

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

CRISTIANE HELITA ZORÉL MENEGHETTI

**AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE
CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SÍNDROME
DE DOWN**

SÃO PAULO/2008

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

CRISTIANE HELITA ZORÉL MENEGHETTI

**AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE
CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SÍNDROME
DE DOWN**

**Orientadora: Profa. Dra. Silvana
Maria Blascovi de Assis**

Dissertação apresentada ao programa de Distúrbios de Desenvolvimento, da Universidade Presbiteriana Mackenzie como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

SÃO PAULO/2008

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que nos criou para triunfar, nos escolheu para reinar e viver como um herdeiro do que Jesus conquistou. Ele nos faz sonhador com um propósito.

Gostaria de agradecer em especial a minha orientadora Profa. Dra. Silvana Blascovis de Assis, pela seriedade, confiança depositada a mim e pelos ensinamentos.

Ao querido amigo Dr. Frederico Tadeu Deloroso por compartilhar seus conhecimentos na realização deste estudo, pela disponibilidade e confiança.

Aos professores do mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento do Mackenzie, pelo conhecimento científico e, pela contribuição para minha formação.

A instituição de Pais e Amigos de Araras e aos pais que gentilmente permitiram a participação de seus filhos neste estudo.

Meu obrigado em especial a todas as crianças e adolescentes deste estudo.

Aos meus amigos que me incentivaram, acompanharam esta jornada, em especial a Thaís que se tornou confidente das dificuldades e conquistas vividas ao longo desses últimos dois anos de dedicação ao

curso de mestrado, a minha admiração pelo seu caráter que certamente faz de você uma grande profissional.

A todos os meus amigos do curso de pós-graduação pela amizade e incentivo na realização deste sonho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

DEDICATÓRIA

Dedico este mestrado à minha linda e amada Família pelo incentivo, e também por acreditar sempre no meu potencial.

Aos meus irmãos Carlos, Camila, Cinthia, Maria Cecília e Maria Eduarda, que os amos tanto, por crer e nunca duvidarem da minha vitória.

Aos mestres da vida na arte de ensinar meus pais, que sempre se dedicaram aos filhos incansavelmente, aquecendo os nossos corações e alimentando o nosso espírito de sempre acreditar.

LISTA DE ABREVIATURA

SD	Síndrome de Down
CDM	Centro de Massa
BDA	Base de Apoio
SNC	Sistema Nervoso Central
CG	Centro de Gravidade
GE	Grupo Experimental
GC	Grupo Controle
IMC	Índice de Massa Corporal
GG	Grupo Geral
NN	Normal

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Gênero, estatura (centímetros), massa corporal (Kg), idade e IMC dos participantes do G.E.....	30
TABELA 2. Gênero, estatura (centímetros), massa corporal (Kg), idade e IMC dos participantes do G.C.....	31
TABELA 3. Médias de oscilações dos grupos experimentais e controle respectivamente.....	40
TABELA 4. Média, desvio padrão e teste para dados pareados apropriados de acordo com o estudo de suposições na oscilação Frontal.....	41
TABELA 5. Média, desvio padrão e teste para dados pareados apropriados de acordo com o estudo de suposições nas oscilações Sagital.....	43
TABELA 6. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5%, na oscilação Frontal com visão.....	44
TABELA 7. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5%, na oscilação Frontal sem visão.....	45
TABELA 8. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5%, na oscilação Sagital com visão.....	46

TABELA 9. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5%, na oscilação Sagital sem visão. ... 47

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Modelo representando os sistemas que contribuem para o controle postural..... 16
- Figura 2.** Estratégias posturais usadas normalmente por adultos no controle da postura vertical, da direita para esquerda: estratégia de tornozelo, do quadril e o passo. 20
- Figura 3.** Protocolo de Filmagem de Equilíbrio Estático..... 35
- Figura 4.** Marcação dos pontos em relação ao fio de prumo e vértice para a determinação do ângulo. 36
- Figura 5.** Marcação dos pontos em relação ao fio de prumo e vértice para a determinação do ângulo. 36
- Figura 6.** Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa da oscilação com e sem visão pelo teste para dados pareados selecionado no nível de significância de 5% no plano Frontal. 42
- Figura 7.** Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste para dados pareados selecionado no nível de significância de 5% no plano Sagital. 43
- Figura 8.** Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação Frontal com visão nos grupos estudados. 44

Figura 9. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação Frontal sem visão nos grupos estudados. 45

Figura 10. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação Sagital com visão nos grupos estudados. 46

Figura 11. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação sagital sem visão nos grupos estudados. 47

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o equilíbrio estático de crianças e adolescentes com Síndrome de Down, e verificar a influencia da visão no equilíbrio estático. Participaram do estudo 11 crianças e adolescentes com SD e 14 crianças e adolescentes neurologicamente normais, que compuseram o grupo controle. Durante as filmagens os participantes se mantiveram na posição ortostática com os braços posicionados ao lado do corpo com os pés paralelos sobre uma superfície plana, olhando para um alvo posicionado na parede frontal da sala na altura dos olhos. As crianças de ambos os grupos foram filmadas na vista anterior (plano frontal) e na vista de perfil direito (plano sagital) nas condições com visão e sem visão. Nas filmagens na condição de olhos fechados, foi utilizado um óculos de natação totalmente vedado, com a finalidade do participante não ter nenhuma informação visual. O instrumento utilizado foi a Biofotogrametria Computadorizada que serviu como referência angular para verificar as oscilações do corpo em equilíbrio estático. Os resultados deste estudo mostraram que as crianças e adolescentes com SD oscilam mais que o grupo controle e, quando a informação visual é manipulada às oscilações tanto ântero-posterior como latero-lateral mostraram fortes indícios ($p < 0,01$) da existência de diferenças quando comparadas com as crianças do grupo controle.

PALAVRAS-CHAVE: SÍNDROME DE DOWN, AVALIAÇÃO, EQUILÍBRIO ESTÁTICO, BIOFOTOGAMETRIA.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the static balance in children and adolescents with Down Syndrome, and verify visual influence in the static balance. The study sample consisted of 11 children and adolescents with Down Syndrome and 14 healthy children and adolescents, in the control group. During the video takes all the subjects were instructed to stay in the orthostatic position with the arms along the body and feet parallel in a flat surface, looking at a target set at the eyes height on the wall in front of them. Children of both groups were filmed in anterior view (frontal view) and right side view (sagittal view) in these two conditions: with and without vision. During the video takes with the eyes closed, it was used a swimming goggle completely sealed, with the purpose of not allowing the subject to have any visual information. The instrument used was the Computerized Biophotogrammetry which served as angular reference to verify the body oscillations in the static balance. The results of this study showed that children and adolescents with Down Syndrome oscillate more than the control group and when the visual information is manipulated both anteroposterior and side-to-side oscillations showed strong evidences ($p < 0,01$) of the presence of differences between children with Down Syndrome and the children in the control group.

PALAVRAS-CHAVE: DOWN SYNDROME, EVALUATION, STATIC BALANCE, COMPUTERIZED BIOPHOTOGRAMMETRY.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVEATURAS	
LISTA DE TABELA	
LISTA DE FIGURAS	
RESUMO	
ABSTRACT	
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Funcionamento do Sistema de Controle Postural.....	14
1.2. Participação do Sistema Sensorial no Controle Postural.....	17
1.3. Participação do Sistema Neuromuscular no Controle Postural.....	19
2. Avaliação e Biofotogrametria Computadorizada	21
3. Síndrome de Down	23
3.1. Características Físicas da criança	24
3.2. Desenvolvimento Motor da criança com Síndrome de Down.....	24
3.3. Controle Postural em crianças com Síndrome de Down	26
4. OBJETIVOS	28
5. METODOLOGIA.....	29
5.1. Tipo de Pesquisa.....	29
5.2. Aspectos éticos	29
5.3. Participantes	29
5.4. Local	32
5.5. Material.....	33
5.6. Experimento Piloto.....	33
5.7. Avaliação e Procedimentos	34
5.8. Tratamento e Análise dos Dados	37
5.8.1. Testes para dados Pareados.....	37
5.8.2. Análise de Variância	39
5.9. Análise Estatística	39
6. RESULTADOS	40
6.1. Dados Pareados	41
6.1.2. Oscilação Frontal (Latero-Lateral)	41
6.1.3. Oscilação Sagital (ântero-posterior)	43
6.2. Análise das Variâncias	44
6.2.1. Oscilação Frontal com Visão	44

6.2.2. Oscilação Frontal sem Visão.....	45
6.2.3. Oscilação Sagital com Visão.....	46
6.2.4. Oscilação Sagital sem Visão	47
7. DISCUSSÃO	48
8. CONCLUSÃO.....	53
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO 1 Termo de Aprovação do Comitê de Ética	63
ANEXO 2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	64

1. INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down (SD) foi descrita clinicamente pela primeira vez pelo médico inglês John Langdon Down em 1866, mas sua causa permaneceu como um mistério por quase um século. Apenas em 1959 o francês Jerome Lejeune identificou as causas genéticas da mesma, sendo de todas as síndromes genéticas a mais comum (THOMPSON, THOMSON, 2002).

Essa síndrome é causada por alterações cromossômicas envolvendo o par do cromossomo 21, o qual se apresenta em trissomia, resultando em alterações físicas e mentais (MOREIRA, EI-HANI, GUSMÃO, 2000; AMORIM, MOREIRA, CARRARO, 1999; CARSWELL 1993; CASTELÃO, SCHIAVO, JURBERG 2003; THOMPSON, THOMSON, 2002).

Com isso, a SD vem sendo estudada por diversos pesquisadores e quando se trata de aspectos sobre o desenvolvimento infantil, observa-se que muitos estudos têm seu foco nos fatores que influenciam as aquisições motoras da criança.

Apesar das crianças com SD apresentarem atraso no desenvolvimento, não se deve predeterminar seus limites, no entanto estudos evidenciam atraso no desenvolvimento de habilidades motoras, indicando que, estes marcos emergem em tempo diferenciado das crianças com desenvolvimento típico.

Mas as diferenças do desempenho motor de crianças com SD em relação a crianças com desenvolvimento típico podem não permanecer constantes ao longo do desenvolvimento, caracterizando-se então, como uma hipótese a ser investigada (BARROS, LEMOS, SOARES, 2003; MANCINI *et al.* 2003).

Dessa forma, um ponto se destaca: o controle postural destas crianças é similar ao das crianças neurologicamente normais?

Disfunções no controle postural são freqüentemente descritas em crianças com SD e relacionadas com dificuldade como coordenação motora, problemas com integração sensório-motora ou simplesmente como movimentos desajeitados. Movimentos parecem desajeitados quando os indivíduos são lentos em se adaptar à tarefa e condições do ambiente mutáveis ou são menos capazes de fazer ajustes posturais antecipatórios. Muitos debates na literatura vêm ocorrendo sobre possíveis causas das dificuldades de coordenação motor, ser resultado de integração sensório-motora anormal, limites cognitivos ou relacionada diretamente à hipotonia (WEBBER, VIRJI-BABUL, EDWARDS, 2004).

1.1 Funcionamento do Sistema de Controle Postural

Considerando que o equilíbrio é a manutenção do centro de massa do corpo dentro de uma base de suporte, ou seja, dentro dos limites de estabilidade, um sistema está em equilíbrio quando a somatória de forças que atuam sobre ele é igual à zero, entretanto, essa não é uma tarefa fácil quando se trata do corpo humano (ENOKA, 2000).

No entanto, Barela (2000) afirma que oscilações constantes ocorrem mesmo quando uma pessoa procura manter-se em pé o mais estável possível. Essas oscilações são decorrentes de dificuldades em manter os segmentos corporais alinhados entre si sobre uma base de suporte restrita, utilizando o sistema muscular que produz forças que variam ao longo do tempo.

Mas, segundo Shumway-Cook, Woollacott (2003) as demandas posturais durante a postura vertical imóvel são frequentemente denominadas controle do equilíbrio estático. Para que o equilíbrio seja otimizado necessita-se do funcionamento harmônico de todos os sistemas: motor, sensorial, o qual abrange o visual, vestibular e somatossensorial, para que ocorra a integração de nível superior para mapear a sensação para a ação e garantir os aspectos de antecipação e adaptação do controle postural coordenados pelo sistema nervoso central.

No controle postural existe também a parcela de contribuição do cerebelo, impulsos originados em receptores das articulações, tendões, músculos, pele e também de órgãos terminais do sistema visual, auditivo e vestibular interagindo com o cerebelo para que ocorra a influência do mesmo sobre a atividade muscular concretizando sua importância no controle do movimento (BANKOFF *et al.* 2006).

A manutenção da postura ereta é uma tarefa importante e complexa para o corpo humano. Para manter o equilíbrio em qualquer postura, o corpo humano precisa receber informações sobre a sua posição no espaço e sobre o ambiente. Essas informações são recebidas pelo corpo através do *sistema neural*: que integra a informação sensorial para acessar a posição e o movimento do corpo no espaço e *músculo-esquelético*: que geram forças para controlar a posição do corpo, conhecido como o sistema de controle postural (MOCHIZUKI, AMADIO, 2003; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

Segundo Woollacott, Shumway-Cook, Nashner (1986) antigas teorias de controle postural acreditavam que as bases neurais para o funcionamento do controle postural eram descritas através de um modelo de controle de sistema nervoso central denominado hierárquico. Neste modelo, os mecanismos do sistema nervoso

responsáveis pelo controle motor eram subdivididos em componentes funcionais e organizados de maneira hierárquica.

