

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

**CAMILA CAVALCANTI FATTURI DE AZEVEDO**

**AJUSTES POSTURAS ANTECIPATÓRIOS E PARÂMETROS TEMPORAIS DE  
MOVIMENTO EM CRIANÇAS COM DESORDEM COORDENATIVA  
DESENVOLVIMENTAL**

Porto Alegre

2005

**CAMILA CAVALCANTI FATTURI DE AZEVEDO**

**AJUSTES POSTURAIIS ANTECIPATÓRIOS E PARÂMETROS TEMPORAIS DE  
MOVIMENTO EM CRIANÇAS COM DESORDEM COORDENATIVA  
DESENVOLVIMENTAL**

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

2005

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, a quem devo toda honra por este trabalho, pois tem me dado a graça e o privilégio de Sua companhia, capacitação e orientação em todos os momentos da minha vida.

Agradeço de todo coração ao meu marido, a quem amo ainda mais após todo apoio, compreensão, incentivo e paciência neste período.

Aos meus pais, pelo amor sempre presente e suporte incondicional. Aos demais membros de minha família (irmãs, cunhados, avó, sobrinhos) e também amigos que, por muitas vezes, amenizaram os momentos difíceis com companhia e orações.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen, por ter me confiado a oportunidade de um aprendizado tão valioso e por todo auxílio dedicado nesses anos. Ao querido amigo e colega Prof. Dr. Márcio Alves de Oliveira pelo incansável suporte e apoio, desde meu ingresso no mestrado até a finalização deste trabalho. Ao Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss, pelas inúmeras vezes em que disponibilizou seu tempo, atenção e paciência para discussões e sugestões.

À querida amiga Jaqueline Souza, por sua parceria e disponibilidade desde seu ingresso em nosso grupo de pesquisa, fundamentais na realização deste

trabalho. Aos amigos Rafael Caballero, Paula Farias, Daniela Caetano e Fernanda Rodrigues, pelo auxílio durante os processos de triagem e coleta de dados. Aos demais colegas do LAPEX, com quem dividi diversos momentos agradáveis.

À professora Ceres de Oliveira pelo auxílio na análise estatística. Aos pais e crianças que participaram do estudo e só assim permitiram sua concretização. Às diretoras das escolas Estado do Rio Grande do Sul e Otávio de Souza pela confiança. Aos funcionários do LAPEX e ESEF pela atenção. Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

## RESUMO

Este estudo investigou o desenvolvimento e a influência dos ajustes posturais antecipatórios na performance de um movimento direcionado a um alvo em crianças com e sem DCD. Os participantes foram divididos de acordo com três faixas etárias [faixa etária (A) de 7-8 anos (média de 7.6 anos  $\pm$  0.6 ); faixa etária (B) de 9-10 anos (média de 9.7 anos  $\pm$  0.7); faixa etária (C) de 11-12 anos (média de 11.7 anos  $\pm$  0.5). Cada grupo foi formado por crianças com DCD e crianças de desenvolvimento típico. As com DCD foram identificadas através de um percentil igual ou inferior a 5 no Teste *Movement ABC*. As crianças com desenvolvimento típico foram identificadas como aquelas cujo escore apresentou-se igual ou superior a 30. As crianças foram orientadas a permanecer na posição em pé e executar um movimento direcionado a um alvo. Variáveis de tempo de reação, tempo de movimento e a amplitude dos ajustes posturais antecipatórios foram examinadas em função da idade. Os resultados indicaram que as crianças com DCD foram significativamente mais lentas que as crianças com desenvolvimento típico durante a iniciação e execução do movimento direcionado a um alvo e também apresentaram um maior deslocamento lateral do centro de pressão. A análise desenvolvimental mostrou que, à medida que a criança cresce, aumenta a estabilidade postural na direção lateral e reduz os tempos de reação e movimento. Porém, crianças com DCD não alcançaram o mesmo nível de performance em comparação as crianças de desenvolvimento típico. Quando atrasos hipotéticos de idade foram calculados a partir das equações da análise de regressão, as crianças mais velhas do grupo DCD mostraram aumento destes atrasos nos ajustes posturais e diminuição destes no tempo de reação e movimento. Estes resultados dão suporte à hipótese de que os ajustes posturais antecipatórios interferem na performance do movimento.

*Palavras chaves:* DCD, ajustes posturais antecipatórios, mudanças desenvolvimentais

## ABSTRACT

This study investigated the development and influences of anticipatory postural adjustments on the performance of a goal-directed movement in children with and without DCD. Participants were placed into one of three age bands [age band (A) with 7 and 8 years (mean age 7.6 years  $\pm$  0.6; age band (B) with 9 and 10 (mean age 9.7  $\pm$  0.7); age band (C) with 11 and 12 years (mean age 11.7  $\pm$  0.5)]. Each group consisted of children with DCD and typically developing children. Children with DCD were defined as those with scores at or below the 5<sup>th</sup> percentile on Movement ABC Test. Typically developing children were those whose scores on the test were above the 30<sup>th</sup> percentile. The children were asked to stand in right position and perform a goal-directed movement. Reaction time, movement time and amplitude of postural adjustments were examined as a function of age. Results indicated that children with DCD were significantly slower than typically developing children during the initiation and execution of the goal-directed movement and also showed a larger lateral displacement of the center of pressure. Developmental analysis showed that, as children grow up, they increase their postural stability in lateral direction and decrease their reaction and movement time. However, children with DCD do not reach the same level of performance as compared to typically developing children. When hypothetical age delays were calculated by the equations in the regression analysis, older children in the DCD group showed increasing age delays of the postural adjustments but decreasing age delays in reaction and movement time. These results support the hypothesis that anticipatory adjustments interfere in movement performance.

*Key words:* DCD, anticipatory postural adjustments, developmental changes

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1OBJETIVOS.....	20
1.1Objetivo Geral.....	20
1.2Objetivos Específicos.....	20
2HIPÓTESES.....	22
3REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1Controle Postural.....	23
3.2Controle Postural em Crianças com DCD.....	36
3.3Parâmetros Temporais de Movimento .....	44
3.4Parâmetros Temporais de Movimento em Crianças com DCD.....	48
4METODOLOGIA.....	59
4.1Caracterização da Pesquisa.....	59
4.2Seleção dos Participantes.....	59
4.3Classificação das Variáveis .....	63
4.3.1Variáveis Dependentes .....	63
4.3.2Variáveis Independentes.....	64
4.4Definição Operacional das Variáveis.....	64
4.5 Instrumentos da Coleta de Dados.....	65

4.5.1	Plataforma de Força.....	65
4.5.2	T.R.E.M.....	66
4.5.3	Sincronismo.....	68
4.6	Procedimentos da Coleta de Dados.....	68
4.6.1	Preparação dos Participantes e Orientações quanto à Tarefa.....	69
4.6.2	Coleta de dados .....	70
4.7	Análise de Dados .....	71
4.7.1	Parâmetros Temporais do Movimento.....	71
4.7.2	Dados de Deslocamento do CP.....	72
4.8	Tratamento Estatístico.....	74
5	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	75
5.1	Comparações entre os Grupos DCD e Controle.....	75
5.1.1	Parâmetros Temporais de Movimento.....	75
5.1.2	Ajustes Posturais Antecipatórios.....	86
5.2	Mudanças Desenvolvimentais dos Ajustes Posturais Antecipatórios e Parâmetros Temporais de Movimento.....	99
5.2.1	Parâmetros Temporais de Movimento.....	99
5.2.2	Ajustes Posturais Antecipatórios.....	107
5.3	Influência dos Ajustes Posturais Antecipatórios sobre os Parâmetros Temporais de Movimento.....	116
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
	REFERÊNCIAS.....	126
	ANEXOS.....	134



## LISTAS DE TABELAS E FIGURAS

Figura 3.1: Esquema representativo do TR e TM (A= aviso; E= estímulo; IA= início da ativação muscular eletromiográfica; IM= início do movimento; FM= final do movimento).....	47
Figura 4.1: Botão de partida- sensor 1 (à esquerda); Botão alvo- sensor 2 (à direita) .....	67
Figura 4.2: Esquema representativo da disposição dos sensores.....	68
Figura 5.1: Valores médios e de desvio padrão do TRS dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.....	76
Figura 5.2: Valores médios e de desvio padrão do TM dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.....	76
Figura 5.3: Variabilidade do TRS dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias, apresentada pelo desvio padrão em percentual. ....	82
Figura 5.4 : Variabilidade do TM, apresentada pelo desvio padrão em percentual, dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.....	83
Figura 5.5: Valores médios e de desvio padrão do número de erros de execução da tarefa de membro superior nos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias .....	85

Figura 5.6: Comportamento do CPy de uma criança do grupo controle da faixa etária de 9-10 anos de idade, representativa de toda a amostra (as marcações na figura indicam o início e fim do período antecipatório).....	87
Figura 5.7: Valores médios e de desvio padrão do deslocamento médio do CPx (gráfico superior), do CPy (gráfico intermediário) e do CPr (gráfico inferior) dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias. ....	89
Figura 5.8: Valores médios e de desvio padrão da amplitude do CPx (gráfico superior), do CPy (gráfico intermediário) e do CPr (gráfico inferior) dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.....	92
Figura 5.9: Comportamento da variável TR com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.....	100
Figura 5.10: Comportamento da variabilidade do TR com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.....	100
Figura 5.11: Comportamento da variável TM com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.....	103
Figura 5.12: Comportamento da variabilidade do TM com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.....	103
Figura 5.13: Comportamento do número de erros de execução da tarefa com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.....	105
Figura 5.14: Comportamento da amplitude do CPx com o avanço da idade.....	107
Figura 5.15: Comportamento da média do CPx com o avanço da idade.....	108
Figura 5.16: Comportamento da média do CPy com o avanço da idade.....	109
Figura 5.17: Comportamento da média do CPr com o avanço da idade.....	109
Figura 5.18: Comportamento da amplitude do CPr com o avanço da idade.....	110
Figura 5.19: Comportamento da amplitude do CPy com o avanço da idade.....	113

<b>Tabela 4.1:</b> Caracterização dos sujeitos.....	62
<b>Tabela 4.2:</b> Resultados do teste <i>MABC</i> nas três faixas etárias estudadas .....	63
<b>Tabela 5.1:</b> Valores médios e de desvio padrão da amplitude do deslocamento do CPx e CPy.....	99
<b>Tabela 5.2:</b> Atraso hipotético da idade do grupo DCD em relação ao controle.....	116

## INTRODUÇÃO

Atividades desempenhadas no cotidiano dependem da aquisição de movimentos habilidosos. Escrever, correr, saltar e abotoar a camisa são habilidades motoras básicas que desenvolvem-se a partir da interação do indivíduo com o ambiente. Para algumas crianças, os processos de aquisição e domínio de habilidades motoras podem ser extremamente difíceis, apesar da inexistência de deficiências físicas ou neurológicas que justifiquem tais dificuldades (PETERSEN, 1999). Essas crianças são freqüentemente denominadas "desajeitadas" porque cometem falhas na execução de diversas tarefas (GUBBAY, 1975 ).

Desordens motoras em crianças têm sido, historicamente, objeto de investigação de profissionais de diferentes áreas, interessados em melhor conhecer as causas, assim como as implicações decorrentes de seus prejuízos motores. Entre os primeiros relatos sobre essas desordens está a obra de Dupré em 1911 (apud DE AJURIAGUERRA e STAMBACK, 1969). Desde então, diversos estudos têm sido publicados com esse tema (CERMAK et al., 1990; FOX e LENT, 1996; SUGDEN e WRIGHT, 1998; GEUZE et al., 2001) e diferentes tipos de nomenclaturas têm sido utilizadas para referirem-se à criança com desordem motora, como por exemplo:

*disfunção percepto-motora, disfunção sensorial integrativa, síndrome da criança desajeitada, ou dispraxia desenvolvimental*, entre outros (MISSIUNA e POLATAJKO, 1995).

Em 1987, a Associação Americana de Psiquiatria (APA), no Manual de Estatística e Diagnóstico de Desordens Mentais (DSM III-R), introduziu o termo *Desordem Coordenativa Desenvolvimental (DCD<sup>1</sup>)* para referir-se a essas crianças com desordem motora. Na edição seguinte, publicada em 1994 (DSM IV), a DCD foi definida como um prejuízo marcante no desenvolvimento da coordenação motora, o qual não pode ser explicado por retardo mental ou uma desordem física conhecida. Segundo o DSM IV, os critérios diagnósticos para DCD consistem em: a) o desempenho nas atividades de vida diária que requerem coordenação motora está substancialmente abaixo do esperado para a idade; b) o distúrbio descrito no critério “a)” interfere significativamente nas aquisições acadêmicas e atividades de vida diária; c) o distúrbio não é devido a uma condição médica geral, como paralisia cerebral, hemiplegia, ou distrofia muscular e não pode ser definido como uma Desordem Desenvolvimental Ampla; d) existindo retardo mental, as dificuldades motoras presentes superam àquelas usualmente relacionadas à condição mental.

De acordo com dados desse manual, a prevalência da desordem é de, aproximadamente, 6% das crianças de 5 a 11 anos de idade. (APA, 1994; WRIGHT e SUGDEN, 1996). Segundo Fox e Lent (1996), essa prevalência supera a de outras condições pediátricas conhecidas, tais como paralisia cerebral, distrofia muscular e nascimento prematuro.

---

<sup>1</sup> Tradução pessoal a partir da publicação em inglês

Embora os critérios de inclusão definidos pelo DSM IV englobem apenas aspectos motores, sintomas secundários são constatados, tais como: baixa auto estima, frustração, isolamento social, hiperatividade e dificuldade de aprendizagem (GILBERG e GILBERG, 1989; CERMAK et al., 1990; HENDERSON e HALL, 1982; GEUZE e BÖRGER, 1994; CANTELL et al., 1994; DEWEY et al. 2002). Nesse sentido, estudos longitudinais têm demonstrado que, tanto os sintomas motores, quanto os secundários, tendem a permanecer até a fase adulta (KNUCKEY e GUBBAY, 1983; LOSSE et al., 1991; CANTEL, SMYTH e AHONEN, 2003). Segundo Henderson (1992), os problemas comportamentais, sociais e de desempenho escolar decorrentes da desordem motora dessas crianças caracterizam-se como razões suficientes para justificar a necessidade de realização de estudos na área.

Diferentes abordagens de pesquisa envolvendo variados níveis de análise têm sido utilizadas no intuito de compreender os fatores envolvidos nessa desordem coordenativa. Por exemplo: sob a premissa de encontrar déficits sensoriais que pudessem esclarecer a desordem motora, Hulme et al. (1982, 1984), Lord e Hulme (1987), Dwyer e Mckenzie (1994) e Rösald e Hofsten (1994) realizaram estudos sobre o papel da visão na desordem motora de crianças, analisando a percepção, a memória e a acuidade visual. Segundo os diferentes autores, as crianças com DCD pareceram apresentar prejuízos no processamento visuoespacial. Esse prejuízo mostrou-se presente, independentemente da existência de uma resposta motora na tarefa, sugerindo que os prejuízos podem estar relacionados a um estágio mais elementar do processamento sensorial. Como é bem determinado que a visão tende a dominar outras modalidades sensoriais no controle e aprendizagem do movimento, prejuízos no processamento visual poderiam justificar alguns problemas na

coordenação motora dessas crianças (WILSON e MCKENZIE, 1998). Um monitoramento visual impreciso poderia levar a problemas na detecção e correção de erros da execução do movimento. Déficits no uso do *feedback* visual também já foram encontrados em crianças com DCD (GEUZE e KALVERBOER, 1987; LORD e HULME, 1987).

Os trabalhos de Laszlo (LASZLO e BAIRSTOW, 1980; LASZLO e BAIRSTOW, 1983; LASZLO et al., 1988) e Smyth (SMYTH e GLENCROSS, 1986; SMYTH, 1994; SMYTH, 1996), focaram a cinestesia como possível base dos prejuízos motores da criança com DCD. Hoare e Larkin (1991), em uma abordagem multissensorial, estudaram a interação entre a visão e cinestesia. De uma forma geral, as crianças com DCD mostraram-se significativamente piores que as do grupo controle em tarefas envolvendo a percepção cinestésica. Algumas evidências também revelam que a criança com DCD apresenta uma maior variabilidade na resposta motora e dificuldades de controle de força (LUNDY-EKMAN et al., 1991; PIEK e SKINNER, 1999; OLIVEIRA, LOSS e PETERSEN, 2005).

As pesquisas relacionadas ao controle postural também destacam-se entre as diferentes abordagens de investigação. Williams e Wollacott (1997) relatam que o pobre equilíbrio da criança com DCD parece ser a principal fonte de descoordenação das mesmas. Segundo Johnston et al. (2002), uma inadequada organização temporal da atividade dos músculos posturais resulta em um suporte inadequado à postura e, conseqüentemente, em uma pobre execução de movimentos habilidosos.

O controle do equilíbrio estático (WILLIAMS, FISCHER e TRITSCHLER 1983; WILLIAMS, MC CLEANAGHAN e WARD, 1985; GEUZE et al., 2003), a influência da informação sensorial no controle da postura (WILLIAMS e CASTRO, 1997; WANN, MON-WILLIAMS e RUSHTON, 1998; JUNG-POTTER et al., 2002), bem como a resposta diante dos deslocamentos da superfície de suporte (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997) têm sido abordados em estudos comparativos de crianças com e sem DCD nas diferentes faixas etárias. Os resultados desses estudos indicaram que, em geral, as crianças com DCD: parecem utilizar maior nível de atividade muscular para o controle da postura (WILLIAMS, FISCHER e TRITSCHLER, 1983; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997); diante da perturbação da superfície de suporte, utilizam, em algumas tentativas, um seqüenciamento de ativação muscular proximal-distal, inverso ao apresentado pelas crianças normais e também considerado menos eficiente (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Os resultados demonstraram, também, que as crianças com DCD parecem ser mais dependentes da informação visual no controle da oscilação corporal (WANN, MON-WILLIAMS e RUSHTON, 1998) e possuir maior dificuldade de integrar informações sensoriais, ou de adaptar-se quando uma ou mais das fontes sensoriais foram manipuladas (JUNG-POTTER et al., 2002).

Esses estudos acima citados abordam os ajustes posturais denominados “compensatórios”, ou seja, produzidos por mecanismo de *feedback* como forma de correção das perturbações de equilíbrio. As análises focalizam o modo como a criança com DCD reage quando sua estabilidade postural é perturbada por um estímulo externo. Entretanto, ajustes posturais que ocorrem antes da execução do movimento têm sido também descritos em crianças com DCD. Johnston et al. (2002)



analisaram a resposta de músculos proximais do braço e do tronco de crianças com e sem DCD durante um movimento rápido de membro superior dirigido a um alvo. Os autores encontraram algumas diferenças entre os grupos, reportando-as à uma desorganização temporal da atividade dos músculos posturais, que agem providenciando uma base estável ao movimento. Estes achados suportam a premissa de que existe uma relação entre o controle postural (tanto antecipatório como compensatório) e o gesto descoordenado dessas crianças.

Crianças com DCD apresentam, também, déficits nos parâmetros temporais do movimento, tais como o tempo de reação (TR) e tempo de movimento (TM). Análises comparativas têm demonstrado que as crianças com DCD levam mais tempo para iniciar os movimentos do que as crianças sem DCD, evidenciado por um maior TR (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; SMYTH e GLENCROSS, 1986; VAN DELLEN e GEUZE, 1988; GEUZE e BÖRGER, 1994; RAMOS, 2002) e, também, maior tempo para completá-los (maior TM). Tais atrasos têm sido reportados como déficits nos mecanismos de processamento da informação (GEUZE e KALVERBOER, 1987).

A lentidão da resposta motora apresentada pelas crianças com DCD indica uma dificuldade em organizar e/ou controlar o movimento. Mas o que está por trás do comportamento “desajeitado” dessas crianças? O que gera essa dificuldade motora? Apesar de indícios referentes à déficits sensoriais visuais e cinestésicos, à dificuldades no controle da postura e dos parâmetros temporais de movimento já citados, a origem desse comportamento desajeitado pode estar relacionada a aspectos orgânicos, genéticos, ao estado emocional e, até mesmo, à carência de

experiências de aprendizado. Porém, os reais mecanismos subjacentes, ou processos responsáveis pela DCD ainda são desconhecidos (PETERSEN, 1999).

Reconhecendo-se que a performance de um movimento habilidoso é bastante dependente do estabelecimento de uma adequada estabilidade postural que antecipe sua execução (NASHNER e CORDO, 1981; HORAK et al., 1984), é possível supor que, uma falha nesse mecanismo de estabilidade poderia ser uma das causas, ou um fator de contribuição para o gesto descoordenado das crianças com DCD. Apesar de existirem alguns indícios que apontam para uma relação entre o controle postural antecipatório e a dificuldade coordenativa presente na DCD (JOHNSTON et al., 2002), não é conhecido se a forma como essa criança estabiliza a postura antes da execução de um movimento pode estar contribuindo para as dificuldades motoras nos gestos de membro superior.

Nesse sentido, este estudo investigou parâmetros temporais de um movimento voluntário de membro superior e suas relações com os ajustes posturais que antecedem a execução e agem na preparação desse movimento. O interesse foi de compreender se os ajustes posturais antecipatórios são determinantes, ou não, no tempo de reação e execução de um movimento voluntário. Partiu-se da premissa de que a criança com DCD pode apresentar atrasos temporais em seus movimentos devido à maior amplitude dos ajustes posturais antecipatórios, demonstrando um comportamento desajeitado. Além disso, para compreender a característica desenvolvimental desta desordem, optou-se por caracterizar as mudanças do desenvolvimento dos parâmetros temporais de movimento e dos ajustes posturais antecipatórios das crianças de desenvolvimento típico e com DCD. Para tanto,

utilizou-se um delineamento transversal de investigação visando a descrição das mudanças relacionadas à idade.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Geral**

Investigar os ajustes posturais antecipatórios e os parâmetros temporais de um movimento direcionado a um alvo em crianças com e sem DCD de diferentes idades.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as possíveis diferenças nas respostas posturais antecipatórias e nos parâmetros temporais de um movimento direcionado a um alvo entre crianças com e sem DCD;
- Descrever as mudanças desenvolvimentais das respostas posturais antecipatórias e dos parâmetros temporais de um movimento direcionado a um alvo de crianças com e sem DCD.

- Caracterizar a relação entre as respostas posturais antecipatórias e os parâmetros temporais de um movimento direcionado a um alvo em crianças com e sem DCD.

## 2 HIPÓTESES

H1: Crianças com DCD apresentam atrasos nos parâmetros temporais de movimento quando comparadas às crianças de desenvolvimento típico.

H2: Crianças com DCD apresentam maior deslocamento do centro de pressão no período antecipatório quando comparadas às crianças de desenvolvimento típico.

H3: Crianças com DCD reduzem os valores dos parâmetros temporais de movimento com o avanço da idade, mas permanecem com atrasos quando comparadas às crianças de desenvolvimento típico.

H4: Crianças com DCD reduzem o deslocamento do centro de pressão no período antecipatório com o avanço da idade, mas permanecem com atrasos quando comparadas às crianças de desenvolvimento típico.

H5: Atrasos nos parâmetros temporais de movimento decorrem do maior deslocamento do centro de pressão no período antecipatório, tanto nas crianças de desenvolvimento típico, quanto no grupo de crianças com DCD.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Controle Postural**

Em função de que a maior parte da massa do corpo localiza-se a, aproximadamente, dois terços da altura corporal acima do chão, nós somos um organismo inerentemente instável, a não ser que haja uma ação contínua contra essa instabilidade (WINTER, 1995). O sistema de controle postural, responsável por essa ação, inclui todos os componentes sensoriomotores e musculoesqueléticos envolvidos no alcance de duas grandes metas comportamentais: a orientação e o equilíbrio. A orientação postural consiste na habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e entre o corpo e o ambiente, enquanto o equilíbrio postural é o estado no qual todas as forças atuantes no corpo são equilibradas, de forma a possibilitar a permanência em uma posição desejada (equilíbrio estático), ou o mover-se de maneira controlada (equilíbrio dinâmico) (SCHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995; ROWEL e SHEPHERD, 1996).

