

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**JAQUELINE DE SOUZA**

**MUDANÇAS RELACIONADAS À IDADE NOS AJUSTES POSTURAIIS  
COMPENSATÓRIOS EM CRIANÇAS COM E SEM DCD**

Porto Alegre

2006

**JAQUELINE DE SOUZA**

MUDANÇAS RELACIONADAS À IDADE NOS AJUSTES POSTURAIIS  
COMPENSATÓRIOS EM CRIANÇAS COM E SEM DCD

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen

Porto Alegre

2006

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer à Deus por capacitar-me em mais um desafio.

Para aqueles que mesmo distantes fizeram-se presentes:

Paizinho e mãezinha faltam palavras para expressar meu amor e gratidão por vocês;

Meus irmãos, Sandi e Vitor, tudo é mais alegre e mais fácil na companhia de vocês;

Meu namorado Maurício, teu carinho e apoio foram fundamentais.

À minha "tia Marina" por tudo que fizeste por mim, pela compreensão, carinho amizade, acolhida. Serei sempre muito grata a ti, minha prima, "tia", amiga e muitas vezes "mãe".

Aos meus mestres:

querido professor orientador Ricardo Petersen, os meus agradecimentos por ter confiado a mim a oportunidade deste grande aprendizado;

ao professor Jefferson Loss, a minha gratidão e admiração são muito maiores que todos os fio por ti soldados e tempo comigo despendido;

ao professor Flávio Castro, grata sou pela amizade e momentos de estudo e discussões estatísticas;

ao professor Antônio Carlos Guimarães (in memoria), fica a honra de ter sido um dia sua aluna;

ao professor Bolli, meus agradecimentos pelo apoio e incentivo.

Aos colegas da "ESEF", amigos da "sala 212", vocês foram verdadeiros irmãos.

Aos amigos de longa data, especialmente Daniela Reckziegel, obrigada por acompanhar-me durante todos estes anos, torcendo e vibrando junto comigo.

Aos colegas de trabalho em triagens e coletas de dados:

Sionara, Fernanda, Ricardo, Paula, Dani Caetano, e demais alunos da graduação, o meu muito obrigada.

Aos meus "professores e colaboradores de programação em Matlab":

Rafael, Fernando e Rodrigo Bini, que árdua tarefa a de vocês, aqui

registro minha gratidão e carinho;

Á minha “irmã intelectual”:

Cristiane (KIKA), você foi fundamental nesta caminhada, a ti meu muito obrigada e minha profunda admiração e amizade.

Aos meus “anjos da guarda”:

Camila faltam palavras para exprimir meu carinho, gratidão e amizade pela parceria que juntas fizemos;

professor Márcio, que mais que um mestre e grande amigo, é hoje um dos maiores exemplos de vida que trago no coração, meu carinho e gratidão por ti equivalem a nossa distância espacial.

A todos vocês, os meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

O presente estudo investigou as mudanças relacionadas à idade nos ajustes posturais compensatórios em crianças com e sem Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD). Os ajustes posturais compensatórios foram investigados em 105 crianças (5-12 anos de idade) que foram selecionadas a partir de 538 crianças no sul do Brasil. As crianças com DCD foram definidas como aquelas com escores abaixo do 5º percentil no Teste Movement ABC. As crianças com desenvolvimento típico (DT) foram aquelas cujos escores no teste foram acima do 30º percentil (52 crianças). Os sujeitos foram solicitados a permanecerem em pé ereto sobre uma plataforma de força e a executar um movimento rápido alvo direcionado com o membro superior direito. O tempo de movimento e os erros absolutos do movimento do braço e também a amplitude e direção das mudanças do centro de pressão foram mensuradas. O resultado mostrou mudanças relacionadas à idade nos ajustes posturais compensatórios e, tempo de movimento, significativos em ambos os grupos. As crianças com DT mostraram mudanças com a idade significativas sobre a direção e amplitude do centro de pressão (COPy), sugerindo que eles melhoram suas habilidades para ajustar o equilíbrio quando realizando um movimento voluntário do membro superior com a idade, pelo uso do seu feedback. Crianças com DCD mostraram grandes amplitudes médio-laterais e tempo de movimento, quando comparadas com as crianças com DT. Uma correlação forte e positiva foi encontrada entre a amplitude do centro de pressão e o tempo de movimento em crianças com DCD sugerindo que os atrasos no movimento, frequentemente observados na criança com DCD, poderia ser causada por déficits posturais. Nós concluímos que a tendência desenvolvimental dos ajustes posturais compensatórios nas crianças com DCD é semelhante à criança com DT.

Palavras chaves: postura, desenvolvimento, DCD, Tempo de Movimento.

## **ABSTRACT**

The present study investigated age-related changes of compensatory postural adjustments in children with and without Developmental Coordination Disorder (DCD). Compensatory postural adjustments were investigated in 105 children (5-12 years old) screened from 538 children in the south of Brazil. Children with DCD were defined as those with scores at or below the 5th (53 Children) percentile on Movement ABC Test. Typically developing children (TD) were those whose scores on the test were above the 30th percentile (52 children). Subjects were asked to stand upright and still on the force platform and perform a quick goal movement directed with the right superior limb. Movement time and absolute error of the arm movement and also amplitude and direction changes of the center of pressure were measured. The results showed significant age-related changes in the compensatory postural adjustments and movement time in both groups. TD children showed significant age-related changes on direction and amplitude of center of pressure (COPy), suggesting that they improve their ability to adjust their balance when performing an arm voluntary movements with the age by using their feedback. Children with DCD showed larger medium-lateral amplitudes and movement times as compared with TD children. A positive and well correlation found between center of pressure amplitude and movement time in children with CD suggests that the movements delays, often observed in children with DCD, could be caused by postural deficits. We conclude that the development trend of compensatory postural adjustments in children with DCD is similar to TD children.

Key words: posture, development, DCD, movement time.

## SUMARIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>3</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURA</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>10</b>
<b>DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS</b> .....	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>17</b>
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>2 HIPÓTESES</b> .....	<b>18</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
3.1 CONTROLE POSTURAL .....	19
3.1.1 <i>Controle postural durante o movimento</i> .....	26
3.2 DESORDEM COORDENATIVA DESENVOLVIMENTAL – DCD .....	32
3.2.1 <i>Controle Postural na Criança com DCD</i> .....	39
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>48</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	48

4.2 PARTICIPANTES.....	48
4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	50
4.3.1 <i>Variáveis Dependentes</i> .....	50
4.3.2 <i>Variáveis Independentes</i> .....	50
4.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA .....	50
4.5 ANÁLISE DOS DADOS .....	52
4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	54
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
5.1 AJUSTES POSTURAIIS COMPENSATÓRIOS .....	55
5.2 TEMPO DE MOVIMENTO .....	57
5.3 TEMPO DE MOVIMENTO X AJUSTES POSTURAIIS COMPENSATÓRIOS.....	59
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>83</b>
<i>Equilíbrio</i> .....	85
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>94</b>



**LISTA DE FIGURA**

Figura	
1.....	45
Figura	
2.....	45
Figura	
3.....	46

**LISTA DE TABELAS**

Tabela	
1.....	42
Tabela	
2.....	53
Tabela	
3.....	54
Tabela	
4.....	55

## DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

- Amplitude do deslocamento do centro de pressão: refere-se à amplitude de variação adquirida através da diferença entre os valores máximo e mínimo do deslocamento do centro de pressão (COP) nas direções ântero-posterior (COPy) e médio-lateral (COPx).

- Variação no sentido do COPy: diz respeito ao número de vezes em que o sujeito alterna o sentido do deslocamento do COP na direção ântero-posterior durante a realização do movimento alvo-direcionado. Este parâmetro foi obtido através da análise da derivada do COPy, nos instantes em que a curva cruzava o zero do eixo "x" (tempo) e, conseqüentemente, invertia o sentido do deslocamento.

- Erro de execução da tarefa: corresponde ao número de erros (por antecipação no desacionamento do botão de partida fixado na coxa) cometidos durante a execução do movimento.

- Tempo de Movimento (TM): é definido como o período entre o início do movimento do membro superior direito partindo de um sensor fixado na coxa, até o acionamento de um botão alvo localizado a sua frente, na altura dos ombros.

## INTRODUÇÃO

A habilidade de controlar a postura e mover voluntariamente o corpo para a posição desejada constitui a base de todo o comportamento motor (GABBARD, 2000). O controle postural requer uma interação dinâmica entre vários sistemas corporais, com destaque ao músculo-esquelético, neural e sensorial para que possa desenvolver-se e funcionar adequadamente. Intimamente ligado ao desenvolvimento do controle postural está o processo de aquisição de outras habilidades motoras, que terão na postura, a base para seu desempenho.

A postura é controlada pelo Sistema Nervoso Central (SNC) através de ajustes neuromusculares que atuam de maneira diferente, porém contribuem para o alcance de objetivos comuns, como por exemplo, a estabilidade corporal. Os ajustes neuromusculares são produzidos através de dois mecanismos: antecipatório e compensatório. Os Ajustes Posturais Antecipatórios (APA), que ocorrem através de controle por *feedforward*, têm como função minimizar as perturbações de equilíbrio através de ações musculares sinérgicas geradas ainda antes que o equilíbrio seja perturbado. Os Ajustes Posturais Compensatórios (APC), que ocorrem por mecanismos de controle por *feedback*, agem através de ações musculares corretivas ou de compensação, produzidas por eventos sensoriais decorrentes da desestabilização que já afetou o indivíduo, podendo ser esta ocasionada por perturbações externas ou do próprio movimento (KANDELL, SCHWARTZ e

JESSELL, 1991). É através destes ajustes que a ação motora torna-se consistente e sinergicamente organizada (HAY e REDON, 2001).

Existem alguns indícios de que os ajustes posturais são utilizados de maneira diferente conforme a idade (HAY e REDON, 1999). Parece que em alguns períodos, o controle da postura está sendo predominantemente realizado através dos APC, em outros pelos APA, ou com a atuação de ambos os mecanismos simultaneamente. Acredita-se que o modo como a postura é controlada depende de fatores como a idade, desenvolvimento e integração das fontes sensoriais, limites de estabilidade e de fatores externos como restrições do ambiente e da tarefa (PETERSON, CHRISTOU e ROSENGREN, 2005; HIRABAYASHI e IWASAKI, 1995; SCHMID et al, 2005; BARELA POLASTRI e GODOI, 2000; RIACH e STARKES, 1993; RIACH e STARKES, 1994; STEINDL et al, 2006).

A forma como o controle da postura é efetuado durante a infância está relacionado com uma melhora na competência e aquisição das habilidades motoras e na capacidade de adaptação às mudanças das demandas biomecânicas (HAAS et al, 1989). Tendo em vista a importância de um adequado ajuste postural para o desenvolvimento das habilidades motoras, e para o sucesso em seu desempenho, o controle da postura tem sido investigado como provável fonte de limitação ou mesmo de restrição observada em algumas desordens motoras, como na Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD). Alguns autores têm referido que através da pesquisa e caracterização dos prejuízos verificados na estabilidade postural durante a infância, grandes contribuições podem ser alcançadas em relação ao diagnóstico e evolução das desordens motoras, como é o caso da DCD (STEINDL et al, 2006).

A Desordem Coordenativa Desenvolvimental é atualmente bem conhecida, sendo sua prevalência, no mundo, estimada em torno de 6% em crianças

com idades entre 5-12 anos pela Associação Americana de Psiquiatria (APA, 1994). As limitações motoras observadas remetem a atrasos no desenvolvimento motor, uma vez que são encontradas dificuldades na aquisição de habilidades motoras, no desempenho nas atividades de vida diárias, no desempenho escolar, nos esportes, além de outros prejuízos de natureza psicológica e social, como baixa auto-estima, exclusão social e de natureza clínica, como um maior risco para as doenças vasculares coronarianas (APA, 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996; PETERSEN, 1999; SCHOEMAMAKER et al, 2001; MANCINI e BRUN, 2005; FAUGHT et al, 2005).

Embora muito já tenha sido revelado em relação à identificação, e características da DCD, pouco ainda é conhecido sobre a sua causa. Aspectos como limitações na percepção visual, proprioceptiva, na aprendizagem, entre outros, foram investigados, porém não existe um acordo sobre a natureza da desordem (HOARE e LARKIN, 1991; SHOEMAKER et al, 2001; WILSON, MARUFF e LUM, 2003).

Os estudos sobre a postura na criança com DCD têm verificado déficits na manutenção da estabilidade postural na infância, principalmente quando é requerida a realização de tarefas envolvendo movimentos precisos, rápidos e alvo-direcionado, como nas tarefas de tempo de reação e tempo de movimento (TM) (SMYTH e MASON, 1997; SHOEMAKER et al, 2001). Entre os prejuízos observados, destacam-se: (A) um sequenciamento de ativação muscular inverso (proximal-distal) em relação às crianças controles da mesma faixa etária (distal-proximal) (WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997); (B) dificuldades em manter a postura quando em condições sensoriais alteradas (por exemplo, sem a utilização da visão) (WILLIAMS e CASTRO, 1997); (C) características temporais da atividade muscular (duração e sequenciamento de ativação muscular) diferentes daquelas

observadas nas crianças com desenvolvimento motor típico (WILLIAMS e CASTRO, 1997; GEUZE, 2003); (D) utilização de maior atividade muscular para a manutenção da postura (GEUZE, 2003); (E) distribuição da atividade da musculatura postural concentrada mais nos músculos do tronco na posição estática, em relação às crianças controles (WILLIAMS, McCLENAGHAN e WARD, 1985); (F) ativação da musculatura agonista e antagonista simultaneamente durante a execução de um movimento (JOHNSTON et al, 2002).

Embora o termo DCD confira um caráter desenvolvimental à desordem, os estudos sobre o controle postural não têm caracterizado as mudanças relacionadas ao avanço da idade. As investigações sobre o assunto abrangem normalmente amplas faixas etárias, no intuito apenas de verificar a existência de déficits posturais na comparação entre as crianças com DCD e DT, não discriminando assim o desenvolvimento do controle da postura durante a infância na DCD (JOHNSTON et al, 2002; WILLIAMS, McCLENAGHAN e WARD, 1985).

Embora os estudos sobre a postura na criança com DCD tragam fortes indícios da existência de déficits no controle postural, e de que estes déficits podem estar contribuindo com os prejuízos visíveis em seu desempenho motor, muitas questões ainda precisam ser melhor compreendidas, como por exemplo:

Que mudanças no controle da postura durante a realização de um movimento de membro superior ocorrem fundamentalmente na infância, tanto nas crianças com desenvolvimento típico (DT) quanto nas com DCD? Os APC mudam com a idade de maneira semelhante na criança com DCD e DT? Os déficits no controle postural da criança com DCD contribuem para as dificuldades de coordenação por elas apresentadas? E essa contribuição muda com o avanço da idade?

Dessa forma, o presente estudo tem, nestas questões, o foco norteador de sua investigação, a fim de melhor compreender os aspectos relacionados ao controle da postura através dos APC na criança com DCD, a influência destes ajustes na ação motora, bem como as possíveis mudanças que possam ocorrer com o avanço da idade.



## **1 OBJETIVO GERAL**

Investigar, do ponto de vista desenvolvimental, as mudanças nos ajustes posturais compensatórios e no tempo de movimento durante a execução de uma tarefa direcionada a um alvo em crianças com e sem DCD.

### **1.1 Objetivos específicos**

- Mensurar os ajustes posturais compensatórios através dos deslocamentos do COP, e o tempo de movimento necessário para a execução de uma tarefa direcionada a um alvo em crianças com e sem DCD.
- Caracterizar as mudanças, relacionadas à idade, dos ajustes posturais compensatórios, do tempo de movimento e dos erros de execução da tarefa durante a realização de um movimento direcionado a um alvo em crianças com e sem DCD.
- Verificar as diferenças entre crianças com e sem DCD nas mudanças relacionadas à idade nos ajustes posturais compensatórios, no tempo de movimento e nos erros de execução da tarefa, durante a realização de um movimento direcionado a um alvo.
- Identificar a relação entre os ajustes posturais compensatórios e a performance motora (TM) nas crianças com DCD e DT.

## 2 HIPÓTESES

1 - Redução na amplitude do centro de pressão (COP) com o avanço da idade em ambos os grupos.

2 - Diminuição do tempo de movimento conforme o aumento da idade para ambos os grupos.

3 - Aumento no índice da troca de sentido no COPy com o avanço da idade em ambos os grupos.

4 - Diminuição no erro de execução da tarefa com o avanço da idade em ambos os grupos.

5 - Maiores valores de amplitude do COP e do tempo de movimento no grupo de crianças com DCD comparado às crianças com DT.

6 - Menores índices da troca de sentido do COPy no grupo de crianças com DCD comparado às crianças com DT.

7 - Maior número de erros na execução da tarefa no grupo de crianças com DCD comparado às crianças com DT.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Controle Postural

O controle postural envolve a manutenção da posição do corpo no espaço com a finalidade de estabilidade e orientação. A estabilidade postural é definida como a habilidade de sustentar a posição do corpo, especificamente do centro de massa corporal, dentro dos limites de estabilidade. Já a orientação postural consiste na habilidade de manter uma apropriada relação entre os segmentos corporais e entre o corpo e o ambiente (SCHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995).

Para alcançar estabilidade e orientação da postura, torna-se necessário o cumprimento de duas funções básicas: o controle antigravitacional do corpo e a percepção e integração das informações sensoriais (SCHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). É através do controle antigravitacional que o corpo é capaz de suportar seu peso contra a gravidade e fornecer um suporte dinâmico para o movimento de seus segmentos ou dele como um todo. Da mesma forma, é durante o processo de percepção e integração que os padrões posturais estão em constante alteração, de acordo com as informações perceptivas recebidas e interpretadas pelo corpo (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; MASSION, ALEXANDROV e FROLOV, 2004; HAYWOOD & GETCHELL, 2004).

