20 de setembro de 2009.

Benedetti TRB, Binotto MA, Petroski EL, Gonçalves LHT. Atividade física e prevalência de quedas em idosos residentes no sul do Brasil. *Rev Bras Geriatr Gerontol* 11(2), 2008.

Bergmann GG, Araújo MLB, Garlipp DC, Lorenzi TDC, Gaya A. Alteração anual no crescimento e na aptidão física relacionada á saúde de escolares. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 7(2): 55-61, 2005.

Bergmann GG, Garlipp DC, Silva GMG, Gaya A. Crescimento somático de crianças e adolescentes brasileiros. *Rev Bras Saude Mater Infant* 9(1): 85-93, 2009.

Blanchard Y, Mcveigh R, Graham M, Cadet M, Mwilambwe K, Scott C. The influence of ambient lighting levels on postural sway in healthy children. *Gait Posture* 26(3): 442-5, 2007.

Bojikian LP, Luguetti CN, Böhme MTS. Aptidão física de jovens atletas do sexo feminino em relação aos estágios de maturação sexual. *R Bras Ci e Mov* 14(4): 71-78, 2006.

Bortolote GS, Brêtas JRS. O ambiente estimulador ao desenvolvimento da criança hospitalizada. *Rev Esc Enferm USP* 42(3): 422-9, 2008.

Brêtas JRS, Cassula DA, Reis LL. Estudo das características do desenvolvimento de lactentes e pré-escolares, utilizando o Teste de Triagem do Desenvolvimento de Denver. *Temas Desenvolv* 9(54): 5-13, 2001.

Brêtas JRS, Pereira SR, Cintra CC, Amirati KM. Avaliação de funções psicomotoras de crianças entre seis e dez anos de idade. *Acta Paul Enferm* 18(4): 403-412, 2005.

Bolaños MAC. Crescimento físico e desempenho motor em crianças de 6 a 12 anos de condição sócio-econômica média da área urbana da província de Arequipa-Perú. Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de mestrado. 2004.

Buderath P, Gartner K, Frings M, Christiansen H, Schoch B, Konczak J, Gizewski ER, Hebebrand J, Timmann D. Postural and gait performance in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Gait Posture* 29(2): 249–254, 2009.

Capovilla AGS, Miyamoto NT, Capovilla FC. Alterações de equilíbrio e nistagmo pós-rotatório em crianças com dificuldades de leitura. *Rev Fisioter USP* 10(2): 61-9, 2003.

Castro MB. A influência do contexto nas habilidades motoras fundamentais de pré-escolares e escolares. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. 2008.

Catenassi FZ, Marques I, Bastos CB, Basso L, Ronque VER, Gerage AM. Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Rev Bras Med Esporte* 13(4): 227-230, 2007.

Cherng RJ, Chen JJ, Su FC. Vestibular system in performance of standing balance of children and young adults under altering sensory conditions. *Percept Motor Skills* 92: 1167-79, 2001.

Cherng RJ, Hsu YW, Chen YJ, Chen JY. Standing balance of children with developmental coordination disorder under altered sensory conditions. *Hum Mov Sci* 26(6): 913-26, 2007.

Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J* 320:1-6, 2000.

Collet C, Folle A, Pelozin F, Botti M, Nascimento JV. Nível de Coordenação Motora de Escolares da Rede Estadual da Cidade de Florianópolis. *Motriz* 14(4): 373-80, 2008.

Colné P, Frelut ML, Pérès G, Thoumie P. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation. *Gait posture* 28(1): 164-169, 2008.

Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 9(2): 126-136, 2001.

De Paula MC. Análise comparativa das características cinemáticas da coluna durante a marcha e a corrida. Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de mestrado. 2009.

Deus RKBC, Bustamante A, Lopes VP, Seabra AFT, Silva RMG, Maia JAR. Coordenação motora: estudo de tracking em crianças dos 6 aos 10 anos da Região Autónoma dos Açores, Portugal. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 10(3): 215-22, 2008.