O alcance das metas comportamentais de orientação e equilíbrio requer a integração de informações sensoriais advindas de múltiplas fontes. Três são os principais sistemas sensoriais envolvidos: a visão, diretamente ligada ao planejamento da ação postural e à orientação do corpo no ambiente; o sistema vestibular, que capta as acelerações angulares e lineares no ouvido interno, as quais servem de referência ao posicionamento do restante do corpo e o sistema somatossensorial, formado por vários sensores que informam a posição e velocidade de todos os segmentos corporais, o contato com objetos externos (incluindo o chão) e a orientação em relação à gravidade (WINTER, 1995). As informações sensoriais são então, interpretadas e integradas pelo sistema nervoso, de acordo com a representação interna da dinâmica corporal (ROWEL e SHEPHERD, 1996).

A integração sensorial dá suporte à coordenação e controle da postura em função das muitas fontes de influência desestabilizadoras no corpo: forças externas devidas á gravidade e interações com o ambiente ao redor, assim como forças internas geradas pelos próprios movimentos corporais e acoplamentos inerciais entre segmentos. Todas as forças, sejam internas, ou externas, tendem a acelerar o corpo em seu centro de massa, ou o ponto onde toda a massa corporal é equilibrada e no qual a resultante das forças externas age. Na posição bipedal humana, o centro de massa está em contínuo movimento à medida que o corpo oscila, sendo essa oscilação refletida nas forças de reação do solo. O ponto de origem da força de reação do solo, denominado centro de pressão (CP), representa uma média ponderada de todas as pressões ao longo da área da superfície em contato com o chão. Um papel do sistema nervoso é, então, produzir forças musculares que



complementam e coordenam todas essas forças atuantes no corpo, para controlar eficientemente a posição do centro de massa e manter o equilíbrio (WINTER, 1995; ROWEL e SHEPHERD, 1996).

Em função de que um movimento voluntário focal considerado simples, como erguer o braço ou dar um passo, produz forças de reação que afetam todos os segmentos do corpo ligados entre si, os movimentos focais não ocorrem isoladamente, mas são acompanhados pela atividade de muitos músculos distantes, que não contribuem diretamente ao movimento em si (MASSION, ALEXANDROV e FROLOV, 2004; ROWEL e SHEPHERD, 1996). As ações musculares geradas para o controle do equilíbrio consistem, então, em refinados ajustes neuromusculares distribuídos por todo o corpo. Os ajustes neuromusculares que ocorrem baseados no processo de *feedback*, são gerados como resposta a um evento que já impactou a estabilidade do indivíduo e a finalidade é de trazer o centro de massa para dentro dos limites de estabilidade (HODGES, 1996 apud JONHSTON et al, 2002). Esses ajustes posturais neuromusculares são denominados “compensatórios” (APC) e vem sendo estudados em diferentes situações, como em movimentos súbitos e repentinos da superfície de suporte (HORAK, DIENER e NASHNER, 1989; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997), em aplicações de força externa sobre o tronco do indivíduo (GEUZE, 2003), ou ainda quando o desequilíbrio é gerado pelo próprio indivíduo, durante e após a execução de um movimento voluntário (WILLIAMS, MC CLEANAGHAN, WARD, 1985; VUILLERME, NOUGIER, TEASDALE, 2000).

Entretanto, para que o sistema nervoso produza movimentos suavemente coordenados e simultaneamente, mantenha o equilíbrio corporal, é necessário que as várias forças agindo sobre o corpo sejam, também, antecipadas. Neste caso, os ajustes neuromusculares precedem a perturbação postural e utilizam estratégias de *feedforward*, com as quais o sistema nervoso antecipa os efeitos mecânicos de um movimento voluntário e ajusta a amplitude e o *timing* do componente postural (ROWEL e SHEPHERD, 1996). Esses ajustes posturais são denominados “antecipatórios” (APA) e baseiam-se na experiência e aprendizado, as quais proporcionam o desenvolvimento de modelos memorizados no sistema nervoso central, utilizados durante a performance da tarefa. Esses modelos acomodam o mundo externo, as características biomecânicas do corpo e suas interações (MASSION, ALEXANDROV e FROLOV, 2004).

Os ajustes posturais antecipatórios foram primeiramente observados por Belenki, Gurfinkel e Paltsev em 1967 (apud SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1995). Estes autores notaram que, ao solicitar que um indivíduo posicionado em pé levantasse seu braço, não só os músculos responsáveis pela ação em si foram ativados, mas a contração muscular na região posterior da coxa foi observada 60ms antes de qualquer atividade eletromiográfica ter sido detectada no membro superior. Essa ativação prévia de membro inferior não pôde ser considerada resultante do desequilíbrio gerado pela ação do braço, uma vez que o movimento não havia, ainda, acontecido. O que ocorreu foi uma preparação antecipada dos músculos do membro inferior com o intuito de minimizar os efeitos desestabilizadores do movimento que estaria por vir.

Desde então, diversos estudos sobre os APA vem sendo realizados e têm auxiliado no entendimento sobre sua função e efeitos na postura. Diante de um gesto de membro superior iniciado espontaneamente, a atividade postural antecipatória pode ser identificada, através da eletromiografia, 150ms antes ou até 50ms após o início do movimento (HODGES, 1996 apud JONHSTON et al., 2002). Quando o comportamento do centro de pressão é monitorado em uma plataforma de força, mudanças já podem ser observadas bem antes da ação do braço (em torno de 300ms), ou, mais comumente, um pouco antes do movimento (em torno de 150ms) (RIACH e RAYES, 1990). Dependendo da tarefa, os APA surgem mais precocemente ou mais tardiamente, sendo que já foram documentadas latências de 50 a 100ms (BELENKI, GURFINKEL e PALTSEV, 1967 apud ROWEL e SHEPHERD, 1996), 60ms (CORDO e NASHNER, 1982) e 200ms antes do início do movimento (BONNETBLANC, MARTIN, TEASDALE, 2004), como também de 50ms após a 150ms antes do início da atividade do motor primário (BOUISSET e ZATTARA, 1987 apud DE WOLF, SLIJPER e LATASH, 1998).

Entretanto, nem todas as situações de desequilíbrio contam com o auxílio dos APA, já que a presença destes depende da tarefa e das condições de suporte. Quando, por exemplo, o indivíduo está estabilizado contra um apoio externo, há pouca ou nenhuma atividade postural antecipatória nos membros inferiores durante um movimento de braço voluntário. Isso ocorre por que as forças desestabilizadoras do movimento focal são passivamente neutralizadas pelo suporte externo (CORDO e NASHNER, 1982). Quando o indivíduo está lidando com uma perturbação postural gerada externamente, mesmo que esta seja previsível, o controle de *feedforward* mostra-se, em geral, ausente, sendo o de *feedback* o único disponível para a

manutenção do equilíbrio. Entretanto, quando a perturbação é gerada por um movimento do próprio indivíduo, os APA estão claramente atuantes (ARUIN e LATASH, 1995; STUPPLER et al., 1994).

Percebe-se, entretanto, que a ausência de ajustes antecipatórios em perturbações previsíveis geradas externamente não pode ser considerada como uma regra. Horak et al. (1989) analisaram as respostas posturais diante de deslocamentos de uma plataforma móvel em amplitudes previsíveis e imprevisíveis. Encontraram que, quando as características do deslocamento da plataforma eram esperadas e sinalizadas, o indivíduo realizava ajustes antecipatórios e a oscilação corporal era, então, reduzida. Quando, porém, mudanças na amplitude da perturbação da plataforma eram randomizadas em um bloco de tentativas, dando à tarefa um caráter imprevisível, o ajuste quantitativo prévio desaparecia. Semelhantemente, Shiratori e Latash (2001) encontraram atividade muscular antecipatória de tronco, membros inferiores e superiores ao analisar os APA durante o receber uma carga com a mão esquerda, tanto quando a carga era solta pelo próprio indivíduo com sua mão direita, como quando era solta externamente pelo experimentador.

Nas situações em que os APA estão presentes, diferentes fatores exercem influência sobre o seu controle. A redução do tamanho do alvo a ser atingido no final de um movimento de apontar, por exemplo, pode causar aumento na quantidade de ajustes antecipatórios na região do tronco e diminuição dos ajustes nos membros inferiores, revelando que o tamanho do alvo influencia o comando postural da atividade antecipatória (BONNETBLANC, MARTIN e TEASDALE, 2004). Até mesmo

o estado de humor do indivíduo mostra correlação com a dinâmica do controle postural antecipatório (KITAOKA et al., 2004). Esses fatores de influência tornam-se visíveis quando restrições adicionais são colocadas ao movimento de braço, como o aumento da velocidade do movimento, a colocação de uma carga, ou o aumento da força exercida sobre um objeto, situações nas quais os ajustes posturais antecipatórios aumentam em intensidade e duração (MASSION, 1998). Contudo, alguns destes fatores de influência merecem atenção especial como por exemplo: a magnitude e direção da perturbação esperada, as propriedades da ação voluntária associada à perturbação, a configuração do corpo antes da ação e as características da tarefa postural, em particular, a estabilidade (ARUIN, OTA e LATASH, 2001).

A magnitude do ajuste postural antecipatório mostra ter íntima relação com a magnitude da perturbação sofrida. Esta relação foi investigada por Aruin e Latash (1995) em adultos saudáveis através da tarefa de soltar uma carga. Nela, os indivíduos em pé seguravam, entre as mãos, com os ombros flexionados e cotovelos estendidos, um balão com uma carga de 2.2kg suspensa a este por uma corda. Conforme a orientação recebida, deveriam soltar o balão pela abdução horizontal rápida dos ombros, ou perfurá-lo com um alfinete preso ao dedo médio, ou tinham o balão estourado inesperadamente pelo experimentador. Os APA foram vistos em todas as situações que envolviam o movimento do próprio indivíduo, através do deslocamento do centro de pressão e da atividade muscular eletromiográfica, sendo a amplitude dos ajustes, maior na situação que envolvia o movimento do ombro. Os autores concluíram que a magnitude dos ajustes é proporcional à magnitude da perturbação induzida pelo movimento (ARUIN e LATASH 1995). Essa informação

tem sido considerada como o maior guia do sistema nervoso central na geração dos APA (ARUIN e SHIRATORI, 2004).

Além da amplitude, a direção do movimento também tem demonstrado influenciar os ajustes posturais antecipatórios. Nove indivíduos, com média de idade de 27 anos tiveram que, na posição em pé, manter os pés afastados na linha do quadril e, com as mãos, soltar uma carga de 2.3kg em diferentes direções: para baixo e para direita, para baixo e para esquerda, para cima e para direita, para cima e para esquerda. A análise dos dados revelou que os APA foram modulados de acordo com a direção do movimento, sendo os músculos das pernas mais sensíveis às direções direita e esquerda e o tronco às direções para cima e para baixo, sugerindo que o sistema nervoso central interpreta a direção do movimento focal como sendo mecanicamente relevante aos ajustes posturais antecipatórios (SLIJPER, LATASH, MORDKOFF, 2002).

Outro fator de influência importante sobre os APA consiste nas características temporais do movimento gerador da perturbação postural. Estudos têm demonstrado que, quando um movimento de membro superior é executado sob pressão do tempo, ou seja, em uma tarefa de tempo de reação, na qual, o indivíduo precisa responder o mais rapidamente possível após um estímulo, os ajustes antecipatórios ocorrem mais tardiamente, tipicamente de forma simultânea ao início do movimento focal (BENVENUTI et al., 1997; DE WOLF, SLIJPER e LATASH, 1998; NOUGIER et al., 1999; SLIJPER, LATASH e MORDKOFF, 2002). Respostas de tempo de reação muito curtas podem, até mesmo, não permitir que os APA sejam gerados no intervalo de tempo típico com respeito ao movimento focal (MASSION, 1992). Além

disso, a ativação dos músculos ocorre quase que simultaneamente e não em uma ordem seqüencial, como pode ser observado em um gesto iniciado espontaneamente (NOUGIER et al., 1999). Quando, porém, a tarefa de tempo de reação engloba mais de uma possibilidade de resposta (tempo de reação de escolha), fazendo com que o movimento inicie-se mais tarde, os APA ocorrem mais precocemente, de forma semelhante a um gesto espontâneo (SLIJPER, LATASH, MORDKOFF, 2002). Esses achados indicam que o sistema nervoso central pode variar o *timing* dos comandos postural e focal para lidar com as diferenças relacionadas à instrução da tarefa (BENVENUTI et al., 1997).

Diante das diversas influências que as características do movimento exercem sobre os ajustes posturais antecipatórios, uma importante questão pode ser levantada: como a postura e o movimento são, então, coordenados? Há um controle único que simultaneamente lida com as duas metas, ou dois controles paralelos, um focando postura e o outro movimento (MASSION, 1998)? Quando se observa que o sistema nervoso central, em algumas situações, é aparentemente incapaz de decompor os parâmetros dos APA daqueles da ação focal, a hipótese do processo de controle único é reforçada. Quando porém, percebe-se a ausência de um padrão temporal invariante de recrutamento muscular dos APA em relação ao movimento essa hipótese é enfraquecida. Em geral, os resultados dos estudos suportam a hipótese de processo duplo na geração dos APA, porém, também confirmam a existência de uma ligação próxima entre as características dos APA e os parâmetros da ação (SLIJPER, LATASH e MORDKOFF, 2002). Essa questão ainda está longe de ser respondida e estudos desenvolvimentais podem auxiliar em seu esclarecimento (MASSION, 1998).

A investigação do desenvolvimento dos APA ao longo da infância consiste em um outro foco no estudo do controle postural e tem auxiliado a entender como as estratégias de *feedforward* surgem e são utilizadas pelas crianças. Para saber com que idade os ajustes posturais antecipatórios já são possíveis de serem observados, Riach e Hayes (1990) avaliaram trinta e duas crianças de 4 a 14 anos. A tarefa consistia em, na posição em pé com os pés descalços e afastados, mover o braço rapidamente após estímulo visual (levar o braço para frente, ou para trás, de acordo com o acionamento de uma luz verde, ou vermelha). Pela dificuldade de execução, cinco crianças de 4-6 anos realizaram tarefas de tempo de reação simples (apenas uma possibilidade de resposta após um estímulo). Os resultados indicaram que os APA estiveram presentes nas crianças mais novas (4 anos e 2 meses), através de um deslocamento do centro de pressão nos sentidos ântero-posterior e médio-lateral que iniciou antes do início do movimento de membro superior. Entretanto, a resposta apresentada nessa idade mostrou-se menos consistente quanto à organização temporal e também maior em amplitude. Com o avanço da idade, as respostas tornaram-se mais organizadas e menos variáveis. Estes resultados demonstram que há uma dominância idade-dependente dos APA e permitem inferir que crianças mais novas são menos capazes de antecipar as perturbações posturais causadas por seus movimentos e/ou são menos capazes de coordenar os ajustes posturais com a execução do movimento.

Em função do estudo publicado por Riach e Hayes (1990), os APA já eram conhecidos aos 4 anos de idade. Porém, Hay e Rendon (1999) estudaram vinte e oito crianças de 3 a 10 anos. A tarefa consistia em, na posição em pé, com um pé em frente ao outro, olhos fechados e cotovelo fletido, soltar uma carga sustentada



entre as mãos, nas condições espontânea e derrubada pelo experimentador súbita e inesperadamente. Os resultados indicaram que, em todas as faixas etárias estudadas, as perturbações posturais geradas pelo próprio movimento da criança foram menos pronunciadas que as perturbações geradas externamente, já que na primeira situação, os APA estiveram presentes minimizando os efeitos de desestabilização. Porém, o fato de eventos fisicamente idênticos terem gerado respostas posturais diferentes em cada faixa etária, dependendo se são iniciadas espontaneamente, ou externamente, atesta que o efeito da idade sobre os APA não reflete apenas fatores biomecânicos. Os resultados também sugerem que o controle postural antecipatório é possível antes dos 4 anos.

Dois anos mais tarde, Hay e Rendon (2001) avaliaram vinte e sete crianças subdivididas em grupos de 3-5, 6-8 e 9-10 anos, além de um grupo de adultos, em uma tarefa na qual deveriam permanecer com os pés levemente afastados, erguer os braços juntos e manter a posição por alguns segundos, sendo a tarefa executada com mãos livres e com carga de 5% da massa corporal. As principais mudanças qualitativas dos ajustes posturais antecipatórios ocorreram entre os grupos de 3-5 e 6-8 anos de idade. As crianças mais novas apresentaram um deslocamento inicial para frente do centro de pressão, seguido de um deslocamento para trás, enquanto as crianças mais velhas apresentaram um deslocamento apenas posterior e progressivamente menor e menos variável. Nos adultos, nenhuma atividade postural preparatória significativa foi observada, indicando que, com o avanço da idade, o controle postural passou de uma função de suporte baseada, principalmente, em ajustes antecipatórios, a uma função compensatória, baseada na estratégia de *feedback* (HAY e RENDON, 2001).

Atualmente, sabe-se que os APA surgem antes do que se imaginava inicialmente. Um estudo realizado por Van der Fits e Hadders-Algra (1998), por exemplo, encontrou que durante o alcançar de membro superior em bebês, a ativação dos músculos de pescoço e de tronco foi observada, simultaneamente, à ativação do motor primário aos 4-5 meses de idade. Apesar do interesse em descrever o surgimento dos APA, a idade mais precoce em que o controle de *feedforward* se desenvolve, não parece ser a questão mais relevante, já que sua aquisição, provavelmente segue a aprendizagem de cada habilidade motora por ele acompanhada, impedindo que uma idade referência seja definida (HAY e RENDON, 1999).

O que os estudos sobre os APA em crianças têm permitido observar é que o controle postural antecipatório parece não aumentar ou diminuir de forma proporcional ao aumento da idade, apresentando contribuição variável (HAY e RENDON, 1999), apesar de parecer seguir uma certa seqüência desenvolvimental, primeiramente com a seleção de um padrão de ativação eletromiográfica eficiente, seguido, posteriormente, do controle do *timing* dos ajustes (SCHMITZ e ASSAIANTE, 2002; SCHMITZ, MARTIN e ASSAIANTE, 2002). Apesar de a relação entre a informação sensorial e a ação motora mostrar-se mais fraca que nos adultos, as crianças tornam-se progressivamente mais rápidas, consistentes e sinergicamente organizadas em suas respostas posturais antecipatórias e compensatórias, sob influência de vários fatores desenvolvimentais, como a maior capacidade de processar a informação rapidamente, integrar as informações sensoriais de diferentes fontes, e de coordenar os vários componentes e parâmetros contextuais envolvidos no comportamento motor (HAY e RENDON, 2001).

Do ponto de vista desenvolvimental, é sabido que tanto os componentes de *feedback* como de *feedforward* do controle postural melhoram gradualmente, porém o processo de realimentação surge e é controlado mais tardiamente. Já que os ajustes de *feedforward* são adquiridos pela transformação das correções posturais baseadas no *feedback* em ações posturais antecipatórias, através do desenvolvimento da capacidade de representar internamente a perturbação que está por vir, a prioridade desenvolvimental ao controle de *feedback* não surpreende (HAY e RENDON, 1999). Como as conseqüências de um comando motor mudam com o crescimento e dependem do objeto com o qual a criança interage, a representação interna não pode ser inata, mas precisa de tempo para ser gerada e amadurecida (FORSSBERG et al., 1991 apud SCHMITZ et al., 2003). Em tarefas de erguer ou alcançar, por exemplo, o *timing* dos ajustes antecipatórios parece ser o último a alcançar os padrões do adulto (SCHMITZ, MARTIN e ASSAIANTE, 2002).

Com uma menor capacidade de antecipar as perturbações à postura e coordenar os ajustes posturais com o movimento em si, as crianças ficam mais instáveis, principalmente as pequenas. Esta imaturidade dos APA é considerada como importante fonte de instabilidade e acaba por justificar erros de execução em movimentos, já que postura e a ação voluntária mostram íntima relação e influência mútua (HAAS, 1989 apud HAY e RENDON, 1999; OUT et al., 1998). Segundo Horak et al. (1984) a performance de um movimento habilidoso é o resultado de duas fases de ação interrelacionadas: a fase do posicionamento postural e a fase da execução do movimento propriamente dito. Caso o posicionamento postural não seja estabelecido de maneira a providenciar uma base estável ao movimento, qualquer padrão de ação subsequente pode ser prejudicado.

Por este motivo, o controle postural, e mais especificamente, os ajustes posturais antecipatórios podem ser possíveis fatores de contribuição à desordens motoras e dificuldades de execução de movimentos. Neste próximo item, o controle postural na criança com DCD será abordado a fim de explorar melhor esta questão.

### **3.2 Controle Postural em Crianças com DCD**

Crianças portadoras de Desordem Coordenativa Desenvolvidora possuem características comportamentais bastante heterogêneas. Algumas podem apresentar déficits gerais nas diferentes habilidades motoras e outras, apenas déficits bem específicos (HOARE, 1994). As alterações relacionadas ao equilíbrio são consideradas como dificuldades típicas apresentadas por esse grupo de crianças. (WRIGHT e SUGDEN, 1996; HOARE, 1994; DEWEY e KAPLAN, 1994).

Os estudos sobre o controle postural em crianças com DCD, em geral, analisam as respostas neuromusculares durante o controle da postura estática e diante da perturbação da superfície de suporte, focalizando suas análises nos ajustes posturais compensatórios.

Williams, Fischer e Tritschler (1983), estudaram 20 crianças de 4, 6 e 8 anos de idade, sendo que, 14 delas possuíam desenvolvimento considerado normal e 6 foram classificadas como tendo desenvolvimento lento com base em testes de equilíbrio e coordenação motora ampla. O sinal eletromiográfico dos músculos de tronco, membros superiores e inferiores foi analisado em 7 diferentes posturas estáticas: pivô em pronação, em decúbito ventral sobre os cotovelos, em quatro

apoios, ajoelhado, semi-ajoelhado (sobre um joelho), postura ereta e apoio unipodal. Constataram que, com a progressão da idade, a criança de desenvolvimento típico apresentou uma diminuição na amplitude da atividade eletromiográfica, revelando um refinamento no controle dos grupos musculares amplos. As crianças com desordem motora apresentaram uma amplitude de ativação neuromuscular maior em todas as situações, não apresentando redução com o aumento da idade. Além disso, a diferença no comportamento eletromiográfico entre os grupos foi mais evidente aos 8 anos de idade.

Posteriormente, para investigar a duração da atividade muscular envolvida na manutenção da postura ereta estática e durante movimento de membro superior, Williams, Mc Cleanaghan e Ward (1985) selecionaram 33 crianças com idades de 4, 6, 8 e 10 anos, com e sem DCD. Elas foram solicitadas a manter e posteriormente abduzir uma carga de 5% do peso corporal e tiveram a atividade dos músculos da perna e tronco monitorados por eletromiografia. Como resultado, os autores encontraram que, na postura estática, as crianças com DCD tiveram os músculos do tronco mais ativos do que os da perna. Em contrapartida, as crianças normais apresentaram maior distribuição da atividade eletromiográfica entre os músculos da perna e tronco. Durante a realização do movimento, ambos os grupos aumentaram a duração da atividade do tronco para o controle da postura. O comportamento dos músculos gastrocnêmio e tibial anterior, entretanto, foi “paralelo” nas crianças normais, ou seja, ambos cresceram, ou decresceram juntos, e inverso nas crianças com DCD. Isso sugere que a co-contração foi o modo de controle predominante no grupo normal e a inervação recíproca no grupo com DCD.