As informações sensoriais mais relevantes ao controle postural são captadas pelos sistemas visual, proprioceptivo e vestibular, que permitem explorar tanto o ambiente externo, como o próprio organismo (HORAK e MAcPHERSON, 1996; GABARD, 2000). Alguns estudos têm investigado a possível dominância do sistema visual no controle da postura, em relação às demais fontes perceptuais (LEE

e LISHMAN, 1975; WOOLLACOTT, DEBÛ e MOWATT, 1987). Foi verificado que a visão melhora o controle do equilíbrio, especialmente nas condições em que a propriocepção do pé e tornozelo estão empobrecidas. Para Lee e Lishman (1975), nestas situações, bem como durante o aprendizado de novas posturas, o ser humano utiliza principalmente a visão para realizar o controle postural.

Woollacott, Debû e Mowatt (1987), de maneira semelhante, investigaram o possível papel dominante da visão durante o desenvolvimento do controle do equilíbrio. Participaram do estudo crianças com idade entre 3 meses e meio até 9 anos. As autoras encontraram respostas posturais que mudavam conforme a idade das crianças, sendo que as de 2 e 3 anos utilizavam a visão como fonte sensorial dominante para a manutenção da postura, enquanto nas crianças mais velhas, o mesmo não foi observado.

Resultados semelhantes foram apontados por Foster, Svestrup & Woollacott (1996), que avaliaram a relação da percepção visual com o controle da postura entre 5 meses a 10 anos de idade e adultos jovens. Eles verificaram que as crianças que estavam aprendendo a caminhar apresentavam uma dependência maior da informação visual em comparação ao grupo de crianças que ainda não caminhava e as mais velhas. Entretanto, a possível supremacia das informações visuais sobre as demais fontes sensoriais no controle postural tem sido questionada. Barela, Polastri e Godoi (2000) examinaram o papel da informação visual na manutenção da posição estática em pé em crianças de 2 a 6 anos. Os autores verificaram que o uso da informação visual parece não melhorar significativamente a manutenção desta posição, sugerindo que o controle postural em crianças na respectiva faixa etária, não depende, fundamentalmente, da visão. Schumway-Cook e Woollacott (1995) complementam que a seleção das fontes sensoriais de

referência são efetuadas, sobre tudo, de acordo com a influência do ambiente em que a manutenção da postura é requerida.

O desenvolvimento do controle postural tem intrigado muitos pesquisadores, que buscam compreender as diferentes questões envolvidas em seu processo (PETERSON, CHRISTOU e ROSENGREN, 2005). Massion (1998) abordou os principais aspectos ontogênicos do controle postural. Segundo o autor, o desenvolvimento do CP está relacionado aos processos genéticos e epigenéticos da postura, visualizados através das reações posturais (fator genético) em bebês de 4-5 meses, e do refinamento que ocorre na organização temporal deste controle com o avanço da idade e experiência (fator epigenético). Aliado a estes processos, estão os aspectos relacionados à emergência inicial da orientação e controle da cabeça, da organização céfalo-caudal e, finalmente, da habilidade adquirida no processo desenvolvimental de controle da postura, ou seja, a habilidade de comandar o “conjunto postural” e distribuir as massas corporais. Estes aspectos são fundamentais e determinantes no processo de desenvolvimento do controle postural humano.

Fits et al (1999) estudaram o controle postural durante a emergência do “ato de alcançar” em bebês de 3 a 6 meses de idade, sendo as avaliações realizadas mensalmente. Os resultados demonstraram alta atividade elétrica dos músculos posturais não diretamente ligados ao movimento de alcançar, mesmo quando o alvo não era atingido. Esta ativação dos músculos posturais foi menor conforme o aumento da idade. Segundo os autores, isso provavelmente se deve a um progresso na performance da habilidade motora, que passa a requerer uma menor rigidez articular e atividade muscular. Os achados sugerem a existência de um nível básico de atividade postural nos bebês durante o movimento voluntário,

que é inicialmente baseada em fatores maturacionais endógenos.

Com o objetivo de investigar as possíveis mudanças desenvolvimentais no controle da postura durante a infância, Riach e Starkes (1993) avaliaram os limites de estabilidade na posição em pé estática de crianças entre 4 e 14 anos e um grupo de adultos. As tarefas consistiam em oscilar o mais distante possível nas direções ântero-posterior e médio-lateral, permanecendo na posição extrema por 2 a 3 segundos, enquanto eram registrados as forças e momentos para o cálculo do centro de pressão. Nos resultados, foi observado que as crianças mais novas (até 7 anos) alcançaram limites menores de estabilidade, em torno de 44 – 53% da sua base anatômica, em relação aos adultos, cujos limites foram de 70% da base de suporte. A partir dos 7 anos, as crianças mostraram limites maiores, com a utilização da base de suporte de maneira semelhante aos adultos. Segundo os autores, a partir dos 7 anos ocorre um aumento definitivo nos limites de estabilidade, que pode ser decorrente do desenvolvimento dos sistemas sensoriais aos 4-6 anos. O estudo evidenciou mudanças significativas no controle motor e no controle postural com o avanço da idade.

Também relacionado ao processo de mudança no controle postural com a idade, Barela, Polastri e Godoi (2000) examinaram a oscilação corporal na postura estática em pé em crianças com diferentes idades (2 a 6 anos). Foram avaliados os parâmetros de oscilação corporal nas direções ântero-posterior e médio-lateral, a partir de um instrumento (emissor infravermelho) que era fixado nas costas das crianças, na altura estimada do centro de massa. Nos resultados, não foram constatadas diferenças significativas na manutenção da postura estática em pé (nas duas direções avaliadas) e na frequência de oscilação, entre as diferentes idades. Entretanto, verificou-se uma tendência à diminuição da oscilação corporal em

crianças de 2, 3 e 4 anos, quando comparadas com as crianças de 5 e 6 anos. Os autores concluíram que, possivelmente, não existem mudanças no controle postural na posição estática em pé em crianças na faixa etária analisada.

Sobre a perspectiva desenvolvimental, Hirabayashi e Iwasaki (1995) avaliaram o controle postural sob o ponto de vista da organização sensorial, com o objetivo de identificar as mudanças relacionadas ao avanço da idade. Para isso, os pesquisadores alteraram as condições perceptuais da postura em pé e mensuraram a estabilidade postural. Foram realizadas 6 tarefas: variação do estímulo visual (olhos abertos, olhos fechados e ambiente visual móvel), estímulo somatosensorial (utilização de uma plataforma móvel com a presença e ausência da visão), estímulo vestibular (plataforma móvel com ambiente visual móvel). Na avaliação da condição somatosensorial, as crianças do grupo mais jovem (3 e 4 anos) exibiram níveis de estabilidade semelhante aos dos adultos; já na condição visual, os resultados mostraram que o desenvolvimento parece ser mais lento, em torno de 14-15 anos; e na condição vestibular, o atraso parece ser ainda maior, uma vez que as crianças de 14 e 15 anos não apresentaram parâmetros de estabilidade semelhante ao adulto. Os resultados do estudo confirmaram as mudanças desenvolvimentais com relação à organização sensorial do controle postural, entretanto, segundo os autores, os processos maturacionais mostraram-se mais lentos em relação aos estudos prévios.

Peterson, Christou e Rosengren (2005), de maneira semelhante, procuraram determinar o período no qual a criança (6 a 12 anos), na posição estática em pé, apresenta a oscilação postural, assim como o uso da informação sensorial, comparável à habilidade do adulto. Foi avaliada ainda, a influência das características físicas na manutenção da estabilidade. Um sistema de Posturografia Dinâmica Computadorizada “*Equitest*”, que utiliza o Teste de Organização Sensorial

(*Sensory Organization Test* – Nasher et al, 1982 *apud* Peterson, Christou e Rosengren, 2005) serviu como ferramenta de avaliação, consistindo de uma plataforma de força móvel que possui acoplado um ambiente visual o qual também pode ser alterado, para avaliar a interação do sistema sensorial na manutenção da postura, mensurada através do centro de pressão. As condições de teste variavam conforme o estímulo sensorial a ser analisado. Para a comparação dos resultados, foram obtidos os “escores de equilíbrio”, que representavam a influência de cada sistema sobre a estabilidade do indivíduo. Os autores verificaram que somente aos 12 anos de idade, as crianças demonstravam uso da informação sensorial comparável ao adulto, conforme indicado pelos escores de equilíbrio, contrariando outros estudos que encontraram esta semelhança aos 6 -7 anos de idade (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1985). Os pesquisadores verificaram, também, que as características físicas (gênero, altura, peso e índice de massa corporal) determinam um pequeno papel na manutenção da postura, ao contrário da idade, que mostrou-se como o fator mais significativo para o controle da postura em pé.

Recentemente, Steindl et al (2006) verificaram a influência do sistema aferente proprioceptivo, visual e vestibular sobre o controle postural em crianças, em um estudo metodologicamente semelhante aquele utilizado por Peterson, Christou e Rosengren (2005). Os “escores de equilíbrio” mostraram um aumento rápido e níveis máximos de maturação para o desenvolvimento relacionado à idade no controle sensoriomotor. Na função proprioceptiva os escores das crianças de 3-4 anos de idade foram parecidos com os obtidos pelos adultos; na função visual e vestibular, apenas as crianças com 15-16 anos assemelharam-se aos adultos. Segundo os autores, a função proprioceptiva parece amadurecer antes dos dois outros sistemas



aferentes. Diferentemente de Peterson, Christou e Rosengren (2005), Steindl et al (2006) procuraram avaliar os sistemas sensoriais isolados e numa faixa etária maior, encontrando resultados discordantes entre as idades prováveis do alcance do padrão adulto no processo de desenvolvimento sensorial. Todavia, os dois estudos concordam com a existência de mudanças nos sistemas sensoriais na manutenção da postura em pé estática.

Independente da abordagem sobre o desenvolvimento do controle postural, os estudos, em sua maioria, trazem indícios de um processo de mudança no comportamento da postura conforme o avanço da idade. As mudanças são um processo decorrente dos fatores genético e da experiência (MASSION, 1998), como verificado no estudo em bebês de 3 a 6 meses pela redução da ativação dos músculos posturais conforme o avanço da idade (FITS et al, 1999), no aumento dos limites de estabilidade nas crianças a partir dos 7 anos (RIACH e STARKES, 1993), na tendência à diminuição da oscilação corporal em crianças de 2-4 anos quando comparadas às de 5-6 anos (BARELA POLASTRI e GODOI, 2000), nas mudanças relacionadas à organização sensorial do controle da postura (HIRABAYASKI e IWASAKI, 1995; PETERSON, CHRISTOU e ROSENGREN, 2005; STEINDL et al, 2006) e no reconhecimento da idade como característica física determinante no processo de manutenção da postura (PETERSON, CHRISTOU e ROSENGREN, 2005).

Embora ainda não haja um consenso quanto ao processo desenvolvimental do controle da postura, parece que as respostas posturais se tornam mais consistentes e organizadas ao longo da idade. Isso tem sido verificado na observação de sistemas posturais “imatuross” ou “nãoo desenvolvidos”, que são responsáveis por limitações e/ou restrições na aquisição de comportamentos

motores essenciais, como por exemplo, um movimento coordenado e controlado do membro superior (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995).

### 3.1.1 Controle postural durante o movimento

O controle postural está intimamente relacionado com a execução do movimento, exercendo um papel chave no controle e desempenho das tarefas motoras (MASSION, ALEXANDROV e FROLOV, 2004). Embora “postura” e “movimento” tenham uma forte ligação, são conceituados de maneira distinta. Enquanto a postura se refere à constante orientação dos segmentos corporais em relação às forças externas ou de outros segmentos, o movimento se refere às mudanças sucessivas na postura, fazendo com que um, ou vários segmentos, sigam uma trajetória até alcançar nova posição, num caráter dinâmico (MASSION, 1998).

Todavia, mais importante que diferenciar “postura” e “movimento”, é conhecer a relação e/ou dependência existente entre os dois. Segundo Horak e Macpherson (1996) a postura e o movimento estão intimamente interligados, sendo função do controle postural constituir uma base corporal estável para que o movimento possa ser executado. É baseado nesta relação que o sistema nervoso central dispõe dos “ajustes posturais” para controlar a postura durante o movimento (MASSION, 1998).

Segundo Kandel, Schawartz e Jessell (1991) os ajustes posturais servem a três funções comportamentais: suportar a cabeça e o tronco contra a gravidade e demais forças externas; manter o centro de massa do corpo (COM) alinhado e equilibrado sobre a base de suporte; e estabilizar algumas partes do corpo enquanto

outras estão sendo movidas.

Existem dois tipos de ajustes posturais (AP) que agem na preparação ou na execução do movimento. Os “ajustes posturais antecipatórios” (APA), utilizados como estratégia de *feedforward*, tornando-se, portanto, importantes na preparação da postura para o movimento, a medida que minimizam os distúrbios posturais causados pelo próprio movimento antes mesmo que este aconteça (KANDEL, SCHAWARTZ e JESSELL, 1991; HAY e REDON, 2001; MOCHIZUKI et al, 2001). Já durante a realização do movimento voluntário, passam a atuar, predominantemente, os “ajustes posturais compensatórios” (APC), que, utilizados como estratégia de *feedback*, são produzidos em resposta à desestabilização ou a prejuízos no equilíbrio gerados por perturbações externas ou do próprio movimento. Os APC visam restaurar o equilíbrio durante a execução do movimento, que é o período em que o corpo está mais suscetível às instabilidades posturais (KANDEL, SCHAWARTZ e JESSELL, 1991; MOCHIZUKI et al, 2001; HODGES *apud* JOHNSTON, 2002).

Ainda não são conhecidos todos os circuitos neurais que mediam o controle dos ajustes posturais. Nos APC, os sinais aferentes (*feedback*) provenientes dos receptores sensoriais disparam informações que ascendem através do sistema coluna dorsal lemnisco-medial e são re-transmitidos através do tálamo, principalmente ao córtex (motor primário e sensorial somático) e cerebelo, além de outras estruturas do sistema nervoso central. Esse circuito permite um complexo processo de facilitação e inibição, mediado pela integração dos sinais sensoriais enviados, e que é fundamental para o controle e coordenação da postura e movimento (KANDEL, SCHAWARTZ e JESSELL, 1991).

Alguns estudos sobre o controle da postura avaliaram as áreas cerebrais

responsáveis pela percepção das informações sensoriais sobre a instabilidade, e também sobre o controle e resposta postural durante a realização de um movimento voluntário (SLOBOUNOV et al, 2004). O estudo consistiu na análise do centro de pressão de 12 indivíduos adultos, em pé, no registro da atividade eletromiográfica dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio, além da avaliação do eletroencefalograma durante a oscilação corporal voluntária na direção ântero-posterior. Nos resultados, foi verificado que os ajustes posturais que ocorrem antes (APA), durante e após (APC) o movimento voluntário, são controlados corticalmente e apresentam padrões de atividade elétrica cerebral com uma distribuição semelhante àquelas observadas em estudos prévios, durante tarefas de percepção postural. Segundo os autores, este resultado sugere que áreas e mecanismos funcionais semelhantes no cérebro controlam a percepção de instabilidade e a realização das ações posturais.

Os ajustes posturais neuromusculares, que são a base do controle da postura, também sofrem mudanças em seu processo de desenvolvimento (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; KIRSHENBAUM, RIACH e STARKES, 2001). Para compreender melhor este processo, Hay e Rendon (1999) avaliaram o controle por *feedback* (APC) e *feedforward* (APA), com a hipótese inicial de que ambos os mecanismos de controle postural não se desenvolveriam linearmente com o avanço da idade. Participaram do estudo 28 crianças entre 3 e 10,5 anos e um grupo de adultos, que realizaram duas tarefas: a primeira consistia em permanecer em pé imóvel sobre uma plataforma de força, segurando uma carga correspondente a 5% do seu peso corporal e, após, liberar essa carga em uma ação voluntária; na segunda, na mesma posição, a carga era inesperadamente derrubada pelo pesquisador. Em ambas situações, era necessária a realização do controle da

postura para manter a estabilidade, porém, segundo os autores, na primeira, o modo de controle era efetuado através *feedforward* e, na segunda, por *feedback*. Através dos resultados da amplitude do centro de pressão na direção ântero-posterior, os autores encontraram mudanças significativas entre os dois modos de controle em todas as idades. Na segunda situação, foram verificados deslocamentos maiores do COP em relação à primeira. Em contra partida, a variabilidade intra-indivíduo era maior no modo de controle por *feedforward*, especialmente nas idades entre 6-8 anos, explicado pelo fato da condição da liberação voluntária do peso envolver um alto nível de controle antecipatório que era integrado com o controle por *feedback*, aumentando assim os graus de liberdade do sistema, em relação à segunda condição que envolvia apenas o controle por *feedback*.

Os resultados confirmaram a hipótese inicial de desenvolvimento não linear nos mecanismos de *feedforward* no período da infância analisado, visto que as crianças nas diferentes idades apresentaram deslocamentos do COP variados, sem mostrar um padrão seqüencial conforme o aumento da idade. Em relação aos mecanismos de *feedback*, não foram observadas mudanças significativas com o aumento da idade.

Em 2001, Hay e Redon realizaram outro estudo, com o objetivo de verificar as mudanças desenvolvimentais que ocorrem no controle da postura, antes, durante e após a execução de um movimento. Os sujeitos participantes foram divididos em três grupos de idades: 3-5, 6-8, 9-10 anos e adultos jovens. A tarefa requerida era manter a postura em pé, enquanto realizavam um movimento de “alcançar” com flexão de braço até atingir a altura dos ombros, em duas condições: com carga (5% do peso corporal) e sem carga. Em síntese, foram encontrados três modos de coordenação entre movimento e postura ao longo das idades: (1) nos

indivíduos de 3-5 anos, durante a antecipação e realização do movimento, houve maior amplitude e variabilidade do deslocamento do centro de pressão no sentido ântero-posterior em comparação com os outros grupos, o que segundo os autores, provavelmente foi instituído como forma de defesa das crianças de 3-5 anos à instabilidade do movimento a ser realizado. No final e/ou após o movimento as crianças deste grupo moveram o COP para trás e demoraram mais tempo para estabilizar o COP num nível intermediário, em relação aos demais indivíduos.