Duarte M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. Universidade de São Paulo. Tese (livre docência na área de biomecânica). 2000.

Feitosa EA, Rinaldi NM, Gobbi LTB. Controle postural dinâmico em crianças de dois a seis anos de idade. Rev Bras Educ Fis Esp 22(4): 285-91, 2008.

Filho E, Gimenez R, Júnior C. Efeitos de restrições ambientais na habilidade rebater em crianças, adultos e idosos. Rev Port Cien Desp 3(3): 43-55, 2003.

Franco ES, Panhoca I. Pesquisa da função vestibular em crianças com queixa de dificuldades escolares. Rev Bras Otorrinolaringol 74(6): 815-825, 2008.

Gaya A, Silva G. Manual de Aplicação de Medidas e Testes, Normas e critérios de Avaliação. 2007

Gallahue DL, Ozmun JC. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. São Paulo: Phorte, 1 ed, 2001.

Gallahue DL. A classificação das habilidades de movimento: um caso para modelos multidimensionais. R da Educação Física/UEM 13(2): 105-111, 2002

Genthon N, Rougier P. Influence of an asymmetrical body weight distribution on the control of undisturbed upright stance. J Biomech 38(10): 2037-49, 2005.

Gorla JI, Rodrigues JL, Brunieira CAV, Guarido EA. Testes de avaliação para pessoas com deficiência mental: identificando o KTK. *Arq Ciênc Saúde Unipar* 4(2):121-128, 2000.

Gorla JI, Araújo PF. *Avaliação em Educação Física Adaptada: teste KTK para deficientes mentais*. São Paulo: Phorte Editora, 1. Ed, 2007.

Guerraz M, Thilo KV, Bronstein AM, Gresty MA. Influence of action and expectation on visual control of posture. *Cognitive Brain Res* 11:259-66, 2000.

Harringe MI, Halvorsen K, Renström P, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait Posture* 28(1):38-45, 2008.

Heller MF, Challis JH, Sharkey NA. Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. *Gait Posture* 30(1):115-7, 2009.

Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium In: Rowell LB, Shepard JT. *Handbook of physiology*. New York. Oxford University press 255-92, 1996.

Hsu YS, Kuan CC, Young YH. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 73:737-40, 2009.

Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, Marceau S, Tremblay A, Teasdale N. Body Weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture* 26: 32-38, 2007.

Ionescu E, Morlet T, Froehlich P, Ferber-Viart C. Vestibular assessment with Balance Quest: Normative data for children and young adults. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 70: 1457-65, 2006.

Isableau B, Ohlmann T, Crémieux J, Amblard B. Selection of spatial frame of reference and postural control variability. *Exp Brain Res* 114: 584-9, 1997.

Johnson BL, Nelson JK. Practical Measurements for Evaluation in Physical Education. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1979.

Kirshenbaum N, Riach CL, Starkes JL. Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study *Exp Brain Res* 140: 420-431, 2001.

Laufer Y, Ashkenazi T, Josman N. The effects of a concurrent cognitive task on the postural control of young children with and without developmental coordination disorder. *Gait Posture* 27(2): 347-51, 2008.

Lebiedowska MK, Syczewska M. Invariant sway properties in children. *Gait Posture* 12: 200-4, 2000.

Leite HSF. Crescimento somático e padrões fundamentais de movimento: um estudo em escolares. Universidade Estadual Paulista. Dissertação de Mestrado. 2002.

Lemos LFC, Alves RF, Teixeira CS, Mota CB. Futebol de campo e o equilíbrio postural de adolescentes. *R Bras Ci e Mov* 16(3), 2008.

Lemos LFC, Teixeira CS, David AC, Mota CB. Equilíbrio postural de atletas da seleção brasileira feminina de canoagem velocidade. *Rev Bras Biomec* 9(18): 22-28, 2009.

Lemos LFC, Teixeira CS, Mota CB. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. *R Bras Ci e Mov* 17(4), 2009.

Lima CB, Secco CR, Miyasike VS, Gobbi LTB. Equilíbrio dinâmico: influência das restrições ambientais. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 3(1): 83-94, 2001.