Utilizando-se de uma abordagem distinta, Jung-Potter et al. (2002) examinaram a hipótese de que a relação sensório-motora é o fator predominante nas dificuldades de performance das crianças com DCD. Investigaram 5 crianças normais (grupo controle) e 5 crianças com desordem de coordenação, na faixa etária de 6-8 anos. As crianças foram orientadas a permanecerem com os olhos fechados em uma posição de semi-passo (com um pé a frente do outro), enquanto tocavam em uma superfície oscilatória com o dedo indicador direito. A oscilação da superfície ocorria no sentido médio-lateral em frequências randomizadas. Um sistema de alarme era acionado se a força aplicada sobre o dedo excedesse o valor de 1N. Medidas da oscilação do centro de massa e da cabeça nas três direções (ântero-posterior, médio-lateral e vertical) foram obtidas. Diante dessa situação, as crianças pertencentes aos dois grupos responderam, em geral, de forma semelhante. 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 da oscilação corporal. Segundo os autores, já que o teste foi executado com os olhos fechados, pode ser que as crianças com DCD possuam dificuldade de reorganizar a informação sensorial proveniente de várias fontes, quando uma ou mais das aferências está alterada.

Reint H. Geuze (2003), através de três experimentos distintos, investigou o equilíbrio estático de 48 crianças (24 com DCD e problemas de equilíbrio e 24 do grupo controle), com idade média de 9 anos de idade e de crianças com desenvolvimento motor considerado típico, de idades entre 6-12 anos. No primeiro estudo, a oscilação do centro de pressão (CP) foi investigada por um período de 20s nas condições de apoio bipodal com e sem visão e de apoio unipodal com e sem

visão. As crianças com DCD apresentaram maior amplitude de oscilação do CP nas duas direções em todas as condições de teste. Essa maior amplitude, segundo o autor, revela um controle mais ativo e menos eficiente da postura, especialmente na direção medio-lateral diante do apoio unipodal sem visão.

No segundo experimento, o registro da atividade eletromiográfica dos músculos tibial anterior, fibular longo, reto da coxa e semitendinoso foi obtido durante a apoio unipodal sobre a perna não dominante com auxílio da visão. Os resultados revelaram uma ativação dos músculos ao redor do tornozelo 10-20% maior nas crianças com DCD e com problemas de equilíbrio em comparação as do grupo controle e também um maior nível de co-contração muscular. Na análise individual, dois terços das crianças com DCD demonstraram valores de amplitude de ativação muscular dentro do esperado, enquanto um terço das mesmas apresentou valores de amplitude significativamente maiores.

No terceiro experimento, 13 crianças com DCD e 13 do grupo controle sofreram uma perturbação do equilíbrio súbita através do toque, pelas costas, de uma bola presa a um pêndulo, enquanto permaneciam em pé sobre dois apoios. O registro da ativação eletromiográfica dos músculos tibial anterior, gastrocnêmio, sóleo, semitendinoso e reto da coxa foi obtido juntamente com a trajetória do CP. Através da análise dos resultados, pôde-se observar que a latência da atividade muscular para a recuperação do equilíbrio não diferiu significativamente entre os grupos, com exceção do músculo semitendinoso, que foi ativado antes no grupo com DCD. A duração da atividade muscular foi 100ms maior no grupo com DCD, havendo redução nos valores dessa variável na comparação entre a primeira e a

última tentativa de análise, em ambos os grupos. Esse efeito de aprendizagem, porém, foi maior no grupo com DCD na duração das contrações dos músculos sóleo e semitendinoso. Maior duração foi também encontrada no deslocamento da força vertical “z” e do CP (sentido antero-posterior) na 1ª tentativa da criança com DCD, revelando maior tempo de recuperação do equilíbrio.

Reunindo os três experimentos, o autor concluiu que, de uma forma geral, pequenas diferenças foram detectadas entre os grupos. Em algumas medidas, a performance das crianças com DCD assemelha-se a das crianças típicas mais jovens (6-7 anos), o que pode indicar a não automatização do controle de equilíbrio na mesma extensão do que a das crianças sem desordem motora. De uma forma geral, o autor relata que, sob condições normais, o controle do equilíbrio estático parece não ser um problema para a criança com DCD. Elas demonstram aprender a compensar uma perturbação dentro de poucas tentativas e, apenas diante de situações difíceis ou novas, apresentam uma maior oscilação postural como resultado de um controle de equilíbrio não ótimo.

Utilizando a estratégia de movimentação da superfície de suporte, Williams e Woollacott (1997) examinaram as características da resposta neuromuscular no equilíbrio e controle postural de crianças com e sem DCD, com idades de 6-7 e 9-10 anos. Para tal, 26 crianças (13 em cada grupo) foram solicitadas a permanecerem sobre uma plataforma hidráulica com capacidade de executar movimentos horizontais de sentido anterior e posterior, randomicamente distribuídos no protocolo. Os dados de oscilação corporal foram obtidos por meio de um potenciômetro, os de torque por meio de uma plataforma de força, e a resposta



neuromuscular através da eletromiografia de 8 músculos distintos (gastrocnêmio, tibial anterior, quadríceps, isquiotibiais, abdominais, paravertebrais, flexores e extensores do pescoço). Nos resultados, não houve diferença na resposta de latência entre os grupos nos dois sentidos de deslocamento, sugerindo que a velocidade de controle foi similar nas crianças com e sem DCD. Com relação à variabilidade da latência, as crianças com DCD tiveram resposta mais variada que as do grupo controle, sendo essa variabilidade maior nos músculos da superfície extensora, principalmente nos isquiotibiais. Em função da variabilidade não diminuir com o aumento da idade, os autores afirmaram que o problema de controle postural dessas crianças pode ser resultado de um outro fator que não, simplesmente, um atraso no seu desenvolvimento. Além disso, um sentido inverso de ativação neuromuscular (proximal-distal) foi observado em 28% das tentativas da tarefa postural nas crianças mais velhas e em 17% das tentativas nas mais novas, demonstrando um controle considerado menos eficiente.

Características de força e *timing* foram abordadas no estudo de Williams e Castro (1997), os quais analisaram a amplitude, duração e seqüência da atividade neuromuscular eletromiográfica de músculos proximais e distais do membro inferior em crianças normais e com DCD. Participaram do estudo 28 crianças de 6 a 9 anos de idade, submetidas a um protocolo onde a informação visual e vestibular foi modificada juntamente com a movimentação de uma plataforma, em três situações distintas: com olhos abertos, com olhos fechados e com a cabeça posicionada em extensão. 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 pareceram ser mais dependentes da informação visual e alteraram as características temporais da resposta neuromuscular (duração e seqüenciamento), e não a amplitude de ativação. 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 dessa aferência proprioceptiva.

Usando uma sala móvel para analisar o efeito do fluxo óptico (projeção da imagem na retina) no controle postural de crianças com desordens de coordenação, Wann et al. (1998) movimentaram uma sala, em amplitudes de 40, 80 e 120% do tamanho do pé do indivíduo. Participaram do estudo 6 adultos, 6 crianças pequenas de 3-4 anos, 6 crianças com DCD de 10-12 anos e um grupo controle com 6 crianças normais também de 10-12 anos. Foram efetuadas medidas com a sala parada, na ausência de visão e com a sala em movimento nas diferentes amplitudes. Com exceção dos adultos, todos os grupos de idades apresentaram uma maior oscilação quando os olhos estavam abertos. As crianças com desordem de coordenação tiveram uma maior oscilação do que o grupo controle e do que as crianças mais jovens na situação com olhos fechados. Além disso, apresentaram

atrasos em relação às crianças normais de idade relacionada ao integrar a informação visual e não-visual, demonstrando uma confiança maior na visão, de forma similar às crianças de 3-4 anos.

Na criança com DCD, os ajustes posturais antecipatórios só foram descritos recentemente por Johnston et al. (2002). Sob a hipótese de que o pobre controle postural poderia contribuir para as dificuldades de coordenação de membro superior apresentadas por essas crianças, a atividade dos músculos do tronco (oblíquo interno, oblíquo externo, reto abdominal e eretor da espinha) e do membro superior (deltóide anterior, serrátil anterior, trapézio superior e inferior e grande dorsal) foi monitorada por eletromiografia durante um movimento rápido de braço dirigido a um alvo. Os resultados indicaram que as crianças com DCD apresentam uma ativação muscular atrasada em comparação à criança de desenvolvimento típico em todos os músculos do tronco. A atividade postural antecipatória esteve ausente em 3 dos 4 músculos anteriores do tronco avaliados (oblíquo interno de um dos lados, oblíquo externo e reto abdominal). O grupo com DCD foi também mais variável na latência de todos os músculos. As diferenças deram suporte a premissa de que, na criança com DCD, a alterada atividade dos músculos posturais pode contribuir para uma pobre estabilidade proximal e, por conseguinte, para um pobre controle do movimento de braço quando dirigido a um alvo específico.

Os estudos envolvendo ajustes posturais reativos ou compensatórios revisados permitem a constatação de que, de uma forma geral, a criança com DCD difere da criança de desenvolvimento típico ao manter níveis mais altos de atividade neuromuscular para o controle da postura (WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILLIAMS

FISCHER e TRITSCHLER, 1983), maior oscilação corporal para manutenção do equilíbrio (JUNG-POTTER et al., 2002; GEUZE, 2003; WANN, MON WILLIAMS e RUSHTON, 1998) e ao utilizar, por algumas vezes, uma estratégia seqüencial menos eficiente (proximal-distal) na recuperação do equilíbrio após a perturbação (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Os estudos parecem demonstrar que as crianças possuem maior dificuldade de integrar informações sensoriais de origens distintas e utilizá-las no controle da postura, ou de adaptar-se diante de estímulos sensoriais conflitantes (JUNG-POTTER et al., 2002; WANN, MON WILLIAMS e RUSHTON, 1998).

Com relação aos ajustes posturais antecipatórios, existem alguns indícios de que a atividade dos músculos posturais antes do início de um movimento possa contribuir para a realização de gestos descoordenados por parte das crianças com DCD (JOHNSTON et al., 2002). Segundo Steele (apud Johnston et al., 2002), a informação sobre a função dos músculos posturais na criança com DCD ainda é limitada, sugerindo a necessidade de maiores investigações sobre o tema. Nesse sentido, esta pesquisa aborda o estudo dos ajustes posturais antecipatórios através da análise do CP em crianças com e sem DCD de diferentes idades, na expectativa de melhor compreender tais déficits nas crianças com a desordem.

### **3.3 Parâmetros Temporais de Movimento**

Para avaliar a execução de um movimento voluntário e as operações cognitivas envolvidas em seu planejamento, algumas medidas podem ser utilizadas. Um exemplo consiste no tempo de reação (TR), que é definido como o intervalo de

tempo entre a apresentação súbita de um estímulo não-antecipado e o início da resposta ao mesmo (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). Ele permite avaliar a velocidade do processamento da informação e fornece entendimento sobre o tempo despendido com os estágios de identificação do estímulo, seleção da resposta, programação motora e iniciação da resposta (SCHMIDT e LEE, 1999; PIEK e SKINNER, 1999).

Quando um único estímulo está relacionado a uma única resposta, tem-se o denominado tempo de reação simples (TRS). Nesse caso, valores mais altos são freqüentemente relacionados a um déficit na programação motora e/ou na iniciação da resposta, já que não é preciso selecionar a ação a ser desempenhada (PIEK e SKINNER, 1999). No caso de existir a possibilidade de diferentes respostas frente ao estímulo, ou estímulos dados, tem-se o tempo de reação de escolha (TRE). O intervalo envolvido nessa última situação tende a ser maior, já que envolve uma maior complexidade na escolha sobre como responder. A prática da tarefa também pode alterar o tempo de reação, pois uma resposta mais veloz e eficaz pode ser obtida com o treino (SCHIMDT e WRISBERG, 2001).

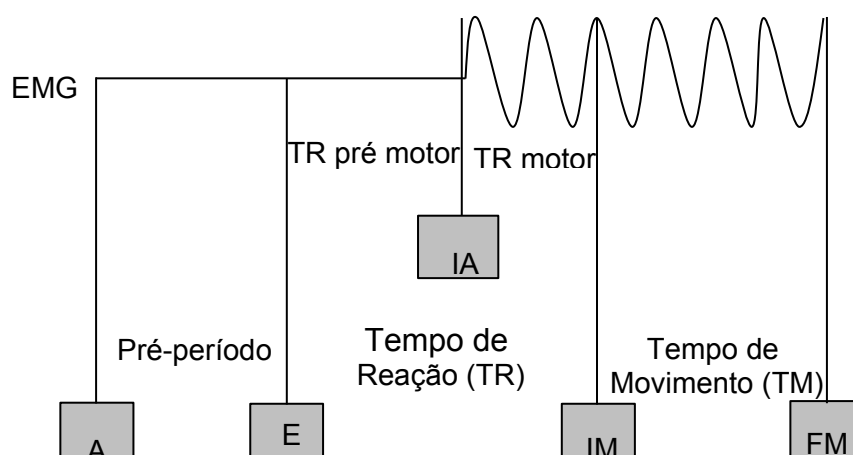
O tipo de estímulo oferecido também exerce influência sobre a resposta de tempo de reação. Quarenta e cinco crianças de 7, 9 e 11 anos foram avaliadas em uma tarefa que consistia em pressionar um botão aguardando o momento do disparo do estímulo e assim que esse fosse fornecido, a criança deveria soltá-lo o mais rápido possível. O estímulo foi oferecido de duas maneiras: ou pelo ascender de uma luz (estímulo visual), ou pelo soar de um bipe (estímulo auditivo). Os valores

de tempo de reação diante do estímulo auditivo mostraram-se significativamente menores em todas as idades (PETIZ et al., 2004).

Mudanças desenvolvimentais nas medidas de reação após estímulo podem também ser observadas com o avanço da idade (HAYWOOD e GETCHELL, 2004). Souza et al. (2004) avaliaram 60 indivíduos de ambos os sexos subdivididos em 4 grupos etários de quinze indivíduos cada: um grupo de crianças com média de idade de  $7,4 \pm 0,2$  anos; um grupo de crianças mais velhas com média de idade de  $11,5 \pm 0,4$  anos; um grupo de adultos com idade média de  $29,5 \pm 2,3$  anos; e um grupo com idosos de idade média de  $69,1 \pm 3,7$  anos. A tarefa consistia em pressionar um botão vermelho com o dedo indicador da mão dominante assim que o sinal de alerta (luz vermelha piscando) fosse oferecido; e, em seguida, retirar o dedo do botão vermelho, o mais rápido possível, assim que a luz ascendesse novamente. Os resultados permitiram a constatação de que as medidas de TR não diferiram entre as crianças mais novas e os idosos e, ambos os grupos, apresentaram diferenças significativas quando comparados aos grupos de idades intermediárias (11 anos e adultos). Concluiu-se que as medidas de TR parecem melhorar até, aproximadamente, 11 anos de idade e não diferem, significativamente, até a fase adulta. No entanto, no período da velhice, em decorrência do processo inerente da perda da capacidade de adaptação estrutural e funcional do organismo, as medidas de TR voltam aos níveis encontrados na infância.

As medidas de tempo de reação podem ser fracionadas em dois componentes (Figura 3.1). Essa divisão torna-se possível com a utilização de um eletromiógrafo, capaz de captar a diferença de potencial gerada por um músculo em contração.

Através desse equipamento, o momento do início da atividade muscular pode ser identificado, permitindo o detalhamento do tempo despendido no processamento da informação. O intervalo de tempo entre o estímulo e o início da ativação muscular eletromiográfica é denominado TR pré-motor e reflete os processos centrais envolvidos no planejamento da resposta. O intervalo de tempo entre o início da ativação muscular eletromiográfica e o movimento propriamente dito é conhecido como TR motor e reflete o processo relacionado ao músculo em si (SCHMIDT e LEE, 1999).



**Figura 3.1:** Esquema representativo do TR e TM (A= aviso; E= estímulo; IA= início da ativação muscular eletromiográfica; IM= início do movimento; FM= final do movimento)

A medida representativa da ação motora consiste no tempo de movimento (TM). Representa o tempo despendido na execução de um movimento, através do intervalo entre o início e o fim do movimento (Figura 3.1). É proporcional ao tipo de atividade que está sendo executada e torna-se especialmente importante em tarefas que envolvem precisão e velocidade de forma associada, podendo revelar informações sobre a estratégia utilizada pelo indivíduo para otimizar seu sucesso (ROSE, 1997).

A investigação do TR e TM em crianças com DCD tem sido foco de estudo de alguns pesquisadores preocupados em identificar falhas no processamento da informação sensorial que justifiquem seus prejuízos motores. Atrasos nessas medidas têm sido encontrados e refletem reais dificuldades de desempenho apresentadas por essas crianças.

### **3.4 Parâmetros Temporais de Movimento em Crianças com DCD**

Um dos primeiros estudos a investigar os parâmetros temporais e a organização do movimento de crianças com desordem motora foi desenvolvido por Schellekens, Scholten e Kalverboer em (1983). Oito crianças com desordem motora e 8 crianças do grupo controle foram analisadas em uma tarefa onde deveriam pressionar botões de acordo com diferentes seqüências em pares, guiadas por estímulos luminosos. As crianças com desordem motora apresentaram um maior intervalo entre o acionamento de dois botões consecutivos e maior variação desse intervalo. A análise do movimento, feita através de emissão infravermelha em pontos-chaves do membro superior (dedo, punho, cotovelo e ombro), permitiu a observação de que as crianças com desordem motora apresentaram maior número de movimentos dos segmentos no desempenho da tarefa, achados que, em conjunto, indicam uma falha na organização da ação. Apesar das crianças incluídas nesse estudo poderem ser classificadas como portadoras de desordem motora, é importante salientar que possuíam sinais de disfunção neurológica mínima.

Com o intuito de tentar identificar em qual estágio do processamento da informação encontrava-se o déficit das crianças com DCD, Smyth e Glencross



(1986) investigaram o TR diante da manipulação das etapas de identificação do estímulo e seleção da resposta. Utilizaram duas modalidades sensoriais de estímulo: visual (sinal luminoso) e cinestésica (queda súbita do antebraço), para saber se as dificuldades das crianças estavam relacionadas especificamente a uma dessas modalidades. A tarefa envolvia quatro situações distintas: um estímulo e uma resposta, dois estímulos e uma resposta, um estímulo e duas respostas, e dois estímulos e duas respostas. Participaram do estudo 16 crianças subdivididas nos grupos DCD e controle, com idades de 5 a 7 anos. Os resultados demonstraram que, diante do estímulo proprioceptivo, o TR médio no grupo com DCD foi 111 ms maior do que o do controle, sugerindo que a criança com DCD processa a informação proprioceptiva mais lentamente que a criança de desenvolvimento típico. Na modalidade de estímulo visual, não houve diferença significativa no TR entre os grupos. Tanto na condição proprioceptiva como na visual, o aumento do número de estímulos e respostas possíveis não alterou significativamente o tempo de reação. Dessa forma, os autores concluíram que o déficit da criança com DCD pode estar relacionado, especificamente, ao processamento da informação proprioceptiva e que a mesma, provavelmente, não possui dificuldades no processo de seleção da resposta.

Testando as modalidades sensoriais de estímulo visual e cinestésica, Smyth (1991) investigou a habilidade da criança com DCD em programar e executar movimentos simples e complexos e a utilização do *feedback* por ambas as modalidades. Os resultados mostraram um maior TM para as respostas complexas e maior TR, tanto para as complexas, quanto para as respostas simples na criança com DCD, sugerindo que a desordem está associada a um déficit na programação

da resposta. Além disso, os achados sobre a modalidade sensorial não diferiram entre si, indicando que o déficit perceptivo na criança com DCD não se refere a um tipo específico de informação sensorial, o que contraria as conclusões do estudo de Smyth e Glencross (1986).

Em função dos achados conflitantes, uma nova investigação foi realizada com medidas de TR e TM em tarefas diferentes. A criança deveria reagir diante de um estímulo cinestésico simples, ou discriminar entre dois estímulos cinestésicos possíveis (um movimento súbito do braço direito ou do braço esquerdo). Novamente, um atraso no início da resposta na atividade desencadeada pela modalidade de estímulo cinestésico foi constatada no grupo com DCD, sendo esse atraso maior nas condições que requeriam a discriminação do estímulo. Isto permitiu a conclusão de que a desordem pode realmente estar relacionada especificamente à cinestesia (SMYTH, 1994).

Em um novo estudo, Smyth (1996) utilizou as mesmas tarefas e sujeitos, introduzindo, porém a compatibilidade/incompatibilidade entre estímulo e resposta para investigar o mecanismo de tradução do estímulo. Vinte e quatro crianças (12 no grupo com DCD e 12 no grupo controle), com média de idade de 8 anos participaram da coleta de dados em quatro situações distintas: um único estímulo e uma única resposta, e dois estímulos possíveis e uma resposta, podendo ser compatíveis ou incompatíveis. Seus resultados indicaram um TR médio maior para as crianças com DCD. Embora ambos os grupos tenham apresentado maiores valores na situação de escolha e de incompatibilidade, não diferiram entre si na comparação entre condições. Esses achados confirmaram os resultados de estudos

prévios de que a DCD está associada a um processamento mais lento da informação cinestésica, porém essa lentidão não parece estar relacionada a uma falha perceptiva ou na tradução da relação estímulo resposta incompatível.

Utilizando-se também a relação de compatibilidade/incompatibilidade para analisar os processos envolvidos no mecanismo de seleção e programação da resposta, Van Dellen e Geuze (1988) investigaram parâmetros temporais do movimento diante de quatro estímulos auditivos diferenciados. Dois deles configuravam-se estímulos compatíveis (som à direita- mover para direita, som à esquerda- mover para esquerda) e dois incompatíveis (som longo- mover chave próxima, som curto- mover chave mais distante). Os resultados mostraram que as crianças do grupo com DCD tiveram maior TR e maior número de erros, especialmente na condição de estímulos incompatíveis. Pôde-se concluir que o processos cognitivos de tradução do estímulo e seleção da resposta contribuem para o movimento lento dessas crianças e não especificamente da modalidade cinestésica.

Geuze e Börger (1994) replicaram o estudo de Van Dellen e Geuze (1988) com o intuito de investigar se os problemas motores e no processo de seleção da resposta encontrados nos participantes desse primeiro estudo estariam presentes 5 anos mais tarde e se representariam um papel importante na dificuldade de coordenação das crianças com desordem motora. Onze crianças com DCD e 13 crianças de desenvolvimento típico executaram uma tarefa de TR de 2 e 4 escolhas. Cinco botões dispostos em linha eram apresentados à criança, sendo o central, o botão de partida e os demais, os botões alvo. Ao estímulo, a criança deveria mover

o dedo indicador de sua mão preferida do botão central para um dos botões alvo, conforme o estímulo recebido. Na condição compatível, um som vindo da direita referia-se aos 2 botões da direita, assim como um som partindo da esquerda, se referia aos botões da esquerda. Na condição incompatível essa relação era invertida. Da mesma forma, um som agudo relacionava-se aos botões mais distantes do botão central e o som mais grave relacionava-se aos mais próximos do botão central. Na tarefa de TR de 4 escolhas, a criança não conhecia nem a direção, nem a distância do alvo e na tarefa de TR de 2 escolhas, uma dessas duas informações era concedida previamente.

Os resultados indicaram que as crianças com DCD foram mais lentas que as do grupo controle em iniciar e executar todas as tarefas. As diferenças no TR e TM entre os grupos, porém, diminuíram com o aumento da idade. Não houve interação estatisticamente significativa entre os fatores grupo e compatibilidade do estímulo, indicando que a dificuldade no processo de seleção da resposta não estava mais presente. Dessa forma, os autores concluíram que o processo específico de seleção da resposta não é um fator essencial do comportamento descoordenado dessas crianças.

Van der Meulen et al. (1991) investigaram a hipótese de que déficits de percepção visual poderiam explicar as dificuldades de coordenação apresentadas pelas crianças com DCD. Compararam o desempenho de crianças de desenvolvimento típico e com desordem em relação aos parâmetros de TR e TM em movimentos rápidos dirigidos a um alvo, com e sem *feedback* visual. Em ambos os grupos houve uma menor variabilidade da execução do movimento na presença do

*feedback* visual. As diferenças no TM entre as crianças com e sem desordem motora aumentaram até atingirem a significância na condição com *feedback*, revelando uma utilização menos eficiente da informação visual por parte da criança com DCD no controle do movimento.