Já nas crianças entre 6-8 e 9-10 anos (2), foi observada uma lenta mudança do COP para trás com o intuito de antecipar o desequilíbrio a ser produzido pelo movimento, cujo sentido era predominantemente para frente. Durante o movimento, estas crianças diminuíram a amplitude do deslocamento do COP em relação as mais novas e, no pós-movimento, as crianças mais velhas retornaram rapidamente à estabilidade. Os pesquisadores constataram ainda, que nesta faixa etária, houve uma diminuição da variabilidade das respostas do COP inter-indivíduos, dando fortes indicações de um processo desenvolvimental e, também de que os mesmos utilizaram tanto estratégias de *feedback* como de *feedforward* para controlar a postura.

Ao contrário do observado nas crianças, os adultos (3) não apresentaram mudanças significativas no deslocamento do COP no período do pré-movimento quando comparado aos demais grupos. Entretanto, durante o movimento, houve mudanças, embora muito sutis, em relação às crianças (3-5; 6-8; 9-10 anos), já que o pós-movimento foi caracterizado por um rápido retorno à estabilidade. Os dados encontrados neste grupo sugerem que o controle postural de adultos está baseado principalmente em mecanismos de *feedback*.

Haas et al (1989), de maneira semelhante, investigaram as mudanças

desenvolvimentais no controle da postura através do *feedback* (APC) e *feedforward* (APA) em crianças com desenvolvimento motor típico e em crianças com retardo desenvolvimental. Os resultados encontrados sugerem que o processo de *feedback* surge antes do processo de *feedforward* nas crianças com desenvolvimento típico. Porém, o desenvolvimento do controle de *feedback* não é completo quando o controle por *feedforward* surge, indicando que estes dois modos de ajustes continuam a se desenvolver com o passar da infância. Segundo os autores, os modos de controle postural podem refletir uma melhora na competência motora, habilidade motora e capacidade de adaptação às mudanças na demanda biomecânica do movimento. Em relação ao grupo de crianças com retardo no desenvolvimento, foi observado um atraso significativo nos ajustes por *feedback*, o que segundo os autores, pode ser um forte contribuinte da pobre habilidade em ajustar a postura e o movimento após perturbações mecânicas.

Vários esforços têm sido feitos no sentido de compreender o controle postural através dos ajustes posturais compensatórios e a sua importância e influência sobre ações motoras efetivas. Como acima referenciado, há indícios que sugerem um processo de mudança no controle postural nos primeiros anos de vida. Entretanto, muitas questões ainda não foram respondidas, como a possível existência de um marco no mecanismo desenvolvimental por *feedback* e sua relação no desenvolvimento da performance motora. Da mesma forma, pouco é conhecido sobre possíveis atrasos no processo de desenvolvimento do controle postural por *feedback* nas dificuldades motoras observadas em algumas populações com déficits motores (HAAS et al, 1989).

Estimulados pela forte relação entre postura e movimento já bem documentada na literatura científica, o presente estudo objetivou avaliar o processo

de mudança nos ajustes posturais compensatórios e da performance durante um movimento, nas crianças com desenvolvimento motor típico e crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora (DCD). A DCD, bem como as suas características e manifestações motoras passam a ser abordadas nos itens a seguir.

### **3.2 Desordem Coordenativa Desenvolvidora – DCD**

Alguns pesquisadores na área do comportamento motor vêm observando que para algumas crianças, os processos de aquisição e domínio das habilidades motoras são extremamente difíceis, mesmo na ausência de déficits neurológicos e físicos que justifiquem tais limitações (PETERSEN, 1999; RAMOS, 2002; OLIVEIRA, LOSS e PETERSEN, 2005; AZEVEDO, 2005).

Estas crianças com problemas motores foram inicialmente denominadas como “desajeitadas” ou “desastradas”, pois cometiam muitas falhas na execução de tarefas simples (GUBBAY, 1975; HOARE e LARKIN, 1991; CANTELL, SMYTH e AHONEN, 1994). Ao longo dos anos outros termos foram utilizados para reconhecer as dificuldades motoras, entre eles estão “déficit do desenvolvimento motor” (DEWEY e KAPLAN, 1994), “dispraxia” (MISSIUNA e POLATAJKO, 1995), “desordem neuro-desenvolvidora mínima” (GILBERT, GILBERT e GROTH, 1989), “criança com prejuízo motor” (SIGMUNDSSON, WHITING E INGVALDSEN, 1999), entre outras.

Em 1994, a APA (*American Psychiatric Association* - APA, 1994) trouxe a definição e o termo “Desordem Coordenativa Desenvolvidora - DCD”, traduzido do inglês (*Developmental Coordination Disorders*) para reconhecer as dificuldades



motoras apresentadas pelas crianças “desajeitadas”. Segundo a APA, a DCD é caracterizada essencialmente por quatro pontos fundamentais: (1) presença de considerável prejuízo no desenvolvimento da coordenação motora, abaixo do esperado para idade cronológica; (2) impacto significativo das dificuldades motoras, interferindo negativamente na vida diária e acadêmica; (3) ausência de qualquer condição médica geral (por exemplo, paralisia cerebral, distrofia muscular, hemiplegia); (4) quando da presença de retardo mental, o mesmo não pode exceder às dificuldades motoras.

A partir da melhor caracterização da desordem, buscou-se desenvolver um teste motor que avaliasse e diagnosticasse a DCD na infância. Inicialmente os testes motores TOMI (*Test of Motor Impairment*) (LOSSE et al, 1991), McCarron (*McCarron Assessment of Neuromuscular Development*) (HOARE e LARKIN, 1991), Bruininks-Oseretsky (*Bruininks-Oseretsky Motor Proficiency Scale*) (WILLIAMS, WOOLLACOTT e IVRY, 1992), entre outros, eram utilizados para avaliação dos prejuízos motores da DCD. Em 1992, Henderson e Sugden desenvolveram o *Movement ABC - Movement Assessment Battery for Children*, que atualmente é reconhecido internacionalmente como o mais adequado para a identificação da desordem (GEUZE, 2001).

Bons resultados têm sido alcançados em relação à identificação da desordem, porém a natureza e as causas da DCD ainda permanecem obscuras. As dificuldades motoras encontradas são bastante variáveis, sendo descritas desde limitações na percepção visual e cinestésica, até prejuízos no planejamento das ações motoras (LORD e HULME, 1988; SMYTH, 1994; SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER, 1993).

Willoughby e Polatajko (1995) realizaram um estudo de revisão sobre a

natureza da DCD. De acordo com a análise, as causas foram divididas em multisensorial e unisensorial. Na causa multisensorial, vários sistemas como visão, propriocepção, tato e aparelho vestibular estariam envolvidos num processo de integração falho, o que então resultaria na desordem. Na abordagem unisensorial, o déficit estaria localizado num único sistema sensorial, que seria o responsável pelo surgimento da DCD. Outras causas foram levantadas neste estudo, como por exemplo, problemas maturacionais ou de origem fisiológica, porém, segundo os autores, não existe um acordo sobre a real causa da Desordem Coordenativa Desenvolvidamental.

Também no intuito de esclarecer os mecanismos subjacentes às dificuldades motoras destas crianças, Wright e Sugden (1996) realizaram um estudo em Singapura, em que avaliaram as diferenças inter e intra-grupo das crianças com a desordem. Nas diferenças inter-grupo, foram observadas performances piores dos sujeitos com DCD em todas as tarefas em relação ao grupo controle, principalmente naquelas em que o ambiente variava, ou quando era necessário realizar movimentos rápidos e acurados com as mãos. Nas diferenças intra-grupo, houve uma maior variabilidade no grupo com DCD comparado ao controle e, as dificuldades apresentadas nas tarefas de “apanhar com as mãos” por algumas crianças DCD, segundo os autores, podem estar associadas com uma disfunção na integração visual.

Da mesma forma, outros trabalhos têm sugerido que problemas na percepção ou integração da informação visual possivelmente são fatores de forte contribuição para a DCD. Hulme (1982) assim como Mon-Williams (1996), investigaram possíveis anormalidades clínicas no processo de controle dos movimentos oculares e nas vias aferentes visuais de crianças com DCD. Nos dois

estudos, os autores não encontraram alterações com importância clínica e, concluíram que o prejuízo motor não é decorrente de problemas no controle dos movimentos dos olhos, assim como das vias aferentes visuais, embora Mon-Williams (1996) acredite que a causa da DCD possa estar relacionada ao processamento do estímulo visual.

De forma semelhante, Van der Meulen et al (1991, A) verificaram que a utilização do feedback visual para o controle do movimento nas crianças com DCD era deficiente, implicando em gestos inaccurados e com grande variabilidade. Contudo, em outro estudo, os mesmos autores sugerem que as crianças com a desordem não apresentam falhas no processo de percepção visual e ao contrário, apresentam percepção visual normal para o controle do movimento (VAN der MEULEN et al, 1991 B).

Outras modalidades de percepção também foram abordadas. Hoare e Larkin (1991) investigaram a percepção cinestésica em crianças com DCD e verificaram, nos resultados, que as crianças com prejuízos motores obtiveram escores bem inferiores às crianças do grupo controle em três das sete modalidades cinestésicas avaliadas. No mesmo sentido, Smyth (1994) em seu estudo com tempo de reação em crianças com DCD, encontrou fortes indícios de prejuízos na percepção cinestésica.

Mais recentemente, Shoemaker et al (2001) avaliaram a percepção tátil, visual e proprioceptiva, em crianças com DCD entre 6 e 12 anos, através de subtestes perceptuais e motores. A partir dos resultados, os autores sugerem que algumas crianças com a desordem possuem déficits na percepção visual, tátil e proprioceptiva, entretanto não foi encontrada uma relação causal entre o prejuízo motor e o perceptual. Além disso, as crianças com DCD apresentaram maiores

dificuldades nas tarefas que necessitavam de movimentos acurados, rápidos e alvoadirecionados, indicando, segundo os autores, que o componente motor contribuiu mais que o perceptual, para a pobre performance encontrada nestas crianças.

Uma das formas utilizadas pelos autores para quantificar os prejuízos na performance motora das crianças com DCD, se dá pela mensuração dos parâmetros temporais do movimento (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; GEUZE e BORGER, 1994; COUSINS e SMYTH, 2003; WILLIAMS, WOOLACOTT e IVRY, 1992). O parâmetro “tempo de reação” (TR) reflete o tempo despendido entre o estímulo dado e o início da resposta, revelando a velocidade do processamento da informação. Já o parâmetro “tempo de movimento” (TM), que consiste na medida do tempo gasto na execução de um movimento, é uma medida representativa da ação motora e sempre proporcional à tarefa ou movimento a ser executado e, segundo Rose (1997), pode revelar informações sobre as estratégias utilizadas pelo indivíduo para otimizar seu sucesso motor.

Geuze e Börger (1994), por exemplo, para investigarem os problemas motores no processo de seleção da resposta em crianças com DCD, utilizaram tarefas de tempo de reação (TR) (simples e de escolha) e tempo de movimento. Os resultados indicaram que as crianças com DCD apresentavam tempo de reação e de movimento maiores em relação ao grupo de crianças com desenvolvimento típico. Segundo os autores, o grupo DCD parece ser mais lento que o grupo controle para iniciar e executar as ações motoras.

Corroborando com os resultados de Geuze e Börger (1994), Henderson, Rose e Henderson (1992) observaram que as crianças com DCD apresentavam médias de TM elevadas em relação ao grupo controle, sugerindo a existência de prejuízos na execução do movimento. Segundo as autoras, os achados do TM

parecem ser um bom indicador das dificuldades de coordenação apresentadas pelos indivíduos com prejuízos motores, principalmente nas tarefas em que são necessários movimentos de alta precisão.

Cousins e Smyth (2003), também avaliaram os parâmetros temporais do movimento (TR e TM) nos indivíduos com DCD, porém na fase adulta. Nos resultados, verificou-se que os adultos com a desordem apresentavam maiores diferenças com o grupo controle na medida de TM em relação a de TR. Segundo os autores, os prejuízos de performance encontrados nas crianças com DCD podem permanecer até a fase adulta, enquanto os déficits do planejamento motor parecem ser amenizados com a idade.

É possível constatar que os atrasos no tempo de execução do movimento na DCD têm sido bem documentados na literatura científica (RÖSBLAD e HOFSTEN, 1994; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; GEUZE e BORGER, 1994; WILLIAMS, WOOLACOTT e IVRY, 1992). Os déficits no TM têm sido verificados em diferentes faixas etárias, inclusive no adulto com a desordem, conforme já descrito (COUSINS e SMYTH, 2003). Segundo alguns estudos desenvolvimentais, parece que o atraso temporal permanece durante a infância, adolescência e idade adulta (VAN DER MEULEN et al, 1991; COUSINS e SMYTH, 2003).

Os déficits na aprendizagem motora como possível fonte da dificuldade de coordenação motora, também tem sido alvo de investigação. Hulme e Lord (1985) relatam que o mecanismo responsável tanto pelo aprendizado, como pela performance motora, é deficitário nestas crianças. Diferentemente, Wilson, Maruff e Lum (2003), em seu estudo sobre a avaliação da aprendizagem na Desordem Coordenativa Desenvolvimental, não encontraram dificuldade de aprendizagem de

uma tarefa seqüencial nas crianças com DCD em comparação às do grupo controle de idade relacionada. Segundo os autores, o circuito córtico-estriado, fortemente relacionado com o seqüenciamento de movimentos simples, demonstra estar funcionando normalmente nas crianças com DCD.

Apesar das diferenças encontradas sobre as causas dos prejuízos motores apresentados por estas crianças, parece haver concordância em relação à grande variedade de dificuldades relacionadas à Desordem Coordenativa Desenvolvimental. Para Wright (1997) não existe uma descrição exata dos déficits da DCD, e ainda não foi encontrado um grupo homogêneo com características sólidas para todos os indivíduos portadores da desordem. Assim, acredita-se que a raiz do problema das dificuldades motoras seja tão variável quanto à forma como ela apresenta-se. Gordon e Mckinlay (1980) já referiam que as razões para os prejuízos motores em crianças podem estar ligadas ao estado emocional, a experiência de aprendizagem, as influências genéticas e ambientais, bem como aos estímulos aos quais a criança está exposta no decorrer do seu desenvolvimento. Para estes autores, a variedade de fatores envolvidos torna a criança com dificuldades motoras um grupo complexamente heterogêneo. Seguindo e defendendo esta abordagem, alguns pesquisadores acreditam que a DCD é constituída por vários subtipos, o que, de certa forma, explicaria a grande diversidade de problemas encontrados nesta população (HOARE, 1994; HENDERSON e BARNETT, 1998; VISSER, 2003).

A heterogeneidade da DCD não se limita apenas às suas possíveis causas ou manifestações quanto ao aspecto motor. Estudos recentes têm relatado os males que os prejuízos sensório-motores acarretam na vida social, pessoal e escolar das crianças DCD. As limitações variam desde dificuldades de atenção, problemas de ordem social, baixo desempenho escolar, menores escores de QI

(quociente intelectual), maior nível de ansiedade, exclusão social, baixa auto-estima, entre outros (SKINER e PIEK, 2001; DEWEY et al, 2002; MANDICH e POLATAJKO, 2003; COUSINS e SMYTH, 2003). Diante desta influência negativa observada na vida dos indivíduos com a desordem, alguns trabalhos têm buscado avaliar o prognóstico da DCD ao longo dos anos. Vários pesquisadores da área como Losse et al (1991), Mandich e Polatajko (2003), Cousins e Smyth (2003) verificaram que a DCD pode persistir até a fase adulta. Cantell, Smyth e Ahonen (1994) avaliaram crianças com idade em torno de 5 anos que apresentavam atrasos no desenvolvimento motor e as acompanharam em novas avaliações realizadas nas idades de 7, 9, 11, 15 e 17 anos, utilizando sempre o mesmo protocolo de testes (CANTELL, SMYTH e AHOENEN, 2003). Os pesquisadores concluíram que as dificuldades percepto-motoras observadas na infância seguem dois caminhos na adolescência: a resolução com o passar do tempo ou a persistência dos problemas, o que traz um forte impacto sobre a vida destes indivíduos.

Diante disso, a busca de um maior esclarecimento sobre as possíveis causas da DCD torna-se importante e necessária. Alguns autores têm considerado o controle postural como fonte de descoordenação das crianças com DCD (WILLIAMS, WOOLLACOTT e IVRY, 1992; JOHNSTON et al. 2002). Em função dos objetivos deste estudo, este aspecto da desordem receberá destaque, sendo abordado no item que se segue.

### 3.2.1 Controle Postural na Criança com DCD

Os problemas no controle da postura nas crianças com DCD foram inicialmente reportados através da análise das respostas neuromusculares. Williams, Fisher e Tritschler (1983) verificaram, em crianças com DCD nas idades entre 4, 6 e

8 anos, amplitudes de atividade elétrica dos músculos posturais alterada em relação as crianças com desenvolvimento típico. As tarefas avaliadas consistiam em permanecer por 30 segundos em diferentes posturas: pronado, nos cotovelos, em 4 apoios, ajoelhado, semi-ajoelhado, em pé ereto e em pé com apoio unipodal. Os registros foram realizados pelo sinal eletromiográfico (média da amplitude da atividade eletromiográfica). Segundo os resultados obtidos, a hipótese de que a média da amplitude da atividade eletromiográfica diminuiria com o avanço da idade nas crianças com desenvolvimento típico foi confirmada, dando suporte a idéia de que, com a maturação, há uma melhora no controle dos grupos musculares amplos, e que as crianças mais novas parecem utilizar quantidades excessivas de atividade muscular para executar a tarefa. No entanto, as crianças com DCD não apresentaram um padrão semelhante ao do grupo controle, demonstrando altas média na atividade eletromiográfica, maior variabilidade e, a ausência de um padrão consistente da atividade muscular em função da idade. Segundo os autores, parece que as crianças com DCD não desenvolvem a mesma eficiência para o controle postural estático.