Recentemente, o modelo de sistemas tem sido o mais utilizado para descrever as bases neurais para o funcionamento do controle postural. Os autores entendem que o controle postural se dá pela interação entre o indivíduo, a tarefa e o ambiente, além disso, supõe que o sistema de controle postural é parte de uma complexa interação entre os sistemas musculoesquelético e neural, e que a partir desta complexa interação, é que emerge o movimento (WOOLLACOTT, SHUMWAY-COOK, 1990).

A partir de então, o funcionamento do sistema de controle postural deixa de ser considerado um estado estático, onde apenas há uma soma de caminhos hierárquicos, e passa a ser entendido de maneira dinâmica, decorrente da interação de múltiplos subsistemas, como a orientação sensorial, a coordenação multiarticular, as adaptações ambientais e as restrições biomecânicas do sistema músculo-esquelético (HORAK, MACPHERSON, 1996).

Segundo Horak e Macpherson (1996) o controle postural possui dois objetivos comportamentais: a orientação e o equilíbrio postural. A orientação postural está relacionada ao posicionamento e ao alinhamento dos segmentos corporais um em relação aos outros e em relação ao ambiente. O equilíbrio postural é o estado em que todas as forças que atuam sobre o corpo estão balanceadas para manter o corpo na posição e orientação desejada. Esse equilíbrio é considerado estável quando o centro de massa (CDM)¹ é mantido sobre a sua base de apoio (BDA)² (HAY *et al.* 1996; RIETDYK *et al.* 1999).

Portanto, o equilíbrio postural ou estabilidade é definido como a capacidade de manter o CDM projetado dentro dos limites da BDA, denominados limites de estabilidade.

Durante a postura vertical imóvel, os limites de estabilidade são definidos como a área envolvida pelas bordas externas dos pés, em contato com o chão (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

¹ CDM - É o ponto na qual toda a massa do corpo está equilibrada e onde se encontra a resultante de todas as forças que agem sobre o corpo.

² BDA - É definida como a área do objeto que está em contato com a superfície de apoio.

Para que esses dois objetivos comportamentais a orientação e o equilíbrio postural sejam alcançados pelo sistema de controle postural, são necessárias a percepção (integração das informações sensoriais, para analisar a posição e o movimento do corpo no espaço) e a ação (capacidade de produzir forças para controlar os sistemas de posicionamento do corpo). Dessa forma, o controle postural exige uma interação contínua entre o sistema musculoesquelético e neural, ilustrada na Figura 1 (BARELA, 2000; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

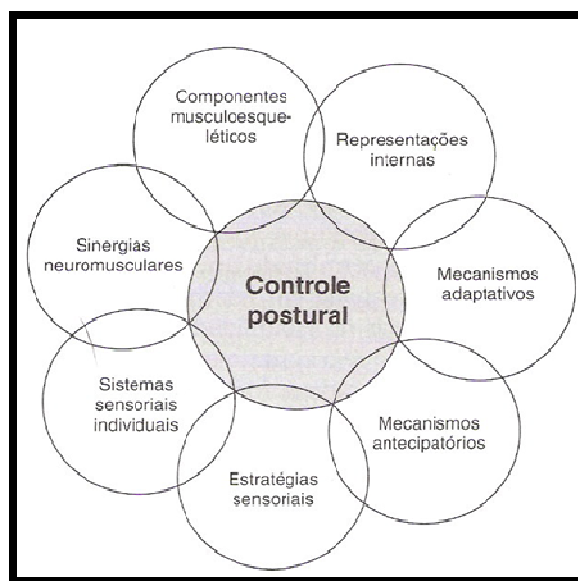


Figura 1. Modelo representando os sistemas que contribuem para o controle postural (Shummway-Cook, Woollacott, 2003).

Os componentes musculoesqueléticos envolvem elementos como amplitude de movimento da articulação, flexibilidade da coluna, propriedades musculares e relações biomecânicas entre os segmentos corpóreos unidos, e os componentes neurais envolvido no controle postural são: *processos motores* incluindo sinérgias musculares, *processos sensoriais*, abrangendo os sistemas visual, vestibular e somatossensorial e *processos de integração de nível superior*, essenciais para mapear a sensação para a ação e garantir os aspectos de antecipação e adaptação do controle postural (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

Entretanto, não basta que haja este relacionamento entre informação sensorial e ação motora, mas é necessário que este também esteja estável e coerente, como verificado por alguns estudos (BARELA, JEKA, CLARK, 1999; BARELA *et al.* 2000).

1.2 Participação do Sistema Sensorial no Controle Postural

No que se refere às informações sensoriais utilizadas pelo sistema de controle postural, elas são provenientes principalmente de três sistemas sensoriais; visual, vestibular e somatossensorial (proprioceptivo, cutâneo) (NASHNER, 1981; WINTER, 1995; HORAK, MACPHERSON, 1996). Estes estímulos são enviados ao sistema nervoso central (SNC) e lá são integrados para oferecer ao sistema de controle postural, informações sobre a orientação dos segmentos corporais uns em relação aos outros e em relação ao ambiente, e cada sentido fornece ao SNC um tipo diferente de informação sobre a posição e o movimento do corpo. Portanto, cada um oferece uma estrutura de referência diferente para o controle postural (NASHNER, 1981; HORAK, MACPHERSON, 1996; OIE, KIEMEL, JEKA, 2002).

A manutenção do equilíbrio, em geral, é realizada pelo sistema vestibular. Esse sistema é constituído por uma estrutura óssea, o labirinto, localizado no osso temporal e tendo interiormente estruturas membranosas, possui basicamente duas porções: uma central e outra periférica. A porção periférica do sistema vestibular esta localizada no ouvido interno, e é formado por órgãos otólitos: sáculo e utrículo; e os canais semicirculares.

O sistema vestibular fornece informação sobre a posição e movimento da cabeça em relação à gravidade e às forças inerciais. Apresenta dois tipos de receptores que percebem diferentes aspectos da posição e movimento da cabeça, os canais semicirculares, sáculo e utrículo. Os canais semicirculares são sensíveis à aceleração angular da cabeça, principalmente a movimentos rápidos que ocorrem durante a marcha ou em situações instáveis, já o sáculo e utrículo sinalizam a aceleração e a posição da cabeça em relação à gravidade, respondendo a movimentos lentos da cabeça como os que ocorrem durante a oscilação corporal (TAVARES, FURTADO, SANTOS, 1984).

Os estímulos captados pelo sistema vestibular são importantes para o controle da postura, pois eles fornecem informações sobre a orientação espacial da cabeça e em relação à atuação da força gravitacional, baseados na informação de aceleração linear e angular da cabeça tornando-se um dos componentes determinantes na regulação do equilíbrio (FREITAS JUNIOR, 2003).

O sistema somatossensorial tem como principais sensores aferentes os mecanorreceptores localizados na pele, receptores de pressão localizados em camada mais profundas da pele, fusos musculares localizados nos músculos esqueléticos, órgãos

tendinosos de Golgi localizados nas junções músculo-tendíneas e receptores articulares localizados na cápsula articular e nos ligamentos (HORAK, MACPHERSON, 1996).

Este sistema fornece informações sobre a posição do corpo no espaço relativo à superfície de suporte, informações da posição e velocidade relativa entre os segmentos do corpo e em relação ao ambiente e informações sobre as pressões agindo na interface segmento/base de suporte (NASHNER, 1981; WOOLLACOTT, SHUMWAY-COOK, 1990; WINTER, 1995; HORAK, MACPHERSON, 1996). Em razão de estarem distribuídos por todo o corpo, são importantes para determinar o posicionamento dos segmentos corporais e o relacionamento entre eles (HORAK, MACPHERSON, 1996, ENOKA, 2000).

O sistema visual está envolvido parcialmente com o equilíbrio postural, sendo responsável por movimentos oculares compensatórios que são produzidos a partir de informações vestibulares, constituindo uma série de reflexos vestibulo-oculares, também fornece informações sobre a posição e movimento de um objeto no espaço (exterocepção) e a posição e movimento dos membros relativo ao ambiente e ao resto do corpo (propriocepção visual) por meio dos olhos. É o sistema sensorial que o corpo mais confia nas tarefas de manutenção da postura e de movimento (LATASH, 1997). Mas sua eficácia no controle postural depende, basicamente, da eficiência em detectar movimentos corporais relativo a um determinado ambiente (PAULUS *et al.* 1989).

Desde o clássico trabalho de *Romberg*, diversos estudos têm mostrado que em função da ausência de informação visual se tem um aumento da oscilação do corpo (PAULUS *et al.* 1989; COLLINS, DE LUCA, 1995; CREMIEUX, MESURE, 1994) além da disponibilidade de informação, a qualidade da informação visual também é importante e influencia no controle postural. O teste de *Romberg* foi descrito como sendo um dos métodos mais utilizados para avaliar o equilíbrio, devido sua simplicidade e praticidade (PRESUMIDO *et al.* 1995). Esse teste é realizado com os pacientes em pé com os calcanhares unidos com os olhos abertos e fechados (ALLISON, FULLER, 2004).

Nos estudos de Paulus *et al.* (1989) observaram que qualquer manipulação na qualidade da informação visual, como por exemplo, diminuição da acuidade visual ou aumento da distância entre o observador e o cenário visual, provoca um aumento da oscilação corporal.

Mas segundo Vuillerme, Marin, Debû, (2001); Shumway-Cook, Woollacott, (2003) estímulos visuais aparentam serem dominantes no controle da postura antes dos 6-7 anos de idades, a alteração de dependência visual para o controle multimodal ocorre depois disso. Essa mudança leva a redução do balanço postural durante posicionamento

estático. Além disso, diferente dos seus pares mais velhos, crianças menores de 6-7 anos de idade tendem a uma estabilidade decrescente quando perdem o excesso de estímulos sensoriais para o controle postural.

1.3 Participação do Sistema Neuromuscular no Controle Postural

O sistema neuromuscular é responsável basicamente por produzir as atividades neurais necessárias para manter o tônus muscular e por ativar os músculos antigravitacionais para manter o tônus postural (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

Um controle ativo dos músculos por parte do sistema nervoso central (SNC) é necessário para a manutenção da posição e orientação corporal em função do corpo humano, mantido em postura ereta, por ser um sistema multissegmentar e inerentemente instável devido aos graus de liberdade proporcionados pela sua característica multissegmentar (HORAK, MACPHERSON, 1996).

A forma pela qual o sistema de controle postural atua para o controle da postura ereta em situações normais ou perante as perturbações ou durante deslocamentos voluntários do centro de gravidade, pode ser organizada em estratégias do quadril, do tornozelo e do passo (HORAK, MACPHERSON, 1996). Essas estratégias do movimento postural são usadas como *feedback* e uma forma de *feed-forward* (antecipação), a fim de manter o equilíbrio em diversas circunstâncias (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003).

A estratégia de tornozelo é bastante utilizada para controlar a oscilação na postura em pé (GATEV *et al.* 1999), sendo também a mais usada em situações em pequenas perturbações do equilíbrio. O uso da estratégia do tornozelo requer pequena amplitude de movimento e grande força nos músculos dos tornozelos (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989).

De acordo com Horak, Shupert, Mirka (1989); Horak, Macpherson (1996); Gatev *et al.* (1999) a estratégia do quadril é útil para respostas a perturbações rápidas e de grande amplitude, ou quando a superfície de apoio é menor do que os pés. Esta estratégia consiste na inclinação do tronco para frente ou para trás, em função de uma

flexão ou hiperextensão do quadril, e ao mesmo tempo, uma movimentação contrária das articulações do tornozelo e pescoço.

Quando uma perturbação postural é suficientemente forte para deslocar o centro de gravidade (CG) para fora da base de apoio, um passo é dado para que o CG volte para dentro da base de apoio. Os indivíduos podem responder com uma terceira estratégia, a estratégia do passo. Ela é normalmente usada quando as estratégias do tornozelo e quadril são inadequadas ou ineficazes para a manutenção do equilíbrio e da orientação corporal desejada (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989).

Esses padrões de movimentos, denominados estratégias de tornozelo, quadril e passo, são ilustrados na Figura 2.

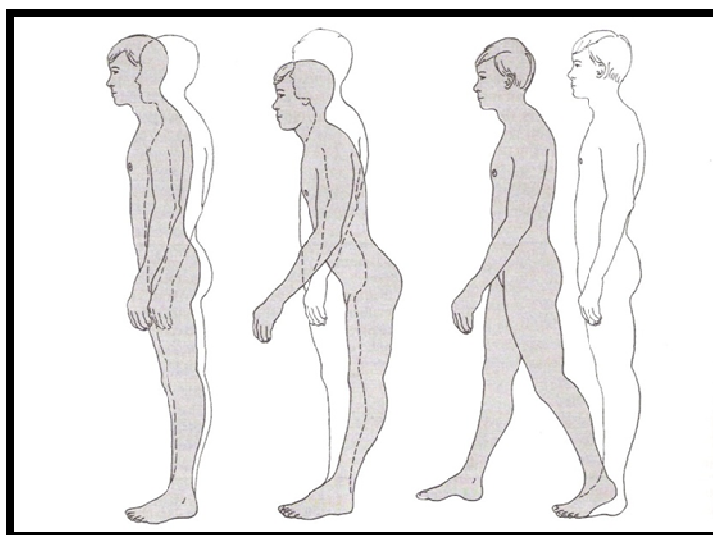


Figura 2. Estratégias posturais usados normalmente por adultos no controle da postura vertical, da direita para esquerda: estratégia de tornozelo, do quadril e o passo (Shummway-Cook, Woollacott, 2003).