Lin SI, Woollacott M. Association between sensorimotor function and functional and reactive balance control in the elderly. *Age Ageing* 34(4): 358-363, 2005.

Lundy-Ekman L. Neurociência: fundamentos para a reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

Linhares RV, Matta MO, Lima JRP, Dantas PMS, Costa MB, Fernandes Filho J. Efeitos da maturação sexual na composição corporal, nos dermatóglifos, no somatótipo e nas qualidades físicas básicas de adolescentes. Arq Bras Endocrinol Metab 53(1): 47-54, 2009.

Lopes VP, Maia JAR. Efeitos do ensino no desenvolvimento da capacidade de coordenação corporal em crianças de 8 anos de idade. Rev Paul Educ Fis 11(1): 40-48, 1997.

Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. Res Q Exerc Sport 67: 48-57, 1996.

Malina RM, Bouchard C. Growth maturation and physical activity. Champaign: Human Kinetics, 1991.

Mann L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, Rossi AG, Lopes LFD, Mota CB. Investigação do equilíbrio postural em idosos. Rev Bras Geriatr Gerontol 11(2), 2008.

Mann L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, Lopes LFD, Konopka CK, Mota CB. Gestação: equilíbrio postural, dor lombar e quedas. Rev Bras Biomec 9(18): 14-21, 2009.

Massion J. Movement ,posture and equilibrium: interaction and coordination. Prog in neurobiol 38: 35-36, 1992.

Mcgraw B, Mcclenaghan BA, Williams HG, Dickerson J. Gait and posture stability in obese and nonobese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil 81: 484-489, 2000.

Meredith MA. On the neuronal basis for multisensory convergence: a brief overview. Cogn Brain Res 14(1): 31-40, 2002.

Mergner T, Huber W, Becker W. Vestibular Neck interaction and transformation of sensory coordinates. *J Vest Res* 7:347-67, 1997.

Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Rev Port Cien Desp* 3(3): 77-83, 2003.

Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. *Fisioter Mov* 19(2): 11-18, 2006.

Moraes JCTB. Instrumentação para análise da biodinâmica do movimento humano. In: *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Estação Liberdade, 2000.

Nardone A, Grasso M, Schieppati M. Balance control in peripheral neuropathy: are patients equally unstable under static and dynamic conditions? *Gait Posture* 23(3): 364-16, 2006.

Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cogn Brain Res* 14(1): 164-76, 2002.

Oliveira LF. Análise quantitativa de sinais estabilométricos na avaliação do equilíbrio de gestantes. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. 1996.

Oliveira TP, Santos AMC, Andrade MC, Ávila AOV. Avaliação do controle postural de crianças praticantes e não praticantes de atividade física regular. *Rev Bras Biomec*, 9(16): 41-6, 2008.

Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *J Neurol* 107: 1143-63, 1984.

Paulus WM, Straube A, Krafczyk S, Brandt T. Differential effects of retinal target displacement, changing size and changing disparity in the control of anterior/posterior and lateral body sway. *Exp Brain Res* 78: 243-252, 1989.

Peterson ML, Christou E, Rosengren KS. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait Posture* 23: 455 - 463, 2006.

Prieto TE, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of Postural Steadiness: Differences Between Healthy Young and Elderly Adults. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 43(9), 1996.

Ramos BMB. Influências de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos. Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. 2003.

Riach CL, Starkes JL. Velocity of centre of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children. *Gait Posture* 2(3):167-72,1994.

Rival C, Ceyte H, Olivier I. Developmental changes of static standing balance in children. *Neurosci Lett* 376(2): 133-6, 2005.

Rivas RC, Júnior OA. O dimorfismo sexual e suas implicações no rendimento e planejamento do esporte feminino. *Mov Percepção* 7(10): 126-148, 2007.

Rodrigues LP, Bezerra P, Saraiva L. Influência do meio (urbano e rural) no padrão de aptidão física de rapazes de Viana do Castelo, Portugal. *Rev Port Cien Desp* 5(1): 77-84, 2005.