Com o objetivo de verificar o controle da postura estática, Williams, McCleneghan e Ward (1985) investigaram a duração da atividade dos músculos posturais na criança com DCD. Os autores avaliaram a atividade eletromiográfica dos músculos gastrocnêmio, tibial anterior e eretor da espinha durante a manutenção da postura em pé e estática por 30 segundos, assim como durante a realização do movimento de abdução do ombro nesta mesma postura.

Os resultados indicaram que, na situação da postura estática, as crianças com DCD utilizaram uma maior atividade nos músculos do tronco em relação ao das pernas, enquanto a criança típica mostrou uma distribuição de atividade semelhante



entre os músculos avaliados. Quando na situação da postura com o movimento de membro superior, ambos os grupos de crianças aumentaram a porcentagem do tempo de atividade no músculo eretor da espinha, sendo as diferenças entre as crianças dos dois grupos verificadas na duração da atividade dos músculos da perna. Segundo os autores, estes resultados demonstram que as crianças com DCD possuem dificuldades na estabilização corporal em relação ao grupo de crianças típicas, o que pode estar contribuindo para as limitações na manutenção da postura.

Geuze (2003) também investigou os problemas com o controle do equilíbrio estático em crianças com DCD. Participaram do estudo 24 crianças com a desordem e 24 crianças com desenvolvimento motor normal, com idades entre 6 -12 anos. O estudo foi constituído por 3 experimentos: 1) sujeito permanecia em pé em apoio unipodal e posteriormente em apoio bipodal, nas condições com e sem visão para ambas as posturas. Foi utilizada uma plataforma de força para estimar o deslocamento do centro de pressão durante a realização das posições; 2) a postura era mantida em apoio unipodal, sendo realizada a análise das respostas neuromusculares através da eletromiografia (músculos tibial anterior, fibular longo, reto da coxa e semitendinoso), para verificar a relação de ativação e co-ativação muscular; 3) o indivíduo permanecia em pé, em apoio bipodal, e uma bola fixada em um cordão como em um pêndulo era lançada de forma a colidir, inesperadamente, sobre as costas do sujeito, a fim de promover uma desestabilização. O sinal eletromiográfico foi coletado juntamente com os sinais do COP da plataforma de força.

No primeiro experimento, as crianças com DCD evidenciaram grandes excursões do COP nas duas direções e condições de teste, demonstrando, segundo o autor, um controle mais ativo e menos eficiente da postura, principalmente nas

situações sem visão. Nos resultados encontrados no segundo experimento, foi constatada uma atividade dos músculos do tornozelo 10-20% maior no grupo DCD, em relação ao grupo controle, além da presença de co-ativação simultânea agonista-antagonista dos músculos dos membros inferiores.

Quanto à análise do terceiro experimento, pequenas diferenças foram encontradas entre os dois grupos. As crianças com DCD apresentaram uma duração da atividade muscular 100 ms maior que o grupo controle, havendo redução nos valores dessa variável na comparação entre a primeira e a última tentativa de análise, em ambos os grupos. As crianças com DCD mostraram um padrão de ativação muscular (proximal – distal) diferenciado das crianças controle (distal – proximal), o que, segundo o autor, resultou no longo período de recuperação da perturbação.

Como resultado geral do estudo, Geuze (2003) conclui que as crianças com DCD não apresentam grandes problemas de equilíbrio estático em condições normais. Porém, em situações novas, elas apresentam comportamentos diferenciados das crianças controle e com maiores dificuldades (tempo de duração e ativação muscular inversa) para retornar a estabilidade. O autor relatou, também, que a performance das crianças com DCD se assemelha a das crianças típicas mais jovens (6-7 anos), o que pode indicar a não automatização do controle de equilíbrio na mesma extensão das crianças sem a desordem.

Já em relação ao equilíbrio dinâmico, através da estratégia de movimentação da superfície de suporte (com deslocamento da plataforma móvel no sentido ântero-posterior), Williams e Woollacott (1997) avaliaram as características da resposta neuromuscular de crianças com DCD e com desenvolvimento típico, entre as idades de 6-7 e 9-10 anos. Os dados foram obtidos por meio de um

potenciômetro, plataforma de força, e através da eletromiografia de 8 músculos distintos (gastrocnêmio, tibial anterior, quadríceps, isquiotibiais, abdominais, paravertebrais, flexores e extensores do pescoço). Os resultados mostraram um sentido inverso de ativação muscular (proximal-distal) em 28% das tentativas da tarefa postural nas crianças maiores com DCD, e em 17% das tentativas nas mais jovens, demonstrando um controle muscular inverso quando comparado ao grupo controle. Quanto à resposta de latência muscular, não foram evidenciadas diferenças entre os grupos nos dois sentidos de deslocamento, sugerindo assim, que a velocidade de controle foi semelhante nas crianças com e sem a desordem. Em relação à variabilidade da latência, as crianças com DCD demonstraram resposta mais variada que as do grupo de desenvolvimento típico em todas as idades, sendo essa variabilidade maior nos músculos extensores. Os déficits observados nas respostas neuromusculares mostraram-se presentes nas crianças com DCD, em todas as idades avaliadas. Segundo os autores, o problema do controle postural dessas crianças pode ser resultado de um outro fator que não, simplesmente, um atraso no seu desenvolvimento.

Williams e Castro (1997), de forma semelhante, avaliaram o controle postural durante a posição em pé diante de movimentos de desestabilização provocado, por uma plataforma móvel (sentido ântero-posterior), em crianças com desenvolvimento motor típico e com DCD, entre as idades de 6 a 9 anos. Porém, os autores investigaram o controle da postura quando a aferência sensorial era modificada. Foram realizadas três condições de tarefa envolvendo os componentes sensoriais: na postura com visão (onde as três fontes sensoriais estavam presentes - visual, proprioceptiva e vestibular); sem a visão (ausência dos sinais visuais); e com a cabeça hiperestendida (alteração da fonte de aferência vestibular); em todas as

condições de tarefa a postura era perturbada pelo movimento da plataforma.

Nos resultados, as crianças com DCD apresentaram maior amplitude de ativação, tanto nos músculos proximais, como nos distais em comparação às crianças normais. Em relação ao seqüenciamento, em 22% das tentativas, a criança com DCD utilizou estratégias próximo-distais, aumentando para 32% nas tentativas com ausência de visão. Isso não ocorreu nas crianças normais, cujo seqüenciamento foi distal - proximal. Os autores concluíram que, diante das perturbações de equilíbrio, as crianças com DCD parecem mais dependentes da informação visual e apresentam características temporais da resposta neuromuscular mais variáveis (duração e seqüenciamento). De acordo com afirmações de Nashner (apud WILLIAMS e CASTRO, 1997), a iniciação de uma resposta postural efetiva é dependente do processamento da aferência proprioceptiva do tornozelo produzida pelo movimento da plataforma. Dessa forma, o padrão mais proximal adotado por crianças com DCD, pode ser devido a uma menor sensibilidade, ou a um processamento mais lento desta aferência proprioceptiva.

Partindo das observações de estudos prévios sobre as dificuldades na percepção sensorial das instabilidades, Jung-Potter et al. (2002) avaliaram a relação sensório-motora das crianças com DCD no controle do equilíbrio. Participaram do estudo 5 crianças normais (grupo controle) e 5 crianças com DCD, na faixa etária de 6-8 anos. A tarefa consistia em permanecer em pé com os olhos fechados em uma posição de semi-passo (com um pé a frente do outro), enquanto tocava-se em uma superfície oscilatória com o dedo indicador direito. A oscilação da superfície ocorria no sentido médio-lateral em freqüências randomizadas. Um sistema de alarme era acionado se a força aplicada sobre o dedo excedesse o valor de 1N. Foram obtidas medidas da oscilação do centro de massa e da cabeça. Os dois grupos

responderam de maneira semelhante às oscilações impostas. Houve, porém, uma maior variabilidade na oscilação do centro de massa das crianças com DCD, indicando uma dificuldade no uso da informação sensorial para o controle postural. Os autores concluíram que, possivelmente, as crianças com DCD apresentam dificuldades de reorganizar a informação sensorial quando esta é proveniente de várias fontes, ou quando uma ou mais aferências estão alteradas.

Os estudos sobre o controle postural na criança com DCD têm identificado prejuízos na manutenção da postura em condições estáticas, assim como diante de instabilidades geradas por um movimento externo ou por alteração nas informações sensoriais. Entretanto, a resposta de controle postural durante o movimento voluntário, bem como a sua influência na realização da ação motora, têm recebido pouca atenção.

Johnston et al (2002), com o objetivo de pesquisar a estabilidade postural durante a realização de um movimento voluntário do membro superior direcionado a um alvo, compararam as respostas neuromusculares de um grupo de crianças com DCD e outro com desenvolvimento típico. Participaram do trabalho 64 crianças de ambos os sexos, entre 8 e 10 anos de idade. Foi realizada a mensuração da atividade dos músculos do tronco (oblíquo interno ipsi e contralateral e externo contralateral, reto abdominal e eretor da espinha) e do membro superior (deltóide anterior, serrátil anterior, trapézio superior e inferior e grande dorsal) durante a realização do movimento. Os resultados indicaram que os músculos do tronco atuam de maneira semelhante em crianças com e sem DCD, durante a tarefa em questão. Entretanto, no período antecipatório, as crianças com a desordem ativaram somente três dos cinco músculos do tronco avaliados, além de terem apresentado ativação atrasada em relação ao grupo controle. Para as autoras, isso sugere uma deficiência

na habilidade de estabilização do tronco. Durante a realização do movimento do membro superior, as crianças com desenvolvimento típico apresentaram uma ativação muscular compatível com o esperado pelas funções dos músculos envolvidos. Nas crianças com DCD, porém, a ativação muscular não foi semelhante àquela apresentada pelas crianças sem a desordem, demonstrando ativações de músculos antagonistas simultaneamente à do agonista. Na performance desta tarefa, portanto, as crianças com DCD mostraram um padrão de ativação muscular ineficiente dos músculos do ombro e do tronco, o que pode ter contribuído para a realização de um movimento cuja trajetória e coordenação mostraram-se alteradas, conforme revelado pelo maior tempo de movimento do grupo DCD em relação ao controle.

A partir dos estudos revisados, pode-se, então, perceber que existem limitações significativas no controle postural das crianças com DCD, visíveis através: da utilização de um padrão de ativação muscular inverso ao apresentado pelas de desenvolvimento típico, co-contração da musculatura agonista e antagonista, grande variabilidade nas respostas neuromusculares, entre outras. Os déficits no controle da postura são mais facilmente reconhecidos durante tarefas que exigem maior estabilidade, como diante de perturbações impostas externamente, em situações de alteração das condições sensoriais e durante a realização de movimentos voluntários.

Embora os estudos averiguados reportem estas dificuldades em diferentes idades, não chegam a abordar, de forma mais detalhada, as mudanças desenvolvimentais ocorridas nas crianças com DCD. As conclusões dos autores, em geral, ficam restritas às comparações entre os grupos com e sem a desordem em cada idade avaliada e não na comparação entre estas idades em cada grupo. Da

mesma forma, a influência que o controle postural deficitário exerce sobre o gesto motor descoordenado da criança com DCD tem ganhado pouco destaque entre os pesquisadores da área, embora já tenha sido proposta por vários autores. Partindo destas observações, o presente estudo teve como finalidade investigar os prejuízos no controle da postura e do movimento em crianças com DCD, durante uma ação motora voluntária, tendo seu foco nas mudanças relacionadas à idade.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Caracterização da Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como do tipo quase-experimental, *ex post facto*, desenvolvimental, de *design* transversal, com o foco na descrição das mudanças apresentadas pelas variáveis ao longo das idades e na comparação destas mudanças desenvolvimentais entre os dois grupos avaliados.

### 4.2 Participantes

Cinquenta e duas (52) crianças de desenvolvimento típico (DT) e 53 crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD) com idades entre 5 e 12 anos participaram deste estudo.

As crianças participantes eram estudantes de creches e escolas da rede municipal e/ou estadual do ensino fundamental do município de Porto Alegre – RS. As crianças foram selecionadas a partir de uma triagem inicial envolvendo 538 indivíduos, avaliados através *Movement Assessment Battery for Children* (MABC) (Henderson e Sugden, 1992) (Anexo 1). Somente crianças com escore no MABC abaixo ou igual ao percentil cinco (ponto de corte padrão para esta desordem) foram selecionadas para compor o grupo com DCD. O critério de inclusão no grupo de crianças com desenvolvimento típico (DT) foi escore igual ou acima do percentil trinta (HENDERSON e SUGDEN, 1992).

Participaram do estudo crianças destros e canhotos, conforme a preferência para escrever e pegar os talheres para comer e, não tiveram histórico de



neuropatias. Foram obtidos os termos de consentimento informado dos pais ou responsável legal pela criança (Anexo 2). Apenas aquelas crianças devidamente autorizadas participaram do trabalho. Todos os procedimentos deste estudo foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Anexo 3).

A descrição detalhada dos grupos investigados está disposta na Tabela 4.2.1, que segue abaixo.

Tabela 4.2.1  
Caracterização dos grupos

Grupos	n	Idade (meses)	Sexo		Larg ( $\Sigma$ )	Comp. (M)	Percentil (%)
		M (DP)	Mas	Fem	M (DP)	M (DP)	M (DP)
<b>DCD 5-6</b>	11	6,2 (0,3)	6	5	16,6 (0,9)	20,3 (1,0)	2,0 (1,9)
<b>DT 5-6</b>	12	6,2 (0,3)	7	5	16,9 (1,4)	20,1 (1,1)	79,4 (15,5)
<b>DCD 7-8</b>	11	7,7 (0,7)	6	5	15,5 (1,3)	19,3 (1,8)	3,4 (1,8)
<b>DT 7-8</b>	14	7,6 (0,6)	7	7	16,2 (0,8)	20,9 (1,2)	83,9 (10,7)
<b>DCD 9-10</b>	17	9,6 (0,6)	8	9	18,5 (1,6)	23,0 (2,1)	2,2 (2,9)
<b>DT 9-10</b>	13	9,8 (0,5)	7	6	18,8 (1,2)	23,9 (1,5)	49,0 (16,6)
<b>DCD 11-12</b>	14	11,5 (0,5)	7	7	19,1 (2)	24,0 (1,1)	0,9 (1,7)
<b>DT 11-12</b>	13	11,9 (0,5)	7	6	19,2 (1,7)	24,5 (1,9)	2,0 (1,9)

DCD = crianças com DCD; DT = crianças com desenvolvimento típico; M = média; DP = desvio padrão; Larg = medidas de largura dos pés em centímetros; Comp. = medidas de comprimento dos pés em centímetros; Percentil alcançado no Teste *Movement ABC*.

### **4.3 Classificação das Variáveis**

#### 4.3.1 Variáveis Dependentes

- Amplitude do deslocamento do centro de pressão na direção ântero-posterior e médio-lateral durante o período de movimento
- Troca no sentido do COPy
- Tempo de Movimento
- Erro de execução da tarefa

#### 4.3.2 Variáveis Independentes

- Idade (5-12 anos)
- Condição: presença da Desordem Motora ou não (DCD, DT)

### **4.4 Instrumentos e procedimentos de coleta**

O controle postural e o movimento de membro superior direcionado a um alvo foram analisados através das medidas coletadas do centro de pressão e tempo de movimento. Para a mensuração do TM foi utilizado um medidor customizado de tempo de reação e movimento (TREM) desenvolvido por OLIVEIRA et al.(2004). As medidas para a análise do COP foram adquiridas através das forças e momentos captadas e registradas respectivamente por uma plataforma de força AMTI (*Advanced Mechanical Technology Inc. Watertown, Massachussets, USA*), com frequência de amostragem de 500Hz, e um *software* CODAS, sincronizados ao TREM.

Os estímulos relativos ao TREM foram disparados automaticamente por

um computador (*Pentium II*, 200Hz) através de um programa elaborado para este fim (*MS-DOS Q Basic*). Além dos momentos da emissão do sinal sonoro inicial (“*warning*”) e estímulo luminoso, o programa registrou os tempos de acionamento e desacionamento dos dois sensores pelo indivíduo, para a obtenção do tempo de movimento.

O procedimento de coleta iniciou com a mensuração da largura e comprimento dos pés de cada indivíduo. A largura foi adquirida pela medida da distância da base do hálux até a base do quinto artelho, e o comprimento, pela distância do calcanhar à falange distal do primeiro artelho.

Durante o experimento o sujeito foi solicitado a posicionar-se em pé sobre uma folha de papel cujas medidas do pé estavam previamente delineadas e dispostas sobre o centro da plataforma de força. Um dos sensores (botão de partida) foi posicionado na porção superior da coxa direita e ao alcance do dedo indicador do sujeito, com o auxílio de fitas do tipo Velcro®. Outro sensor (botão alvo) foi posicionado, confortavelmente, à frente e na altura dos ombros da criança, a uma distância correspondente entre o acrômio e a falange distal do segundo metacarpo, com o braço estendido e o ombro fletido a 90°, em que o sujeito não necessitava realizar movimentos de inclinação lateral ou flexão anterior do tronco (Figura 1). O estímulo luminoso, por sua vez, foi posicionado em frente à criança, na altura dos seus olhos.

Foi solicitado ao sujeito fixar sua visão no estímulo luminoso e pressionar o botão de partida posicionado na sua coxa, permanecendo o mais imóvel possível. Mediante a aparição do estímulo luminoso o sujeito foi orientado a mover o braço o mais rápido possível para pressionar o botão posicionado à sua frente (Figura 1).

Foram oferecidas cinco tentativas de prática e familiarização da tarefa. Em seguida, trinta tentativas, divididas em três blocos de dez tentativas cada, realizadas com o pré-período do tempo de reação devidamente randomizado. Tentativas falhas foram excluídas automaticamente pelo *software Q-basic*, e a coleta consistiu em 30 tentativas corretas. Entre os blocos de tentativa foi dado um intervalo de aproximadamente 1 minuto para descanso do sujeito. Forças e momentos foram obtidos das primeiras tentativas em cada um dos três blocos (1<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 21<sup>a</sup> tentativas). Foi realizado o cálculo dos deslocamentos do COP dos três momentos de registros e, em seguida, realizado a média obtida nas três tentativas de cada sujeito.