Henderson, Rose e Henderson (1992) investigaram TR, TM e *timing* coincidente em 24 crianças, de 7 a 11 anos de idade, com e sem DCD, selecionadas a partir do “Test of Motor Impairment- TOMI”. Os parâmetros temporais foram investigados em uma tarefa com alvo (mover o dedo indicador de um botão de partida para um botão de chegada, na maior velocidade possível) e uma tarefa de *timing* coincidente (mover o dedo indicador até o botão de chegada de forma coincidente ao movimento do estímulo visual). Os resultados indicaram TR e TM prolongados na tarefa com alvo assim como maior erro absoluto na tarefa de *timing* coincidente nas crianças com dificuldades de coordenação. As crianças com DCD apresentaram um atraso de 41ms na iniciação do movimento e 203 ms na execução quando comparadas as crianças do grupo controle. Uma maior variabilidade dos valores individuais de TR também pôde ser observado nas crianças com DCD.

No estudo de Piek e Skinner (1999), a variável de tempo de reação simples foi investigada em uma tarefa rítmica de dedo (“*tapping*”) que incorporava elementos de mudança de força a medida que a complexidade da tarefa aumentava. Participaram do estudo 30 crianças (15 no grupo com DCD e 15 no grupo controle), com idade média de 10 anos de idade. Foi possível observar um maior tempo de reação nas crianças com DCD, porém sem interação estatisticamente significativa entre os fatores grupo e complexidade da tarefa. Como a tarefa de TR simples não está

diretamente relacionada aos processos de reconhecimento do estímulo e seleção da resposta, caso a criança com DCD apresentasse problemas na pre-programação de sua ação, deveria apresentar um maior TR diante das situações mais complexas de resposta. Como essa diferença não foi encontrada, os autores concluíram que as crianças com DCD devem utilizar efetivamente algum grau de pré-programação.

Utilizando também uma tarefa de TR simples, porém através de um movimento rápido de membro superior dirigido a um alvo, Jonhston et al. (2002) encontraram maiores valores de tempo de reação e movimento em 32 crianças com DCD em comparação às do grupo controle. Porém, ao encontrar, simultaneamente, uma atividade dos músculos posturais do tronco temporalmente desorganizada (atrasos no início da ativação), os autores concluíram que a lentidão relacionada ao movimento pode estar sendo influenciada por um suporte postural inadequado no período que precede a ação.

Em uma abordagem mais recente, o TR foi também utilizado no estudo da habilidade de crianças com DCD em inibir uma resposta incorreta que é instigada através de pistas falsas (MANDICH, BUCKOLZ e POLATAJKO, 2002). Quarenta crianças (20 no grupo experimental e 20 no grupo controle) deveriam pressionar as teclas “i” e “z” de um teclado de computador com o dedo indicador da mão direita e esquerda, respectivamente, de acordo com estímulos compatíveis e incompatíveis (círculos que apareciam no monitor em diferentes posições, sendo que os verdes relacionavam-se à tecla “z” e vermelhos à tecla “i”). Pistas anteriores ao estímulo indicavam a localização potencial do círculo que iria aparecer. Os valores de TR não foram superiores nas crianças com DCD diante da apresentação de pistas falsas,

porém o grupo experimental apresentou um maior número de execuções inadequadas nessa condição. Os resultados indicam que as crianças portadoras da desordem motora apresentam uma disfunção no mecanismo de inibição da resposta manual indesejada, porém esse prejuízo pode ser observado não em função do tempo despendido na inibição, mas sim no insucesso ao fazê-la.

Para o estudo do processamento cognitivo, a variável TM foi abordada no estudo de Maruff et al., (1999), que incluíram a simulação mental de um movimento no intuito de testar a seguinte hipótese: se a DCD está relacionada a um transtorno no controle motor, então os prejuízos na execução da tarefa poderiam ser observados tanto no movimento real como no imaginário; se, porém a DCD está relacionada às representações cognitivas do movimento, os prejuízos seriam detectados apenas nas tentativas de representação mental. Sendo assim, 44 crianças, subdivididas em grupos DCD e controle, com idades entre 9 e 10 anos, participaram do estudo. A tarefa consistia em movimentar (de forma real ou imaginária) o dedo a partir de uma linha vertical até uma caixa alvo desenhadas em uma placa de plástico. Diferentes placas com diferentes distâncias entre os dois elementos foram utilizadas para incrementar a dificuldade da tarefa. Os resultados indicaram um maior TM nas crianças com DCD, tanto na execução real, como na imaginária. No grupo controle, a proporção da duração nas duas condições de teste foi mantida, sendo o TM variável de acordo com a distância entre os elementos. Já no grupo com DCD, o TM foi muito maior na condição de execução mental, sem existir a variação proporcional à complexidade da tarefa. Os autores concluíram que, na criança com desordem, o movimento imaginário não é restringido pelos mesmos

fatores fisiológicos e ambientais do movimento real e que um prejuízo nas redes neurocognitivas de imagens motoras pode ser apontada como uma causa da DCD.

Apesar de alguns resultados divergentes quanto à contribuição dos processos de identificação do estímulo, seleção da resposta (VAN DELLEN e GEUZE, 1988; SMYTH e GLENCROSS, 1986; GEUZE e BÖRGER, 1994) e programação da resposta (SMYTH, 1991; PIEK e SKINNER, 1999), as evidências apontam para uma maior lentidão no processamento da informação sensorial, seja ela de origem visual (VAN der MEULEN et al. 1991) auditiva (VAN DELLEN e GEUZE, 1988), ou cinestésica (SMYTH e GLENCROSS, 1986; SMYTH, 1994, 1996). Entretanto, ainda precisa ser determinado se os mecanismos de controle motor (ou de resposta) são exclusivamente afetados na DCD ou se a desordem está associada a anormalidades no processamento perceptivo ou cognitivo (WILSON e MCKENZIE, 1998). De uma forma geral, percebe-se que as variáveis TR e TM podem contribuir no estudo de diferentes aspectos relacionados ao processamento sensorial e cognitivo envolvidos em um movimento. Apesar disso, não necessariamente informam sobre o sucesso da ação em relação a meta para o qual foi executada, a medida que, mesmo diante de reações ou execuções mais lentas e temporalmente desorganizadas, o movimento pode cumprir com o propósito para o qual foi desempenhado.

Com base na revisão de literatura apresentada até aqui, algumas considerações merecem ser feitas. Sabe-se que os ajustes posturais antecipatórios desempenham um papel fundamental na execução de movimentos habilidosos. Sua ação minimiza os efeitos desestabilizadores que o próprio movimento gera sobre a



postura e assim garante uma base estável sobre a qual o movimento pode ser realizado (ROWEL e SHEPHERD, 1996; HAY e RENDON, 1999; OUT et al., 1998; HORAK et al. 1984). A criança com DCD possui prejuízos na coordenação e controle de suas ações e apresenta dificuldades substanciais na performance de movimentos habilidosos (VISSER, 2003). Dentre suas dificuldades, estão as referentes ao controle postural e estudos mostram mais altos níveis de atividade muscular para manutenção do equilíbrio (WILLIAMS, FISCHER e TRITSCHELER, 1983; GEUZE, 2003; WILLIAMS e CASTRO, 1997), maior oscilação corporal (GEUZE, 2003; JUNG-POTTER et al., 2002; WANN, MON WILLIAMS e RUSHTON, 1998), maior variabilidade nas respostas posturais (JUNG-POTTER et al., 2002; WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997; JOHNSTON et al., 2002), maiores índices de co-contracção (WILLIAMS, MC CLEANAGHAN e WARD, 1985; GEUZE, 2003), maior dificuldade em integrar as informações sensoriais para a postura (JUNG-POTTER et al., 2002; WANN et al., 1998; WILLIAMS e CASTRO, 1997), demonstrando que o controle postural também encontra-se prejudicado. Estes estudos, porém, baseiam sua investigação nos ajustes posturais compensatórios, que agem no retorno à estabilidade após uma perturbação sofrida. Além disso, utilizam metodologias bastante distintas, o que dificulta a integração dos seus achados e limita as conclusões a serem obtidas. Pouco ainda se sabe sobre o controle postural antecipatório nas crianças com DCD, apesar de alguns autores já terem relatado que as estratégias de *feedforward* são problemáticas nessas crianças (WILSON e MCKENZIE, 1998; JOHNSTON et al., 2002). Paralelamente, os estudos sobre os parâmetros temporais de movimento têm demonstrado que as crianças com DCD são mais lentas ao iniciar seus movimentos (SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER, 1983; SMYTH e GLENCROSS, 1986; SMYTH, 1991, 1994, 1996;

PIEK e SKINNER, 1999) e também mais lentas para completá-los (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; GEUZE e BÖRGER, 1994; SMYTH, 1991). Essa lentidão revela um maior tempo despendido no planejamento de como reagir e também a escolha de estratégias não ótimas de movimento, já que a meta é, muitas vezes, atingida, mas um maior tempo é necessário para a sua execução. Dessa forma, será que o controle postural antecipatório na criança com DCD contribui para suas dificuldades de performance? O maior tempo de reação e movimento geralmente encontrados podem estar relacionados a um suporte postural antecipatório que não garante a base estável necessária ao movimento? E como essa relação se estabelece com o avanço da idade, sob influência do desenvolvimento? Esses questionamentos norteiam o presente estudo e servem como base aos procedimentos adotados e às discussões realizadas.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterização da Pesquisa**

O presente estudo caracteriza-se como um quase experimento do tipo *ex post facto*, descritivo e comparativo, já que os grupos (com e sem DCD das diferentes idades) foram comparados entre si quanto as suas respostas posturais antecipatórias e parâmetros temporais de movimento. Consiste também em um estudo desenvolvimental de corte transversal, pois as mudanças observadas com o avanço da idade foram descritas em ambos os grupos.

### **4.2 Seleção dos Participantes**

A amostra, do tipo não probabilística intencional, constituiu-se de 86 crianças com idades entre 7 e 12 anos, de ambos os sexos, estudantes de escolas da rede municipal e estadual do ensino fundamental de Porto Alegre- RS. A escolha dessa faixa etária baseou-se, principalmente, no DSM IV (1994), no qual constata-se uma prevalência da DCD em crianças com idades entre 5 e 11 anos.

Os participantes foram divididos nos grupos “DCD” e “controle” de acordo com a condição motora, e subdivididos nas faixas etárias de 7-8 anos, 9-10 anos e 11-12 anos. A organização das faixas etárias teve como referência o teste de proficiência motora utilizado na seleção da amostra, que tem suas tarefas distribuídas em 4 grupos de idades: (1) 4-6 anos, (2) 7-8 anos, (3) 9-10 anos e (4) 11-12 anos.

O processo de recrutamento dos participantes consistiu de uma triagem com 398 crianças (Anexo A), avaliadas quanto ao desempenho motor através do teste *Movement ABC* (HENDERSON e SUGDEN, 1992). Esse teste é considerado como padrão ouro no diagnóstico da Desordem Coordenativa Desenvolvimental (GEUZE et al., 2001) e avalia os itens destreza manual, habilidades com bola e equilíbrio, de acordo com as tarefas descritas em anexo (Anexo B).

Além das idades (7 a 12 anos), foram utilizados como critérios de inclusão no grupo com DCD: (1) a informação de professores e/ou pais sobre nenhum registro de problemas neurológicos, até então, na história de vida da criança; (2) um percentil abaixo de 5% no teste de proficiência motora *Movement ABC* (apesar do percentil 15% já ser suficiente na indicação da desordem, o ponto de corte de 5% é recomendado por ser considerado mais conservador (GEUZE et al., 2001)); (3) a não observância da presença de sinais neurológicos leves típicos, tais como coréia, atetose, sincinesia, disdiadococinesia, tremor intencional e dismetria (TOWEN, 1982), no decorrer do teste de proficiência motora, feita por um profissional de Fisioterapia. Como critério de exclusão foram consideradas as dificuldades de coordenação originadas de uma condição médica conhecida e observável, tais como paralisia cerebral, hemiplegia ou distrofia muscular.

Estudos têm demonstrado que existe uma sobreposição entre a DCD e déficits de atenção, dificuldades de leitura e desordem de hiperatividade (KAPLAN et al. 1998; DEWEY et al. 2002). Neste estudo, admite-se a possibilidade de que as crianças selecionadas para o grupo DCD, apresentem, concomitantemente, algum desses prejuízos associados.

As crianças do grupo controle foram selecionadas a partir dos seguintes critérios: (1) idade com, aproximadamente,  $\pm 6$  meses de diferença das crianças selecionadas para o grupo com DCD; (2) a informação dos professores e pais sobre nenhum registro de problemas neurológicos, até então, na história de vida da criança; (3) um percentil acima de 30% no teste *Movement ABC* (HENDERSON e SUGDEN, 1992).

Quando, a partir da triagem, mais de 15 crianças preencheram os critérios de inclusão nos grupos DCD e controle de cada faixa etária, priorizou-se a participação daquelas com os escores mais altos nas tarefas de equilíbrio, com intuito de que o grupo DCD fosse composto de crianças que, dentre suas dificuldades motoras, apresentassem dificuldades de equilíbrio, já que esse item, dos três abordados pelo teste, é o que apresenta maior relação com o controle postural.

Sob o aspecto ético, o presente estudo segue as disposições da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido respeitada, a todo o momento e por qualquer motivo, a recusa da criança em participar da pesquisa, reconhecendo, assim, sua dignidade independente da idade, do grau de capacidade e de autonomia. O consentimento do responsável legal da criança foi obtido

individualmente para cada participante (Anexo C) e salienta-se também que o presente estudo teve sua realização aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Anexo D).

O número de participantes, idade, sexo e medidas de largura e comprimento dos pés em cada grupo estão descritos na Tabela 4.1. Os grupos mostraram-se homogêneos na maioria de suas características, com exceção do comprimento dos pés na faixa etária de 7 a 8 anos, e na idade dos grupos da faixa etária de 11 a 12 anos.

TABELA 4.1  
Caracterização dos sujeitos

Grupos	n	Idade	Sexo		Largura ( $\Sigma$ )	Comprimento (M)
		M (DP)	Mas	Fem	M (DP)	Média (DP)
<b>DCD 7-8</b>	11	7,7 (0,7)	5	6	15,5 (1,3)	19,3 (1,8)
<b>C 7-8</b>	14	7,6 (0,6)	7	7	16,2 (0,8)	20,9 (1,2)
<b>DCD 9-10</b>	17	9,6 (0,6)	8	9	18,5 (1,6)	23,0 (2,1)
<b>C 9-10</b>	14	9,8 (0,5)	8	6	18,9 (1,2)	23,8 (1,5)
<b>DCD 11-</b>	16	11,4 (0,5)	8	8	19,0 (2,0)	25,0 (1,0)
<b>C 11-12</b>	14	11,9 (0,5)	8	6	19,2 (1,6)	24,7 (1,9)

[Medidas de largura e comprimento dos pés; C= controle; M = média]

Os resultados obtidos pelos grupos na avaliação motora do *Movement ABC* foram comparados através do teste estatístico não paramétrico de *Mann-Whitney*. Conforme pode ser visualizado na Tabela 4.2, o grupo DCD apresentou percentil significativamente menor e também maior prejuízo motor em todas as categorias de habilidades motoras avaliadas, quando comparado ao grupo controle nas três faixas etárias estudadas.

TABELA 4.2

Resultados do teste *MABC* nas três faixas etárias estudadas

MABC	7-8 anos			9-10 anos			11-12 anos		
	md (Q3-Q1)			md (Q3-Q1)			md (Q3-Q1)		
	DCD	C	p*	DCD	C	p*	DCD	C	p*
%	4,00 (3,00)	84,00 (16,25)	<0,001	2,00 (4,00)	42,50 (22,00)	<0,001	0,00 (2,00)	40,0 (28,75)	<0,001
DM	7,00 (5,50)	0,00 (0,62)	<0,001	10,00 (4,25)	3,75 (3,62)	<0,001	10,75 (5,25)	2,50 (2,12)	<0,001
HB	6,50 (4,00)	0,25 (1,62)	<0,001	2,00 (5,50)	0,00 (1,00)	0,014	2,50 (4,00)	0,00 (1,25)	0,003
HE	3,50 (5,50)	0,00 (0,12)	0,002	5,00 (1,50)	0,25 (1,12)	<0,001	8,0 (2,75)	2,0 (2,00)	<0,001

\* Valor es obtidos pelo teste de Mann-Whitney, com nível de significância de 0,05  
md = mediana; Q3-Q1 = desvio interquartilico; C = grupo controle; DM = destreza manual; HB = habilidades com bola; HE = habilidades de equilíbrio

### 4.3 Classificação das Variáveis

#### 4.3.1 Variáveis Dependentes

- Tempo de reação simples (TRS)
- Variabilidade do tempo de reação simples
- Tempo de movimento (TM)
- Variabilidade do tempo de movimento
- Erro absoluto

- Média do centro de pressão no período antecipatório
- Amplitude do centro de pressão no período antecipatório

#### 4.3.2 Variáveis Independentes

- Idade (7-8, 9-10 e 11-12 anos)
- Grupo (DCD ou controle)

#### **4.4 Definição Operacional das Variáveis**

- Tempo de reação simples: tempo entre o estímulo oferecido pelo sinalizador (sinal luminoso) e o início do movimento de flexão de ombro executado pela criança;
- Variabilidade do tempo de reação simples: medida de dispersão em relação à média do TRS;
- Tempo de movimento: tempo entre o início e o final do movimento de flexão de ombro executado pela criança;
- Variabilidade do tempo de movimento: medida de dispersão em relação à média do TM;



- Erro absoluto: número total de erros cometidos pela criança durante a execução da tarefa;
- Média do centro de pressão no período antecipatório: valor médio do deslocamento do centro de pressão no período entre o estímulo visual e o início do movimento executado pela criança;
- Amplitude do centro de pressão no período antecipatório: diferença entre os valores extremos do deslocamento do centro de pressão no período entre o estímulo visual e o início do movimento executado pela criança;

#### **4.5 Instrumentos da Coleta de Dados**

Para a mensuração dos parâmetros temporais de movimento e dos ajustes posturais antecipatórios, foram utilizados os seguintes instrumentos:

##### **4.5.1 Plataforma de Força**

As variáveis relacionadas aos ajustes posturais antecipatórios foram obtidas através de medidas do centro de pressão de cada participante, tanto na direção ântero-posterior como na látero-lateral. Para tal, foi utilizada uma plataforma biomecânica de força da marca AMTI (*Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, Massachusetts, USA*). Dela foram obtidas as forças horizontais “x” e “y”, a força vertical “z” e os momentos “x’ e “y”, a partir dos quais o centro de pressão pôde ser calculado. Em função de serem requeridos 8 canais de coleta de dados (5

para forças e momentos e 3 para sincronismos) a frequência de amostragem máxima permitida pela plataforma de força foi de 500Hz. Embora reconheça-se que uma frequência de amostragem maior poderia fornecer dados mais fidedignos, salienta-se que estudos vêm sendo publicados utilizando frequências de amostragem até mesmo inferiores (CLAIR e RIACH, 1996; HAY e RENDON, 2001; KIRSHENBAUM, RIACH e STARKES, 2001; GEUZE, 2003).

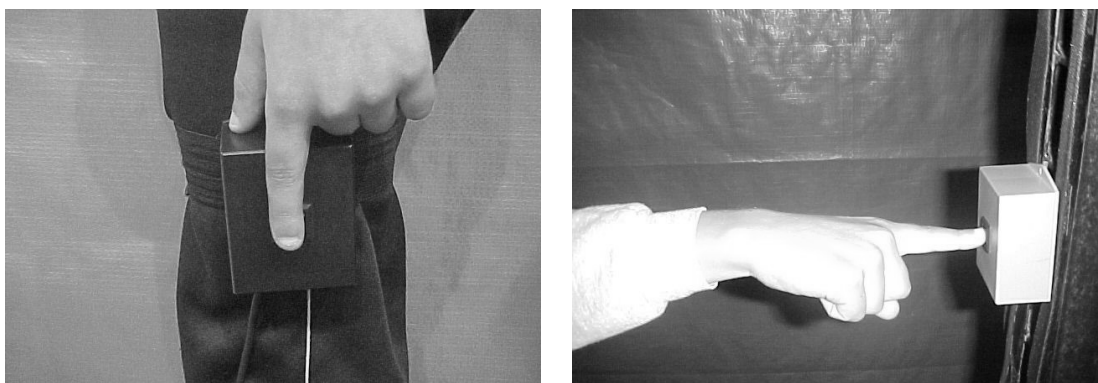
A utilização das medidas de centro de pressão têm se mostrado eficientes na diferenciação entre grupos e condições de teste, sendo consideradas de boa confiabilidade e reprodutibilidade (CLAIR e RIACH, 1996), além de terem sido utilizadas por diferentes autores no estudo dos ajustes posturais antecipatórios (RIACH e HAYES, 1990; VUILLERME, NOUGIER e TEASDALE, 2000; HAY e RENDON, 2001).

#### 4.5.2 T.R.E.M.

Para permitir a mensuração dos parâmetros temporais do movimento de membro superior realizado pela criança (TR e TM), um equipamento eletrônico específico (T.R.E.M.) foi desenvolvido (OLIVEIRA et al., 2004).

O estímulo visual foi fornecido através de um sinalizador (6,5cm de altura por 4,5cm de largura) que acendia uma luz vermelha, posicionado a uma distância proporcional a da medida do braço da criança, na altura dos seus olhos. Dois sensores que consistiam em botões quadrados (1cm de altura por 1cm de largura) determinaram o ponto de partida e o alvo do movimento e possibilitaram a captação

dos tempos de início e fim da execução. O botão de partida foi posicionado na região da coxa da criança, adaptado através de uma faixa de velcro, de forma a permitir que a criança pudesse pressioná-lo confortavelmente, sem o movimento associado de inclinação lateral do tronco. O botão alvo foi posicionado a frente da criança, à distância do braço em flexão de 90° e na altura do seu ombro (Figura 4.1).

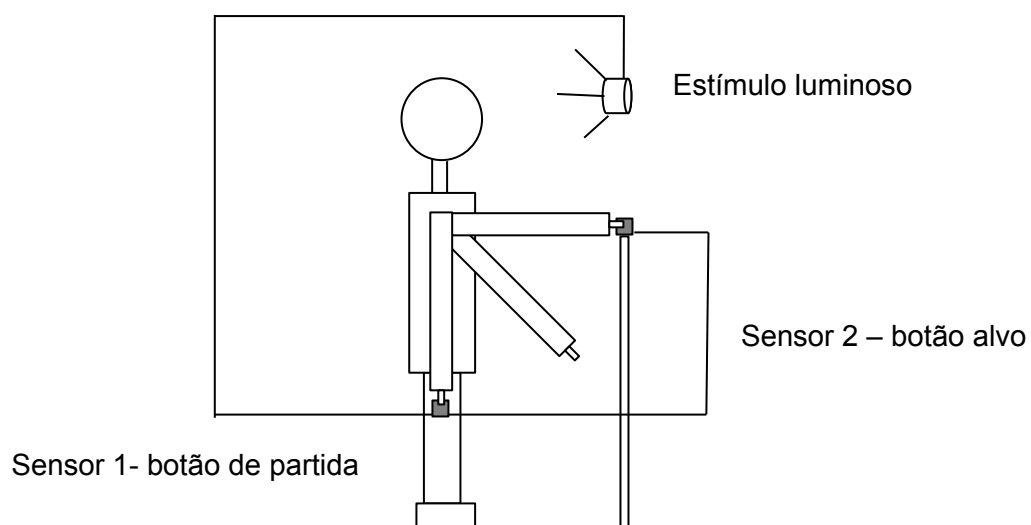


**Figura 4.1:** Botão de partida- sensor 1 (à esquerda); Botão alvo- sensor 2 (à direita)

O sinal do estímulo, bem como o emitido pelos dois sensores (botões) foram transmitidos a um computador (*Pentium II*, 200Hz), onde foram lidos e registrados por meio de uma rotina de programação elaborada no software *MS-DOS Q Basic versão 1.0*. A rotina foi programada de forma a permitir a emissão automática do sinal de aviso (“*warning*”), e do estímulo, bem como o registro dos tempos de acionamento e desacionamento dos dois sensores.