Roman EP, Barros Filho AA. Diferenças no crescimento e na composição corporal entre escolares de origem germânica e brasileira. *Rev Paul Pediatr* 25(3): 227-32, 2007.

Sage GH. *Motor learning and control: a neuropsychological approach*. Dubuque: Wm C Brown, 1984.

Santos BR, Delisle A, Larivière C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait Posture* 27(3): 408-15, 2008.

Silva GC, Silva IF, Pereira VR. Esporte como meio de desenvolvimento psicomotor de pessoas com deficiência visual. *Arq Ciênc Saúde Unipar* 4(2): 134-40, 2000.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: theory and practical applications*. Maryland: Williams & Wilkins, 1995.

Soares TM. *Estilo de vida e postura corporal em idosas*. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. 2002.

Spiriduso WW. *Dimensões físicas do envelhecimento*. São Paulo: Manole. 2005.

Stins JF, Michielsen ME, Roerdink M, Beek PJ. Sway regularity reflects attentional involvement in postural control: effects of expertise, vision and cognition. *Gait Posture* 30(1):106-9, 2009.

Suzuki S, Gugelmim MRG, Soares AV. O equilíbrio estático em crianças em idade escolar com Transtorno de Déficit de Atenção/ Hiperatividade. *Fisioter Mov* 18(3): 49-54, 2005.

Tarantola J, Nardone A, Tacchini E, Schieppati M. Human stance stability improves with the repetition of task: effect of foot position and visual condition. *Neurosci Lett* 228(2): 75-8, 1997.

Teixeira CS, Lemos LFC, Lopes LFD, Rossi AG, Mota CB. Equilíbrio postural e exercícios físicos: uma investigação com mulheres idosas praticantes de diferentes modalidades. *Acta Fisiátrica* 15(3): 154-157, 2008.

Tsai CL, Wu SK, Huang CH. Static balance in children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci* 27(1):142-53, 2008.

Uezu R, Paes FO, Böhme MTS, Massa M. Características discriminantes de jovens atletas de handebol do sexo masculino. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 10(4): 330-334, 2008.

Vidal SM, Bustamante A, Lopes VP, Seabra A, Da Silva RMG, Maia JAR. Construção de cartas centílicas da coordenação motora de crianças dos 6 aos 11 anos da Região Autónoma dos Açores, Portugal. *Rev Port Cien Desp* 9(1): 24-35, 2009.

Valdivia AB, Cartagena LC, Sarria NE, Távora IS, Seabra AF, Da Silva RMG, Maia JAR. Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 10(1):25-34, 2008.

Valdivia AB, Lara RF, Espinoza CB, Pomahuacre SQ, Ramos GR, Seabra A, Da Silva RMG, Maia JAR. Prontitud coordinativa: perfiles multivariados en función de la edad, sexo y estatus socio-económico. *Rev Port Cien Desp* 8(1): 34-46, 2008.

Vasconcelos AF. A influência de um programa em educação física no desenvolvimento motor das crianças da educação infantil. Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado. 2009.

Wieczorek SA. Equilíbrio em adultos e idosos: relação entre tempo de movimento e acurácia durante movimentos voluntários na postura em pé. Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. 2003.

Woollacott MH, Debú B, Mowatt M. Neuromuscular control of posture in the infant and child, is vision dominant? *J Mot behav* 19: 167-86, 1987.

Woollacott MH. Age-related changes in posture in movement. *J Gerontol* 48: 56-60, 1993.

Waelvelde HV, Weerdt W, Cock P, Janssens L, Feys H, Engelsman BCMS. Parameterization of movement execution in children with developmental coordination disorder. *Brain Cogn* 60: 20-31, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1

Ministério da Educação
 Universidade de Brasília
 Faculdade de Educação Física

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Pai ou Responsável:

O presente termo tem por objetivo convidar, esclarecer e solicitar seu consentimento para a participação de seu filho (a) no projeto de pesquisa intitulado: **“ANÁLISE DO EQUILÍBRIO POSTURAL DE CRIANÇAS”** aprovado no Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da UnB sob o n° 006/2009, desenvolvido pelo professor em Educação Física Luiz Fernando Cuozzo Lemos sob orientação da Profa. Dra. Ana Cristina de David - Laboratório de Biomecânica da FEF-UnB.