2. Avaliação e Biofotogrametria Computadorizada

A importância do registro do equilíbrio quantificado possibilita sua mensuração científica além de compará-lo ao padrão de normalidade, e a partir da quantificação se torna mais claro entender o fenômeno que se está pesquisando. Assim, o terapeuta terá mais recursos para avaliar ou mesmo alterar algumas técnicas de tratamento, não apenas pelos sintomas e sinais que se apresentam, mas também pelo seu equilíbrio quantificado, que poderá ser um elemento norteador no processo de seleção de

intervenções ou mesmo no processo de estimulação.

Segundo Baraúna *et al.* (2006) e Douglas (2002) para que sejam realizadas atividades funcionais da vida diária é primordial a manutenção do equilíbrio estático, possibilitando posturas, movimentos e respostas adequadas. Por isso, a avaliação do equilíbrio torna-se de grande valor nos programas de estimulação motora, já que bem realizada assegura a melhor intervenção e possivelmente melhores resultados, ao passo que se não for bem avaliada pode comprometer o movimento e conseqüentemente a boa postura.

Contudo, muitos métodos de avaliação do equilíbrio são utilizados nos dias de hoje, entretanto, os mais precisos e de fundamentação científica, como as plataformas de forças e os estabilômetros, geralmente permanecem restritos a laboratórios ou, de tão onerosos, acabam impossibilitados para serem utilizados pelos pesquisadores.

Devido aos avanços tecnológicos surgiram novos instrumentos, um deles é a Biofotogrametria Computadorizada, que é um recurso que pode ser usado na avaliação, para realização de diagnóstico físico funcional, em diferentes áreas. Ricieri (2000) publicou estudo demonstrando a validade e confiabilidade desse instrumento. Outros autores vêm, desde então, desenvolvendo estudos com a utilização desse instrumento aplicados em: equilíbrio (PRESUMIDO, 1995; BARAÚNA *et al.* 2006; BARAÚNA *et al.* 2003; BARAÚNA *et al.* 2004a) alterações posturais em crianças portadoras de síndrome da respiração bucal (LIMA *et al.* 2004) avaliação da amplitude de movimento do ombro em mulheres mastectomizadas (BARAÚNA *et al.* 2004b) avaliação cinesiológica das curvaturas lombar e torácica das gestantes (BARAÚNA, ADORNO, 2001).

O termo fotogrametria, de origem grega, expressa a aplicação da fotografia à métrica. Muitos dos conceitos interpretativos e metodológicos fundamentais da fotogrametria cartográficas utilizadas na agrimensura foram aos poucos sendo adaptados para o estudo dos movimentos humanos. As adaptações mais importantes relacionam-se aos conceitos de restituição (o planejamento e construção de um mapa planimétrico condizente com a realidade que se pretende refletir) e fotointerpretação, ou seja, o exame das imagens para identificação de objetos e julgamento de seu significado (RICIERI, 2000).

A Biofotogrametria Computadorizada desenvolveu-se pela aplicação dos princípios fotogramétricos às imagens fotográficas obtidas em movimentos corporais. Às imagens foi aplicada a base de foto interpretação, gerando-se uma nova ferramenta de estudo da cinemática (RICIERI, 2000).

Os primórdios desta técnica referem-se a dois pesquisadores da Universidade Técnica de Lisboa, Ferreira e Correia da Silva, quando desenvolveram um programa experimental para computadores pessoais que selecionava imagens obtidas através de fitas de vídeo em VHS, permitindo a delimitação de pontos e o cálculo dos ângulos formados entre esses pontos (BARAÚNA, RICIERI, 2002).

O programa foi utilizado com sucesso em um estudo que analisou a marcha de amputados de membro inferior que utilizavam prótese e ao retornar ao Brasil, o Prof. Dr. Mário Antonio Baraúna agora em parceria com o Dr. Alcimar B. Soares concentraram-se no aperfeiçoamento metodológico dessa técnica diagnóstica. Uma nova versão baseada no mesmo princípio de cálculo angular anterior foi gerada e registrada com o nome de ALCimagem, em 1999. Esse programa é um algoritmo matemático que transforma pontos de imagens em eixos coordenados cartesianos e os quantifica (BARAÚNA, RICIERI, 2002).

A biofotogrametria traz em seu bojo duas grandes vantagens na efetividade de sua aplicação clínica: o baixo custo do sistema de imagens e fotointerpretação e a precisão e reprodutividade dos resultados. Segundo Ricieri (2000) referências ósseas e articulares, planos, eixos, regiões corporais, tudo pode ser avaliado pela biofotogrametria, desde que a imagem adquirida seja previamente demarcada no foco observado, antes da aquisição; caso contrário pode-se demarcar diretamente a imagem após sua aquisição.

Na demarcação do foco, fundamentos de contrastes e operacionalização devem ser levados em consideração na escolha do elemento marcador (BARAÚNA, RICIERI, 2002).

A biofotogrametria além de ser um método fidedigno e conseqüentemente confiável, permite ainda registrar a imagem em arquivo, possibilitando comparação posterior e mensuração sempre que for necessário (RICIERI, 2005).

3. Síndrome de Down

A primeira descrição clínica da síndrome, provavelmente foi feita por Edvard Seguin em 1846, em 1866, o médico inglês John Langdon Down publicou um trabalho no qual descreveu algumas características da síndrome que hoje leva o seu nome. Down

acreditava que a síndrome de Down era um tipo racial mais primitivo, e ao reconhecer nas crianças afetadas uma aparência algo oriental, Down criou o termo “mongolismo” (MOREIRA, EL-HANI, GUSMÃO, 2000; CARSWELL, 1993; PUESCHEL, 2005).

Apenas em 1959 a causa genética da SD foi descrita por Jerome Lejeune, Patrícia A. Jacobs e colaboradores, que descreveram de forma independente a presença de um cromossomo extra em pacientes com SD (CARSWELL, 1993; PUESCHEL, 2005).

Desde 1959, quando foi comprovada a existência de um cromossomo extra na constituição cromossômica dos indivíduos com SD, várias foram suas descobertas sobre o seu quadro clínico, portanto a SD é uma cromossomopatia, ou seja, uma doença cujo quadro clínico é explicado por um desequilíbrio na constituição cromossômica no caso, a presença de um cromossomo extra no par 21, caracterizando assim, uma trissomia, onde este está presente em cerca de 95% dos casos (BRUNONI, 1999). Segundo Schawartzman (1999); Pueschel (2005) além da trissomia outros problemas cromossômicos estão presentes nas crianças com síndrome de Down, ou seja, translocação e mosaicismos. Na trissomia “translocação” a ocorrência deste tipo de anomalia se dá em 5%, já a síndrome de Down caracterizada por um mosaicismos, representa um grupo menor, onde as células trissômicas aparecem ao lado de células normais.

Sabe-se que a SD é a mais freqüente forma de deficiência mental causada por aberrações cromossômicas tendo como incidência estimada de 1:800/1000 nascidos vivos (SCHAWARTZMAN, 1999).

3.1 Características Físicas da criança

As características fenotípicas das crianças com SD mais comuns são: a cabeça é um pouco menor comparada com as das crianças normais, face com perfil achatado, as pálpebras são estreitas e levemente oblíquas, excesso de pele na nuca, orelhas de baixa implantação, extremidades curtas, hiperextensão das grandes articulações, prega palmar única, língua protusa, há clinodactilia do 5º dedo das mãos e uma distancia aumentada entre o 1º e 2º pododáctilos (PUESCHEL, 2005, SILVA, DESSEN, 2002).

Outras alterações também estão presentes nas crianças com SD como: cardiopatia congênita 40%, problemas de audição (60% a 80%), de visão, onde 50% das crianças apresentam tal dificuldade, problemas neurológicos, anormalidades

esqueléticas, obesidade, envelhecimento precoce, hipotonia, dentre muitas outras (MOREIRA, EI-HANI, GUSMÃO, 2000; KLEINHANS, SILVA, 2006). Contudo, estas características estão associadas a um atraso do desenvolvimento, incluindo o motor, a linguagem e o cognitivo.

3.2 Desenvolvimento Motor da criança com Síndrome de Down

Atualmente a SD vem sendo estudada por diversos pesquisadores e quando se trata de aspectos sobre o desenvolvimento infantil observa-se que muitos estudos têm seu foco nos fatores que influenciam as aquisições motoras da criança.

Entretanto, pesquisas recentes demonstram que crianças com SD exibem um atraso significativo no desenvolvimento de habilidades motoras e equilíbrio, indicando que estes marcos emergem em tempo diferenciado das crianças com desenvolvimento típico. Muitas crianças com SD sentam e levantam sem apoio aproximadamente 10 meses mais tarde do que as crianças neurologicamente normais (WANG, JU, 2002; MANCINI *et al.* 2003; PUESCHEL, 2005; POLASTRE, BARELA, 2005).

Várias alterações no desenvolvimento como habilidades sensório-motoras, apresentadas por crianças com SD podem interferir funcionalmente na capacidade de desempenhar de formas independentes diversas atividades e tarefas da rotina diária, sendo as alterações funcionais extremamente relevantes para o profissional da área da saúde, uma vez que as expectativas dos pais estão nessa fase relacionadas ao desenvolvimento motor (MANCINI *et al* 2003).

Em vários estudos, aspectos vêm sendo sugeridos como causa do atraso na aquisição dos marcos motores para as crianças com SD. Tem sido sugerida que a fraqueza exacerbada nas articulações, fraqueza muscular e hipotonia são as causas principais dessas diferenças (POLASTRI, BARELA, 2005).

Outro aspecto importante na SD é a hipoplasia do cerebelo que é reconhecida na anatomia pelo tamanho relativamente pequeno do cerebelo. A função do cerebelo está relacionada ao equilíbrio, ajustes posturais, locomoção e atividade reflexa, entretanto essa patologia do desenvolvimento cerebelar é pelo menos parcialmente responsável pela hipotonia muscular e associação deteriorada entre músculos sinérgicos, como visto nas reações posturais pré-programadas seguintes a perturbações durante o ato de ficar em pé, provocando um déficit de equilíbrio importante, podendo este persistir até a

adolescência. Estes papéis desempenhados pelo cerebelo podem explicar as desordens de movimento comumente observadas em indivíduos com SD (KANODE, PAYNE, 1989; VIEREGGE, SCHULZE- RAVA, WESSEL, 1996).

Desta forma uma das características mais comuns em pessoas com SD é a hipotonia, entendido como um déficit relacionado à diminuição de tônus muscular. De fato, todas as crianças que nascem com SD têm hipotonia, uma condição que contribui muito com seu atraso em alcançar marcos motores (DAVIS, KELSO, 1982; MORRIS, VAUGHAN, VACCARO, 1982; BARROS, LEMOS, SOARES, 2003; KLEINHANS, SILVA, 2006).

Mas as diferenças do desempenho motor de crianças com SD em relação a crianças com desenvolvimento típico podem não permanecer constantes ao longo do desenvolvimento, caracterizando-se então, como uma hipótese a ser investigada (BARROS, LEMOS, SOARES, 2003; MANCINI *et al.* 2003).

3.3 Controle Postural em crianças com Síndrome de Down

O número de estudos que abordaram o controle postural de crianças com SD é relativamente pequeno.

Disfunções no controle postural são freqüentemente descritas em crianças com SD e relacionadas com dificuldade com coordenação motora, problemas com integração sensorial - motora ou simplesmente com movimentos desajeitados. Esses movimentos parecem desajeitados quando os indivíduos são lentos em se adaptar à tarefa e condições do ambiente mutáveis ou são menos capazes de fazer ajustes posturais antecipatórios. Entretanto, muitos debates na literatura vêm ocorrendo sobre possíveis causas das dificuldades de coordenação motora que possivelmente pode ser resultado de integração sensorio-motora anormal, limites cognitivos ou relacionada diretamente à hipotonia (WEBBER *et al.* 2004).

Vários estudos têm mostrado que o desenvolvimento do controle postural é particularmente atrasado, em jovens crianças com SD.

Nos estudos de Butterworth e Cicchetti (1978) um dos primeiros a analisar o controle postural, crianças com SD e crianças normais foram colocadas dentro de uma sala móvel, para verificar os ajustes posturais ocorridos em respostas ao movimento da sala móvel. Os resultados mostraram que ambos os grupos de crianças com SD e normais fizeram ajustes posturais relacionados ao movimento do ambiente, no entanto, as crianças com SD em pé são mais influenciadas pela discrepância entre informações visuais e mecâno-vestibulares que crianças normais, uma vez que elas caem com mais

frequência quando a sala move-se.

Woollacott e Shumway-Cook (1986) em seu estudo avaliaram as reações posturais e perturbações do equilíbrio em 4 jovens crianças com SD e 6 sem SD, com idades entre 4 e 6 anos; observaram um atraso na emergência e refinamento das respostas posturais automáticas no grupo com SD. Além disso, na idade de 6 anos, os ajustes posturais antecipatórios a um movimento voluntário estiveram ausentes em mais da metade das tentativas em crianças com SD, e esses ajustes posturais foram expressos em 100% das tentativas com crianças sem SD. Desta forma, os autores sugeriram que o desenvolvimento postural atrasado poderia pelo menos parcialmente explicar as dificuldades encontradas por jovens indivíduos com SD em fazer movimentos rápidos e precisos.

Já Vleregge, Schulze-Rava, Wessel (1996) estudaram o equilíbrio estático por meio da plataforma de posturografia. Este estudo comparou o equilíbrio estático em adultos com SD com o equilíbrio estático em dois grupos controles de idades diferentes, entre 29 e 79 anos. Através dessa comparação concluiu-se que os indivíduos com SD tiveram valores maiores na trajetória balanço.