Assim, quando o experimentador disparava a rotina programada, um sinal de aviso era emitido (sinal luminoso intermitente) indicando que o participante precisava preparar-se para o início da tarefa. Diante desse aviso, a criança deveria pressionar o botão de partida com o dedo indicador do membro superior dominante, e mantê-lo pressionado, interrompendo a emissão luminosa. Após um pré-período de 2 a 4 segundos, distribuídos aleatoriamente entre as tentativas, o estímulo era fornecido.

Esse consistia de um  sinal luminoso contínuo e indicava que a criança deveria retirar o dedo do botão de partida e realizar um movimento rápido em direção ao botão alvo (Figura 4.2). Dessa forma, puderam ser medidos os intervalos de tempo entre o estímulo e o desacionamento do primeiro sensor, ou início do movimento (tempo de reação simples) e entre o desacionamento do primeiro sensor e o acionamento do segundo (tempo de movimento) (Figura 4.2).



**Figura 4.2:** Esquema representativo da disposição dos sensores

#### 4.5.3 Sincronismo

A plataforma de força e o TREM foram sincronizados através de um sistema construído especificamente para este fim. Dessa forma, simultaneamente ao registro das forças e momentos, dados referentes ao acionamento e desacionamento dos sensores e do sinalizador foram registrados também pela plataforma de força, permitindo a definição e análise do CP no período prévio ao movimento.

## 4.6 Procedimentos da Coleta de Dados

A coleta de dados compôs-se de três etapas, conforme descrito a seguir:

### 4.6.1 Preparação dos Participantes e Orientações quanto à Tarefa

Após as crianças terem sido recebidas no laboratório, medidas da largura e comprimento dos pés direito e esquerdo de cada criança foram obtidos para uso posterior na normalização dos dados de oscilação do CP (GEUZE et al. 2003). A largura foi adquirida pela distância da base do hálux até a base do quinto artelho e o comprimento através da distância do calcanhar à cabeça da falange distal do primeiro ou segundo artelho (medida pternial-acropodial).

De acordo com o tamanho do pé da criança, um alvo no formato dos pés unidos feito de E.V.A. era colocado no centro da plataforma para definir o local onde a criança deveria posicionar-se. Após, os sensores eram adaptados no lado correspondente ao membro superior dominante, previamente definido no teste de proficiência motora. Com a criança em pé, com o braço estendido ao lado do corpo e o dedo indicador apontando para o chão, o experimentador posicionava o botão de partida sobre a coxa da criança, na altura correspondente à falange distal do dedo indicador estendido (Figura 4.1). O experimentador, então, certificava-se que a criança conseguia pressionar o botão sem realizar movimentos de inclinação lateral do tronco. Em seguida, o botão alvo era fixado sobre um suporte de metal na altura correspondente ao ombro da criança, à distância do seu braço em flexão de ombro de 90° (Figura 4.1).

Depois de fixados os sensores, a criança recebia as orientações do experimentador, que a instruía sobre a tarefa. O experimentador repassava verbalmente a seqüência das etapas envolvidas e levava-a a executá-las com auxílio. Inicialmente a criança era orientada a subir na plataforma sobre o local demarcado e posicionar-se com os pés descalços e unidos, após o sinal de aviso ter sido disparado. Em seguida era instruía a permanecer ereta e o mais imóvel possível e então era levada a pressionar e manter pressionado o botão de partida. Ainda o mais imóvel possível e olhando atentamente para o sinalizador, era instruía a levar seu dedo indicador até o botão alvo, o mais rapidamente possível, assim que o estímulo fosse disparado e tinha seu braço conduzido durante o gesto. Após a criança ter demonstrado compreensão da tarefa, dava-se início à fase de prática. Essa consistia de 10 tentativas da tarefa de membro superior, executadas consecutivamente. No caso da criança não demonstrar bom domínio durante a fase de prática, o experimentador repetia as orientações e oferecia à criança 5 tentativas de prática adicionais. Ao julgá-la apta para a execução correta dava prosseguimento ao protocolo de coleta de dados. A escolha da tarefa baseou-se no fato de ser um gesto de simples execução, de fácil compreensão para as crianças mais novas e que ao mesmo tempo exigia velocidade e precisão para o alcance da meta.

#### 4.6.2 Coleta de dados

Para evitar a influência de outros estímulos no ambiente de coleta, três divisórias foram posicionadas em torno da criança, simulando uma pequena sala. Uma delas foi colocada á frente da criança e as outras duas nas laterais, em um

formato retangular. Uma lona plástica preta foi posicionada sobre as divisórias a fim de cobri-las e de fechar a abertura superior.

Após as tentativas de prática a criança foi solicitada a executar 30 tentativas da tarefa, subdivididas em 3 blocos com 10 execuções consecutivas cada. Ao final de um bloco, à criança era orientada a deixar a plataforma e um intervalo de 30 segundos a 1 minuto era dado antes do início de um novo bloco. A criança, então, posicionava-se sobre a plataforma, com pés descalços e unidos, na primeira execução de cada bloco e permanecia assim posicionada até o final da execução das 10 tentativas consecutivas. O registro das forças e momentos obtidos pela plataforma de força para o cálculo do CP foi obtido nas primeiras tentativas de cada bloco (na 1<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 21<sup>a</sup> tentativas respectivamente).

Em caso de erro na execução da tarefa, a tentativa era automaticamente excluída e substituída pela rotina de programação do software *QBasic*, garantindo sempre o mesmo número de execuções corretas por bloco. Quando, porém, o erro era cometido em alguma das tentativas onde o registro da plataforma havia sido obtido, uma nova tentativa adicional era requerida ao final do protocolo para garantir a coleta adequada de três tentativas da coleta dos dados da plataforma de força.

## **4.7 Análise de Dados**

### **4.7.1 Parâmetros Temporais do Movimento**

As medidas de TR simples e TM, foram automaticamente armazenadas em arquivos-texto (.txt) através da rotina de programação elaborada em linguagem *MS-DOS Q Basic*, permitindo que a leitura dos dados fosse realizada *off-line*. Os arquivos gerados foram analisados no programa *Microsoft Excel 97* que possibilitou o cálculo dos valores médios (média aritmética das 30 tentativas) e de variabilidade (dispersão em torno da média, avaliada através do desvio padrão) de cada participante e de cada grupo. As tentativas em que alguma interferência tenha ocorrido durante a coleta de dados (como desatenção por parte da criança) foram também eliminadas.

A precisão (erro absoluto) do movimento foi medida pelos erros de execução da tarefa, os quais foram contabilizados automaticamente durante a coleta de dados através do software responsável pelo registro das informações geradas pelo T.R.E.M. O número de erros cometidos em cada bloco de 10 execuções da tarefa foi somado gerando um número total de erros por criança.

#### 4.7.2 Dados de Deslocamento do CP

Inicialmente, foi realizado o procedimento matemático da Análise Residual proposta por Winter (1997) para a escolha da frequência de corte ideal do filtro a ser utilizado. A análise teve intuito de garantir a melhor proporção entre a eliminação dos ruídos e a conservação do sinal e indicou a frequência de corte de 6 Hz como sendo a mais adequada. A partir de então, os dados referentes aos ajustes posturais antecipatórios foram analisados através de uma rotina de programação elaborada no software MATLAB® [versão 5.3 (MATCHWORKS, 1996)]. Em um primeiro momento



as curvas de força ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ) e de momento ( $M_x$  e  $M_y$ ) foram filtradas através do filtro passa baixa do tipo *Butterworth* de ordem 3, na frequência de corte já descrita. O segundo passo consistiu no deslocamento das curvas para o valor zero no eixo “y”, de acordo com a média do sinal do período registrado com a criança ainda fora da plataforma. No próximo passo, os valores referentes ao acionamento e desacionamento dos sensores nas curvas de sincronismo foram extraídos para servirem de referência aos recortes do período antecipatório. Seguiu-se com o cálculo do centro de pressão nas direções látero-lateral (CPx), ântero-posterior (CPy) e resultante (CPr) de acordo com as fórmulas descritas a seguir, sendo “dz” a distância entre a superfície e o centro da plataforma de força com valor de 0,039:

$$CPx = My - (F_x * dz) / F_z$$

$$CPy = Mx - (F_y * dz) / F_z$$

$$CPr = \sqrt{(CPx)^2 + (CPy)^2}$$

O próximo passo consistiu no deslocamento das curvas de centro de pressão para o valor zero no eixo “y”, a fim de garantir o posicionamento de todas as crianças sobre o centro da plataforma. Em seguida as curvas do CP foram normalizadas com base na largura e comprimento dos pés da criança. O CPx foi normalizado pela soma da largura dos dois pés, já que a criança permanecia com os pés unidos durante a coleta de dados, e o CPy pela média aritmética do comprimento dos dois pés (GEUZE 2003). O CPr foi normalizado pela raiz quadrada da soma dos quadrados da média dos comprimentos e da soma das larguras dos pés, conforme a fórmula:  $\sqrt{(\sum \text{largura})^2 + (M \text{ comprimento})^2}$ . Após a normalização, o

trecho correspondente ao intervalo entre o estímulo e o início do movimento (período antecipatório) foi recortado nas três tentativas (1<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 21<sup>a</sup>). Desse trecho, os valores de média, valores máximo e mínimo do CPx, CPy e CPr foram extraídos. A subtração entre os valores máximo e mínimo foi definida como amplitude do CP

#### **4.8 Tratamento Estatístico**

A análise descritiva dos dados e o Teste *t* de Student para amostras independentes foram utilizados na comparação entre os grupos DCD e controle nas três faixas etárias investigadas. Nas variáveis cuja normalidade não foi constatada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, optou-se pela transformação logarítmica dos dados. Testes de Regressão Linear foram utilizados para descrever as mudanças relacionadas à idade nos parâmetros temporais de movimento e ajustes posturais antecipatórios em ambos os grupos (DCD e controle). Atrasos desenvolvimentais hipotéticos foram calculados nas variáveis em que a análise de Regressão Linear mostrou-se significativa em ambos os grupos. O valor médio da variável dependente do grupo (“valor de *y*”) foi substituído na equação de regressão para fornecer o valor de “*x*” (idade). Após a obtenção da idade biológica hipotética de cada grupo, um atraso hipotético do grupo DCD em relação ao grupo controle pôde ser previsto, em cada faixa etária analisada, através da diferença entre os valores de “*x*”. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para a avaliação da influência do controle postural antecipatório sobre as variáveis de performance do movimento. O nível de significância adotado em todas as análises estatísticas foi de 0.05.

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

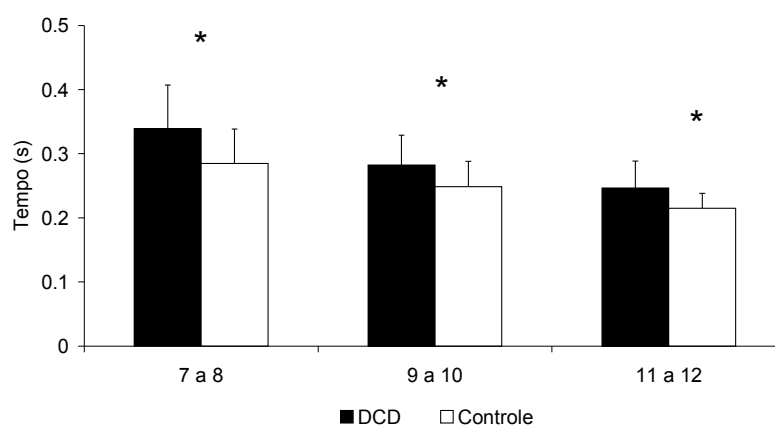
Ao investigar os parâmetros temporais de movimento e os ajustes posturais antecipatórios em crianças com e sem DCD, buscou-se identificar as possíveis diferenças apresentadas entre os grupos avaliados.

### 5.1 Comparações entre os Grupos DCD e Controle

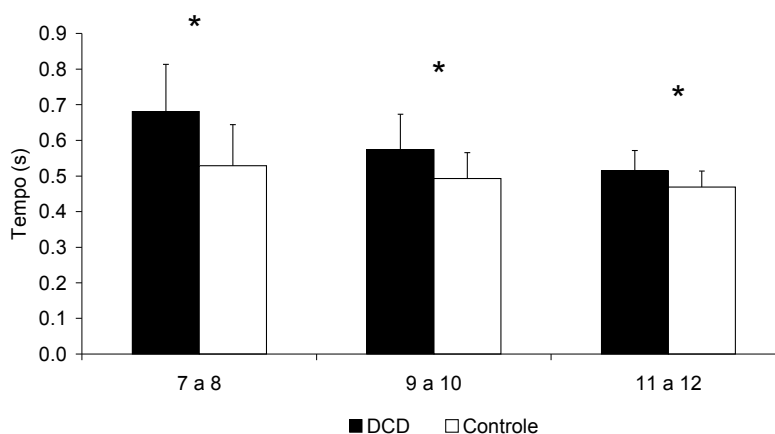
#### 5.1.1 Parâmetros Temporais de Movimento

Pela hipótese 1, eram esperados atrasos nos parâmetros temporais de movimento das crianças do grupo DCD em relação às do grupo controle. Os resultados deste estudo confirmaram essa hipótese, já que um maior tempo de reação simples (TRS) das crianças com DCD foi observado em todas as faixas etárias investigadas (7 a 8 anos [ $t_{(23)} = 2,21$ ;  $p = 0,036$ ]; 9 a 10 anos [ $t_{(29)} = 2,144$ ;  $p = 0,041$ ]; 11 a 12 anos [ $t_{(28)} = 2,464$ ;  $p = 0,020$ ]) (Figura 5.1). As medidas de tempo de movimento, de forma semelhante às de tempo de reação, mostraram-se maiores no grupo DCD em comparação às do grupo controle nas três faixas etárias, conforme

pode ser visualizado na Figura 5.2 (7 a 8 anos [ $t_{(23)} = 3,054$ ;  $p = 0,006$ ]; 9 a 10 anos [ $t_{(29)} = 2,512$ ;  $p = 0,018$ ]; 11 a 12 anos [ $t_{(28)} = 2,416$ ;  $p = 0,022$ ]).



**Figura 5.1:** Valores médios e de desvio padrão do TRS dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias



**Figura 5.2:** Valores médios e de desvio padrão do TM dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias

A medida de tempo de reação permite avaliar o tempo despendido com o processamento da informação em um intervalo que vai do estímulo gerado até o desencadeamento de uma resposta. Segundo Piek e Skinner (1999), nas tarefas de

tempo de reação simples, os valores altos estão freqüentemente relacionados a dificuldades na programação e/ou iniciação da resposta.

Os mais altos valores de TRS das crianças com DCD, indicam, portanto, que um maior tempo foi despendido com o planejamento e/ou iniciação do movimento de levar o dedo indicador até o alvo. Pode estar relacionado, também, a uma dificuldade de atenção ao estímulo e uma lentidão nos processos internos que vão, desde o reconhecimento do acender da luz, até a ação do membro superior. Como a criança foi orientada a mover-se o mais rapidamente possível, esse atraso na reação ao estímulo faz com que, para obter o mesmo tempo total de resposta (que inclui o TR e o TM), a criança com DCD tenha que realizar o movimento ainda mais rápido que a criança do grupo controle, para compensar seu atraso inicial.

Os resultados referentes ao tempo de reação estão de acordo com os achados encontrados por outros autores em pesquisas envolvendo crianças com DCD. Apesar das tarefas e condições de teste serem diferentes em cada um dos estudos, em geral, os autores reportam uma maior lentidão da reação das crianças com DCD (SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER, 1983; SMYTH e GLENCROSS, 1986; SMYTH, 1991, 1994 e 1995; VAN DELLEN e GEUZE, 1988; GEUZE e BÖRGER, 1994; VAN DER MEULEN et al., 1991; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; PIEK e SKINNER, 1999; JOHNSTON et al., 2002). Nesse estudo, em função da modalidade sensorial do estímulo, é possível inferir que a criança com DCD apresentou dificuldade no processamento da informação visual (WILSON e MCKENZIE, 1998; VAN DER MEULEN et al., 1991).

A comparação entre os valores de TRS indicou que as crianças mais novas do grupo DCD foram, em média, 54ms mais lentas que as do grupo controle. Na faixa etária intermediária, a diferença foi de aproximadamente 33ms e nas crianças mais velhas, de 31ms. Ao considerar o grupo DCD como um todo, um atraso de 40ms foi encontrado em comparação com o grupo controle. Resultado semelhante foi encontrado por Henderson, Rose e Henderson (1992) em crianças de 7 a 11 anos, que foram 41ms mais lentas que as crianças de desenvolvimento típico em uma tarefa similar. Atrasos até mesmo superiores já foram encontrados nas crianças com desordem, que demoraram, em média, 334ms a mais para reagir com uma rápida flexão de ombro ao estímulo visual, ou 111ms para reagir a um estímulo cinestésico (WOO, 2001 apud JOHNSTON et al., 2002; SMYTH e GLENCROSS, 1986).

Ao analisar os valores de TRS apresentados por ambos os grupos nas diferentes faixas etárias estudadas, ressalta-se que o valor médio do tempo de reação do grupo DCD aos 9-10 anos foi semelhante ao valor médio apresentado pelo grupo controle na faixa etária anterior, assim como o valor do TRS do grupo DCD aos 11-12 anos assemelhou-se ao do grupo controle aos 9-10 anos, com uma diferença de apenas 3ms (Figura 5.1 e tabelas em anexo- Anexo E). Esse resultado pode ser considerado como um indício do atraso desenvolvimental apresentado pelas crianças com DCD, que possuem respostas de tempo de reação semelhantes à de crianças mais novas de desenvolvimento típico.

Atrasos também puderam ser observados nas medidas de TM. Essas medidas revelam o tempo necessário à execução do movimento, sendo

proporcionais ao tipo de atividade que está sendo executada. Em tarefas que envolvem precisão e velocidade de forma associada, o TM torna-se importante ao informar sobre a eficiência da estratégia escolhida para o melhor desempenho (ROSE, 1997). Segundo Henderson, Rose e Henderson (1992), o TM é uma medida sensível do prejuízo motor das crianças com DCD, especialmente diante de alvos pequenos.

Neste estudo, a tarefa realizada pelos participantes exigia rapidez de execução aliada à precisão de acertar um alvo relativamente pequeno com o dedo indicador, através de um movimento rápido do membro superior dominante. Nesse sentido, a criança deveria ser capaz de cumprir mais de uma demanda da tarefa simultaneamente, não deixando que o excesso de velocidade causasse o insucesso do movimento quanto à meta estabelecida, nem o excesso de cuidados com a precisão deixasse o movimento demasiadamente lento. Um outro fator a ser considerado, é que a criança encontrava-se com os pés unidos em uma posição responsável por gerar certa instabilidade e era orientada a manter os pés dentro dos limites demarcados sobre a plataforma durante toda a execução da tarefa.

No decorrer da coleta de dados, não foram observados desequilíbrios que levassem as crianças a utilizar estratégias de quadril (recuperação do equilíbrio através de um movimento amplo e súbito de quadril) ou estratégias de passo para recuperarem-se do desequilíbrio provocado pelo próprio movimento. Tanto as crianças do grupo DCD, como as do grupo controle, utilizaram a estratégia de tornozelo para manterem-se equilibradas. Porém os resultados indicaram que, para cumprir as mesmas demandas da tarefa, sejam estas relativas à precisão, à

amplitude ou ao equilíbrio corporal simultâneo, as crianças com DCD necessitaram dispor de mais tempo em comparação às crianças do grupo controle. Isto sugere que as crianças com DCD utilizaram estratégias de ação menos eficientes que as do grupo controle e que apresentaram dificuldades na organização temporal e controle do movimento.

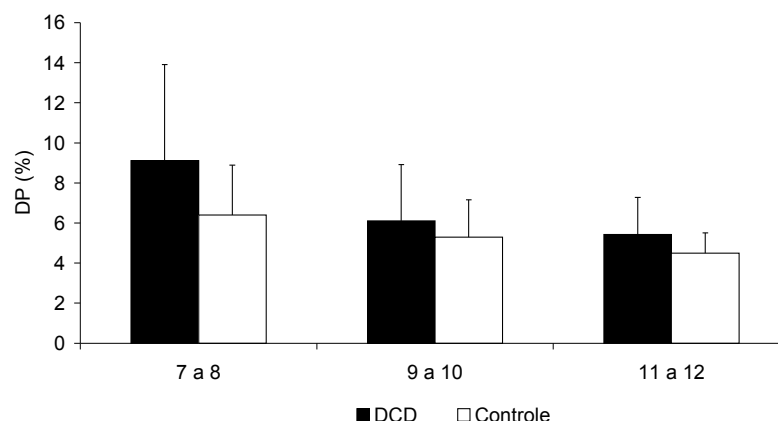
Resultados semelhantes já foram encontrados em estudos prévios, onde as crianças com DCD apresentaram maior TM em comparação às do grupo controle, o que, segundo os autores, é fruto da estratégia incomum e não otimizada de movimento adotada por estas crianças (SMYTH, 1991; VAN DER MEULEN, 1991; GEUZE e BÖRGER, 1994; MARUF et al., 1999). Embora não seja possível afirmar precisamente em que consistiu a estratégia menos eficiente de movimento adotada, inferências podem ser feitas com base em achados já descritos na literatura. Por exemplo, valores mais altos de tempo de movimento já foram relacionados a padrões de ativação alterados de músculos do membro superior, como, por exemplo, uma contração precoce de um antagonista ao movimento, o que poderia tornar o movimento mais lento (JOHNSTON et al., 2002). Neste caso, pode-se sugerir que a atividade muscular subjacente à execução do movimento talvez tenha apresentado-se desorganizada, alterando o *timing* neuromuscular e também o tempo da resposta. Isso, porém, é apenas uma inferência com base em achados prévios, já que o *timing* neuromuscular não foi avaliado.

Neste estudo, o atraso apresentado pelas crianças com desordem foi de, em média, 92ms (151ms aos 7 a 8 anos, 80ms aos 9 a 10 anos e 46ms aos 11 a 12 anos), inferior á atrasos já documentados anteriormente em tarefas semelhantes



(203ms e 268ms) (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; WOO, 2001 apud JOHNSTON et al., 2002, respectivamente). Essa maior proximidade dos valores de tempo de movimento entre os grupos DCD e controle pode ter ocorrido em função do mais alto número de tentativas de prática oferecidos às crianças neste estudo em comparação ao de outros autores (COUSINS e SMYTH, 2003; JOHNSTON et al., 2002; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992).

Ao considerar-se a variabilidade do tempo de reação, a comparação entre os grupos não revelou diferenças significativas entre as crianças com e sem desordem motora nas diferentes faixas etárias estudadas (Figura 5.3) (7 a 8 anos [ $p = 0,101$ ]; 9 a 10 anos [ $p = 0,751$ ]; 11 a 12 anos [ $p = 0,101$ ]). Sabe-se que todo e qualquer movimento possui algum nível de variabilidade residual, já que, mesmo quando a tarefa é realizada pela mesma pessoa e nas mesmas condições, as características da performance não são exatamente as mesmas. A variabilidade reflete, então, essa flutuação inerente à execução de uma tarefa e é considerada como indicativa da presença de ruído no sistema de resposta, que, por sua vez, torna a performance menos consistente. Diversas são as medidas de variabilidade, porém a mais comumente utilizada é o desvio padrão, um índice da magnitude das variações em torno da média da distribuição (SLIFKIN e NEWELL, 1998). Um maior desvio padrão, representa, então, uma maior variabilidade, ou menor consistência na resposta.