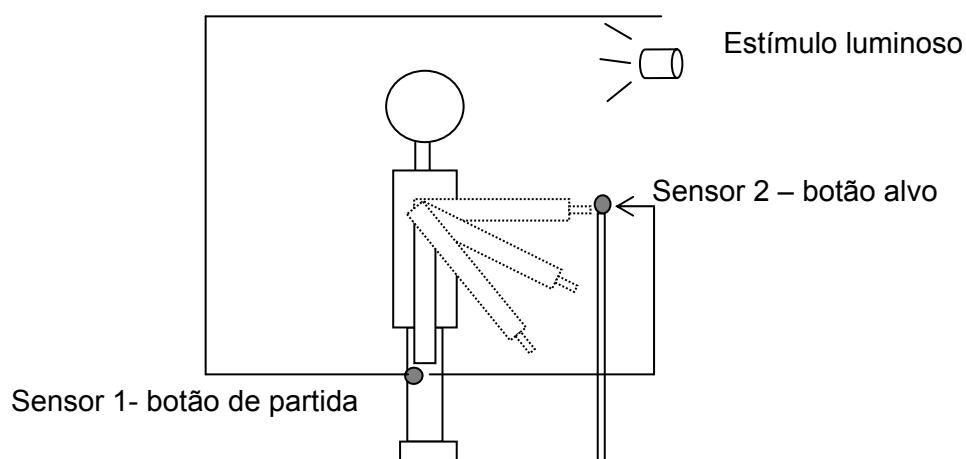


Figura 4.4.1: Esquema representativo da disposição dos sensores.

#### 4.5 Análise dos Dados

Os sinais da plataforma de força (forças e momentos) foram suavizados através de um filtro passa baixa (*Butterworth*, de ordem 3) (VUILLERME, NOUGIER

e TEASDALE, 2000; LATASH et al, 2003), sendo a frequência de corte ideal do filtro definida em 7Hz, através da Análise Residual (WINTER, 2004).

O cálculo do centro de pressão (COP), nos sentidos ântero-posterior (COPy) e médio-lateral (COPx), foi realizado para o período correspondente ao tempo de execução do movimento direcionado ao alvo. As medidas do COPx foram normalizadas pela soma da largura dos dois pés e, para as do COPy, pela média aritmética do comprimento dos dois pés, para possibilitar a comparação das medidas do COP entre os indivíduos.

Para a obtenção dos valores de amplitude do deslocamento do COP foi realizado um cálculo de subtração entre os valores máximo e mínimo do deslocamento em cada uma das três tentativas registradas e, posteriormente, a média destas tentativas. Medidas de velocidade de deslocamento do COPy durante a realização do movimento direcionado ao alvo também foram computadas, com o intuito de verificar o número de vezes que o indivíduo alterava o sentido do deslocamento do COPy na execução da tarefa.

Para a obtenção do TM de cada sujeito, foi realizado a média de todas as tentativas, dos três blocos (30 ao total) de execução da tarefa.

Todos os sinais foram processados e analisados em um programa elaborado especificamente para este estudo [MATLAB, versão 5.3 (MATCHWORKS, 1996)]. Os dados do tempo de movimento foram registrados pelo próprio programa desenvolvido para o TREM.

#### 4.6 Tratamento Estatístico

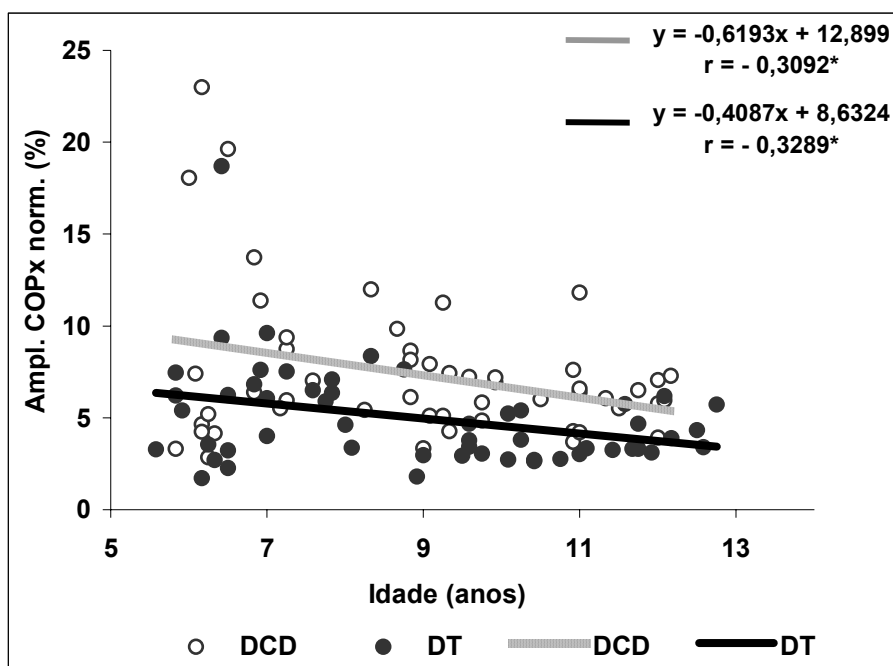
Regressões lineares foram utilizadas para analisar as mudanças relacionadas à idade em cada uma das variáveis dependentes (TM, amplitude de COPx e COPy, variação no sentido do COPy). Com um  $n = 53 / 52$  para os grupos o valor crítico de significância para coeficiente empírico de Pearson é 0,279 com  $\alpha = 0,05$ . Para comparação das mudanças relacionadas à idade entre os grupos de crianças com DT e com DCD foi testada a diferença entre as duas linhas de regressão. Os parâmetros interseção e inclinação das retas foram avaliados conforme Neter e Wasserman (1974). As análises estatísticas foram realizadas em um programa elaborado para este fim [*MATLAB*, versão 6.3 (*MATHWORKS*, 1996)].

## 5 RESULTADOS

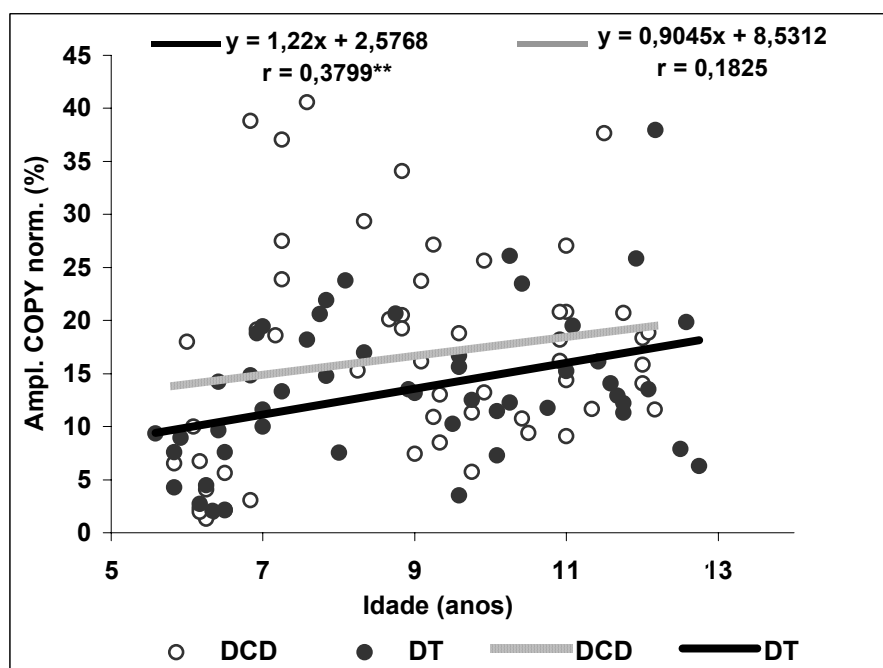
### 5.1 Ajustes Posturais Compensatórios

Em geral os resultados de controle postural, referentes aos ajustes posturais compensatórios mostraram mudanças relacionadas à idade, tanto no grupo de crianças com desenvolvimento típico (DT) quanto no grupo de crianças com DCD. A comparação entre os grupos investigados não evidenciou diferenças significativas no desenvolvimento do controle postural entre os grupos de crianças com DCD e DT, no que diz respeito aos ajustes posturais compensatórios.

A amplitude do deslocamento médio-lateral do centro de pressão (COPx) diminuiu significativamente com a idade em ambos os grupos e, o deslocamento ântero-posterior do centro de pressão (COPy) aumentou significativamente com a idade apenas no grupo de crianças com DT (Figura 5.1.1a, 5.1.1b). Esses achados foram suportados pela análise de regressão linear a qual mostrou significativos coeficientes de correlação negativos ( $r$ ) para a variável COPx nos dois grupos analisados ( $p < 0.05$ ) e, significativo coeficiente de correlação positivo ( $r$ ) para o grupo com DT ( $p < 0.001$ ) na variável COPy. A comparação entre a inclinação das linhas de regressão mostrou que as crianças com DCD não diferem significativamente das crianças com DT no que tange a amplitude do COPx. Em relação à amplitude de COPy, não foi realizado a comparação entre as linhas de regressão entre grupos, pois a mesma não foi representativa para o grupo de crianças com DCD.



(a)

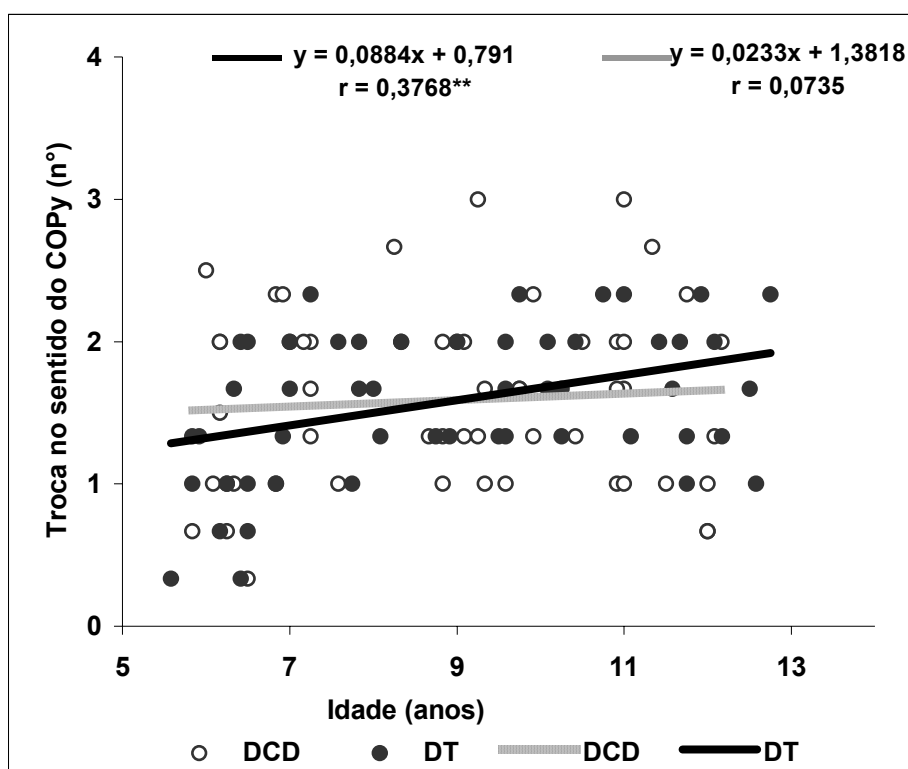


(b)

**Figura 5.1.1** – Amplitude do deslocamento do centro de pressão (COP) em função da idade em crianças com desenvolvimento típico (DT) e crianças com desordem coordenativa desenvolvimental (DCD). (a) COPx (normalizado pela soma das larguras dos pés) (b) COPY (normalizado pela média do comprimento dos pés). \*  $p < 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ .



Nos resultados referentes a variável “troca no sentido do COPy” foi observado, através da regressão linear, que as crianças com DT apresentam uma tendência em trocar um maior número de vezes o sentido ântero-posterior do deslocamento do centro de pressão com o aumento da idade, implicando em um aumento na realização de ajustes do COP em relação as oscilações do centro de massa [coeficiente de correlação significativo e positivo ( $r$ ),  $p < 0,001$ ]. Todavia, no grupo de crianças com DCD não foi encontrado a mesma tendência entre a troca no sentido do COPy e o avanço da idade ( $p > 0,05$ ) (Figura 5.1.2).



**Figura 5.1.2** - Relação entre a “Troca no sentido do COPy” e idade das crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora (DCD) e com desenvolvimento típico (DT). Troca de sentido expressa em número de vezes que alterna o sentido ântero-posterior  $** p < 0,01$ .

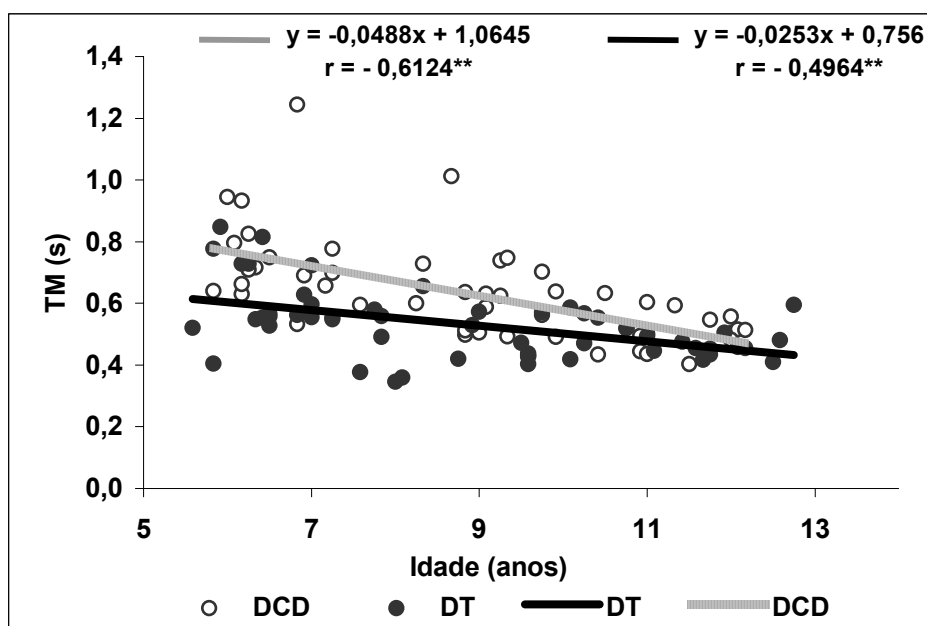
## 5.2 Tempo de Movimento

Valores de tempo de movimento mostraram uma diminuição significativa

com a idade no tempo gasto pelas crianças para executar o movimento direcionado ao alvo. A análise da regressão linear mostrou coeficientes de correlação ( $r$ ) negativos e significativos para a o TM tanto para o grupo de crianças com DCD ( $p < 0,01$ ) quanto para as crianças de DT ( $p < 0,01$ ) (Figura 5.2.1).

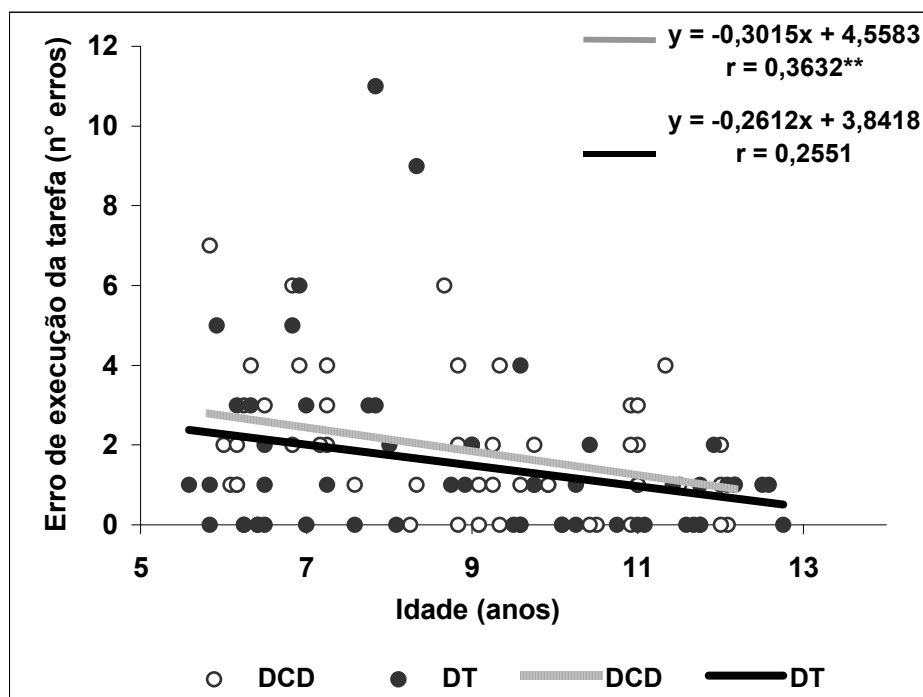
Crianças com DCD apresentaram uma tendência de mudança no TM significativamente diferente do grupo de crianças de DT. A análise de regressão mostrou que crianças mais jovens e com DCD apresentam níveis maiores de TM, comparados com as crianças com DT.

Com o avanço da idade as diferenças no TM entre os grupos parecem diminuir. Estes achados foram confirmados pela comparação das inclinações das retas entre os dois grupos ( $p < 0,01$ ), assim como pela interação entre os grupos, evidenciada na Figura 5.2.1 ( $p < 0,01$ ).



**Figura 5.2.1** - Relação entre o Tempo de Movimento (TM) com a idade das crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora (DCD) e de desenvolvimento típico (DT).  $^{**} p < 0,01$ .