O objetivo deste estudo é verificar o equilíbrio postural de crianças.

As crianças participantes do presente estudo não serão colocadas em nenhuma situação de desconforto ou constrangimento, sendo que as coletas não apresentam riscos. Os resultados obtidos nas coletas serão apenas utilizados para análise e tratamento dos dados pelos próprios pesquisadores, com finalidade científica. Os dados ficarão sob responsabilidade dos autores da pesquisa e armazenados no Laboratório de Biomecânica da UnB por um período de 2 anos, sendo após este período destruídos.

Os benefícios ao se realizar esta pesquisa estão relacionados à identificação de possíveis problemas no equilíbrio.

Qualquer gasto que houver por parte dos voluntários, relacionado a pesquisa será ressarcido pelos pesquisadores.

Assim, declaro que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e que todos os dados a respeito de meu filho(a) serão confidenciais e poderão ser utilizados para fins acadêmicos. Compreendo que neste estudo, as medições e demais procedimentos serão feitas em meu filho(a) com métodos não invasivos e que fui informado que posso retirar meu filho(a) do estudo a qualquer momento sem nenhuma restrição. Maiores informações pelo telefone (61)33072251–ramal 228.


Declaro que estou ciente das informações contidas no presente termo, e como responsável pelo menor _____ concordo com a participação dele (a) neste projeto.

Nome do responsável _____

Assinatura do responsável: _____

Endereço: _____ RG: _____

Assinatura do pesquisador executor (Luiz Fernando Cuozzo Lemos): 

Assinatura do professor responsável (Ana Cristina de David): 

Brasília, ____ de _____ de 2009.

Documento baseado na resolução 196/1996 do Conselho Nacional da Saúde, do Ministério da Saúde, publicado no Diário Oficial 201, 16/96

Contato institucional:

Pesquisadora responsável:
Ana Cristina de David
Telefone: (61)3307-2251 – ramal 228
email: acdavid@unb.br

Pesquisador executor:
Luiz Fernando Cuozzo Lemos
Telefone: (61) 8571-1671
email: luizcanoagem@yahoo.com.br

Comitê de Ética em Pesquisa Faculdade de Medicina/Universidade de Brasília:
Telefone: (61) 3307-2520/ 3273-4069

ANEXO 2

Algoritmo

```

function [dados]=variaveis;
load 'mestrado01110RAW.txt'
load 'mestrado01111RAW.txt'
load 'mestrado01112RAW.txt'
load 'mestrado01113RAW.txt'
load 'mestrado01114RAW.txt'
load 'mestrado01115RAW.txt'
sinal=[mestrado01110RAW,mestrado01111RAW,mestrado01112RAW,mestrado01113RAW,
mestrado01114RAW,mestrado01115RAW];
% Filtro Passa-Baixas
fs=100;
wn=[(fs/2)];
[b,a]=butter(4,[10]/wn);
sinalf=filter(b,a,sinal); %sinal filtrado
R=[sinalf-sinal]; %residuo
h=-0.0387946;%valor dado pela plataforma de força
cof1=[( (-sinalf(:,5)-h*sinalf(:,1))./sinalf(:,3) ) *100 ( sinalf(:,4)-h*sinalf(:,2))./sinalf(:,3) ) *100];
cof2=[( (-sinalf(:,11)-h*sinalf(:,7))./sinalf(:,9) ) *100 ( sinalf(:,10)-h*sinalf(:,8))./sinalf(:,9)
)*100];
cof3=[( (-sinalf(:,17)-h*sinalf(:,13))./sinalf(:,15) ) *100 ( sinalf(:,16)-h*sinalf(:,14))./sinalf(:,15)
)*100];
cof4=[( (-sinalf(:,23)-h*sinalf(:,19))./sinalf(:,21) ) *100 ( sinalf(:,22)-h*sinalf(:,20))./sinalf(:,21)
)*100];
cof5=[( (-sinalf(:,29)-h*sinalf(:,25))./sinalf(:,27) ) *100 ( sinalf(:,28)-h*sinalf(:,26))./sinalf(:,27)
)*100];
cof6=[( (-sinalf(:,35)-h*sinalf(:,31))./sinalf(:,33) ) *100 ( sinalf(:,34)-h*sinalf(:,32))./sinalf(:,33)
)*100];
cof=[cof1 cof2 cof3 cof4 cof5 cof6];
amp=[max(cof(:,1))-min(cof(:,1)) max(cof(:,2))-min(cof(:,2)) max(cof(:,3))-min(cof(:,3))
max(cof(:,4))-min(cof(:,4)) max(cof(:,5))-min(cof(:,5)) max(cof(:,6))-min(cof(:,6)) max(cof(:,7))-
min(cof(:,7)) max(cof(:,8))-min(cof(:,8)) max(cof(:,9))-min(cof(:,9)) max(cof(:,10))-
min(cof(:,10)) max(cof(:,11))-min(cof(:,11)) max(cof(:,12))-min(cof(:,12))];
trajx=cof(:,1);
trajy=cof(:,2);