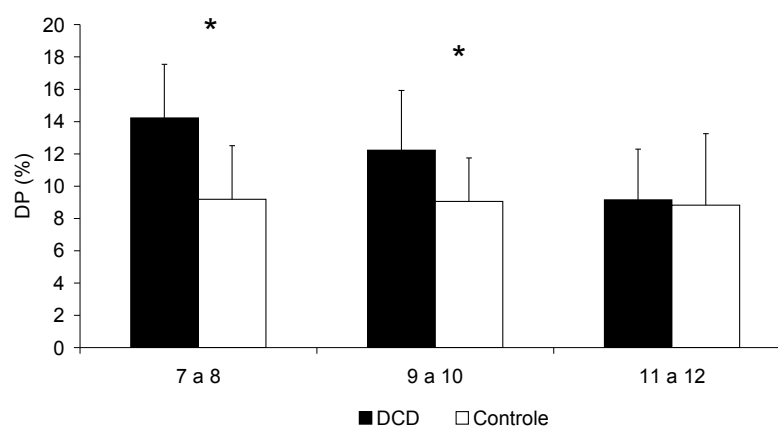
**Figura 5.3:** Variabilidade do TRS dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias, apresentada pelo desvio padrão em percentual.

Os resultados do presente estudo não apontaram diferenças significativas entre os grupos DCD e controle na variabilidade do TR, indicando que, em média, os grupos foram semelhantes quanto à consistência do tempo despendido com a reação após o estímulo. Embora o teste estatístico não tenha apontado diferenças significativas, observa-se uma tendência do grupo DCD ter o TR mais variável que o grupo controle, principalmente na faixa etária de 7 a 8 anos (Figura 5.3).

Os resultados aqui apresentados diferem dos relatos feitos por outros autores, que encontraram diferenças significativas na variabilidade da resposta de tempo de reação das crianças com DCD em relação as do grupo controle (SCHELLEKENS; SCHOLTEN e KALVERBOER, 1983; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; PIEK e SKINNER, 1999). Um dos possíveis motivos para esta discordância consiste em que, neste estudo, para garantir o aprendizado da tarefa, todas as crianças receberam, no mínimo, dez tentativas de prática antes da coleta de dados ser iniciada. Apesar da medida de tempo de reação ser, por sua natureza, sujeita à grande variabilidade, é possível que as tentativas de prática que antecederam o teste em si tenham favorecido as crianças com DCD, dando-lhes oportunidade de

tornarem-se mais consistentes em suas respostas de tempo de reação. Nos estudos que incluem tarefas de TR em indivíduos com DCD, em geral, um menor número de tentativas de prática e de execuções da tarefa foi fornecido, aproximadamente 5 de prática e 20 de teste (COUSINS e SMYTH, 2003; JOHNSTON et al. 2002; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992), o que favorece os mais altos índices de variabilidade encontrados pelos autores. Se realmente as tentativas de prática influenciaram os resultados, significa que as crianças do grupo DCD são capazes de tornarem-se tão consistentes quanto às do grupo controle em suas respostas de TRS após um breve treinamento.

Ao analisar-se à variabilidade do tempo de movimento, foram encontrados maiores índices no grupo DCD em comparação ao grupo controle nas faixas etárias de 7 a 8 anos [ $t_{(23)} = 0,284$ ;  $p = 0,002$ ] e 9 a 10 anos [ $t_{(29)} = 2,542$ ;  $p = 0,011$ ]. Na faixa etária de 11 a 12 anos, a diferença entre os grupos já não se mostrou significativa [ $p = 0,480$ ] (Figura 5.4).

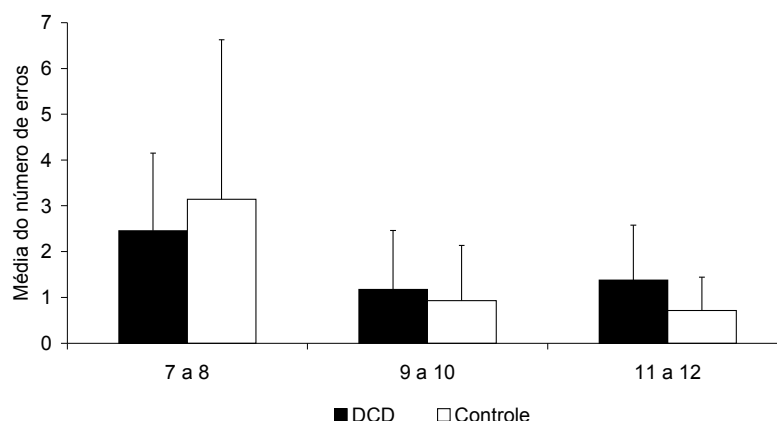


**Figura 5.4** : Variabilidade do TM, apresentada pelo desvio padrão em percentual, dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.

Este resultado está em concordância com o de outros autores (SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER, 1983; GEUZE e KALVERBOER, 1987; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; PIEK e SKINNER, 1999) e representa uma menor consistência na duração da execução do movimento. Segundo Cousins e Smyth (2003), uma maior variabilidade pode refletir dificuldades no *timing* do movimento, mais altos níveis de ruídos neuromotores e conseqüentemente, pior controle do movimento. Sugere também uma falta de adaptabilidade às restrições da tarefa, principalmente em tarefas rápidas (SCHELLEKENS, SCHOLTEN e KALVERBOER 1983).

A interferência de ruídos neuromotores no tempo de execução do movimento e a menor adaptabilidade às características da tarefa parecem, porém, não ser uma dificuldade permanente. A não significância apresentada pelas crianças mais velhas na comparação da variabilidade do TM entre os grupos revela que a criança com DCD parece conseguir, no processo desenvolvimental, assemelhar-se aos seus pares a partir dos 11 anos de idade. Isso significa que a criança com DCD, com o avanço da idade, embora, em média, ainda leve mais tempo para executar o movimento, o faça com a mesma consistência temporal apresentada pelas crianças do grupo controle.

Ao considerar-se o erro absoluto, medido através do número de falhas na execução da tarefa, não houve diferenças significativas entre os grupos DCD e controle, indicando que ambos cometeram, em média, o mesmo número de erros (Figura 5.5).



**Figura 5.5:** Valores médios e de desvio padrão do número de erros de execução da tarefa de membro superior nos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias

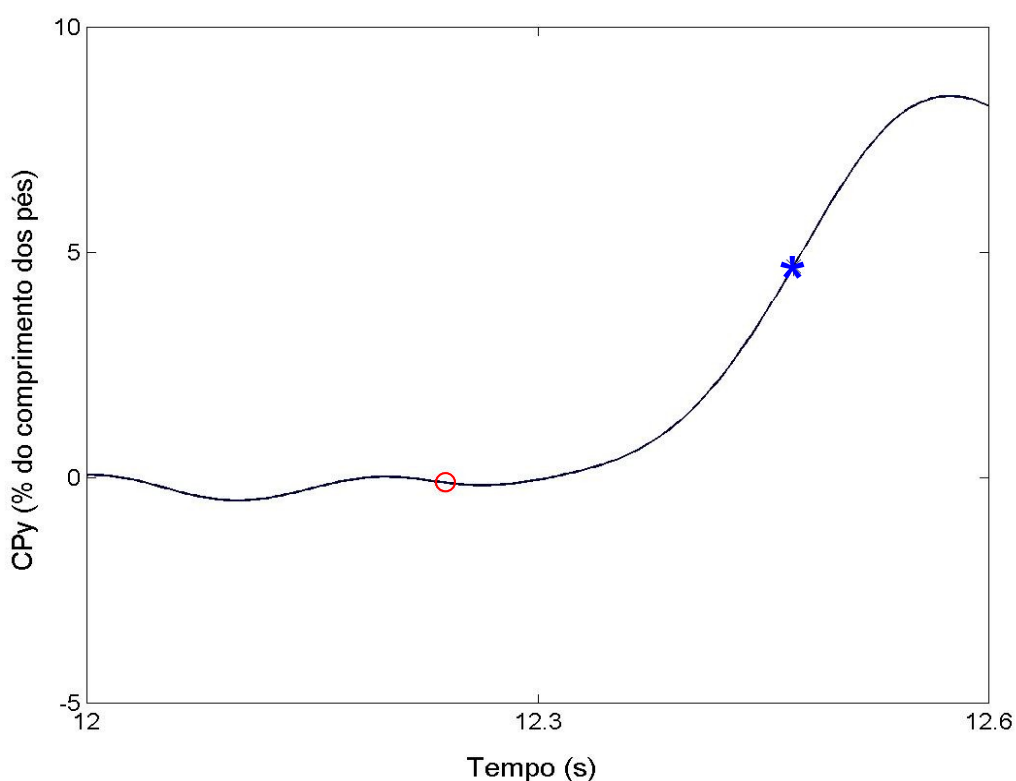
Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no teste estatístico, ao observar a Figura 5.5, percebe-se que na faixa etária de 7 a 8 anos, o grupo controle teve uma maior tendência de cometer erros em comparação às crianças do grupo DCD. Isso provavelmente se deve ao fato de que, proporcionalmente, a tarefa foi mais complexa para as crianças mais novas do que para as mais velhas. Nessa faixa etária, a idade parece, então, ser o fator determinante para o número de erros apresentados e não a condição motora. Observa-se também a alta variabilidade do número de erros apresentada pelas crianças mais novas, tendo algumas executado todas as tentativas da coleta de dados sem cometer falhas e também outras que chegaram a errar por onze vezes. As falhas, em geral consistiram em antecipações (responder antes do estímulo) ou falta de precisão do movimento (errar o alvo). Às vezes, com a intenção de realizar a tarefa rapidamente, a criança não conseguiu alcançar o botão alvo com o dedo indicador, tocando as regiões próximas da caixa, mas não o alvo em si.

Estudos prévios encontraram maior número de erros realizados pelas crianças com DCD (VAN DELLEN e GEUZE, 1998; HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; MARUFF et al. 1999), porém em tarefas mais complexas, como as que envolvem tempo de reação de escolha. As dificuldades da criança com desordem, neste estudo, estiveram mais relacionadas à organização temporal do movimento e não ao sucesso em relação à meta estabelecida. As crianças com DCD mostraram o mesmo erro absoluto, porém precisaram ser mais lentas e mais variáveis em sua resposta para atingir o mesmo sucesso.

#### 5.1.2 Ajustes Posturais Antecipatórios

O deslocamento do CP pôde ser observado antes do início do movimento em todos os indivíduos investigados, demonstrando a ação do sistema de controle postural no intuito de contrapor a perturbação a ser gerada pelo membro superior. A Figura 5.6 é um exemplo do comportamento do centro de pressão na direção ântero-posterior apresentado por uma criança do grupo controle. As sinalizações na figura demarcam o início e fim do período antecipatório, no qual os valores positivos do CP indicam uma trajetória de deslocamento para trás (sentido posterior). Como o movimento do braço ocorreu em direção a um alvo posicionado á frente da criança, o centro de gravidade, durante o movimento, foi deslocado também para frente, acompanhando o deslocamento do centro de massa. A trajetória do centro de pressão no sentido posterior durante o período antecipatório confirma a intenção do sistema de controle postural de agir antecipadamente contra o desequilíbrio a ser desencadeado pelo movimento.

Diante de respostas de tempo de reação muito curtas os APA podem não ser gerados no intervalo de tempo típico com respeito ao movimento focal (cerca de 100ms de segundo antes da ativação do motor primário) (MASSION, 1992). Neste estudo, a tarefa de tempo de reação não foi rápida o suficiente para impedir a ação do controle postural antecipatório, visível nos participantes, independentemente da condição motora, ou da faixa etária. Além disso, o comportamento apresentado pelo CPy no período que antecedeu o movimento está de acordo com a descrição feita previamente por outros autores (BOUISSET e ZATTARA, 1987 apud DE WOLF, SLIJPER e LATASH, 1998; SLIJPER, LATASH e MORDKOFF, 2002).

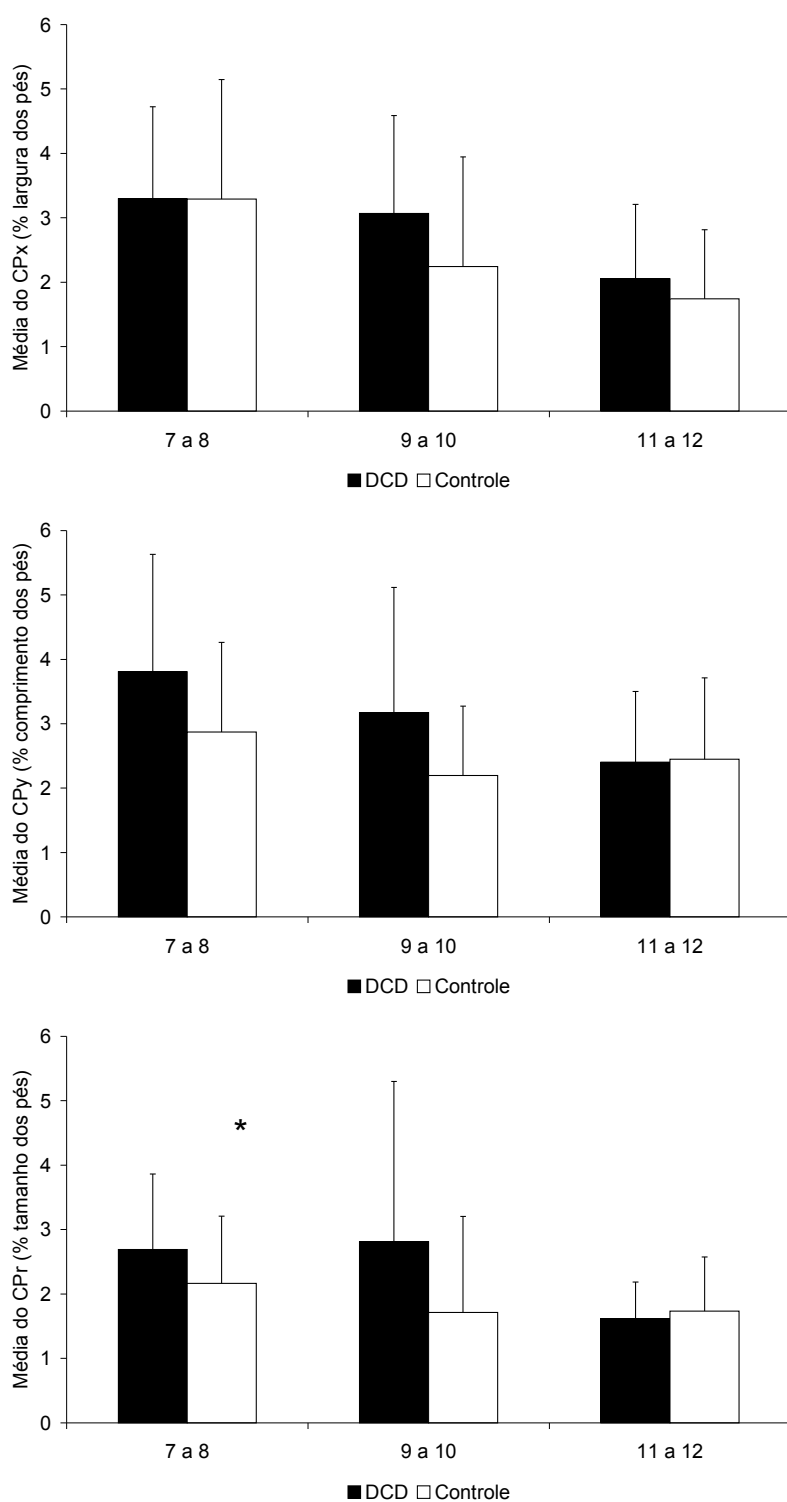


**Figura 5.6:** Comportamento do CPy de uma criança do grupo controle da faixa etária de 9-10 anos de idade, representativa de toda a amostra (as marcações na figura indicam o início e fim do período antecipatório).

Ao considerar-se o valor médio do deslocamento do centro de pressão no período antecipatório, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos DCD e controle na direção látero-lateral. A análise do CPy também não revelou diferenças significativas entre os grupos nas três faixas etárias avaliadas. Já na análise da média de deslocamento do CP resultante, que considera simultaneamente o CPx e o CPy, houve diferença significativa entre os grupos apenas na faixa etária de 9 a 10 anos ( $t_{(,29)} = 2,259$ ;  $p=0,032$ ) (Figura 5.7).

Segundo a hipótese 2, esperava-se que as crianças do grupo DCD apresentassem maior deslocamento do CPx, CPy e CPr em todas as faixas etárias. Em relação à variável média do deslocamento, a hipótese 2 não foi confirmada em nosso estudo, já que os grupos, em geral, apresentaram os mesmos valores médios de deslocamento. A não significância estatística pode ter ocorrido em função da alta variabilidade apresentada por ambos os grupos no deslocamento médio do CP. Uma outra provável explicação para esse resultado, consiste no fato de que, na análise de dados, as curvas do centro de pressão, como um todo, foram deslocadas para o valor zero no eixo y, Uma provável explicação para esse resultado, consiste no fato de que, na análise de dados, as curvas do centro de pressão, como um todo, foram deslocadas para o valor zero no eixo y. Esse procedimento garantiu que todas as crianças estivessem posicionadas no centro da plataforma, já que, qualquer posicionamento diferente, alteraria os valores médios do centro de pressão. Apesar de ter sido realizado para haver um controle mais rigoroso dos dados, admite-se o fato de que este procedimento possa ter mascarado possíveis diferenças nos valores médios de deslocamento do centro de pressão, já que todas as crianças passaram a deslocar-se em valores mais próximos de zero.





**Figura 5.7:** Valores médios e de desvio padrão do deslocamento médio do CPx (gráfico superior), do CPy (gráfico intermediário) e do CPr (gráfico inferior) dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.

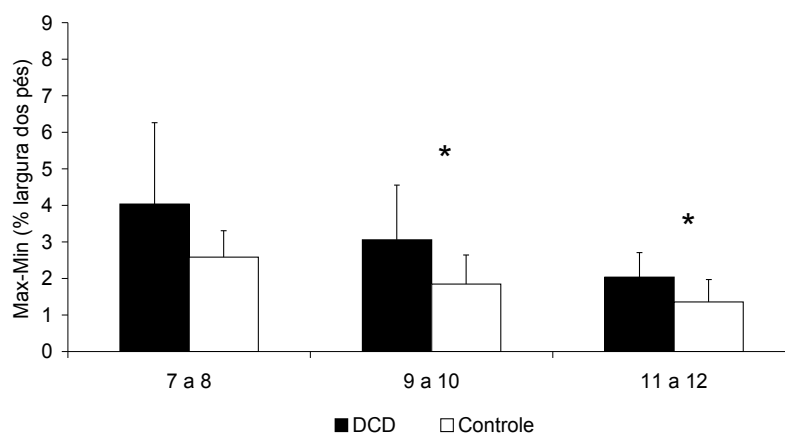
A diferença encontrada entre os grupos DCD e controle na faixa etária de 9 a 10 anos indica um maior deslocamento médio do CP resultante das crianças com desordem motora em relação às de desenvolvimento típico. Ao observar-se os gráficos expostos na Figura 5.7 é possível notar uma tendência de maior valor médio do CPx e do CPy das crianças com DCD nesta faixa etária, ou menor valor apresentado pelas crianças do grupo controle, porém sem diferença estatisticamente significativa. Como o CPr considera simultaneamente o CPx e o CPy, e ambos tendiam a valores maiores no grupo DCD, ou menores no controle, a diferença passou a ser significativa.

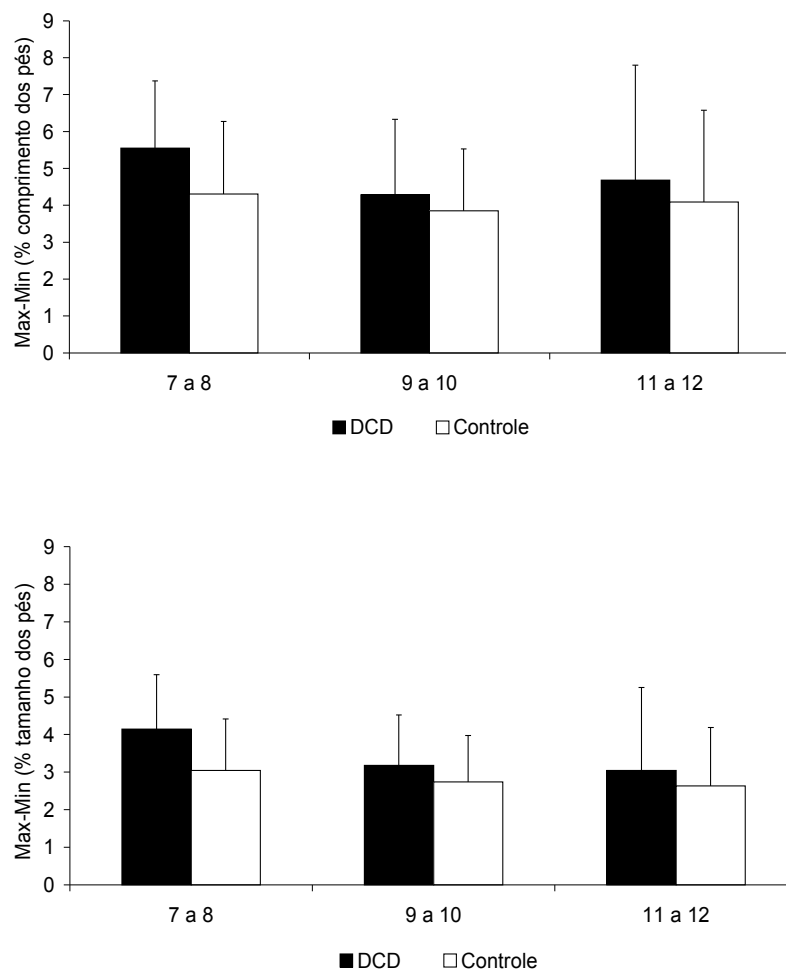
Esse achado pode ser interpretado como um indício do padrão de desenvolvimento do controle postural antecipatório descrito por Hay e Rendon (1999). Ao investigarem os APA em crianças com desenvolvimento motor típico das idades de 3 a 10 anos, encontraram maior ação das estratégias de *feedforward* por volta dos 6 a 8 anos, sendo essa ação menor nas idades inferiores e superiores à essa faixa etária. Esse padrão não diretamente proporcional à idade indica, portanto, uma contribuição variável dos APA em cada faixa etária e pode ter sido o responsável pela redução da média da atividade antecipatória encontrada nas crianças do grupo controle aos 9 a 10 anos de idade, ou da maior média encontrada no grupo DCD.

Ao considerar-se a amplitude do centro de pressão no período antecipatório, medida pela subtração do valor máximo pelo valor mínimo do deslocamento em cada uma das direções investigadas, os resultados indicaram maior amplitude no grupo DCD em relação ao controle na direção látero-lateral nas crianças mais velhas

e de idade intermediária (9 a 10 anos [ $t_{(29)} = 2,949$ ;  $p = 0,006$ ] e 11 a 12 anos [ $t_{(28)} = 3,262$ ;  $p = 0,003$ ]). A amplitude do deslocamento na direção ântero-posterior e do centro de pressão resultante mostrou-se estatisticamente semelhante entre os grupos nas diferentes faixas etárias (Figura 5.8.).

A amplitude do CP indica o desvio máximo em qualquer direção e consiste em uma medida global que permite estimar a estabilidade postural (VUILLERME, NOUGIER e TEASDALE, 2000). Como as medidas de amplitude foram extraídas no período que antecedeu o movimento voluntário, indicam a ação dos ajustes posturais antecipatórios em garantir a estabilidade postural prévia à execução da ação. As diferenças significativas quanto à variável de amplitude entre os grupos DCD e controle estiveram relacionadas ao deslocamento do CPx, representativo das variações do centro de pressão na direção látero-lateral. Os achados, então, confirmam a hipótese 2 apenas para a amplitude do CPx. Embora fossem esperadas, também, diferenças significativas na direção ântero-posterior e do centro de pressão resultante, essas não puderam ser confirmadas neste estudo.





**Figura 5.8:** Valores médios e de desvio padrão da amplitude do CPx (gráfico superior), do CPy (gráfico intermediário) e do CPr (gráfico inferior) dos grupos DCD e controle nas diferentes faixas etárias.