Crianças com DCD diminuíram significativamente a quantidade de erros (por antecipação ou atraso na execução do movimento direcionado a um alvo) ao longo da idade, enquanto as crianças com DT não apresentaram a mesma tendência. Isto evidencia que as crianças com DT apresentaram certa consistência do erro ao longo da idade enquanto crianças com DCD mais novas apresentaram uma margem maior de erro. Estes achados foram confirmados pela análise de regressão onde constatou-se um coeficiente de correlação negativo e significativo para o grupo de crianças com DCD ( $p < 0,01$ ), (Figura 5.2.2).



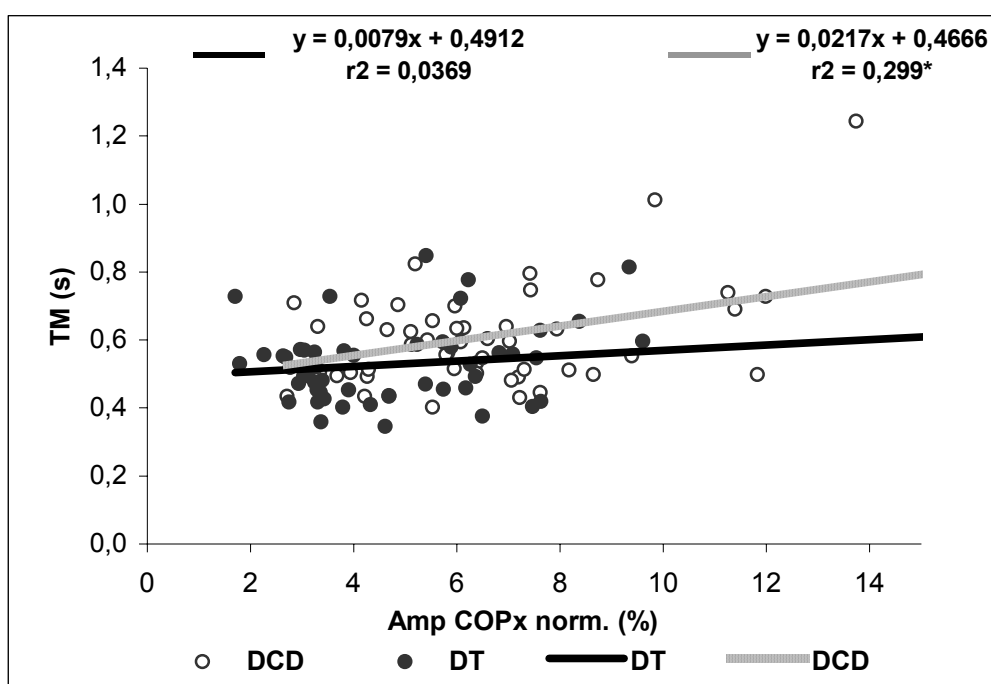
**Figura 5.2.2** - Relação entre o erro de execução da tarefa com a idade das crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora (DCD) e de desenvolvimento típico (DT). \*\*  $p < 0,01$ .

### 5.3 Tempo de Movimento x Ajustes Posturais Compensatórios

As medidas de TM e dos APC, em ambos os grupos avaliados, foram comparadas com o objetivo de verificar uma associação entre os ajustes posturais e o gesto motor. A medida de TM foi correlacionada com a amplitude do deslocamento

do COPx, pois esta medida apresentou mudanças com a idade significativas nos dois grupos avaliados.

Como apresentado na Figura 5.3.1, para o grupo de crianças com DCD ( $r^2=0,299$ ;  $p < 0,05$ ) foi observado uma associação positiva e significativa, demonstrando que as crianças com a desordem que utilizam maiores amplitudes de deslocamento médio-lateral levam mais tempo para realizar o movimento. Entretanto, no grupo de crianças com DT não houve associação entre as variáveis analisadas.



**Figura 5.3.1** – Correlação entre o “Tempo de Movimento” e “Amplitude de deslocamento de COPx” das crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvidora (DCD) e com desenvolvimento típico (DT). Amplitude de COPx normalizada pela soma das larguras dos pés. \*  $p < 0,05$ .

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar as mudanças relacionadas à idade nos ajustes posturais compensatórios em crianças com DCD e DT durante a realização de um movimento direcionado a um alvo. Em geral, os resultados evidenciaram mudanças significativas com o avanço da idade nas variáveis analisadas em ambos os grupos investigados.

A análise da amplitude do deslocamento médio-lateral (COPx), permitiu a constatação de que as crianças com desenvolvimento típico mais jovens (5-6 anos) necessitam utilizar maiores amplitudes de deslocamento do centro de pressão em relação a sua base de suporte quando comparadas às crianças mais velhas (11-12 anos), a fim de manterem a estabilidade postural durante a realização do movimento direcionado ao alvo. Estes achados convergem com os de Riach e Hayes (1987), Riach e Starkes (1994) e Schmid et al (2005), que verificaram uma redução na magnitude dos deslocamentos do centro de pressão nas crianças mais velhas em relação as mais novas para a manutenção da postura em pé.

Diferentes parâmetros das coordenadas do COP foram investigados por Raymackers, Samson e Verhaar (2005) com o intuito de avaliar qual deles oferece a informação mais útil acerca da estabilidade postural. Os resultados demonstraram que os diferentes parâmetros parecem conter informações semelhantes, todavia, a amplitude do deslocamento lateral do COP foi encontrada como sendo a melhor medida para predizer o risco de quedas e, conseqüentemente, de instabilidade postural. No presente estudo, a amplitude do COP na direção médio-lateral diminuiu com a idade nas crianças típicas, permitindo a inferência de que a estabilidade

postural durante a realização de um movimento direcionado ao alvo, tende a melhorar com o avanço da idade. Hay e Redon (2001) também verificaram a presença de mudanças desenvolvimentais nos deslocamentos do COP quando na realização de um movimento voluntário de flexão dos membros superiores em crianças entre 3 e 10 anos. Foi observado que as mudanças apresentadas pelo COP com o avanço da idade, estavam relacionadas a adaptações ou ajustes do corpo ao movimento, no sentido de compensar a perturbação produzida pelo elevar do braço. Parece que as crianças com desenvolvimento típico melhoram a estabilidade postural na posição estática e também durante situações dinâmicas, como na realização de um movimento voluntário à medida que desenvolvem-se.

Na amplitude do deslocamento do COPy foi verificada uma relação significativa das mudanças na amplitude com a idade, caracterizada por um aumento na sua excursão conforme o aumento da idade. Estes resultados contrariam estudos anteriores que mostraram uma redução no deslocamento nesta direção (RIACH e HAYES, 1987; RIACH e STARKES, 1994). Tal divergência ocorreu devido ao movimento de membro superior ter sido realizado pelos sujeitos no sentido ântero-posterior. O movimento do braço pode ter, assim, desencadeado maior oscilação nesta direção. Além disso, nos estudos supracitados, diferentemente desse, os indivíduos foram requeridos a manter a postura estática em pé.

A análise da “troca de sentido do COPy”, permitiu a constatação de que as crianças com DT tiveram tendência a aumentar o número de trocas no sentido do deslocamento do COP (para “frente” e para trás), durante a realização do movimento, conforme o avanço da idade. Este comportamento pode estar relacionado ao desenvolvimento da capacidade de uso da informação sensorial (*feedforward* e *feedback*) no controle postural (HAY e REDON, 1999; HAY e

REDON, 2001; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1985; SCHMID et al, 2005). Essa maior capacidade permite à criança realizar um maior número de ajustes neuromusculares, e conseqüentemente, obter um controle mais refinado sobre a sua postura.

Segundo Hay e Redon (2001), os adultos apresentam um modo de controle da postura baseado no uso de *feedback* sensorial quando na realização de um movimento de flexão dos membros superiores, enquanto as crianças com idades entre 3 e 5 anos usam insuficientemente o *feedback*, ou o fazem de forma lenta e inconsistente para ajustar a postura e compensar o desequilíbrio. Nas crianças maiores (a partir dos 6 anos), os autores observaram uma compensação mais sistemática (deslocamentos do COP menores) antes (APA) e durante o movimento (APC), em comparação as crianças mais jovens, sugerindo um progresso na utilização da informação sensorial por *feedback*. Em acordo com os achados de Hay e Redon (2001), os resultados do presente estudo mostraram que as crianças passam a utilizar mais o controle por *feedback on-line* durante as ações motoras no processo desenvolvimental, o que pode estar contribuindo para um gesto motor mais rápido, como observado com o avançar da idade.

De forma semelhante à amplitude do COPx, o TM demonstrou uma redução significativa em relação à idade no grupo de crianças com DT. Estes achados convergem com estudos anteriores que também encontraram uma redução significativa no tempo despendido com a execução do movimento à medida que a idade avança (GABBARD, 2000; AZEVEDO, 2005). No que tange ao número de erros executados durante a realização da tarefa, crianças com DT não apresentaram mudanças significativas com o aumento da idade, o que sugere uma certa consistência na performance ao longo dos anos, visto que o número de erros não

diferenciou significativamente através da idade.

Quanto ao grupo de crianças com DCD foi verificada uma redução significativa na medida da amplitude do COPx ao longo das idades. Ao contrário, no que se refere à amplitude de COP na direção ântero-posterior e à troca de sentido de COPy, as crianças com DCD não apresentaram mudanças significativas relacionadas à idade. Estes resultados sugerem que as crianças com DCD possuem desenvolvimento diferente do apresentado pelas crianças típicas quanto aos ajustes posturais compensatórios. A não alteração dos valores de amplitude em COPy e um comportamento de menor exploração destes ajustes, observado através da variável “troca no sentido do COPy”, apontam para déficits no controle da postura durante o movimento. Tais déficits podem estar relacionados à utilização de um *feedback* de maneira atípica, talvez de forma mais lenta e menos consistente.

Além disso, a análise de regressão permitiu a constatação de que mesmo que as crianças com DCD melhorem suas habilidades motoras conforme a idade, elas não conseguem atingir em média valores semelhante aos das crianças com DT da mesma idade. Estudos anteriores utilizando o mesmo paradigma de um movimento rápido alvo-direcionado com o braço (Van der Meulen et al, 1991; Rösblad e Hofsten, 1994) verificaram dificuldades nas crianças com DCD no uso do *feedback* (visual), através de lentidão e grande variabilidade no controle da tarefa.

Na resposta motora do TM apresentada pelas crianças com DCD verificou-se uma melhora significativa no tempo e precisão do movimento na realização da tarefa, alcançando os menores valores de TM e de erros na execução da tarefa aos 11-12 anos. Azevedo (2005), também verificou uma redução no TM e número de erros, com o aumento da idade. Segundo a autora, isso significa que, diante das mesmas restrições, as crianças com DCD, progressivamente, adotam



estratégias de movimento mais eficientes.

Com base nos resultados discutidos até o momento, a primeira e a segunda hipóteses que previam uma redução na amplitude do deslocamento do COP e do tempo de movimento com o aumento da idade nos dois grupos analisados foi parcialmente confirmada. O tempo executado pelas crianças em ambos os grupos reduziram com o aumento da idade, confirmando o esperado inicialmente e, demonstrando um movimento mais veloz conforme o desenvolvimento. Da mesma forma, a variável amplitude de deslocamento médio-lateral mostrou redução significativa ao longo da idade para as crianças com DCD e DT. Já na variável amplitude do deslocamento ântero-posterior, a hipótese foi refutada, pois verificou-se um comportamento no grupo DT contrário ao esperado inicialmente. Para as crianças com DCD, não houve mudanças significativas com a idade na amplitude de deslocamento ântero-posterior.

Na avaliação da troca de sentido no COPy com o avanço da idade, as crianças com DT aumentaram significativamente o número de trocas, sugerindo a utilização de mais ajustes posturais durante a execução da tarefa conforme o aumento na idade. Entretanto o grupo DCD não apresentou mudanças significativas na variável em questão relacionada à idade. Desta forma, a terceira hipótese que supunha um aumento na variável troca de sentido no COPy foi parcialmente aceita.

Na análise da quarta hipótese, a diminuição do número de erros durante a execução da tarefa estimada para ambos os grupos avaliados com o aumento da idade, apenas foi comprovada como verdadeira para as crianças do grupo DCD. As crianças típicas não mostraram mudanças significativas nos erros com a idade.

Na comparação das medidas de amplitude do COPx entre os grupos, as

crianças com DCD apresentaram uma redução no deslocamento médio-lateral semelhante às crianças com DT ao longo da idade. Todavia, as crianças com DCD parecem necessitar de maiores amplitudes em todas as idades quando comparadas àquelas de DT. Isto indica que as crianças com DCD permanecem utilizando maiores amplitudes de deslocamento em relação a sua base de suporte para controlar o distúrbio postural produzido pelo movimento, em relação ao grupo de criança com DT, revelando um processo de controle postural mais instável ou menos eficiente ao movimento. Geuze (2003) também observou que crianças com DCD de 6 a 10 anos de idade aumentam significativamente o deslocamento do COP em tarefas novas ou que exijam maior nível de habilidade da criança.

Em relação às amplitudes do COP na direção ântero-posterior e ao número de trocas no sentido do COPy, as crianças com DCD, diferentemente das com DT, não apresentaram mudanças significativas com o aumento da idade. Williams e Castro (1997) constataram que as crianças com DCD entre 6 e 10 anos demonstram dificuldades em controlar a postura, mostrando padrões de ativação muscular inverso e ineficiente, latências musculares mais longas e variáveis, quando comparadas às crianças de DT, principalmente nas situações em que as fontes sensoriais eram alteradas. Para Haas et al (1989), estas respostas (latências musculares mais longas e variáveis) são características de um atraso nos ajustes por *feedback*, que podem contribuir para uma pobre habilidade em ajustar a postura e o movimento diante de perturbações.

Utilizando outros métodos de avaliação do controle postural em pé ou durante o movimento, Williams McClenaghan e Ward (1985), Williams e Woollacott (1997) e Johnston et al (2002), verificaram que crianças com DCD entre 4 e 11 anos apresentam atrasos na atividade dos músculos relacionados à postura. Foi verificado

um padrão de ativação dos músculos do tronco alterada em relação à latência (mais variável) e utilização da co-contração muscular (agonista e antagonista atuando simultaneamente) como modo de contração predominante. Estas respostas musculares utilizadas pelas crianças com DCD para efetuar a manutenção do equilíbrio em pé, demonstram um controle do tronco diferente em comparação às crianças típicas, não oferecendo uma base estável para que o movimento seja realizado (JOHNSTON et al, 2002).

Na comparação das respostas de tempo de movimento, o grupo DCD assim como o grupo de DT apresentou uma redução do TM ao longo da idade, contudo, diferente das crianças de DT, o TM das crianças com DCD foi superior em magnitude durante o avanço das idades, sendo que esta diferença tende a desaparecer por volta dos 12 anos de idade. Isso reflete um aumento na velocidade da execução da tarefa como resultado do uso de uma estratégia mais eficiente de movimento diante das mesmas demandas, já que a criança atinge o mesmo sucesso, porém com menor gasto de tempo. Em relação ao número de erros de execução da tarefa, as crianças com DCD mostraram uma redução na quantidade de erros conforme a idade, todavia com um maior número em relação às crianças com DT.

Maiores tempos de movimento e quantidade de erros em crianças com DCD, comparada às crianças com DT, têm sido constatados em diversos estudos (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; RÖSBLAD e HOFSTEN, 1994; Van der MEULEN, et al, 1991; JOHNSTON et al, 2002) e diferentes argumentos têm sido utilizados para explicar tais achados. Entre as possíveis explicações destacam-se dificuldades de planejamento motor e limitações em perceber e controlar as informações sensoriais aferentes, que prejudicam a performance motora como pode

ser demonstrado através do TM (LORD e HULME, 1988; ROSBLAD e HOFSTEN, 1994; SMYTH, 1994; SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER, 1993). Henderson, Rose e Henderson (1992) argumentam que o maior tempo de movimento constatado nas crianças com atrasos motores, são indicadores da severidade dos problemas de coordenação motora que atingem esta população.

Segundo as comparações entre as crianças típicas e com DCD acima discutidas, as hipóteses (5), (6) e (7) foram aceitas, uma vez que as crianças com DCD mantiveram, durante ao longo das idades, valores de amplitude do COPx e do tempo de movimento maiores comparadas ao grupo com DT. Para a variável TM entre as crianças mais velhas, é discutível a existência de diferenças entre as crianças típicas e DCD. Da mesma forma, o número de erros das crianças com DCD parecem ser maiores que as crianças DT, mas os mesmos demonstram reduzir com o avanço da idade, aproximando-se das crianças de DT com o passar dos anos. O grupo de indivíduos com a desordem apresentaram, ainda, menores índices na troca de sentido do COPy em relação às crianças DT.

Os resultados de associação significativa observados entre as medidas de amplitude do COPx e tempo de movimento, revelaram que as crianças com DCD, que utilizaram maiores deslocamentos na direção médio-lateral para manter a estabilidade, despendem mais tempo para realizar o movimento. Estes achados vão ao encontro da premissa de Johnston et al (2002) sobre a relação entre a fase prolongada de movimento nas crianças com DCD, e um padrão de atividade dos músculos posturais alterado e ineficiente. As limitações na performance motora das crianças com DCD, verificadas através de tempos de movimento maiores, constitui-se como única característica que tem sido demonstrada consistentemente nos estudos sobre a desordem (BOCKOWSKI et al, 2005). A relação significativa entre o

maior tempo de movimento e grandes amplitudes de deslocamentos látero-medial, observado nas crianças com DCD, corroboram com a idéia da influência dos déficits posturais sobre o resultado da performance do movimento nesta população. A mesma associação entre as medidas de amplitude do COPx e TM não foi encontrada significativa para o grupo de crianças com DT.