Contudo, Vuillerme, Marin e Debû (2001) em estudo com adolescentes com SD com idades variando entre 14 e 18 anos, em uma tarefa de manutenção da postura ereta em superfície estável, constataram que os adolescentes com SD exibiam oscilação corporal de maior amplitude do que os sujeitos normais (NN), sob qualquer informação sensorial. Dessa maneira, constataram que existem diferenças no funcionamento do sistema de controle postural.

No entanto, nos estudos de Kokubun *et al.* (1997) sugerem que a frequência média de oscilação para crianças com SD na tarefa de manter o equilíbrio em apoio unipodal é maior, porque maiores frequências indicam desordens da aferência muscular relacionada à musculatura hipotônica tão característica da SD, quando comparadas com crianças com deficiência mental sem SD.

Webber *et al.* (2004) utilizando a plataforma de força com adultos com SD nas idades entre 19 e 40 anos, estudaram a rigidez e a estabilidade postural sob condições de olhos abertos e de olhos fechados. Observaram que a velocidade de oscilação corporal foi significativamente maior em indivíduos com SD, e que a velocidade estava relacionada com a rigidez postural encontrada nos indivíduos com SD. Além disso, os autores observaram um aumento da rigidez postural na ausência da informação visual.

Mas recentemente, Gomes (2007) examinou o controle postural de adultos com SD e NN utilizando a sala móvel, focando principalmente no acoplamento entre informação sensorial e ação motora e na influência da informação sensorial na oscilação

corporal. Os resultados mostraram que adultos com SD oscilaram mais que adultos NN. Entretanto, os indivíduos com SD não demonstraram alteração no acoplamento entre informação sensorial e ação motora.

4. OBJETIVOS

4.1 Geral

Avaliar os graus de oscilação do equilíbrio estático em crianças e adolescentes com Síndrome de Down.

4.2 Específicos

1. Quantificar e comparar os graus de oscilação ântero-posterior e latero-lateral, de crianças e adolescentes neurologicamente normais e das crianças e adolescentes com Síndrome de Down utilizando a Biofotogrametria Computadorizada;

2. Comparar as oscilações de equilíbrio estático nas condições com e sem informação visual.

5. METODOLOGIA

5.1 Tipo de Pesquisa

A estratégia metodológica para a abordagem do tema em foco foi o modelo de estudo de caso controle.

O estudo de caso controle é um tipo de estudo observacional que se inicia com a seleção de um grupo de pessoas portadoras de uma doença ou condição específica (casos), e outro grupo de pessoas que não sofrem dessa doença ou condição (controle). O propósito do estudo de caso-controle é identificar características (exposições, ou fatores de risco) que ocorrem com maior ou menor frequência entre casos do que entre controles (RODRIGUES, WERNECK, 2005).

5.2 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética do centro Universitário Hermínio Ometto - Uniararas (anexo1).

Antes do início da coleta de dados e após a indicação dos nomes dos possíveis participantes pela instituição colaboradora, a pesquisadora visitou pessoalmente cada uma das famílias para apresentação da idéia do estudo e leitura da carta de informação e do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 2). Os responsáveis mostraram-se interessados, não havendo nenhuma recusa na participação. A pesquisadora comprometeu-se a retornar os dados à instituição para que os interessados pudessem conhecer os resultados e aplicações do estudo.

5.3 Participantes

Participaram do estudo 25 crianças e adolescentes, sendo 11 com Síndrome de Down, de ambos os gêneros, com idade entre 07 a 14 anos, que constituíram grupo experimental (GE), e 14 crianças e adolescentes neurologicamente normais, de ambos os gêneros, com idade entre 07 a 14 anos, que compuseram o grupo controle (GC).

As médias e desvios padrão da estatura, massa corporal, idade e índice de massa corporal (IMC), dos participantes do GE e GC são apresentadas na Tabela 1 e na Tabela 2, respectivamente.

Tabela 1. Gênero, estatura (centímetros), massa corporal (kg), idade e IMC dos participantes do GE.

Gênero	Estatura (cm)	Massa (Kg)	Idade	IMC
F	1,3	39,6	13	25,1405
F	1,36	46,5	12	23,43195
M	1,39	61,8	11	31,98592
M	1,44	49	13	23,6304
M	1,26	26	9	16,37692
M	1,44	73,2	12	35,30093
F	1,17	19	7	13,87976
F	1,47	46	11	21,28743
F	1,34	61	13	33,97193
M	1,55	75,5	14	31,4256
M	1,53	77	14	32,89333
Média	1,39	52,24	11,73	26,30
Desvio Padrão	0,12	19,49	2,15	7,32

Tabela 2. Gênero, estatura (centímetros), massa corporal (Kg), idade e IMC dos participantes do GC.

Gênero	Estatura (cm)	Massa (Kg)	Idade	IMC
F	1,55	48,0	13	19,97919
F	1,40	40,0	12	20,40816
M	1,50	52,0	11	23,11111
M	1,52	50,0	13	21,64127
M	1,26	25,6	9	16,12497
M	1,47	46,0	13	21,28743
M	1,65	73,5	13	26,99725
F	1,18	18,5	7	13,28743
F	1,47	39,0	11	18,04804
F	1,60	60,4	12	23,59375
M	1,57	75,0	14	30,4272
M	1,75	77,0	14	25,14286
M	1,45	45,5	10	21,6409
M	1,60	56,0	13	21,875
Média	1,50	50,46	11,79	21,68
Desvio Padrão	0,15	17,32	2,01	4,31

O grupo experimental foi composto de cinco meninas e seis meninos, já o grupo controle foi composto de cinco meninas e nove meninos com características homogêneas de gênero, peso, estatura e idade.

A escolha da faixa etária deste estudo baseou-se em evidências presentes na literatura. No estudo de Figura *et al.* (1991) foi observado que por volta da idade de 7 e 8 anos as crianças já apresentam oscilações corporais semelhantes aos adultos durante a manutenção da postura ereta, mas tendo em vista que quando as crianças são submetidas a situações mais desafiadoras essa semelhança com os adultos ocorre tardiamente (GODOI, 2004).

Existem também indicações de que por volta dos 12 e 13 anos de idade os indivíduos começam a exibir comportamentos semelhantes aos adultos durante a

Critérios de Inclusão

1. Crianças e adolescentes com Síndrome de Down na faixa etária entre 07 a 14 anos de idade e diagnosticadas pelo exame do cariótipo;
2. Crianças e adolescentes sem a SD que estivessem caracterizadas com o grupo experimental.

Critérios de Exclusão

1. Crianças e adolescentes com SD com diagnóstico de Autismo ou outras disfunções neurológicas diagnosticadas;
2. Crianças e adolescentes sem a síndrome que apresentassem outras disfunções neurológicas diagnosticadas;
3. Não permanecer na posição ortostática para a filmagem.

5.4 Local

Os participantes desse estudo foram selecionados a partir de levantamento realizado na cidade de Araras – SP, em uma instituição de educação especial (Associação de Pais e Amigos) que atende a população local. Entre os participantes, 11 freqüentavam regularmente a instituição, os demais freqüentavam escolas regulares na cidade.

A avaliação do equilíbrio estático ocorreu nas dependências da própria instituição, uma vez que a metodologia aplicada permitiu a montagem do equipamento em diferentes locais.

A escolha pelo local de avaliação foi baseada na possibilidade de ser um ambiente já conhecido pelas crianças, e pela facilidade em encontrar os participantes.

5.5 Material

Foram utilizados os seguintes materiais para avaliação do equilíbrio estático:

- Fio de prumo;
- Nível;
- Tripé para filmagens;
- Máquina DSC-H2 digital 6.0 mega pixels marca Sony;
- Computador Windows XP;
- Software Corel Draw;
- Windows Movie Maker;
- Marcadores padronizados;
- Fita adesiva dupla face;
- Fita métrica;
- Balança Digital (Welmy digital);
- Óculos de natação vedado;
- Papel amarelo (alvo).

5.6 Experimento Piloto

O experimento piloto realizado antes da avaliação final possibilitou a identificação de algumas dificuldades. Uma delas estava relacionada com as medidas antropométricas, vários integrantes do grupo experimental se recusavam de início a ter suas estatura e massa mensurada.

Outra dificuldade foi a limitação cognitiva, já que alguns participantes não compreendiam as instruções dadas pela pesquisadora de não se movimentar e de não falar durante as filmagens, por exemplo. Assim, alguns deles não se mantinham na posição ortostática, além de andar e brincar no ambiente de filmagem. Uma tentativa foi pedir à coordenadora da instituição e aos familiares que os acompanhassem na realização das filmagens e dessem as instruções.

Para a realização da avaliação do equilíbrio estático não se utilizou da antena, técnica desenvolvida por Baraúna (2004a) para determinação angular, uma vez que as crianças do GE não se adaptaram com esse método. Por essa razão, foram feitas modificações sem a antena para atender a coleta de dados com as crianças com SD.

A técnica aplicada no estudo foi a colocação de marcadores de papel adesivo na região da glabella e eurio a fim de determinar a referência angular. Para solucionar a preocupação inicial se os marcadores seriam legíveis nas filmagens, foram realizados vários testes para verificação da eficácia.

No entanto, para a avaliação na condição sem visão, a princípio, utilizou-se uma venda para a avaliação do equilíbrio estático, mas essa não se mostrou eficiente para o GE. Por fim, foram utilizados óculos de natação totalmente vedados, com o que se obteve sucesso para realização das filmagens.

5.7 Avaliação e Procedimentos

Após um pequeno período de adaptação ao ambiente, o participante teve a sua massa corporal e estatura mensurada, em uma balança digital devidamente aferida pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade industrial). Em seguida, os participantes iniciaram os procedimentos experimentais. Foi colocado em cada participante um marcador na região da glabella para avaliação na vista anterior e no eurio, servindo como referência para a análise angular em perfil.

Durante a filmagem, cada participante deveria manter uma postura relaxada, com os braços posicionados ao lado do corpo o mais estável possível, e os pés paralelos sobre uma superfície plana, previamente marcada para os apoios plantares, tendo ao fundo uma parede marrom e um fio de prumo, que serviu de referência para a análise do ângulo, conforme ilustrado na figura 3.

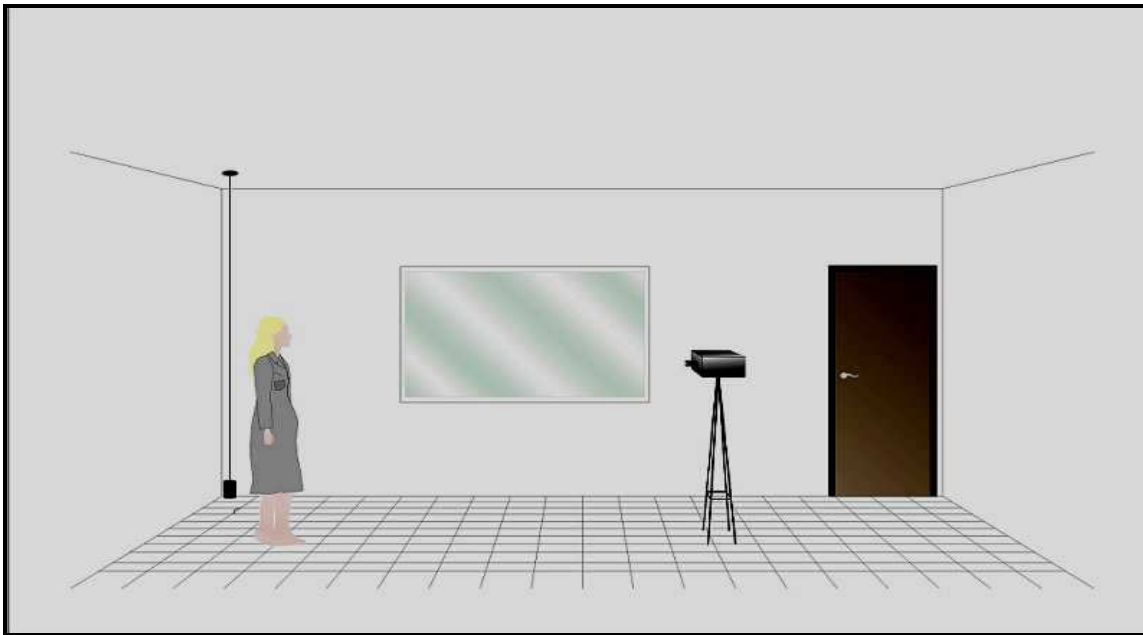


Figura 3. Protocolo de filmagem de Equilíbrio.

Fonte: Baraúna (2006).

As crianças de ambos os grupos foram filmadas na vista anterior (plano frontal) e na vista de perfil direito (plano sagital).

Na filmagem na condição de olhos abertos foi pedido ao participante que olhasse para um alvo posicionado na parede frontal da sala, na altura dos olhos. Este alvo foi formado por um papel amarelo em formato circular.

Nas filmagens nas condições de olhos fechados, foi utilizado um óculos de natação totalmente vedado, com a finalidade do participante não ter nenhuma informação visual.

Durante o experimento a pesquisadora ficou ao lado dos participantes para maior segurança.

Três participantes foram excluídos do grupo experimental (um do grupo de 9 anos, um do grupo de 12 anos e um do grupo de 14 anos) por não permanecerem na posição ortostática e, por isso, não puderam ser filmados.