Nesse sentido, o posicionamento e a tarefa em si favoreceram o deslocamento látero-lateral do CP em ambos os grupos, e evidenciaram as diferenças entre eles. A maior excursão do CPx apresentada pelas crianças do grupo DCD pode refletir uma menor estabilidade no plano coronal no período que antecede o movimento. Essa menor estabilidade já foi documentada em crianças com DCD durante o permanecer em pé com pés unidos e em apoio de um único pé nas condições com e sem visão (GEUZE, 2003). A amplitude látero-lateral, neste

caso, foi maior nas crianças com DCD durante a tarefa de apoio unipodal da condição sem visão, indicando, segundo o autor, um controle mais ativo da postura.

A amplitude dos ajustes posturais antecipatórios têm mostrado íntima relação com as características do movimento e no plano coronal, os ajustes posturais parecem estar mais fortemente ligados ao programa motor da ação voluntária (MASSION, 1998; RIACH e RAYES, 1990). Estudos apontam para a grande influência que a amplitude da perturbação induzida pelo movimento exerce sobre a magnitude dos APA. É possível sugerir, portanto, que uma estratégia de movimento diferente pode ter sido adotada pelas crianças do grupo DCD, com uma maior perturbação no plano coronal tendo sido gerada por essa estratégia, levando, conseqüentemente, a uma maior magnitude do deslocamento do centro de pressão para contrapor esse desequilíbrio.

Uma outra questão a ser abordada refere-se à ação muscular envolvida na antecipação e controle das perturbações posturais. Tem sido sugerido que o padrão dos APA é determinado pelo plano da ação: músculos proximais promovem os ajustes antecipatórios durante a flexão e extensão dos ombros simultaneamente enquanto músculos distais da região do tornozelo compensam perturbações laterais e rotacionais que emergem, em particular, nos movimentos de braço unilaterais (ARUIN, OTA e LATASH, 2001). É possível, então, que a criança com DCD possua alguma dificuldade no controle da ação de seus músculos distais, o que prejudica o refinamento dos ajustes posturais antecipatórios, levando a um controle mais ativo, e conseqüentemente, menos eficiente da postura (GEUZE, 2003).

A influência dos músculos distais sobre o controle da postura na criança com DCD já foi abordada em estudos envolvendo a análise dos ajustes posturais compensatórios após perturbação gerada por uma plataforma móvel. Elas apresentaram um seqüenciamento inverso de ativação muscular para a recuperação do equilíbrio com o deslocamento da plataforma em várias tentativas da coleta de dados, iniciando com a ação dos músculos proximais de quadril ao invés dos músculos distais ao redor do tornozelo (WILLIAMS e WOOLLACOTT, 1997; WILLIAMS e CASTRO, 1997). Segundo argumentado pelos autores, 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 pelas crianças com DCD pode ser devido a uma menor sensibilidade, ou a um processamento mais lento dessa aferência proprioceptiva.

É necessário considerar-se também, que a menor magnitude do deslocamento lateral por parte das crianças do grupo controle pode ser fruto do aumento da atividade de muitos músculos simultaneamente. A estratégia da co-contracção antes do início do movimento já foi documentada em estudos anteriores com adultos e colocada pelos autores como uma ação para assegurar a estabilidade em tarefas de tempo de reação. Essa estratégia é preferencialmente escolhida quando não há tempo disponível para a preparação da resposta postural, ao contrário do que ocorre em gestos espontâneos, nos quais os APA geralmente iniciam-se antes e são maiores em amplitude (SLIJPER, LATASH e MORDKOFF 2002). Pode-se inferir, portanto, que a criança com DCD utilizou em menor intensidade a estratégia de co-contracção, já que não houve a redução do

deslocamento na mesma intensidade feita pelas crianças do grupo controle. Apesar da influência dos níveis de co-contração terem sido relatados como uma inferência, já que não foram monitorados através de eletromiografia, pode-se sugerir que, diante de um menor uso da estratégia de co-contração há uma desorganização do *timing* neuromuscular, já descrito por outros autores em estudos de controle postural na criança com DCD (GEUZE, 2003; WILLIAMS e CASTRO, 1997; WILLIAMS e WOLLACOTT, 1997; JOHNSTON et al., 2002).

É importante salientar também, que as diferenças relativas á amplitude do CP na direção látero-lateral foram significativas apenas nas faixas etárias de 9 a 10 e 11 a 12 anos. Sabe-se que o controle postural em crianças melhora com o avanço da idade e que as estratégias de *feedforward* surgem e são controladas mais tardiamente em comparação aos ajustes posturais compensatórios (HAY e RENDON, 1999). A atividade postural baseada no modo de controle de *feedback* atinge a maturidade das respostas por volta dos 7 anos de idade, assemelhando-se ao padrão apresentado pelos adultos (HAY e RENDON, 2001). Isso significa que, na faixa etária de 7 a 8 anos, os ajustes posturais antecipatórios estão em fase transição, mostrando-se ainda inconsistentes. Segundo Johnston et al. (2002), até mesmo por volta dos 18 anos de idade os APA permanecem mais variáveis e imaturos em comparação ao padrão adulto. Por esse motivo, as possíveis diferenças entre as crianças com DCD e as do grupo controle na variável de amplitude do CPx (com tendência observável na Figura 5.8) podem ter sido mascaradas pela variabilidade inerente ao processo desenvolvimental do controle postural antecipatório nesta faixa etária. Essa é uma explicação provável para a falta de significância no teste estatístico aos 7-8 anos, já que neste caso, o fator

determinante para a resposta encontrada parece ter sido a idade e não a condição motora.

A Figura 5.8 permite observar, também, uma tendência de maior amplitude de deslocamento do centro de pressão na direção antero-posterior do grupo DCD (gráfico central) em todas as faixas etárias, embora não tenham sido encontradas diferenças estatisticamente significativas. O fato de o teste estatístico não ter apontado significância, porém, não elimina a possibilidade de que essa diferença entre os grupos exista de fato. Apenas sua confirmação é que não pôde ser obtida neste estudo. Ao visualizar a barra de erros do gráfico central em comparação à do CPx e CPr, pode-se inferir que a variabilidade apresentada pelos indivíduos quanto às suas respostas de amplitude do CPy, maior do que apresentada nas outras direções, possa ter sido responsável pelo resultado estatístico encontrado. Ao mesmo tempo, não pode-se deixar de considerar a possibilidade de que o alvo posicionado à distância proporcional do comprimento do braço da criança tenha exigido um deslocamento semelhante entre os indivíduos de uma mesma faixa etária, mascarando o efeito decorrente da condição motora. Entretanto, uma mesma estratégia de movimento no plano sagital, levando à perturbações de amplitude semelhante sobre a postura e conseqüentemente, a ajustes posturais de magnitude semelhante entre os grupos nesta direção, não pode ser descartada.

Para melhor explicar os resultados encontrados na amplitude do deslocamento do CP resultante, um teste de Correlação de Pearson foi realizado entre as variáveis de amplitude do CPr com as medidas correspondentes do CPx e do CPy. A análise mostrou um maior grau de associação do CPr com as medidas



correspondentes do CPy, sendo, em alguns casos, inexistente a correlação com as medidas do CPx. Nesse sentido, a não significância encontrada para a amplitude da trajetória do centro de pressão no plano sagital, foi, provavelmente, a responsável pela não significância dos dados referentes ao centro de pressão resultante em todas as faixas etárias.

O processo geral por trás da aquisição do APA implica na transformação das correções posturais por *feedback* em controle de *feedforward*, associado aos movimentos voluntários que estão causando a perturbação postural (MASSION, 1992). Isso implica que uma representação interna tanto das restrições inerentes ao corpo em si, quanto àquelas ligadas à ação, são construídas e usadas. Resultados de uma série de estudos a partir da revisão de Wilson e McKenzie (1998) mostram dificuldades na representação da coordenação visuoespacial de ações prospectivas e especificamente, uma capacidade diminuída da criança com DCD de produzir um modelo preciso de *feedforward* (WILSON, MARUFF e LUM, 2003). Apesar de descrições como essa, pouco ainda se sabe sobre o controle postural antecipatório na criança com DCD. O estudo de Johnston et al. (2002), encontrou indícios de que os ajustes posturais antecipatórios estão menos presentes e são mais desorganizados temporalmente nas crianças com DCD em relação às crianças com desenvolvimento motor típico. Ao investigarem o *timing* neuromuscular dos músculos proximais de membro superior e de tronco durante uma tarefa de tempo de reação de escolha envolvendo uma flexão de ombro, os autores perceberam que três dos quatro músculos anteriores de tronco analisados não apresentaram atividade durante o período antecipatório, o que veio a interferir na estabilidade do tronco. Os autores concluíram que a atividade postural poderia ser considerada

como um fator de contribuição às dificuldades de controle do movimento apresentadas pelas crianças com DCD. No presente estudo, embora a ação muscular não tenha sido avaliada, o comportamento do CP, que reflete os efeitos mecânicos gerais dos APA de vários músculos posturais, em especial dos músculos ao redor do tornozelo foi investigado (SLIJPER, LATASH e MORDKOFF, 2002; WINTER, 1995). Em função disso, podemos inferir que as diferenças encontradas entre o grupo DCD e controle são mais um indício de que a atividade postural antecipatória do grupo DCD pode estar contribuindo para o comportamento desajeitado dessas crianças.

Estudos antropométricos têm mostrado que o movimento de membro superior envolve o deslocamento de uma pequena quantidade de massa (5% da massa corporal) e que levantar um braço poderia produzir uma mudança postural máxima com amplitude de 1.5cm em adultos (VERNAZZA-MARTIN et al., 1999 e ZATSIORSKY e SELUYANOV, 1983 apud HAY e RENDON, 2001). Os deslocamentos apresentados pelas crianças neste estudo, referentes ao período que antecede o movimento, foram coerentes com os achados da literatura, estando em torno de 0,4cm na direção látero-lateral e de 1cm na direção antero-posterior, conforme pode ser visualizado na Tabela 5.1. Um resumo sob forma de tabela dos valores médios e de desvio padrão das medidas referentes aos APA estão apresentados em anexo (Anexo E).

TABELA 5.1

Valores médios e de desvio padrão da amplitude do deslocamento do CPx e CPy

Faixa etária	CPx (cm)		CPy (cm)	
	DCD	C	DCD	C
7 a 8 anos	0,62(0,34)	0,42 (0,12)	1,01(0,35)	0,90(0,42)
9 a 10 anos	0,57(0,28)	0,34(0,15)	0,99(0,46)	0,93(0,40)
11 a 12 anos	0,38(0,13)	0,27(0,12)	1,75(0,77)	1,01(0,62)

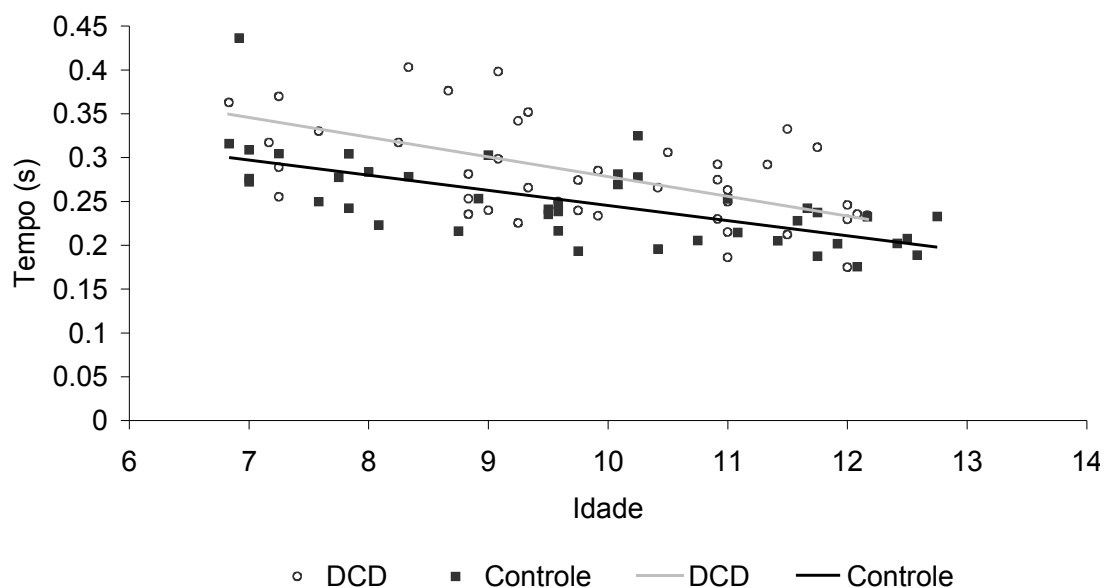
C: grupo controle

## 5.2 Mudanças Desenvolvimentais dos Ajustes Posturais Antecipatórios e Parâmetros Temporais de Movimento

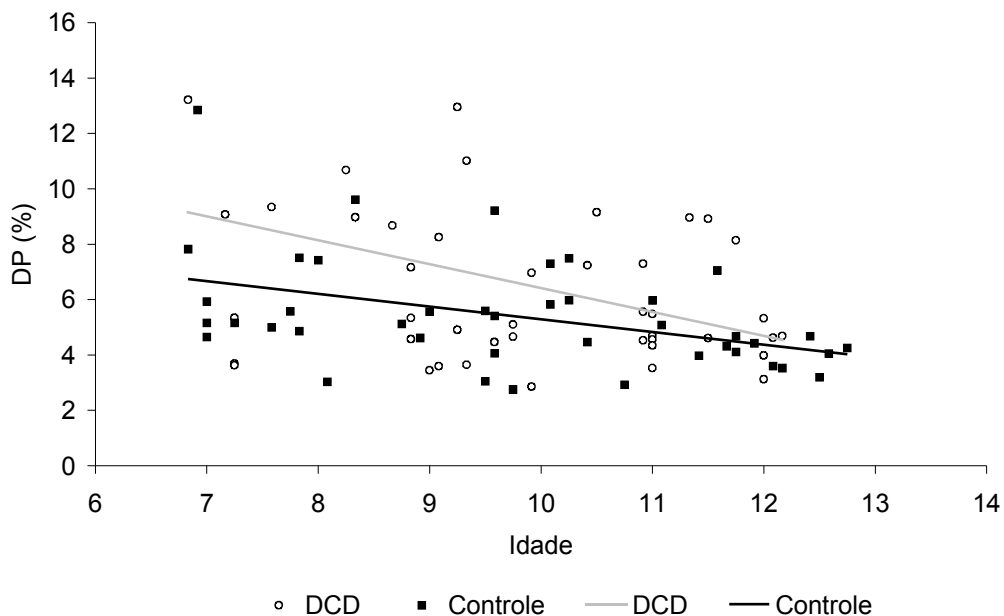
A análise de Regressão Linear permitiu observar o comportamento das variáveis dependentes com o avanço da idade, tanto no grupo DCD como no controle. Os resultados obtidos em cada grupo e as diferenças de comportamento apresentadas passam a ser descritas nos itens que se seguem.

### 5.2.1 Parâmetros Temporais de Movimento

A análise da medida de tempo de reação simples indicou redução do tempo despendido para a iniciação do movimento com o avanço da idade em ambos os grupos (DCD [ $F_{(1,42)}= 21,524$ ;  $p<0,001$ ]; controle [ $F_{(1,40)}=30,568$ ;  $p<0,001$ ]) (Figura 5.9). Ao considerar a variabilidade do tempo de reação, medida pelo desvio padrão em percentual, os resultados também indicaram uma redução gradual com o avanço da idade em ambos os grupos (DCD [ $F_{(1,42)}= 5,650$ ;  $p=0,022$ ]; controle [ $F_{(1,40)}=8,956$ ;  $p=0,005$ ]) (Figura 5.10).



**Figura 5.9:** Comportamento da variável TR com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.



**Figura 5.10:** Comportamento da variabilidade do TR com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.

A redução dos valores médios e de variabilidade do tempo de reação mostram o aumento da velocidade do processamento da informação visual, bem

como, a melhora da consistência da resposta de tempo de reação com o avanço da idade. Esse comportamento foi encontrado tanto no grupo DCD como no controle, demonstrando que, em ambos, houve uma capacidade cada vez maior de reagir ao estímulo e uma progressiva maturação neurológica do processamento da informação (RIACH e RAYES, 1990).

O comportamento apresentado pelas crianças neste estudo está de acordo com o observado por outros autores, que relataram a redução dos valores médios e de variabilidade do TR com o avanço da idade, tanto nas crianças com DCD quanto nas de desenvolvimento motor típico (GEUZE e BÖRGER, 1994; RIACH e RAYES, 1990; HAYWOOD e GETCHELL, 2004).

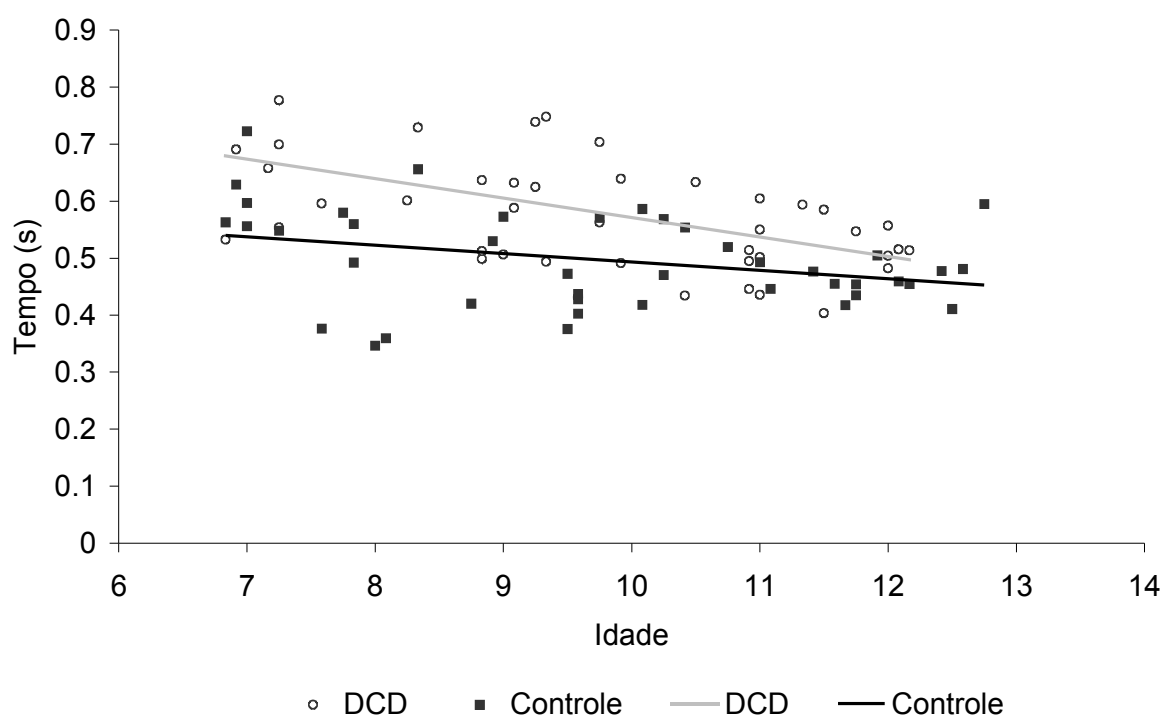
Observa-se, porém, que, quanto ao tempo de reação, a redução progressiva das medidas do grupo DCD não foi suficiente a ponto de tornar seus valores semelhantes aos apresentados pelas crianças do grupo controle, o que confirma a hipótese 3 deste estudo para o TRS. Conforme discutido anteriormente, as crianças do grupo DCD foram mais lentas em todas as faixas etárias avaliadas e apesar da diferença entre os grupos ter diminuído com o avanço da idade, ainda permaneceu presente até os 11 a 12 anos de idade. Isso demonstra o atraso apresentado pelas crianças com desordem motora que, apesar de sujeitas às mudanças desenvolvimentais, permaneceram mais lentas na reação a um estímulo em relação à criança com desenvolvimento típico, mesmo na maior faixa etária.

Quanto à variabilidade do tempo de reação, ambos os grupos apresentaram comportamento semelhante com o avanço da idade, porém, pode-se observar

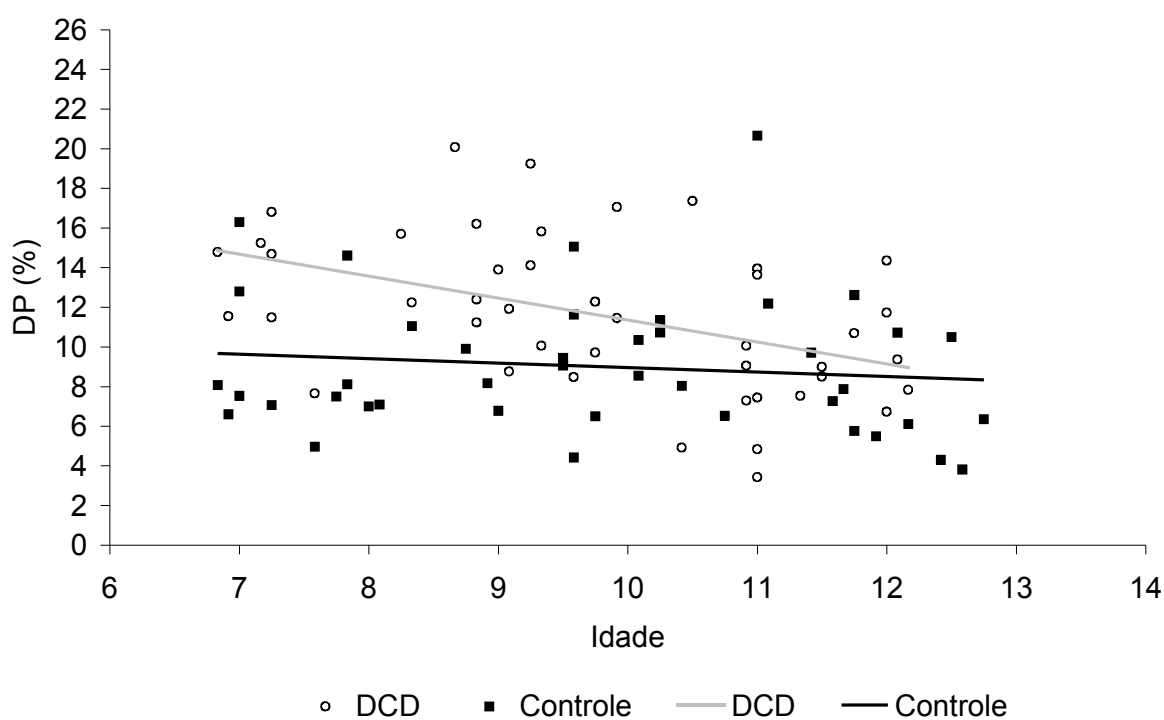
(Figura 5.10) que o grupo DCD iniciou com valores mais distantes em relação ao grupo controle e, com o aumento da idade, reduziu seus valores em maior proporção (maior inclinação da linha de tendência), tendendo a níveis de variabilidade bastante próximos do grupo controle por volta dos 11 a 12 anos de idade. Houve, portanto, um aumento progressivo da consistência do tempo de reação, com maior regularidade da resposta nas crianças mais velhas em relação às mais novas em ambos os grupos investigados. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas na comparação da variabilidade do TR entre os grupos, parece que a melhora progressiva foi ainda mais importante nas crianças com DCD, que iniciaram com tendência a uma maior variabilidade, necessitando, portanto, de uma redução mais intensa.

O tempo de execução do movimento também reduziu significativamente com o avanço da idade em ambos os grupos (DCD [ $F_{(1,42)}= 12,347$ ;  $p=0,001$ ]; controle [ $F_{(1,40)}=4,774$ ;  $p=0,035$ ]) (Figura 5.11). Já a variabilidade do TM, mostrou redução significativa apenas no grupo DCD [ $F_{(1,42)}= 10,501$ ;  $p=0,002$ ] (Figura 5.12).

Esses resultados atestam para um movimento mais veloz com o avanço da idade em ambos os grupos, já que, tanto no grupo DCD como no controle, as crianças mais velhas conseguiram executar a mesma tarefa em um menor tempo. Isso significa que, diante das mesmas restrições, as crianças, progressivamente, adotaram estratégias de movimento mais eficientes.