Resumidamente, foi possível verificar que os ajustes posturais compensatórios seguem um processo de mudança durante a infância nas crianças com DT e DCD. Entretanto, o grupo DCD mostrou um comportamento de mudanças atípico nos APC e de defasagem quando comparado às crianças com DT. Pode ser que estas diferenças não estejam relacionadas apenas a um atraso desenvolvimental. Relatos na literatura vêm indicando que as limitações motoras das crianças com DCD, possivelmente, sejam decorrentes de uma disfunção no sistema nervoso central (SNC). Alguns estudos vêm sugerindo que os prejuízos motores apresentados pelas crianças com DCD estejam relacionado com limitações em áreas do SNC responsáveis pela coordenação e controle da postura e do movimento (WILLIAMS, WOOLLACOTT e IVRY, 1992; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILSON, MARUFF e LUM, 2003). Recentemente Bockowski et al (2005) avaliaram, através de uma bateria de testes neurofisiológicos, crianças com diagnóstico de Desordem Coordenativa Desenvolvimental. Estes autores verificaram, através do registro do “potencial evocado somatosensorial”, componentes elétricos corticais com latências altas e prolongado tempo de condução elétrica central, que segundo eles, sugere distúrbios nas vias somatosensoriais que pode ser um dos fatores causais dos problemas observados na DCD.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, ambos os grupos de crianças apresentaram mudanças nos ajustes posturais compensatórios conforme o aumento da idade. Parece que as crianças com desenvolvimento típico e DCD aprimoram o processo de ajuste compensatório diante de uma perturbação ocasionada pelo movimento do braço com o avanço da idade.

Como os ajustes posturais compensatórios são efetuados por feedback, possivelmente os progressos observados na estabilidade postural no grupo de crianças típicas seja decorrente de uma melhora no reconhecimento e integração da percepção sensorial utilizada para corrigir e manter a postura estável.

O grupo de indivíduos com DCD embora tenham apresentado uma melhora na estabilidade postural e na performance do movimento (TM e número de erros na execução da tarefa) conforme o aumento da idade, demonstrou mudança nos ajustes posturais compensatórios atípica quando comparadas ao grupo DT. As crianças com DCD parecem apresentar uma menor estabilidade na direção médio-lateral, maior tempo de movimento e número de falhas na execução da tarefa, bem como ausência de mudanças significativas na troca de sentido do COPy com o avanço da idade, em relação as crianças DT. Nesse sentido, salienta-se que as crianças com DCD, embora melhorem a performance e o controle da postura com a idade, elas tendem a não alcançar o mesmo nível das crianças típicas, não eliminando assim a defasagem em relação ao grupo DT.

Estes achados permitem um melhor entendimento da forma como os ajustes da postura são efetuados nas crianças com DCD, reforçando a idéia de que

as limitações motoras da desordem podem estar, de fato, relacionadas a um controle postural ineficiente, que tem sua consequência na execução de um movimento mais lento e menos acurado. É importante acrescentar ainda, que o comportamento mostrado pelas crianças com a desordem pode estar relacionado a um processo falho de controle do Sistema Nervoso Central, responsável pelo reconhecimento das instabilidades e ações motoras, uma vez que pesquisadores têm verificado que ambos os processos são controlados por áreas cerebrais comuns.

Como limitação deste estudo, observa-se que na tarefa realizada, juntamente ao processo de mudanças observadas nas crianças com DT e DCD em relação aos APC, estavam implicitamente atuando os APA num processo de pré-programação do movimento executado pela criança, que não foi mensurado na avaliação da estabilidade observada durante o movimento, mas que podem também ter contribuído parcialmente nos resultados obtidos.

Sendo assim, estudos futuros tornam-se necessários para averiguar o controle da postura na criança com DCD, no sentido de avaliar o modo como os ajustes posturais antecipatórios e compensatórios funcionam juntos e isoladamente, a fim de verificar que modo de controle está mais relacionado às dificuldades na postura e movimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. Diagnostic and statistical manual for mental disorders- DSM-IV. Washington, DC.; 1994.

AZEVEDO, C. C. F. Ajustes Posturais Antecipatórios e Parâmetros Temporais de Movimento em crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD). Porto Alegre: UFRGS, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano), Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

AZEVEDO, C. C. F.; SOUZA, J de.; OLIVEIRA, M. A.; PETERSEN, R. D. S. Incidência da Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD) em Crianças do Município de Porto Alegre – RS. In: II Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2004, Belo Horizonte. ANAIS. Minas Gerais: UFMG, p.95, 2004.

BARELA, J. A.; POLASTRI, P. F.; GODOI, D. Controle postural em crianças: oscilação corporal e frequência de oscilação. **Revista Paulista de Educação física**, v.14 (1), p.55-64, 2000.

BRASIL Conselho Nacional de Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, DF, 1996, Resolução 196/96.

BOCKOWSKI, L.; SOBANIEC, W.; KULAK, W.; SMIGIELSKA-KUZIA, J. The cortical evoked potentials in children with Developmental Coordination Disorder (DCD). **Annales academiae medicae bialostocensis**, v.50, p.87-90, 2005.

CANTELL, M. H.; SMYTH, M. M.; AHONEN, T. P. Clusminess in adolescence: educational, motor and social outcomes of motor delay detected at five years. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 11, p. 115-129, 1994.



CANTELL, M. H.; SMYTH, M. M.; AHOEN, T. P. Two distinct pathway for developmental coordination disorder: persistence and resolution. **Human Movement Science**, v.22, p.413-431, 2003.

COUSINS, M.; SMYTH, M. M. Developmental Coordination Impairments in adulthood. **Human Movement Science**, v.22, p.433-459, 2003.

DEWEY, D.; KAPLAN, B. J. Subtyping of Developmental Motor Déficits. **Developmental Neuropsychology**, v.10(3), p.26-284, 1994.

DEWEY, D.; KAPLAN, B. J.; GRAWFORD, S. G.; WILSON, B. N. Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. **Human Movement Science**, v.21, p.905-918, 2002.

FAUGHT, B. E.; HAY, J. A.; CAIRNEY, J.; FLOURIS, A. Increased risk for coronary vascular disease in children with developmental coordination disorder. **Journal of Adolescent Health**, v.37, p.376-380, 2005.

FITS, I.B.M. van der; KLIP, A.W.J.; EYKERN, L.A. van, HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustment during spontaneous and goal-direct arm movemnts in the first half year of life. **Behavioural Brain Research**, 106, p.7-90, 1999.

FOSTER, E. C.; SVEISTRUP, H.; WOOLLACOTT, M. H. Transitions in visual proprioception: A cross-sectional developmental study of the effect of visual flow on postural control. **Journal of Motor Behavior**, v.28, p.101-112, 1996.

GABBARD, C. P. Lifelong Motor Developmental. 3<sup>o</sup> ed., Copyright, Estados Unidos, 2000.

GEUZE, R. H. Static balance and developmental coordination disorder. **Human Movement Science**, v.22, p.527-548, 2003.

GEUZE, R. H.; JOGMANS, M.J.; SCHOEMAKER, M. M.; SMIDS-ENGELSMAN B. C. M. Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion. **Human Movement Science**, v. 20, p. 7-47, 2001.

GILBERG, I. C.; GILBERG, C.; GROTH, J. Children with preschool minor neurodevelopment disorders. V: Neurodevelopmental Profiles at Age 13. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 31, p.14-24, 1989.

GORDON, N.; MCKINLAY, I. Helping Clumsy Children. London: Churchill Livingstone, 1980, cap. I, II e III.

GUBBAY, S. S. Clusmy children in normal school. **The Medical Journal of Australia**, v. 1, p. 233-236, 1975.

HAAS, G.; DIENER, H. C.; RAPP, H.; DICHGANS, J. Development of feedback and feedforward control of upright stance. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.31, p.481-488, 1989.

HAY, L.; REDON, C. Development of postural adaptation to arm raising. **Exp Brain Res**, v.139, p.224-232, 2001.

HAY, L.; RENDON, C. Feedforward versus feedback control in children and adults subjected to a postural disturbance. **Experimental Brain Research**, v. 125, p. 153-162, 1999.

HAYWOOD, K. M.; GETCHELL, N. Desenvolvimento Motor ao Longo da vida. Traduzido por Ricardo Demétrio de Souza Petersen. Porto Alegre: Artmed, 2004. Tradução de: Life span motor development.

HENDERSON, S. E.; BARNETT, A. L. The classification of motor coordination disorder in children: some problems to be solved. **Human Movement Science**, v.17, p.449-469, 1998.

HENDERSON, L.; ROSE, P.; HENDERSON, S. E. Reaction time and movement time in children with a Developmental Coordination Disorder. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v.33, p.895 – 905, 1992.

HENDERSON, S. E.; SUGDEN, D. A. Movement Assessment Battery for Children. Manual. London: The Psychological Corporation, 1992.

HIRABAYASHI, S.; IWASAKI, Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. **Brain & Development**, v.17, p.111-113, 1995.

HOARE, D. Subtypes of Developmental Coordination Disorder. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v.11, p.158-169, 1994.

HOARE, D.; LARKIN, D. Kinaesthetic abilities of clumsy children. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.33, p.671-678, 1991.

HORACK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.; SHEPARD, J. Handbook of physiology, New York: Oxford, 1996. p.255-292.

HULME, C.; LORD, R. Clumsy children – a review of recent research. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.5, p.498-513. 1985.

JOHNSTON, L. M.; BURNS, YVONNE R.; BRAUER, SANDRA B.; RICHARDSON, C. A. Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. **Human Movement Science**, v. 21, p. 583-601, 2002.

JUNG-POTTER, J.O.; KIM, S.J.; METACALFE, J.S.; HORN, C.; WILMS-FLOET, A.; MCMENAMIM, S.; WHITALL, J.; CLARK, J.E. Somatosensory-motor coupling in children with Developmental Coordination Disorder. In: 5<sup>th</sup> Biennial Workshop on Children with DCD, 2002, Banff- Alberta. **Anais**. Banff- Alberta, 2002. p.30-1.

JÚNIOR, P. B. F.; BARELA, J. A. Acoplamento Percepção-Ação no Controle postural em função da percepção de Auto-movimento e movimento do objeto. IN: III Seminário de Comportamento Motor, 2002, Gramado. ANAIS, Rio Grande do Sul, UFRGS.

KANDELL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Principles of Neural Science**. Elsevier Science Publishing Co., 1991.

KIRSHENBAUM, N.; RIACH, C.L.; STARKES, J.L. Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. **Experimental Brain Research**, v.140, p.420-431, 2001.

LATASH, M.L.; FERREIRA, S.S.; WIECZREK, S.A.; DUARTE, M. Movement sway: changes in postural voluntary shifts of the center of pressure. **Experimental Brain Research**, 150, p.314-324, 2003.

LE CLAIR, K.; RIACH, C. Postural stability measures: what to measure and for how long. **Clinical Biomechanics**, v.11, nº3, p.176-178, 1996.

LEE, D. N.; LISHMAN, J. R. Visual Proprioceptive Control of Stance. **Journal of Human Movement Studies**, v.1, p.87-95, 1975.

LORD, R.; HULME, C. Visual perception and drawing ability in clumsy and normal children. **British Journal of Developmental Psychology**, v.6, p.1-9, 1988.

LOSSE, A.; HENDERSON, S. E.; ELLIMAN, D.; HALL, D.; KNIGHT, E.; JONGMANS, M. Clusminess in children: Do they grow out of it? A 10-year follow-up study. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 33, p. 55-68, 1991.

MANCINI, J.; BRUM, F. Enfant maladroit: normal ou pathologique? Developmental coordination disorder. **Archives de pédiatrie**, v.12, p.905-908, 2005.

MANDICH, A. D.; POLATAJKO, H. J. Developmental coordination Disorder:

Mechanism, measurement and management. **Human Movement Science**, v.22, p.407-411, 2003.

MASSION, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. **Prog. Neurobiol.**, 38, p.35-56, 1992.

MASSION, J. Postural control systems in developmental perspective. **Neuroscience and Biobehavioral Review**, v.22, p.465-472, 1998.

MASSION, J.; ALEXANDROV, A.; FROLOV, A. Why and how are posture and movement coordinated? **Progress in Brain Research**, v.143, p.13-27, 2004.

MEURER, C.; MERGNER, T.; BOLHA, B.; HLAVACKA, F. Vestibular, visual, and somatosensory contributions to human control of upright stance. **Neuroscience Letters**, v.281, p.99-102, 2000.

MISSIUNA, C.; POLATAJKO, H. Developmental dyspraxia by any other name: Are they all just clumsy children? **American Journal of Occupational Therapy**, v. 49, p. 619-627, 1995.

MOCHIZUKI, L.; ÁVILA, A.O.V.; DUARTE, M.; AMADIO, A.C. Estudos sobre variáveis biomecânicas relacionadas aos ajustes posturais durante a postura ereta. In: IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2001, Gramado RS, ANAIS, p.121-126.

MON-WILLIAMS, M. A.; MACKIE, R. T.; McCULLOCH, D. L.; PASCAL, E. Visual Evoked potentials in children with developmental coordination disorder. **Ophthalm. Physiol. Opt.**, v.16(2), p.178-183, 1996.

NETER J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Richard D. Irwin, Inc., Homewood, IL, 1974.

OLIVEIRA, M.A.; LOSS J.F.; AZEVEDO C.C.F.; PETERSEN, R.D.S. Sistema para medir tempo de reação e tempo de movimento de membros superiores e inferiores

In: II Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2004, Belo Horizonte- Minas Gerais. **Anais**. Belo Horizonte- Minas gerais, 2004. p.125.

OLIVEIRA, M.A.; LOSS, J.F.; PETERSEN, R.D.S. Controle de torque e força isométrico em crianças com DCD. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, 2005.

PETERSEN, R. D. S. A criança com Disfunção Coordenativa Desenvolvimental. **Perfil**, Porto Alegre, v. 3, p. 42-50, 1999.

PETERSON, M. L.; CHRISTOU, E.; ROSENGREN, K. S. Children achieve adult-like sensory integration during atance at 12-years-old. **Gait & Posture**, v.XX, p.X-X, 2005.

RAMOS, M. Parâmetros cinemáticos e temporais da habilidade de alcançar para pegar em crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano), Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

RAUMAKERS, J.A.; SAMSON, M.M.; VERHAAR, H.J. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). **Gait and Posture**, v.21, p.48-58, 2005.

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

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

RIACH, C. L.; STARKES, J. L. Velocity of center of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children. **Gait and Posture**, v.2, p.167-172, 1994.

RÖSBLAD, B.; GARD, L. The assessment of children with Developmental

Coordination Disorders in Sweden: A preliminary investigation of the suitability of the Movement ABC. **Human Movement Science**, v.17, p.711-719, 1994.

SCHELLEKENS, J. M. H.; SCHOLTEN, C. A.; KALVERBOER, A. F. Visually guided hand movement in children with minor neurological dysfunction: response time and movement organization **J. Child Psychol. Psychiat.**, v. 24, p.89-102, 1983.

SCHMID, M.; CONFORTO, S.; LOPEZ, L.; RENZI, P.; D'ALESSIO, T. The development of postural strategies in children: a factorial design study. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, 2:29, 2005.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. D. Motor control and learning: a behavioral emphasis. 2 ed. Champaign: Human Kinetics, 1999.

SCHOEMAKER, M. M.; WEES, M. van der; FLAPPER, B.; VERHEIJ-JANSEN, N.; SCHOLTEN-JAEGERS, S.; GEUZE, R. H. Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. **Human Movement Science**, v.20, p.111-133, 2001.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Motor control: theory and practical applications**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. The growth of stability: Postural Control from a Developmental Perspective. **Journal of Motor Behavior**, v.17, n°2, p.131-147, 1985.

SCHWABE, A.; DREPPER, J.; MASCHKE, M.; DIENER, H-C.; TIMMANN, D. The role of the human cerebellum in short- and long-term habituation of postural responses. **Gait and Posture**, v.19, p.16-23, 2004.

SIGMUNDSSON, H.; WHITING, H. T. A.; INGVALDSEN, R. P. Proximal versus distal control in proprioceptively guided movements of motor-impaired children.

**Behavioural Brain Research**, v.106, p.47-54, 1999.

SHIRATORI, T.; LATASH, M.L. Anticipatory postural adjustments during load catching by standing subjects. **Clinical Neurophysiology**, v. 112, p. 1250-1265, 2001.

SKINNER, R. A.; PIEK, J. P. Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. **Human Movement Science**, v.20, p.73-94, 2001.

SLIJPER, H.; LATASH, M.L.; MORDKOFF, J.T. Anticipatory postural adjustments under simple and choice reaction time conditions. **Brain Research**, 924, p.184-197, 2002.

SLOBOUNOV, S.; HALLETT, M.; STANHOPE, S.; SHIBASAKI, H. Role of cerebral cortex in human postural control: an EEG study. **Clinical Neurophysiology**, VOLUMEXX, p.1-9, 2004.

SMYTH, T. R. Clumsiness in children: a defect of kinaesthetic perception? **Child: Care, Health and Development**, v. 20, p. 27-36, 1994.

SMYTH, M. M.; MASON, U. C. Planning and execution of Action in Children with and without Developmental Coordination Disorder. **J. Child Psychol. Psychiat.**, v.38(8), p.1023-1037, 1997.

STEINDL, R.; KUNZ, K.; SCHROTT-FISHER, A.; SCHOLTZ, A. Effect of age and sex on maturation of sensory system and balance control. **Developmental Medicine Child Neurology**, v.48 (6), p.477-482, 2006.

VAN DER MEULEN, J. H. P.; VAN DER GON, J. J. D.; GIELEN, C. C. A. M.; GOOSKENS, R. H. J. M.; WILLEMSE, J. Visuomotor performance of normal and clumsy children. I: Fast goal-directed arm-movements with and without visual feedback. **Developmental medicine and Child Neurology**, v.33, p.40-54, 1991 A



VAN DER MEULEN, J. H. P.; VAN DER GON, J. J. D.; GIELEN, C. C. A. M.; GOOSKENS, R. H. J. M.; WILLEMSE, J. Visuomotor performance of normal and clumsy children. II: Arm-tracking with and without visual feedback. **Developmental medicine and Child Neurology**, v.33, p.118-129, 1991 B

VISSER, J. Developmental Coordination Disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. **Human Movement Science**, v.22, p.479-493, 2003.