Inicialmente, as crianças foram posicionadas de modo que os pontos antropométricos previamente marcados com ponto adesivo coincidisse com o fio de prumo, tanto ântero-posterior (glabella) como no perfil direito (eurio) e, para a formação do ângulo, foi traçada uma reta ao vértice, que é perpendicular ao fio de prumo para determinação do ponto de interseção, conforme ilustrado nas figuras 4 e 5.

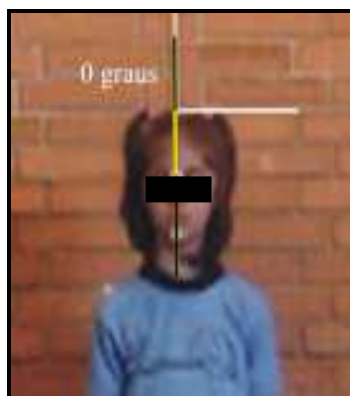


Figura. 4

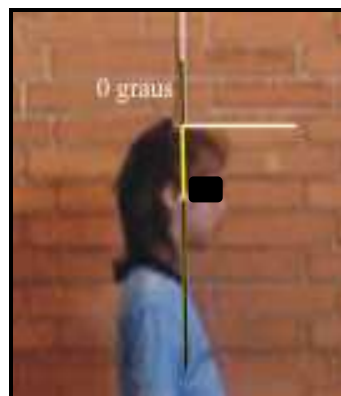


Figura. 5

Figuras 4 e 5. Marcação dos pontos em relação ao fio de prumo e vértice para a determinação do ângulo.

Para servir como base de registros dos ângulos durante a realização da filmagem de perfil direito, o fio de prumo passou pelo eurio e foi até o maléolo fibular.

Na filmagem na vista anterior, o fio de prumo foi posicionado sobre a glabella e a linha mediana do corpo, a fim de se avaliarem as oscilações no plano frontal.

A câmera filmadora foi posicionada sobre um tripé com prumo de superfície e em nível, a uma distância de 2,70 metros e a uma altura de 1,00 metro do solo; sendo assim, mantidas para a filmagem de todos os indivíduos. O tempo de exposição nas filmagens foi de 30 segundos para cada postura: vista anterior nas condições com visão e sem visão e perfil direito nas condições com visão e sem visão.

Para verificar as oscilações do corpo em equilíbrio estático, foi utilizado a Biofotogrametria Computadorizada como instrumento quantificador angular, sendo aplicado o teste de Romberg (SILVA, 2005).

A fim de se obter o momento de maior oscilação ântero-posterior (plano sagital) na condição com visão e sem visão, e latero-lateral (plano frontal) na condição com visão e sem visão, as imagens foram analisadas quadro a quadro pelo programa Windows Movie Maker, e no momento de maior oscilação de cada plano a imagem foi selecionada e analisada pelo software Corel Draw (RICIERI, 2005) através da Biofotogrametria Computadorizada, determinando-se os valores angulares de maneira precisa e fidedigna.

5.8 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados fornecidos pelo programa Corel Draw foram apresentados em uma planilha Excel, onde sofreram um processo de Importação, Transformação e Carga para o sistema SAS¹, no qual foram efetuados todos os cálculos estatísticos, através do processo de exportação dinâmica de dados.

Nesse estudo foi proposta como forma de análise para a comparação do efeito da visão, o cálculo da diferença do número de oscilações de cada criança com visão e sem visão.

$$\text{Diferença} = \text{Com visão} - \text{Sem visão}$$

Por ser adotada esta fórmula de subtração, medidas de diferença negativas indicam maior oscilação na condição “sem visão” enquanto que medidas positivas indicam maiores ângulos de oscilação “com visão”.

Para quantificar os graus de oscilação ântero-posterior, foi realizada a soma dos desvios da oscilação tanto anterior quanto posterior e de latero-lateral a soma das oscilações para direita e para esquerda.

O nível de significância usado para todas as análises estatísticas foi de $p < 0,05$.

5.8.1 Testes para dados Pareados

Como cada criança foi avaliada em duas condições (Com visão e Sem visão) e um dos questionamentos levantados é o efeito da visão sobre os índices de oscilação frontal e sagital observados, decidiu-se a aplicação de um teste para dados pareados uma vez que cada criança pode ser controle de si mesma.

Esta técnica é bastante recomendável nesta situação, pois permite a completa exclusão de fatores pessoais de cada um dos voluntários uma vez que este teste se baseia na diferença entre as medidas observadas na mesma criança com e sem o sentido da visão.

¹ SAS Institute Inc. The SAS System release 8.02. SAS Institute Inc, Cary:NC, 1999.

Neste teste, são calculadas as diferenças entre os valores observados nas duas condições e em seguida é aplicado um teste para a hipótese de que a média destas diferenças é 0. Sendo assim, desta forma fica enunciada a hipótese de nulidade para este teste: $H_0: \mu=0$.

Se não houver indícios para rejeição da hipótese de nulidade, não se tem indicações válidas de que as diferenças observadas entre as medidas obtidas com e sem visão sejam determinadas por esta diferença, mas sim pelo acaso. Por outro lado, no caso da existência de indícios para rejeição da hipótese de nulidade (H_0), então é assumida outra hipótese como verdadeira: a hipótese alternativa (H_a), da seguinte forma enunciada: $H_a: \mu \neq 0$.

A hipótese alternativa dá suporte à conclusão de que o efeito em estudo (visão) afeta a média verdadeira (populacional) da oscilação em estudo.

Para análise de dados pareados dois se mostraram necessários no presente estudo: o teste *t de Student* (paramétrico) e o teste das ordens assinaladas (não paramétrico).

Estudos de suposições aplicados previamente aos testes indicaram quais eram os testes mais apropriados, uma vez que os dados apresentaram indícios de normalidade, na maioria dos casos, o que permite a aplicação do teste *t de Student* e, quando a normalidade não pode ser admitida, foi admitido à simetria, fator que determina a aplicação do teste de Wilcoxon das Ordens Assinaladas.

Para que se testasse a validade da pressuposição de normalidade foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk apropriado para amostras pequenas, onde se verificou na amostra estudada que o melhor teste é o das ordens assinaladas (não paramétrico) e teste *t student* (paramétrico).

Por fim, ficou estabelecida a aplicação do teste em cada uma das formas de oscilação medida (frontal e sagital) de maneira independente para cada grupo. Também, com a finalidade de verificar-se o efeito da visão sobre as oscilações no plano Frontal e Sagital, foi estabelecida à necessidade da aplicação do teste para o conjunto de crianças dos dois grupos, ou seja, estabeleceu-se o grupo geral (experimental e controle).

5.8.2 Análise de Variância

A análise de variância é aplicada para comparar as médias dos grupos. Diferente do efeito da visão que foi tratado através de testes para dados pareados, esta nova análise deve se embasar na independência dos dois grupos (experimental e controle).

A análise de variância foi feita de maneira independente para cada uma das condições experimentais definidas: oscilação frontal com visão, oscilação frontal sem visão, oscilação sagital com visão e oscilação sagital sem visão, em cada um dos subitens que se seguem.

Preliminarmente ao desenvolvimento da análise de variância foi conduzido um estudo de suposições a fim de se garantir a adequação da aplicação desta técnica estatística no conjunto de dados e em seguida foi aplicado o teste de Tukey para comparação das médias.

5.9 Análise Estatística

Para análise estatística foi utilizado o teste de dados pareados, dentre eles o teste de Wilcoxon das Ordens Assinaladas no grupo geral e teste *t de student* no grupo Down e controle.

E para comparar as médias dos grupos foi utilizada análise de variância, aplicando o teste de Tukey.

6. RESULTADOS

Para facilitar o entendimento dos resultados, estes estão apresentados em duas partes. Inicialmente apresentaremos os resultados referentes aos dados pareados, no plano frontal e sagital. Na segunda parte, os resultados referentes às análises das variâncias nas oscilações no plano frontal, com e sem visão, em seguida, nas oscilações no plano sagital com e sem visão.

As médias de oscilação dos grupos experimental e controle, no plano frontal (latero-lateral) com e sem visão e sagital (ântero-posterior) com e sem visão, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias de oscilação dos grupos experimental e controle respectivamente.

SUJEITOS	OSC. FRONTAL COM VISÃO		OSC. FRONTAL SEM VISÃO		OSC. SAGITAL COM VISÃO		OSC. SAGITAL SEM VISÃO	
	G E	G C	G E	G C	G E	G C	G E	G C
1	30	12	30	17	16	14	18	23
2	41	6	58	16	13	9	26	16
3	9	8	54	17	27	8	27	6
4	10	7	32	9	22	17	15	9
5	19	14	21	26	29	15	32	21
6	14	7	32	11	33	8	24	12
7	15	7	26	6	22	9	23	15
8	13	10	14	10	17	20	10	24
9	14	16	14	13	18	24	30	9
10	6	12	11	10	22	13	18	15
11	16	13	44	13	20	22	30	15
12	-	8	-	5	-	4	-	14
13	-	14	-	14	-	18	-	14
14	-	8	-	11	-	11	-	23

6.1. Dados Pareados

6.1.2. Oscilação Frontal (Latero-Lateral)

Uma vez determinados os testes mais apropriados, parte-se para a análise dos resultados finais no plano Frontal apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Média, desvio padrão e teste para dados pareados apropriados de acordo com o estudo de suposições na oscilação Frontal.

Grupo	Média da diferença	Desvio padrão	Valor-p
Geral (GG)	-7.4000	11.3468	0.000603 **
Controle	-2.5714	4.8787	0.070257 ns
Experimental	-13.5455	14.2784	0.010397 *

** Nível de significância ($p < 0,01$), * Nível de significância ($p < 0,05$).

No caso do grupo geral, o teste de Wilcoxon das Ordens assinaladas nos dá fortes indícios ($p < 0,01$) da existência de diferença entre as médias de oscilação frontal com visão e sem visão.

Como as médias são negativas, há indícios de que a oscilação é maior na condição sem visão. No GE também há indícios ($p < 0,05$) de que a oscilação é maior na condição sem visão e a média é maior que no grupo geral, apesar de ser menos significativa. Tal efeito ocorre em função da redução do tamanho da amostra que torna o teste estatístico mais exigente conforme ilustra a Figura 6.

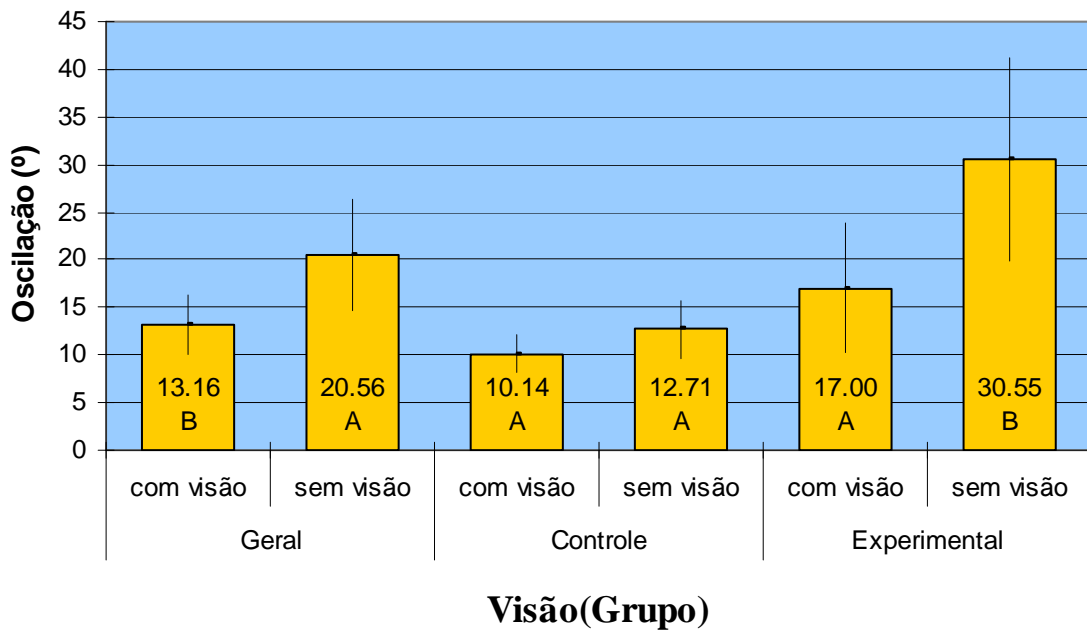


Figura 6. Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa da oscilação com e sem visão pelo teste para dados pareados selecionado no nível de significância de 5% no plano Frontal.

Contudo, foi observado que em todos os casos a oscilação frontal apresenta média numericamente maior sem visão e que a menor diferença ocorre justamente no grupo controle, o único não significativo no nível de significância de 5%.

Por fim, se respeitado o nível de significância de 5%, não haveria indícios de diferença entre as medidas de oscilação Com e Sem visão no grupo controle. Entretanto, o valor-p (0,07) excede em muito o nível de significância previamente estabelecido de 5%. Sendo assim apesar de não significativa, também não pode ser desconsiderada a existência de fracos indícios ($p < 0,10$) da existência de diferenças entre as médias de oscilação com e sem visão. Mas ela se mostra menor em termos numéricos à diferença de oscilação do grupo experimental.

Mas ficou evidenciado que na amostra geral e no grupo experimental existe significância de $p < 0,05$ entre as medidas de oscilação com e sem visão. A diferença não é tão evidente no grupo controle no qual há uma maior sobreposição dos intervalos de confiança além de uma diferença relativamente pequena entre as médias.