```

```

x=length(cof(:,1))-1; %comprimento da matriz
dt=.01; %intervalo de tempo entre cada instante
for i=1:x
    d(i,:)=cof(i+1,1)-cof(i,1) cof(i+1,2)-cof(i,2) cof(i+1,3)-cof(i,3) cof(i+1,4)-cof(i,4) cof(i+1,5)-
cof(i,5) cof(i+1,6)-cof(i,6) cof(i+1,7)-cof(i,7) cof(i+1,8)-cof(i,8) cof(i+1,9)-cof(i,9) cof(i+1,10)-
cof(i,10) cof(i+1,11)-cof(i,11) cof(i+1,12)-cof(i,12)]; %calculando os deslocamentos entre
cada instante no eixo latero-lateral
    v(i,:)=d(i,1)./dt d(i,2)./dt d(i,3)./dt d(i,4)./dt d(i,5)./dt d(i,6)./dt d(i,7)./dt d(i,8)./dt d(i,9)./dt
d(i,10)./dt d(i,11)./dt d(i,12)./dt];
    V(i,:)=sqrt( v(i,1).^2 + v(i,2).^2 ) sqrt( v(i,3).^2 + v(i,4).^2 ) sqrt( v(i,5).^2 + v(i,6).^2 ) sqrt(
v(i,7).^2 + v(i,8).^2 ) sqrt( v(i,9).^2 + v(i,10).^2 ) sqrt( v(i,11).^2 + v(i,12).^2 ); %Velocidade
no plano XY
    D(i,:)=sqrt( d(i,1).^2 + d(i,2).^2 ) sqrt( d(i,3).^2 + d(i,4).^2 ) sqrt( d(i,5).^2 + d(i,6).^2 ) sqrt(
d(i,7).^2 + d(i,8).^2 ) sqrt( d(i,9).^2 + d(i,10).^2 ) sqrt( d(i,11).^2 + d(i,12).^2 ) ]; %calculando o
deslocamento, em cada instante, no plano XY
end
D=sum(D); %Deslocamento total no plano XY
v=mean(V); %velocidade média
figure
for i=1:6
    subplot(2,3,i)
    hold on
    histfit(R(:,i))
end
figure
for i=1:6
    subplot(2,3,i)
    hold on
    plot(sinalf(:,i))
end
dados=[amp(1) amp(2) v(1) amp(7) amp(8) v(4); amp(3) amp(4) v(2) amp(9) amp(10) v(5);
amp(5) amp(6) v(3) amp(11) amp(12) v(6)] %amplitude em x, y e velocidade,
respectivamente
save c:\dados\cof_filtrados\sujeito126.txt dados -ascii%colocar nome%
clear all

```