VUILLERME, N.; NOUGIER, V.; TEASDALE, N. Effect of a reaction time task on postural control in humans. **Neuroscience Letters**, v.291, p.77-80, 2000.

WAEVELDE, H. V.; WEERDT, W. de; COCK, P. de; SMITS-ENGELSMAN, B. C. M. Aspect of the validity of the Movement Assessment Battery for Children. **Human Movement Science**, v. 23, p.49-60, 2004.

WILLIAMS, H. G.; CASTRO, A. Timing and force characteristics of muscle activity: postural control in children with and without developmental coordination disorders. **The Australian Educational and Developmental Psychologist**, v.14, n°1, p.43-54, 1997.

WILLIAMS, H. G.; FISCHER, J. M.; TRITSCHLER, K. A. Descriptive analysis of static postural control in 4, 6 and 8 year old normal and motorically awkward children. **American Journal of Physical Medicine**, v. 62, p. 12-26, 1983.

WILLIAMS, H. G.; MC CLEANAGHAN, B.; WARD, D. S. Duration of muscle activity during standing in normally and slowly developing children. **American Journal of Physical Medicine**, v. 64, p. 171-189, 1985.

WILLIAMS, H. G.; WOOLLACOTT, M. Characteristic of neuromuscular responses underlying postural control in clumsy children. *Motor Development: Research e Reviews*, NASPE, v. 1, 1997.

WILLIAMS, H. G.; WOOLLACOTT, M. H.; IVRY, R. Timing and Motor Control in

Clumsy Children. **Journal of Motor Behavior**, v.24(2), p.165-172, 1992.

WILLOUGHBY, C.; POLATAJKO, H. J. Motor Problems in Children With Developmental Coordination Disorder: Review of the Literature. **American Journal Of Occupational Therapy**, v.49, p.787-794, 1995.

WILSON, P. H.; MARUFF, P.; LUM, J. Procedural learning in children with developmental coordination disorder. **Human Movement Science**, v.22, p.515-526, 2003.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 3<sup>o</sup> ed., Copyright, New Jersey, Estados Unidos, 2004.

WRIGHT, H. C. Children with Developmental Co-ordination Disorder – A Review. **European Journal of Neurology**, v.5, p.5-22, 1997.

WRIGHT, H. C.; SUDGEN, D. A. The nature of developmental coordination disorder: inter- and intragroup differences. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 13, p. 357-371, 1996.

WRIGHT, H. C.; SUDGEN, D. A.; NG, R.; TAN, J. Identification of children with Movement Problems in Singapore: Usefulness of the Movemnt ABC Checklist. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v.11, p.150-157, 1994.

WOOLLACOTT, M.; DEBÛ, B.; MOWATT, M. Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? **Journal Of Motor Behavior**, v.19, p.167-186, 1987.

## **ANEXO 1**

## **Descrição das tarefas do teste de proficiência motora *Movement ABC***

Faixa Etária- 4 a 6 anos

### **Destreza Manual**

**Tarefa 1:** a criança deverá colocar 6 ou 12 moedas de plástico, conforme a idade, com a sua mão dominante em uma caixa pequena através de um orifício de mais ou menos 5 cm de comprimento e 0.5 cm de largura. Será oferecido uma tentativa de prática e registrado o tempo levado para colocar todas as moedas na caixa em cada tentativa;

**Tarefa 2:** a criança deverá passar uma linha dentro do orifício existente em cubos de madeira. As crianças de 4 anos deverão passar 6 cubos e as crianças de 5 e 6 anos 12 cubos. Será oferecido uma tentativa de prática e registrado pelo examinador o tempo utilizado para passar todos os cubos pela linha em cada tentativa.

**Tarefa 3:** a criança deverá seguir com uma caneta o desenho de uma trilha (local de partida de uma bicicleta até a casa) com sua mão dominante, fazendo o traçado contínuo dentro das duas linhas guias da trilha, sem, entretanto, interceptá-las. Pode girar o papel para ajustar-se, porém não pode inverter o sentido do traço.

### **Habilidades com Bola**

**Tarefa 4:** a criança estará afastada 2 metros de distância do examinador, que irá arremessar um saquinho de feijão para a criança, na altura das suas mãos. Na idade de 4 anos a criança pode apertar (abafar) o saco de feijão contra o corpo para agarrá-lo. Na idades de 5 e 6 anos, o saco de feijão deve ser pego somente com as mãos. As crianças terão 5 tentativas de prática e dez de teste. O avaliador registra o número de acertos.

**Tarefa 5:** a criança permanecerá ajoelhada atrás de uma marca a 2 metro e irá rolar uma bola (semelhante a uma bola de tênis) com a sua mão preferida para marcar um gol. Serão oferecidas 5 tentativas de prática e 10 de teste. O avaliador registra o número de acertos.

## Equilíbrio

**Tarefa 6:** a criança deverá equilibra-se em uma perna, com os braços relaxados ao lado do corpo. A perna dobrada deverá permanecer atrás da perna de apoio e estar fora do chão. As duas pernas serão testadas. As crianças terão 10 segundos para prática. O examinador verificará o tempo que a criança permanece em equilíbrio (o máximo é 20 segundos).

**Tarefa 7:** a criança deverá pular uma corda colocada a sua frente na altura dos seus joelhos. A posição de partida será com os pés juntos em frente a corda, e a aterrissagem, na idade dos 4 anos poderá ser feita em qualquer posição, nas idades de 5 e 6 anos deverá ser realizada com os pés juntos. Será dado uma tentativa de prática e três de teste. O avaliador registrará os pulos realizados com sucesso.

**Tarefa 8:** a criança deverá andar sobre uma linha reta marcada no chão, com os calcanhares levantados e sem pisar fora da linha. Será fornecido uma tentativa prévia de cinco passos. O examinador registrará o número de passos executados corretamente.

## Faixa Etária- 7 e 8 anos

### Destreza Manual

**Tarefa 1:** a criança deverá colocar doze pinos de plástico em uma tábua de madeira com furos, preenchendo-os, uma vez com cada mão. Terá uma tentativa de prática com cada mão e o examinador registrará o tempo levado para colocar todos os pinos na tábua em cada tentativa;

**Tarefa 2:** a criança segura a linha e a “tábua de costura” em suas mãos e, ao sinal do avaliador, passa a linha por dentro dos buracos existentes na tábua, simulando o movimento de costurar. Completa a tarefa quando preencher todos os furos, sem deixar a linha frouxa. O examinador registra o tempo levado para o término da tarefa e dá à criança uma tentativa de prática antes do teste. Deve também permitir que a criança escolha com que mão deseja segurar a linha.

**Tarefa 3:** a criança deverá contornar o desenho de uma flor com sua mão dominante, fazendo o traçado contínuo dentro de duas linhas guias, sem, entretanto, interceptá-las. Pode girar o papel para ajustar-se, porém não pode inverter o sentido

do traço.

#### Habilidades com Bola

**Tarefa 4:** a criança deverá quicar a bola com uma das mãos e pegá-la com a mesma, sendo que as duas mãos são testadas. Tem 5 tentativas de prática com cada mão e dez de teste também com cada mão. O avaliador registra o número de acertos.

**Tarefa 5:** A criança, distante 2m de uma caixa alvo, deverá arremessar um saco de feijão com o intuito de acertá-lo dentro da caixa. Receberá cinco tentativas de prática e dez de teste, dentre as quais o examinador deverá registrar seus acertos.

#### Equilíbrio

**Tarefa 6:** a criança deverá ficar em um apoio unipodal, com o pé suspenso apoiado no joelho contralateral, com as mãos na cintura e permanecer nessa posição o maior tempo possível. O examinador deverá registrar quantos segundos a criança é capaz de equilibrar-se assim, sendo o máximo de 20 segundos. Terá uma tentativa de prática de dez segundos.

**Tarefa 7:** a criança deverá pular com os dois pés juntos em quadrados feitos de fita adesiva no chão. Dará cinco pulos consecutivos e deverá parar no último quadrado de forma equilibrada. O examinador registra o número de pulos corretos.

**Tarefa 8:** a criança deverá caminhar sobre uma linha reta no padrão calcanhar-dedo, um pé após o outro e o examinador deverá anotar o número de passos dados corretamente sobre a linha (com o máximo de 15). Terá uma tentativa de prática.

#### Faixa Etária- 9 e 10 anos

##### Destreza Manual

**Tarefa 1:** a criança estará diante de uma tábua com furos preenchidos por pinos plásticos em três de suas quatro fileiras. Deverá passar os pinos da segunda fileira para a primeira (vazia), os da terceira para a segunda e os da quarta para a terceira. O examinador deve registrar o tempo total despendido até o movimento do último pino, com uma tentativa para cada mão.

**Tarefa 2:** a criança estará diante de um parafuso grande e de três porcas dispostas sobre uma mesa. Deverá torcer as porcas encaixando-as no parafuso, uma após a outra. A criança poderá escolher com que mão fará os movimentos rotatórios e como realizará esses movimentos. O examinador registra o tempo despendido na tarefa.

**Tarefa 3:** a criança deverá contornar o desenho de uma flor com sua mão dominante, fazendo o traçado contínuo dentro de duas linhas guias, sem, entretanto, interceptá-las. Pode girar o papel para ajustar-se, porém não pode inverter o sentido do traço.

#### Habilidades com Bola

**Tarefa 4:** a criança será posicionada atrás de uma linha guia a 2m de uma parede lisa e será orientada a arremessar uma bola de tênis contra a mesma e posteriormente recebê-la com as duas mãos. Não poderá passar sobre a linha limite, nem receber a bola contra o corpo ou roupas, nem deixar a bola quicar antes de chegar em suas mãos. Repetirá a tarefa por dez vezes e o examinador registrará o número de acertos.

**Tarefa 5:** a criança será posicionada atrás de uma linha guia a 2,5m de uma caixa alvo. Deverá arremessar um saco de feijão na tentativa de acertá-lo dentro da caixa, com a mão que preferir, por 10 vezes. O examinador registrará o número de acerto

#### Equilíbrio

**Tarefa 6:** a criança deverá equilibrar-se com um dos pés sobre uma tábua de equilíbrio, deixando o outro suspenso no ar, sem apoiar-se com as mãos. Terá duas tentativas com cada perna e o examinador deverá registrar o maior tempo que a criança foi capaz de manter-se equilibrada sobre a tábua.

**Tarefa 7:** a criança deverá pular com um pé só em quadrados feitos de fita adesiva no chão. Dará cinco pulos consecutivos e deverá parar no último quadrado de forma equilibrada. O examinador registra o número de pulos corretos.

**Tarefa 8:** a criança deverá equilibrar uma bola de tênis sobre uma tábua de madeira sustentada por apenas uma das mãos enquanto caminha uma distância de 2,7m. Apenas a mão preferida é testada e o examinador registra o número de vezes que a bola cai.

## Faixa Etária- 11 e 12 anos

### Destreza Manual

**Tarefa 1:** a criança estará diante de uma tábua de madeira com 16 furos preenchidos de pinos de madeira coloridos em suas duas pontas. Deverá virar os pinos de ponta cabeça, um por um, deixando visível a cor da extremidade oposta do mesmo. O examinador registra o tempo levado para que todos os pinos sejam invertidos.

**Tarefa 2:** a criança deverá recortar uma figura de um elefante composto de duas linhas guias. Deverá tentar recortar entre essas linhas sem interceptá-las. O examinador registra o número de vezes que a criança ultrapassa o limite definido por essas linhas.

**Tarefa 3:** a criança deverá contornar o desenho de uma flor com sua mão dominante, fazendo o traçado contínuo dentro de duas linhas guias, sem, entretanto, interceptá-las. Não poderá girar o papel para ajustar-se, nem inverter o sentido do traço.

### Habilidades com bola

**Tarefa 4:** a criança será posicionada atrás de uma linha guia a 2m de uma parede lisa e será orientada a arremessar uma bola de tênis contra a mesma e posteriormente recebê-la com uma das mãos. Não poderá passar sobre a linha limite, nem receber a bola contra o corpo ou roupas, nem deixar a bola quicar antes de chegar em suas mãos. Repetirá a tarefa por dez vezes com cada mão e o examinador registrará o número de acertos.

**Tarefa 5:** a criança será posicionada atrás de uma linha guia a 2m de uma parede lisa contendo um alvo. Será orientada a arremessar uma bola de tênis com uma das mãos na tentativa de acertar esse alvo. Deverá repetir a tarefa por dez vezes e o examinador registrará o número de acertos.

### Equilíbrio

**Tarefa 6:** a criança deverá equilibrar-se com um pé a frente do outro sobre duas tábuas de equilíbrio (uma sob cada pé), sem segurar-se com as mãos. O



examinador deverá registrar quantos segundos a criança foi capaz de equilibrar-se nessa posição.

**Tarefa 7:** a criança deverá saltar sobre um obstáculo (fornecido pelo teste) com os dois pés juntos ao mesmo tempo em que bate palmas o maior número de vezes possível. A criança deverá repetir a tarefa por três vezes e o examinador deverá registrar o número de palma batidas corretamente em cada salto.

**Tarefa 8:** a criança deverá caminhar para trás sobre uma linha reta de 4,5metros fixada no chão, na posição calcanhar dedo. O examinador registrará o número de passos executados corretamente (no máximo 15).

## **ANEXO 2**

## **TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO**

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo sobre o controle motor, o qual pretende investigar o modo como a criança se comporta (com relação ao seu equilíbrio) durante um movimento com o braço. Nesse sentido, pedimos que você leia este documento e esclareça suas dúvidas antes de consentir, através de sua assinatura, com a participação do seu filho(a).

### **Objetivos do Estudo:**

Investigar as respostas posturais compensatórias e os parâmetros temporais do movimento de membro superior de crianças com Desordem Coordenativa Desenvolvimental.

### **Procedimentos:**

- ⊗ Participar de uma avaliação motora, realizada na própria escola, onde a criança realizará tarefas como: colocar moedas numa caixa, pular uma corda na altura dos joelhos, arremessar um saco de feijão em um alvo, quicar uma bola com uma das mãos, caminhar sobre uma linha no chão, equilibrar-se em um pé só, saltar dentro de quadrados desenhados no chão colocar pinos em uma tábua com furos, passar uma linha por dentro de uma tábua com furos e contornar o desenho de uma flor,
  
- ⊗ Participar de uma avaliação da coordenação e controle do equilíbrio realizada no Laboratório de Pesquisa do Exercício, da Escola de Educação Física da UFRGS, onde realizará as seguintes tarefas:
  1. Ficar em pé sobre uma plataforma no chão, o mais imóvel possível
  
  2. Realizar um movimento com o braço, o mais rápido possível, em direção a um botão que deve ser apertado. Esse estará localizado a sua frente, em nível dos seus olhos e à distância do seu braço estendido
  
- ⊗ A criança será transportada duas vezes, no veículo da Universidade, acompanhada do pesquisador, de sua escola até a Escola de Educação Física da UFRGS, onde será realizada a avaliação. No local, a criança permanecerá o período de um turno escolar (aproximadamente 3 horas). Ao final da avaliação, a criança será levada novamente para a escola no veículo da Universidade.

**Riscos e Benefícios do Estudo:**

Primeiro: Nenhuma das etapas da avaliação, quer na Escola, quer na ESEF-UFRGS, oferece nenhum risco à saúde da criança, ou tão pouco a expõe a situações constrangedoras.

Segundo: As crianças receberão um lanche no dia da avaliação na ESEF-UFRGS, período em que permanecerão um turno em avaliação.

Terceiro: A Escola receberá um relatório com a avaliação das crianças contendo, recomendações técnicas para a elaboração de atividades motoras para o melhor desempenho de movimentos relacionados às atividades escolares das crianças.

Quarto: Este estudo poderá contribuir no entendimento científico dos problemas de coordenação e controle motor das crianças nessa faixa de idade.

**Confidencialidade:**

Ficará resguardado ao pesquisador e protegidas de revelação não autorizada o uso das informações recolhidas.

A direção da escola de seu filho receberá um relatório das avaliações realizadas, o qual poderá ser consultado, a qualquer momento, individualmente, pelo responsável da criança avaliada.

**Voluntariedade:**

A recusa da criança em participar do estudo será sempre respeitada, possibilitando que seja interrompida a rotina de avaliações a qualquer momento, a critério da criança participante e/ou seu responsável.

**Novas Informações:**

A qualquer momento os responsáveis e a direção da Escola poderão requisitar informações esclarecedoras sobre o estudo, através de contato com o pesquisador.

Os responsáveis ou profissionais da escola poderão acompanhar a realização das avaliações se assim preferirem.

**Contatos e Questões:**

Jaqueline de Souza, mestranda UFRGS

(51) 3316-5858, (51) 32811269, Celular 98172937

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano

Rua Felizardo, 750- Bairro Jardim Botânico / POA-RS

---

Declaração

Eu \_\_\_\_\_ tendo lido as informações acima, e tendo sido esclarecido das questões referentes ao estudo, na condição de responsável, autorizo o aluno(a) \_\_\_\_\_ a participar livremente do presente estudo.

Assinatura \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen

Diretor da ESEF- UFRGS

Pesquisador Responsável

## **ANEXO 3**

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul analisou o projeto:

Número : 2005503

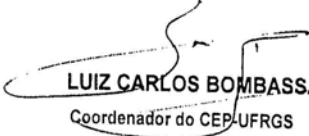
Título : Ajustes posturais compensatórios e parâmetros temporais do movimento em crianças com DCD: um estudo desenvolvimental

Pesquisador (es) :

<u>NOME</u>	<u>PARTICIPAÇÃO</u>	<u>EMAIL</u>	<u>FONE</u>
RICARDO DEMETRIO DE SOUZA PETERSEN	PESQ RESPONSÁVEL	00004230@ufrgs.br	33165806
JAQUELINE DE SOUZA	PESQUISADOR	jaquelinesz@yahoo.com.br	

O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, reunião nº 4 , ata nº 70 , de 18/05/2006 , por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, 22 de maio de 2006.

  
LUIZ CARLOS BOMBASSARO  
Coordenador do CEP-UFRGS