6.1.3. Oscilação Sagital (Ântero-Posterior)

No plano Sagital, não são encontrados indícios da existência de efeito significativo da visão sobre a oscilação sagital uma vez que o valor-p é maior que 0,05 em todos os grupos, conforme apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Média, desvio padrão e teste para dados pareados apropriados de acordo com o estudo de suposições nas oscilações sagital.

Grupo	Média da diferença	Desvio padrão	Valor-p
Geral	-1.52000	7.64918	0.33034 ns
Controle	-1.71429	7.83904	0.42796 ns
Experimental	-1.27273	7.77291	0.59898 ns

Observa-se que a variabilidade é similar ao observado no caso da oscilação frontal, entretanto, as médias são muito mais parecidas. Observa-se uma maior sobreposição dos limites de confiança, conforme ilustra a Figura 7.

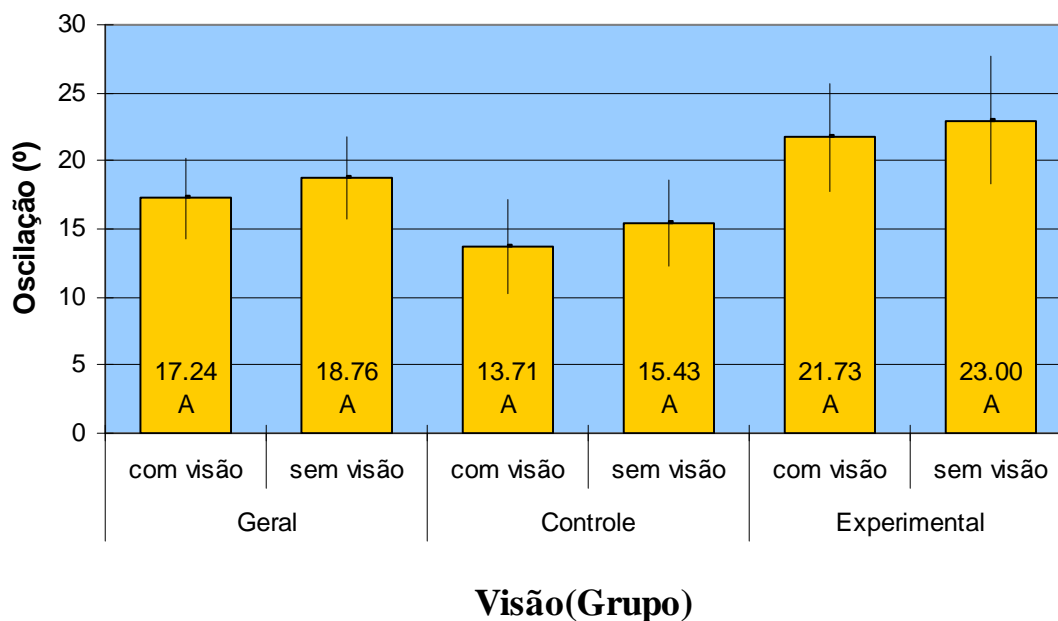


Figura 7. Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste para dados pareados selecionado no nível de significância de 5% no plano Sagital.

6.2. Análise das Variâncias

6.2.1. Oscilação Frontal com Visão

As médias dos grupos comparados pela análise de variâncias, mostraram indícios de ($p < 0,05$) da existência de diferenças entre as médias de oscilação frontal com visão no GC e GE. As médias podem ser observadas na Tabela 6.

Tabela 6. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5% na oscilação Frontal com visão.

Grupo	Média	Desvio padrão	Valor F	Pr > F
Controle	10.1428571	3.2783003	6.21	0.02*
Experimental	17.0000000	10.1094016		

A avaliação das médias originais de oscilação Frontal com visão permite concluir que a média de oscilação do GE é significativamente maior que a do GC, conforme ilustra a Figura 8.

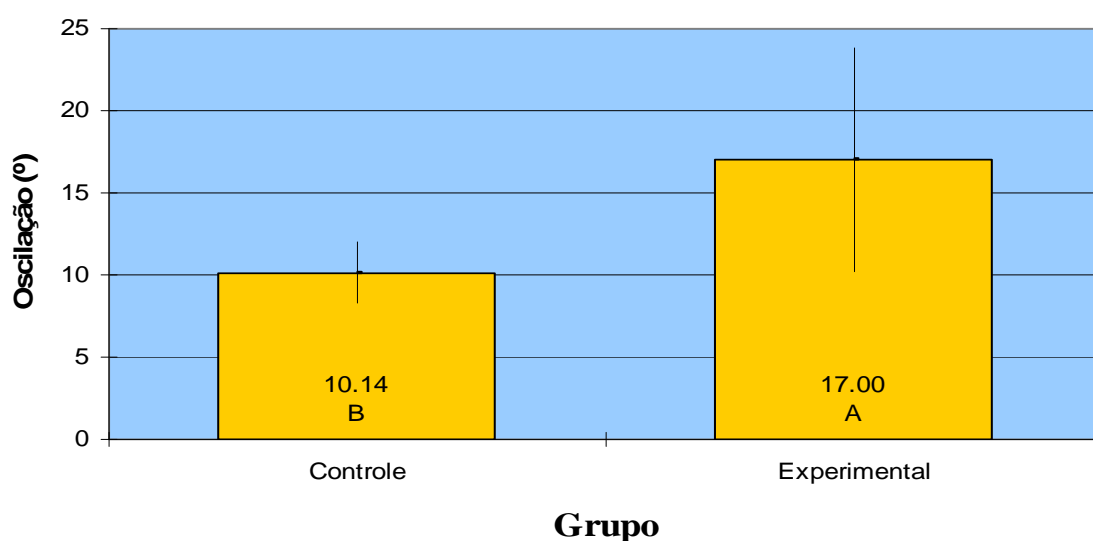


Figura 8. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação frontal com visão nos grupos estudados.

6.2.2. Oscilação Frontal sem visão

A análise de variância na oscilação frontal sem visão nos dá fortes indícios ($p < 0,01$) da existência de diferenças entre as médias verdadeiras de oscilação frontal sem visão no GC e GE. As médias podem ser observadas na Tabela 7.

Tabela 7. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5% na oscilação Frontal sem visão.

Grupo	Média	Desvio padrão	Valor F	Pr > F
Controle	12.7142857	5.2977291	17.59	0.0003**
Experimental	30.5454545	15.9082597		

** Nível de significância ($p < 0,01$).

A avaliação das médias originais permite concluir que a média de oscilação do GE é significativamente maior que a do GC, conforme ilustra a Figura 9.

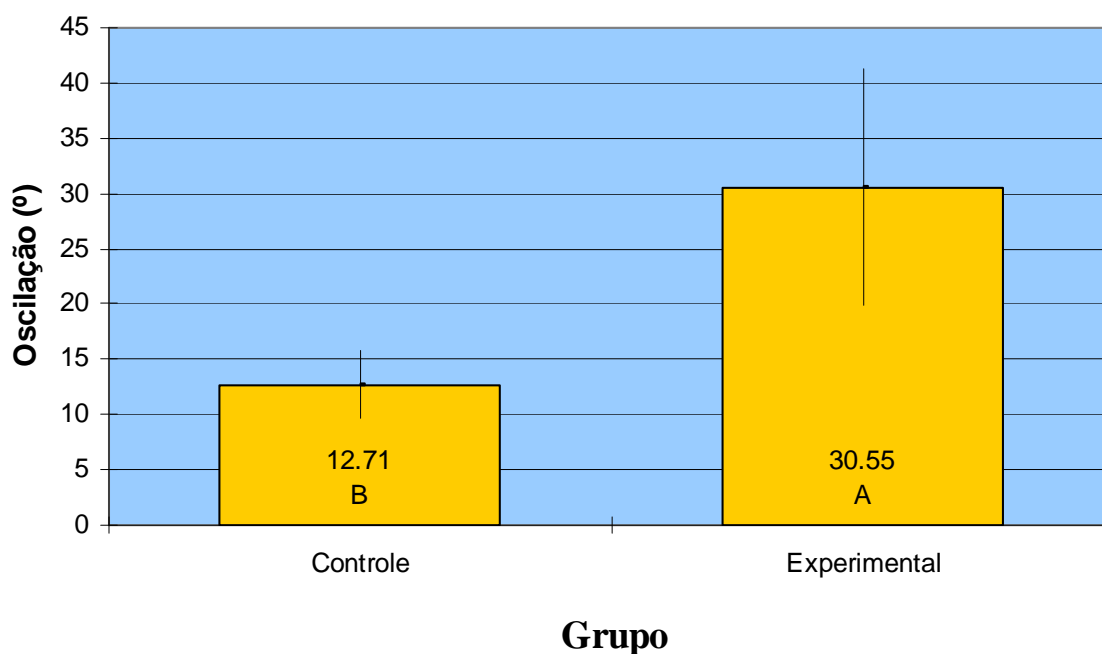


Figura 9. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação frontal sem visão nos grupos estudados.

6.2.3. Oscilação Sagital com Visão

Na análise de variâncias na oscilação Sagital com visão, nos dá fortes indícios ($p < 0,01$) da existência de diferenças entre as médias verdadeiras de oscilação sagital com visão no GC e GE. As médias podem ser observadas na Tabela 8.

Tabela 8. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5% na oscilação Sagital com visão.

Grupo	Média	Desvio padrão	Valor F	Pr > F
Controle	13.7142857	5.9281411	11.19	0.0028**
Experimental	21.7272727	5.9680970		

** Nível de significância ($p < 0,01$).

A avaliação das médias originais permite concluir que a média de oscilação do GE é significativamente maior que a do GC, conforme ilustra a Figura 10.

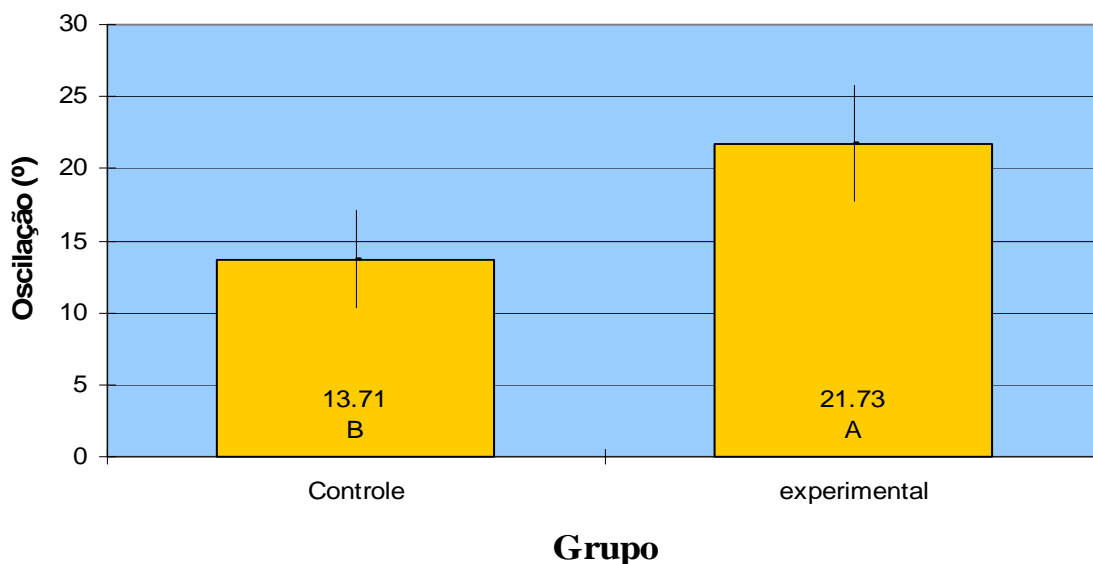


Figura 10. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação sagital com visão nos grupos estudados.

6.2.4. Oscilação Sagital sem Visão

Na análise de variâncias da oscilação Sagital sem visão, nos dá fortes indícios ($p < 0,01$) da existência de diferenças entre as médias verdadeiras de oscilação sagital sem visão no GC e GE. As médias podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 9. Médias originais, desvios-padrão, e grupos do teste de Tukey calculado com nível de significância de 5% na oscilação Sagital sem visão.

Grupo	Média	Desvio padrão	Valor F	Pr > F
Controle	15.4285714	5.5982729	9.07	0.0062**
Experimental	23.0000000	6.9856997		

** Nível de significância ($p < 0,01$).

A avaliação das médias originais permite concluir que a média de oscilação do GE é significativamente maior que a do GC, conforme ilustra a Figura 11.

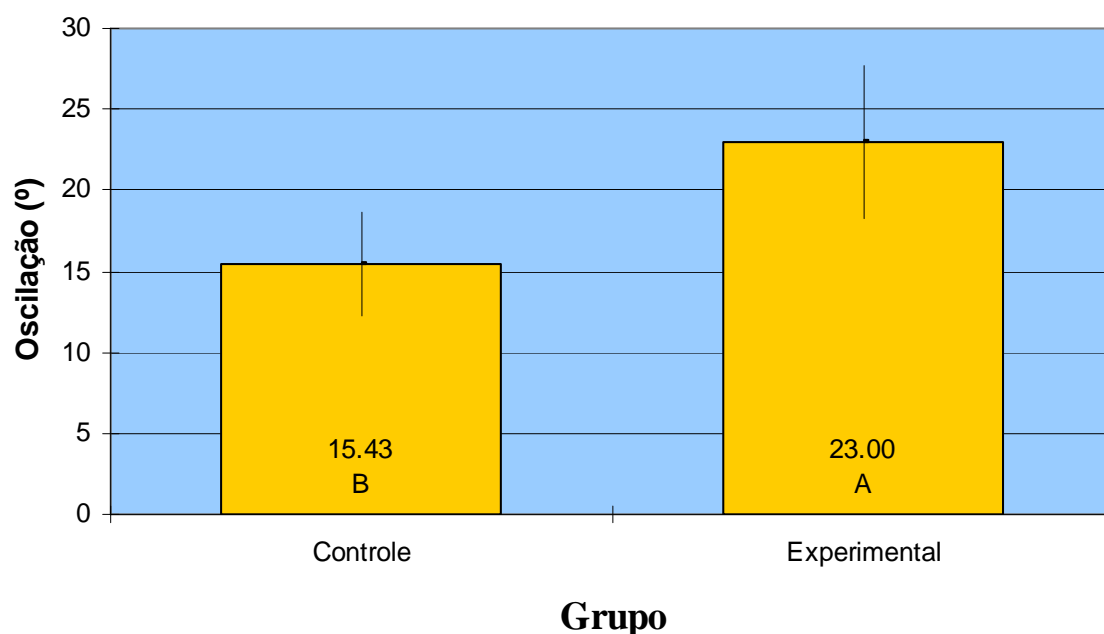


Figura 11. Médias e limites do intervalo de confiança (95%) da oscilação sagital sem visão nos grupos estudados.

7. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o equilíbrio estático de crianças e adolescentes com SD e comparar as oscilações nas condições com e sem informação visual. A partir dos resultados obtidos, vários aspectos merecem atenção. Inicialmente, discutiremos os resultados referentes às diferenças de oscilações observadas durante a manutenção da postura ereta. Posteriormente são discutidas as diferenças nas oscilações sem a informação visual.

A compreensão e a quantificação dos movimentos do corpo humano têm despertado grandes interesses em diferentes áreas de conhecimento. A busca de métodos avaliativos eficazes e precisos tem sido uma constante para planejar e programar uma intervenção efetiva.

Inúmeros são os métodos e instrumentos desenvolvidos para a realização de avaliações em equilíbrio estático, porém, apesar dos grandes avanços tecnológicos, ainda hoje é restrita a grandes centros, em função de serem onerosos.

Diante desse fato, surgiu a necessidade da viabilização de instrumentos que possam ser implementados com baixo custo, sendo ao mesmo tempo eficazes na quantificação do equilíbrio estático.

O método utilizado nesse estudo foi a Biofotogrametria Computadorizada que, além de ser um método fidedigno aos resultados apurados, de alta precisão e conseqüentemente confiável, permite ainda registrar a imagem em arquivo, possibilitando comparação posterior e mensuração sempre que necessário (RICIERI, 2005). Na avaliação do equilíbrio estático mostrou-se de fácil aplicação como descreveram Guimarães (2003); Presumido (1995); Baraúna *et al.* (2006); Baraúna *et al.* (2003); Baraúna *et al.* (2004a).

Utilizou-se neste estudo a aplicação do teste de Romberg pela praticidade. Entretanto, este é considerado suficiente apenas para a qualificação do equilíbrio em bom ou ruim, pois se baseia na observação. O teste não nos permite a reprodução fidedigna por outro avaliador como também a realização de comparações durante o tratamento, tornando-o um instrumento de medida frágil e muito susceptível ao erro (BARAÚNA, 2004a).

A importância do registro do equilíbrio quantificado possibilita sua mensuração científica além de compará-lo ao padrão de normalidade, e a partir da quantificação se torna mais claro entender o fenômeno que se está pesquisando. Assim, o terapeuta terá

mais recursos para avaliar ou mesmo alterar algumas técnicas de tratamento, não apenas pelos sintomas e sinais que se apresentam, mas também pelo seu equilíbrio quantificado, que poderá ser um elemento norteador no processo de seleção de intervenções ou mesmo no processo de estimulação.

A manutenção da postura ereta envolve ajustes corporais constantes e coerentes com o objetivo de manter os segmentos corporais alinhados e orientados apropriadamente de acordo com a tarefa (HORAK e MACPHERSON, 1996). Esta tarefa requer um intrincado relacionamento entre informação sensorial e ação motora (BARELA, JEKA, CLARK, 2003).

Shumway-Cook e Woollacott (2003) relatam que no processo da manutenção da postura vertical, empregamos múltiplas referências sensoriais, incluindo a gravidade (vestibular), superfície de apoio (sistema somatossensorial), e a relação do corpo com o ambiente (sistema visual). Estas informações sensoriais notificam a posição relativa dos segmentos corporais. Todas essas informações são utilizadas para estimar e antecipar as forças que agem no corpo e, juntamente com a atividade muscular apropriada para manter a posição corporal desejada (HORAK e MACPHERSON, 1996).

De maneira geral, foram observadas mudanças em relação às oscilações nas crianças com SD nas direções ântero-posterior e latero-lateral tanto para a condição com visão quanto para a condição sem visão. Crianças com SD apresentaram um desempenho inferior às crianças do grupo controle. Nesse caso, o desempenho está relacionado com a quantidade de oscilação corporal. Como as crianças com SD apresentaram uma oscilação corporal maior, conseqüentemente apresentaram um desempenho inferior às crianças controle.

Para alguns autores, o fato de crianças com SD oscilarem mais (BUTTERWORTH, CICHETT, 1978; KOKUBUN *et al.* 1997; VUILLERME, MARIN, DEBÚ, 2001) poderia ser decorrente da dificuldade para captar as informações sensoriais que determinem a posição do corpo no espaço e a velocidade que o corpo está se movendo. Dijkstra *et al.* (1994); Jeka *et al.* (1998) observaram em seus estudos que indivíduos normais utilizam as informações sensoriais referentes à posição e velocidade do corpo.

Indivíduos com SD parecem ter dificuldade em estimar a posição e velocidade do corpo no espaço. Isto parece ocorrer principalmente quando a informação proveniente de algum sistema sensorial é retirada ou manipulada, tornando-se maior a oscilação corporal entre indivíduos com SD e controle (VUILLERME, MARIN, DEBÚ, 2001; WEBBER *et al.* 2004).

No processo de integração sensorial, as informações sensoriais são integradas pelo sistema de controle postural e pesos (valor de importância) são dados a cada uma destas informações visual, vestibular e somatossensorial para tornar o controle postural um processo mais flexível, em função das constantes mudanças na relação do indivíduo com o ambiente (OIE, KIEMEL, JEKA, 2002).

Segundo os autores Jeka, Oie, Kiemel (2000) o sistema de controle postural de forma dinâmica, atribui um peso ou valor de importância a cada tipo de informação sensorial que depende, basicamente, do contexto onde a tarefa postural está sendo realizada com o objetivo de gerar uma informação mais precisa do posicionamento dos segmentos corporais e do centro de massa do corpo no espaço.

Assim, dependendo da tarefa, uma informação sensorial pode torna-se mais preponderante do que outras, porém, em outra situação esta preponderância pode ser alterada ou até mesmo invertida. Sendo assim, por exemplo: quando uma pessoa permanece em postura ereta em um ambiente com pouca ou nenhuma iluminação há uma diminuição do peso dado às informações visuais, sobressaindo as informações somatossensoriais e vestibulares para a indicação da posição e velocidade de deslocamento do centro de massa do corpo (OIE, KIEMEL, JEKA, 2002; HORAK e MACPHERSON, 1996).

Nos estudos de Butterworth, Cicchetti (1978) e Wade, Emmerik, Kernozek (2000) foram analisadas crianças com idade média de 2 anos e de 10 anos respectivamente. O controle postural foi avaliado utilizando-se o paradigma da sala móvel e os autores demonstraram que crianças e adolescentes com SD foram mais influenciados pela visão do que as crianças normais.

Com base nesta perspectiva, crianças com SD seriam menos eficientes na seleção e utilização de informações sensoriais adequadas ao contexto em que a tarefa é realizada.

Os resultados nesse estudo verificaram que durante as tentativas em que a informação visual não estava disponível, foi observada maior oscilação dos grupos testados, quando comparada com a condição onde a visão estava preservada. O fato é que as oscilações foram maiores nas condições sem visão do que na condição com visão, nas direções ântero-posterior e latero-lateral.

Estes resultados conferem com os estudos de Shumway - Cook e Woollacott (1985); Riach e Starkes (1993), que apontam um aumento da oscilação corporal quando a informação sensorial é retirada ou manipulada. Possivelmente essa diferença poderia ser o contexto onde a tarefa está sendo executada. O ato de permanecer na postura ereta em um contexto no qual não há nenhum tipo de manipulação da informação sensorial é

aparentemente mais simples e não exige muita adaptação do sistema do controle postural, mas quando a informação visual é retirada ou manipulada, o contexto é mais complexo, exigindo maior participação desse sistema.

Os resultados deste estudo revelaram que as crianças com SD, avaliadas nas duas condições – com e sem visão, e sendo considerado controle de si mesmas - apresentaram significância na oscilação latero-lateral (Plano Frontal), não ocorrendo o mesmo na situação ântero-posterior (Plano Sagital).

Estes resultados condizem com os dados de Oliveira e Barreto (2005) ao avaliarem indivíduos portadores de deficiência visual adquirida e indivíduos com visão normal na plataforma de força. Os autores observaram que os deficientes visuais apresentaram significativamente maior oscilação latero-lateral, porém, no sentido ântero-posterior não observaram diferença significativa entre os grupos.

No entanto, o estudo de Gomes (2007) revelou que adultos com SD oscilam mais que adultos normais, mas esse comportamento não ocorreu em situações onde uma informação sensorial está evidenciada, indicando que os sistemas de controle postural de ambos os grupos apresentaram funcionamento do controle postural similar.

O sistema visual é mais fácil de ser manipulado, por esta razão, diversos estudos verificaram o controle postural a partir da sua manipulação ou ausência (PAULUS *et al.* 1989; PAULUS, STRAUBE, BRANDT, 1984).

Os mesmo autores verificaram que a oscilação corporal na postura ereta quase dobra quando a informação visual está ausente ou manipulada, seja pelo ato de fechar os olhos, ou deixar o ambiente escuro.

Vários estudos foram realizados procurando examinar a predominância das informações visuais no controle postural em crianças (RIACH e HAYES, 1987; RIACH e STARKES, 1989; PORTFORS-YEOMANS, RIACH, 1995).

Riach e Hayes (1987) verificaram que a informação visual é fundamental para crianças entre 2 e 3 anos. Em crianças mais velhas entre 4 e 6 anos de idade, a disponibilidade de informação parece produzir pouca melhora na manutenção da postura ereta.

Um segundo ponto a ser abordado em relação às diferenças encontradas no equilíbrio estático de crianças com SD e normais, poderia ser decorrente dos atrasos nos marcos motores em crianças com SD. Estudos têm sugerido alterações no desenvolvimento como habilidades sensório-motoras, fraqueza muscular, fraqueza exarcebada nas articulações e hipotonia e hipoplasia do cerebelo.

Kokubun *et al.* (1997) comparou o equilíbrio em apoio unipodal de crianças com SD com crianças com outras formas de deficiência mental, e os resultados mostraram

que a média da magnitude da oscilação corporal das crianças com SD e com deficiência mental não tiveram significância, contudo as oscilações de frequências foram mais altas nas crianças com SD. Os autores sugerem que estas frequências maiores nas crianças com SD podem estar relacionadas a hipotonia muscular.

Desta forma, o presente estudo mostrou que as crianças com SD oscilam mais que as crianças do grupo controle, e quando a informação visual é ausente às oscilações das crianças com SD são significativamente maiores comparadas com as crianças controle.

8. CONCLUSÃO

O grupo de crianças e adolescentes com Síndrome de Down apresentou maior oscilação no equilíbrio estático quando comparado ao grupo controle a partir da avaliação pela Biofotogrametria Computadorizada.

Na apresentação dos dados pareados, os integrantes do grupo experimental, apresentaram oscilação latero-lateral significativamente maior do que a oscilação ântero-posterior.

Na análise de variância, o grupo experimental teve maior oscilação nos dois planos: Frontal e Sagital, oscilando mais no equilíbrio latero-lateral e ântero-posterior quando comparado ao grupo controle.

Quando a informação visual foi retirada o grupo experimental apresentou maior oscilação ântero-posterior e latero-lateral quando comparado ao grupo controle.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, L.; FULLER, K. Equilíbrio e Desordens Vestibulares in: Reabilitação Neurológica. 4ª ed., Manole, 2004.

AMORIM, S. T. S.; MOREIRA, H.; CARRARO, T.E. Amamentação em crianças com síndrome de Down: a percepção das mães sobre a atuação dos profissionais de saúde. *Revista Nutr*, v.12, n.1, p. 91-101, 1999.

BANKOFF, A. D. P.; CAMPELO, T. S.; CIOL, P.; ZAMAI, C. A. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. *Rev. Movimento & Percepção*. v. 6, n.9, pág. 55-70, 2006.

BARELA, J. A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Revista Paulista de Educação Física. Supl.* v. 3, 79-88, 2000.

BARELA, J.A.; GODOI, D.; FREITAS JÚNIOR, P. BB.; POLASTRI, P. F.; Visual Information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behavior & Development*, Norwood, v. 23, n.3-4, p. 285-287, 2000.

BARELA, J.A.; JEKA, J.J.; CLARK, J.E. The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. *Infant Behavior and Development*, Norwood, v. 22, p. 87-102, 1999.

BARELA, J.A.; JEKA, J.J.; CLARK, J.E. Postural control in children. *Experimental Brain Research*, New York, v.150, n.4, p.434-442, 2003.

BARAÚNA, M, A; RICIÉRI, D. Biofotogrametria – Recursos diagnósticos do fisioterapeuta. *O Coffito*, São Paulo, n.17, p 7- 11, dez 2002.

BARAÚNA, M. A.; DUARTE, F.; SANCHEZ, H. M.; CANTO, R. S. T.; MALUÁ, S.; SILVA, C. D. C.; SILVA, R. A. Avaliação do Equilíbrio Estático em Indivíduos

Amputados de Membros Inferiores através da Biofotogrametria Computadorizada. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 10, n.1, p. 83-90, 2006.

BARAÚNA, M. A.; CANTO, R. S. T.; OLIVEIRA, A. S.; SOARES, A. B.; SILVA, C. D. C.; CARDOSO, F. A. G. Avaliação do equilíbrio estático do portador de diabetes mellitus pela biofotogrametria. *Diabetes Clínica*. v.7, n.1, p. 57-62, 2003.

BARAÚNA, M. A.; BARBOSA, S. R. M.; CANTO, S. T.; SILVA, R. A. V.; SILVA, C. D. C.; BARAÚNA, K. M. P. (a) Estudo do equilíbrio estático de idosos e sua correlação com quedas. *Rev Fis. Bras*. v.5, n.2, p.136-141, 2004.

BARAÚNA, M. A.; CANTO, R. S. T.; SCHULZ, E.; SILVA, R. A. V.; SILVA, C. D. C.; VERAS, M. T. S.; FREITAS, V. R.; SILVA, V. C.; BARAÚNA, K. M. P.; BARÚNA, P. M. P. (b) Avaliação da Amplitude de movimento do ombro em mulheres mastectomizadas pela biofotogrametria computadorizada. *Rev. Bras. Cancerologia*. v. 50, n.1, p.27-31, 2004.

BARAÚNA, M. A.; ADORNO, M. L. G. R. Avaliação cinesiológica das curvas lombar e torácica das gestantes através do cifolordômetro e da fotogrametria computadorizada e sua correlação com a dor lombar. *Fisioterapia Brasil*. v. 2, n.3, p.145-155, 2001.

BARROS, J. F.; LEMOS S. S.; SOARES, M. P. S. Detecção de características específicas na articulação do joelho e do quadril que dificultam a marcha em indivíduos portadores de síndrome de down. *Revista Alvorada*. v. 1, n. 2, p. 41-64, 2003.

BRUNONI, D.; Aspectos epidemiológicos e genéticos. In: Síndrome de Down, São Paulo, Mackenzie, 1999.

BUTTERWORTH, G.; CICHETTI, D. Visual calibration of posture in normal and motor retarded Down's syndrome infants. *Perception*, Ottawa, v. 7, p.513-525, 1978.

CARSWELL, W.A. Estudo da assistência de enfermagem a crianças que apresentam

Síndrome de Down. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v.1, n.2, 1993.

CASTELÃO, T.B.; SCHIAVO, M.R.; JURBERG, P. Sexualidade da pessoa com síndrome de Down, *Revista Saúde Pública*, v.37, n.1, 2003.

COLLINS, J.J.; DE LUCA, C.J. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Experimental Brain Research*, v. 103, p. 151-163, 1995.

CRÉMIEUX, J.; MESURE, S. Differential sensitivity to static visual cues in the control of postural equilibrium in man. *Percept Mot Skills*, v. 78, p. 67-74, 1994.

DAVIS, W. E.; KELSO, J. A. S. Analysis of “Invariant Characteristics” the Motor Control of Down’s syndrome and Normal Subjects. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v. 14, n.3, p. 194-212, 1982.

DIJKSTRA, T. M.; SCHONER, G.; GIELEN, C. C. A. M. Temporal stability of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment. *Experimental Brain Research*, Berlin, v. 97, p. 477-486, 1994.

DOUGLAS, C.R. Tratado de fisiologia aplicada à saúde. 5. ed. São Paulo, Robe Editorial, 2002.

ENOKA, R. M. Bases neuromecânicas da cinesiologia. 2. ed. São Paulo, Manole, 2000.

FIGURA, F.; CAMA, G.; CAPRANICA, L.; GUIDETTI, L.; PULEJO, C. Assessment of static balance in children. *J Spots Med Phys Fitness*, v. 31, n. 2, p. 235-242, 1991.

FREITAS JÚNIOR, P.B. Características comportamentais do controle postural de jovens, adultos e idosos. 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

GATEV, P.; THOMAS, S.; KEPPLER, T.; HALLET, M. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *Journal of Physiology*, Cambridge, v. 514, n. 3, p. 915-928, 1999.

GUIMARÃES, E. A. Avaliação do equilíbrio estático de indivíduos normais através da Biofotogrametria Computadorizada e da Oscilometria. Dissertação (Mestrado em

Fisioterapia) Centro Universitário do Triângulo, Uberlândia, 2003.

GODOI, D. Efeitos da manipulação do estímulo visual no controle postural nas faixas etárias de 4 a 14 anos de idade. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

GOMES, M. M.; Controle Postural em adultos com Síndrome de Down: Acoplamento entre informação sensorial e oscilação corporal. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

HAY, L.; BARD, C.; FLEURY, M.; TEASDALE, N. Availability of visual and proprioceptive afferent messages and postural control in elderly adults. *Experimental Brain Research*, New York, v. 108, p. 129-139, 1996.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural Orientation and equilibrium. In: ROWELL, L. B.; SHERPHERD, J. T. (Ed.) *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press, 1996.

HORAK, F.B.; SHUPERT, C.L.; MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in elderly: A review. *Neurobiology of Aging*, Oxford, v. 10, p. 727-738, 1989.

JEKA, J.; OIE, K.; SCHONER, G.; DIJKSTRA, T.; HENSON, E. Position and velocity coupling of postural sway to somatosensory drive. *Journal of Neurophysiology*, Washington, v. 79, p. 1661-1674, 1998.

JEKA, J.; OIE, K.; KIEMEL, K. S. Multisensory information for human postural control: Integrating touch and vision *Experimental Brain Research*. v. 134, p. 107-125, 2000.

KANODE, J. O.; PAYNE, V. G. Effects of variable practice on retention and motor schema development in Down syndrome subjects. *Perceptual and Motor Skills*, v. 69, p. 211-218, 1989.

KLEINHASNS, A. C. S.; SILVA, M. F. M. C. Processo cognitivo e plasticidade cerebral na síndrome de down. *Rev. Brasileira de Educação Especial.*, v. 12, n. 1, p.

123-138, 2006.

KOKUBUN, M.; SHINMYO, T.; OGITA, M.; MORITA, K.; FURUTA, M.; HAISHI, H.; OKUZUMI, H.; KOIKE, T. Comparison of postural control of children with down síndrome and those with other forms of mental retardation. *Perceptual and Motor Skills.*, Louisville, v. 84, p. 499-504, 1997.

LATASH, M.L. Neurophysiological basis of human movement. Human Kinetics, Champaign, 1997.

LIMA, L. C. O.; BARAÚNA, M. A.; SOLOGUREM, M.J. J.; CANTO, R. S. T.; GASTALDI, A. C. Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrammetry. *J Appl Oral Sci.* v. 12, n.3, p. 232-237, 2004.

MANCINI, M.C.; SILVA, P. C.; GONÇALVES, S. C.; MARTINS, S. M. Comparação do desempenho funcional de crianças portadoras de síndrome de down e crianças com desenvolvimento normal aos 2 e 5 anos de idade. *Arquivo neuropsiquiatria*, v.61 n.2B, 2003.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As funções do controle postural durante a postura ereta. *Revista Fisioterapia Universidade de São Paulo*, v.10, n. 1, p.7-15, 2003.

MOREIRA, L.M.A.; EL-HANI, C.; GUSMÃO, F.A.F. A síndrome de Down e sua patogênese: considerações sobre o determinismo genético. *Revista Brasileira Psiquiatria*, v.22, n.2, p. 96-99, 2000.

MORRIS, A. F.; VAUGHAN, S.E.; VACCARO, P. Measurements of neuromuscular tone and strength in Down's syndrome children. *J. Ment. Defic. Res.*, v.26, p.41-46, 1982.

NASHNER, L.M. Analysis of stance posture in humans. In: TOWE, A.L.; LUSCHEI, E.S. (Ed). Handbook of behavioral neurobiology, motor coordination. New York: Plenum, 1981.

OLIVEIRA, D. N.; BARRETO, R. R. Avaliação do Equilíbrio Estático em deficientes

visuais adquiridos. v. 13, n.3, p. 122-127, 2005.

OIE, K.S.; KIEMEL, T.; JEKA, J.J. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for control of human posture. *Cognitive Brain research*, New York, v.14, p. 164-176, 2002.

PAULUS, W.M.; STRAUBE, A.; KRAFCZYK, S.; BRANDT, T. Differential effects of retinal target displacement, changing size, and disparity in control of anterior posterior and lateral body sway. *Experimental Brain Research*, Berlin, v. 78, p. 243-252, 1989.

PAULUS, W.M.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain; a journal of neurology*, v. 107, p. 1143—1163, 1984.

PORTFORS- YEOMANS, C.; RIACH, C. L. Frequency characteristics of postural control of children with and without visual impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 37, p. 456-463, 1995.

POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Perception-Action Coupling in infants with Down syndrome: Effects of experience and Practice. *Adapted Physical Activity Quarterly*, Champaign, v. 22, pág. 39-56, 2005.

PRESUMIDO, L. M. B. Estudo comparativo entre equilíbrio estático de indivíduos sedentários e não-sedentários do sexo feminino. *Ícone*. Uberlândia, v. 3, n.2, p.39-62, 1995.

PUESCHEL, S.; Síndrome de Down – Guia Prático para pais e educadores. 9 Ed. Campinas, Papirus, 2005.

RIACH, C. L.; HAYES, K. C. Maturation of postural control in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, London, v. 29, p.650-658, 1987.

RIACH, C. L.; STARKES, J. L. Visual fixation and postural sway in children. *Journal of Motor Behavior*, v. 21, n. 3, p. 265-276, 1989.

RIACH, C. L.; STARKES, J. L. Stability limits of quiet standing postural control in children and adults. *Gait and Posture*, v. 1, p. 105-111, 1993.

RIETDYK, S.; PATLA, A. E.; WINTER, D. A.; ISHAC, M. G.; LITTLE, C. E. Balance recovery from medio-lateral perturbations of the upper body during standing. *Journal of Biomechanics*, Oxford, v. 32, p. ii49-1158, 1999.

RICIERI, D.V. Validação de um protocolo de fotogrametria computadorizada e quantificação angular do movimento toracoabdominal durante a ventilação tranqüila. 2000, 140f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Centro Universitário do Triângulo, Uberlândia.

RICIERI, D.V. Biofotogrametria – Análise Cinemática Angular dos Movimentos. 2 Ed. Revisada e Ampliada, Curitiba, 2005.

RODRIGUES, L. C.; WERNECK, G. L. Epidemiologia. In: Estudos Caso-Controle, Atheneu, 2005.

SILVA, C.B. Ataxia Motora: as implicações e as particularidades para o tratamento fisioterapêutico In: Fisioterapia: Aspectos Clínicos e Práticos da Reabilitação, 1 Ed., Artes Medicas, 2005.

SILVA. N.L.P.; DESSEN, M.A. Síndrome de Down: etiologia, caracterização e impacto na família, *Rev. Interação em Psicologia*, v. 6, n. 2, p. 167-176, 2002.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H.; Controle Motor: Teoria e aplicações práticas. 2. ed., Barueri: Manole, 2003.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H.; The growth of stability: postural control from a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v. 17, p. 131-147, 1985.

SCHWARTZMAN, J. S.; Síndrome de Down. São Paulo, Memmon, 1999.

TAVARES, P.; FURTADO, M.; SANTOS, F. Fisiologia humana. Rio de Janeiro:

Atheneu, 1984.

THOMPSON E THOMSON. *Genética Médica*. 6. ed. Rio de Janeiro, 2002.

VIEREGGE, P.; SCHULZE- RAVA; H WESSEL, K. Quantification of Postural Sway in Adult Down's syndrome. *Dev. Brain Dysfunction*. v. 9, p. 211-214, 1996.

VUILLERME, N.; MARIN, L.; DEBU, B. Assessment of Static Postural Control in Teenagers with Down syndrome. *Adapted Physical Activity Quarterly*. Champaign. v. 18, p. 417-433, 2001.

WANG, W.Y., JU, Y.H. Promoting balance and jumping skills in children with down síndrome. *Perceptual and Motor Skills*. v. 94, p. 443-448, 2002.

WEBBER, A.; VIRJI- BABUL, N.; EDWARDS, R.; LESPERANCE. Stiffness and postural stability in adults with Down síndrome. *Experimental Brain Research*, Berlin, v. 155, p. 450-458, 2004.

WADE, M. G.; EMMERIK, R. E. A.; KERNOZEK, T. W. Atypical Dynamics of Motor Behavior in Down syndrome. In: WEEKS, D. J.; CHUA, R.; ELLIOTT, D. *Perceptual Motor Behavior in Down Syndrome*. Champaing: Human Kinetics, 2000.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking, *Gait & Posture*, v. 3, p. 193-214, 1995.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. The development of the postural and the voluntary motor control systems in Down's syndrome children. In *Motor skill: acquisition of the mentally handicapped: Issues in research and training*. Amsterdam: Elsevier Science, 1986.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A.; NASHNER, L. M. Aging and posture control changes in sensory organization and muscular coordination. *International Journal of Aging and Human development*, New York, v.23, p.97-114, 1986.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. changes in posture control across the life span – A systems approach. *Physical Therapy*, Alexandria, v.70, n. 12, p. 799-807, 1990.

ANEXO 1

ANEXO 2