**Figura 5.11:** Comportamento da variável TM com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.



**Figura 5.12:** Comportamento da variabilidade do TM com o avanço da idade nos grupos DCD e controle

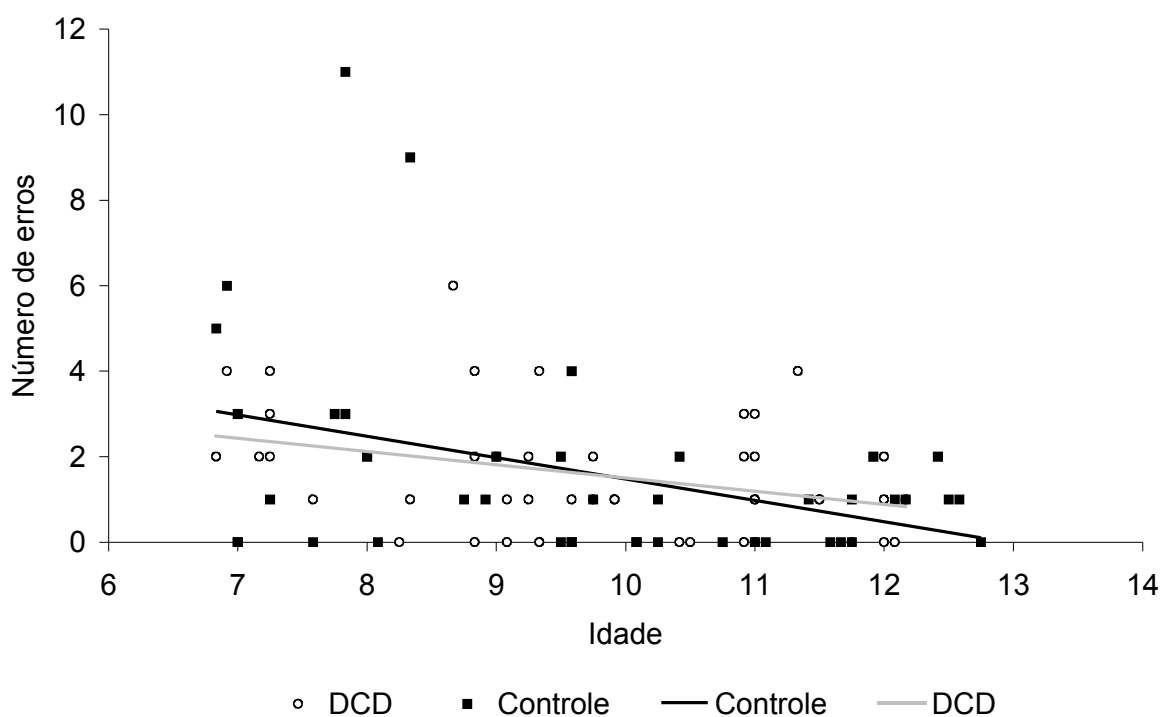
Entretanto, ao observar a Figura 5.11 é possível notar que as crianças do grupo DCD mostraram maior redução do TM com o avanço da idade, sendo essa redução não tão visível nas crianças do grupo controle. As diferenças entre os grupos foram maiores por volta dos 7 a 8 anos de idade e tornaram-se progressivamente menores, principalmente em função da redução apresentada pelo grupo DCD. Apesar disso, as crianças com desordem continuaram mais lentas na execução do movimento e não chegaram a atingir o padrão apresentado pelas crianças de desenvolvimento típico, confirmando também para essa variável a hipótese 3. No grupo controle, os valores variaram menos entre as idades o que demonstra que a criança com desenvolvimento motor típico já possuía respostas mais maduras mesmo na menor faixa etária.

Quanto ao comportamento da variabilidade do tempo de movimento é possível observar que o grupo controle não teve suas respostas alteradas em função da idade, o que demonstra consistência temporal do movimento já nas crianças mais novas (Figura 5.12). O grupo DCD, por sua vez, apresentou redução significativa da variabilidade do TM, porém essa redução só tornou os níveis de variabilidade semelhantes aos do grupo controle na faixa etária de 11 a 12 anos. Esse achado demonstra o atraso desenvolvimental apresentado pelas crianças com desordem motora, que foram mais inconsistentes na resposta de tempo de movimento e apenas por volta dos 11 anos de idade, atingiram valores de variabilidade semelhantes aos apresentados pelas crianças do grupo controle aos 7 a 8 anos (Tabelas em anexo- Anexo E).



A redução dos valores de tempo de movimento, bem como de sua variabilidade, estão de acordo com os achados de autores em estudo prévio (GEUZE e BÖRGER, 1994) e indicam que a criança com DCD também foi capaz de melhorar seu desempenho com o avanço da idade, porém, comparativamente à seus pares, apresentaram atrasos desenvolvimentais que as deixaram em desvantagem quanto a sua performance.

Mudanças desenvolvimentais também puderam ser observadas quanto às falhas na execução da tarefa, havendo redução significativa no número de erros cometidos durante a realização da tarefa com o avanço da idade. Porém essa diferença mostrou-se significativa apenas no grupo controle [ $F_{(1,40)}=12,316$ ;  $p=0,002$ ], conforme pode ser visualizado na Figura 5.13.



**Figura 5.13:** Comportamento do número de erros de execução da tarefa com o avanço da idade nos grupos DCD e controle.

O número de erros cometidos pelas crianças do grupo controle teve tendência a ser maior até, aproximadamente, os nove anos de idade, apesar da comparação da média entre os grupos não ter revelado diferenças significativas nessa variável. A tarefa exigia certo grau de atenção e compreensão por parte das crianças, já que as trinta tentativas eram executadas em blocos de dez repetições consecutivas. Para o sucesso da tarefa, a criança precisava completar a execução de uma tentativa com rapidez e precisão e aguardar o sinal de aviso para a performance da próxima tentativa e assim sucessivamente.

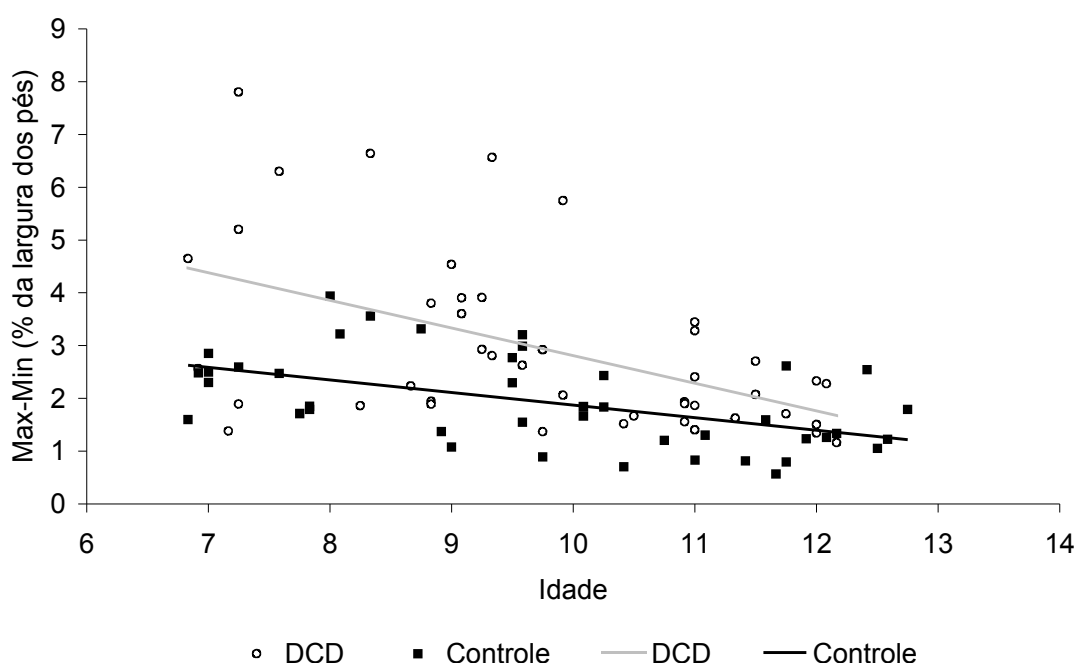
Nesse sentido, a tarefa era mais complexa para as crianças mais novas, independentemente da condição motora. Porém, com o avanço da idade, as crianças do grupo controle foram progressivamente reduzindo os erros de execução até que, por volta dos 11 a 12 anos de idade, apresentaram tendência a já não cometerem mais falhas na performance. O grupo DCD, por sua vez, não apresentou o mesmo comportamento, e o número de erros não reduziu significativamente com o avanço da idade. Isso revela que, apesar de semelhantes quanto ao valor médio do número de falhas, o grupo controle apresentou melhora progressiva na acurácia do movimento, ao contrário das crianças com desordem, que, independente de terem 7 ou 12 anos, tiveram tendência de cometer o mesmo número de erros.

Embora diversos estudos tenham focado a análise dos parâmetros temporais de movimento na Desordem Coordenativa Desenvolvidamental, poucos são os que abordam as mudanças desenvolvimentais apresentadas pelas crianças. Até mesmo quando uma larga faixa etária é estudada, com crianças de 7 ou 8 anos até por volta

de 11 ou 12 anos de idade (HENDERSON, ROSE e HENDERSON, 1992; PIEK e SKINNER, 1999; MANDICH, BUCKOLZ e POLATAJKO, 2003), a análise é feita entre o grupo DCD e controle sem subdivisões da amostra pela faixa etária, o que dificulta a comparação e discussão dos resultados encontrados neste estudo.

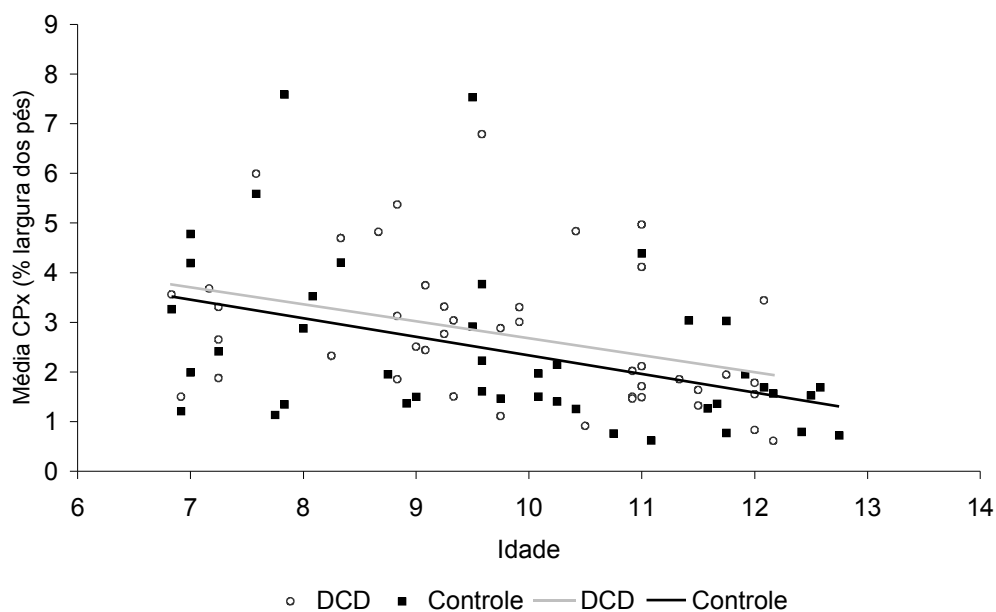
### 5.2.2 Ajustes Posturais Antecipatórios

A análise do comportamento desenvolvimental das variáveis posturais analisadas, mostraram respostas significativas nas medidas do CP na direção látero-lateral. A amplitude do deslocamento do CPx apresentou redução significativa com o avanço da idade, sendo essa redução visível tanto no grupo DCD como no controle (DCD [ $F_{(1,42)}=14,376$ ;  $p<0,001$ ]; controle [ $F_{(1,42)}=15,1999$ ;  $p<0,001$ ]) (Figura 5.14).

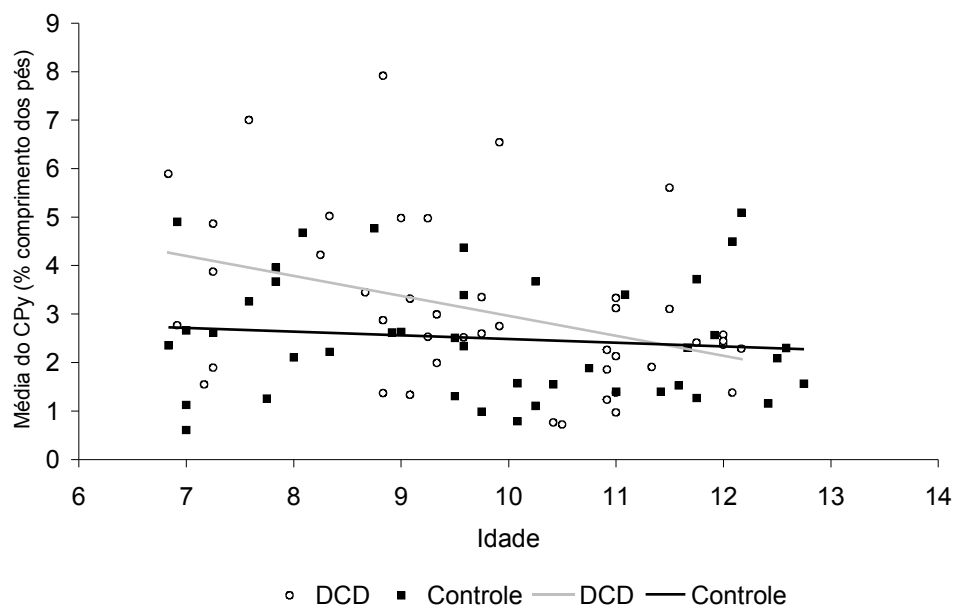


**Figura 5.14:** Comportamento da amplitude do CPx com o avanço da idade.

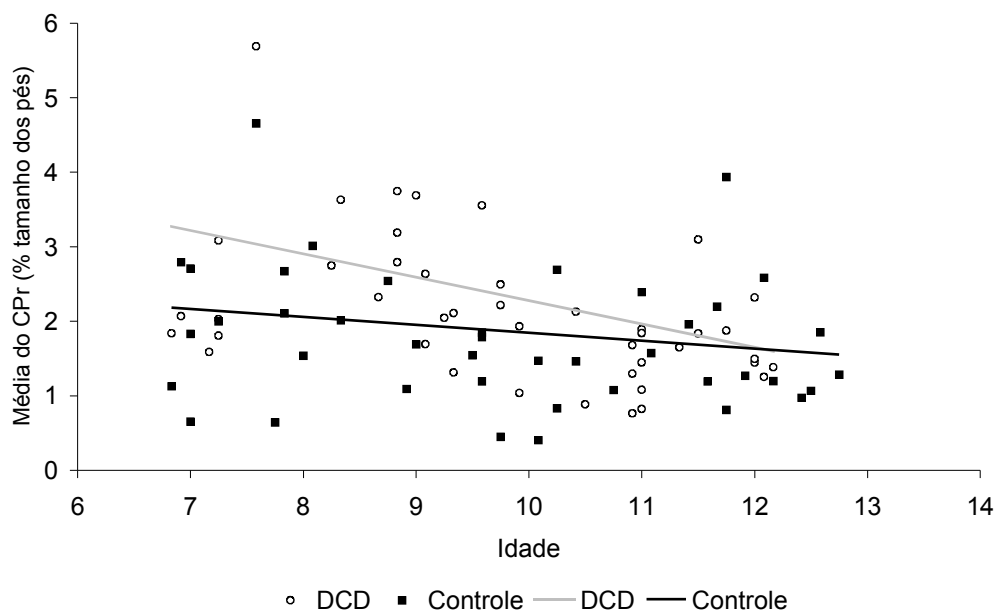
O valor médio do deslocamento do CPx também reduziu significativamente com o avanço da idade, tanto no grupo DCD, como no no grupo controle (DCD [ $F_{(1,42)}= 10,163$ ;  $p=0,003$ ]; controle [ $F_{(1,40)}= 11,126$ ;  $p=0,002$ ]) (Figura 5.15). Além das variáveis do deslocamento látero-lateral já descritas, a média do CPy, a média e a amplitude do CP resultante mostraram redução significativa em função da idade, porém apenas no grupo DCD (média CPy [ $F_{(1,42)}=6,302$ ;  $p=0,016$ ]; média do CPr [ $F_{(1,42)}=8,690$ ;  $p=0,005$ ]; amplitude do CPr [ $F_{(1,42)}=4,879$ ;  $p=0,033$ ]) (Figuras 5.15-5.18). Esses resultados confirmam a hipótese 4 apenas em algumas das medidas.



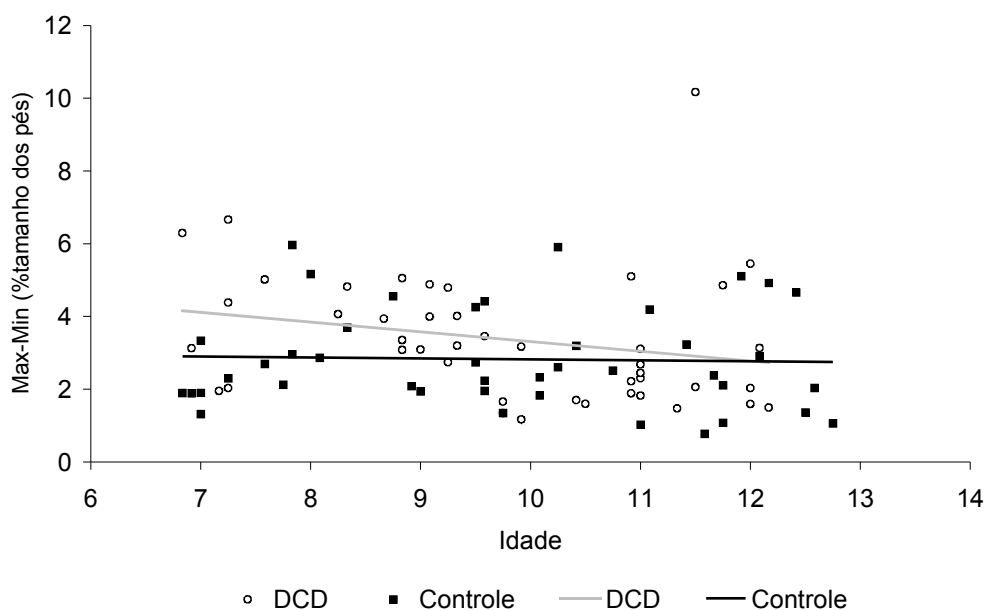
**Figura 5.15:** Comportamento da média do CPx com o avanço da idade.



**Figura 5.16:** Comportamento da média do CPy com o avanço da idade.



**Figura 5.17:** Comportamento da média do CPr com o avanço da idade.



**Figura 5.18:** Comportamento da amplitude do CPr com o avanço da idade

A redução da amplitude do CPx sob influência da idade, em ambos os grupos, demonstra um comportamento desenvolvimental em parte semelhante. Porém, ao observar a Figura 5.14 é possível perceber que as crianças do grupo DCD apresentaram redução mais intensa da amplitude do deslocamento látero-lateral, e embora a diferença entre os grupos tenha reduzido gradualmente, mesmo na maior faixa etária, as crianças com DCD não atingiram os valores apresentados pelas do grupo controle, o que vem a confirmar a hipótese 4 para esta variável. Isso significa que, mesmo aos 11 a 12 anos de idade as crianças com DCD mantiveram um maior deslocamento do CPx, demonstrando menor estabilidade látero-lateral no período antecipatório. Assim como apresentado nos parâmetros temporais de movimento, o atraso desenvolvimental das crianças do grupo DCD também foi evidenciado nessa medida do controle postural antecipatório.

Quanto à média do CPx, ambos os grupos mostraram redução significativa com o avanço da idade, demonstrando que, além de terem se tornado menos amplas em seu deslocamento, as crianças apresentaram, em média, menor deslocamento no período antecipatório. Apesar da redução gradual, é possível observar na Figura 5.15, que as crianças do grupo DCD apresentaram tendência a maiores valores de média em todas as idades, não chegando a atingir os mesmos níveis de tendência apresentados pelas crianças típicas. O controle postural foi, portanto, menos ativo progressivamente, sendo esse comportamento mais evidente no grupo controle.

A média do deslocamento do CPy, bem como a do CPr, conforme pode ser visualizado nas Figuras 5.16 e 5.17, respectivamente, apresentaram pouca, ou nenhuma variação entre as crianças de 7 a 12 anos no grupo controle. Esse resultado indica um comportamento similar das crianças mais novas de desenvolvimento típico em comparação às mais velhas. Já as crianças do grupo DCD mostraram redução significativa dos valores médios do CP ântero-posterior e resultante com o avanço da idade, e somente por volta dos 12 anos de idade atingiram a mesma tendência apresentada pelas crianças típicas. Essa diferença de comportamento entre os grupos revela uma estratégia distinta do controle postural antecipatório adotada pelas crianças com DCD e apresenta-se como mais um indício do atraso apresentado por elas em relação às do grupo controle.

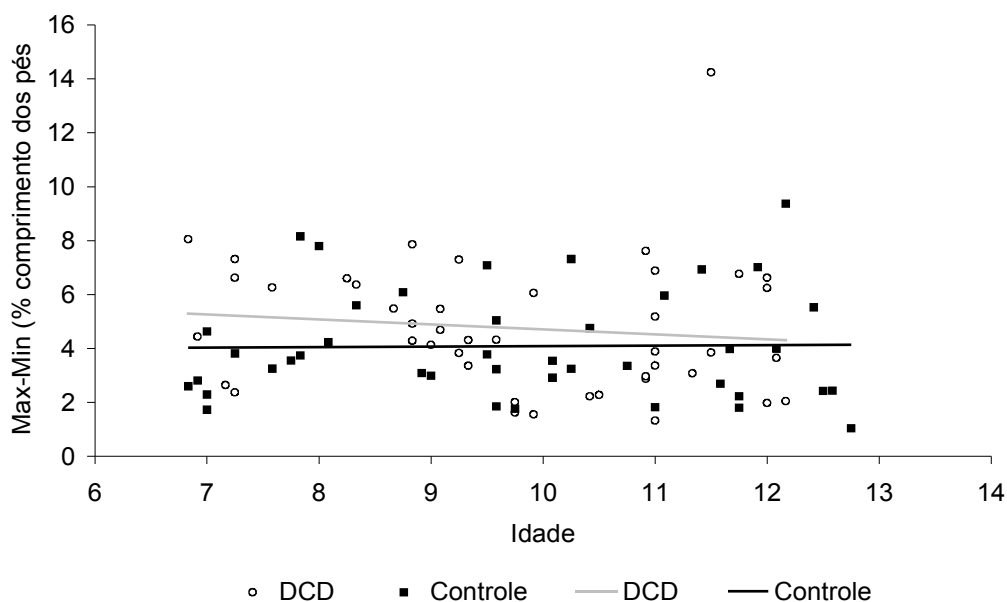
Em relação à redução significativa da amplitude do centro de pressão resultante no grupo DCD, um teste de correlação de Pearson foi realizado para saber qual das medidas de amplitude (do CPx ou do CPy) influenciou mais

diretamente o valor do CP resultante. Os resultados indicaram que, tanto a amplitude do CPx como a do CPy [ $r=0,464$ ;  $p<0,001$ ;  $r=0,892$ ;  $p<0,001$ , respectivamente] mostraram correlação significativa com a amplitude do CP resultante, porém, a correlação com o CPy mostrou-se mais forte em intensidade, indicando um maior grau de associação da amplitude do CPr com a amplitude do CP ântero-posterior (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Em função disso, acredita-se que a redução bastante significativa da amplitude do CPx na criança com DCD tenha contribuído para a significância encontrada no CPr, porém o comportamento do CPy não pode ser ignorado.

As medidas do centro de pressão na direção ântero-posterior não apresentaram mudanças desenvolvimentais significativas entre as idades de 7 a 12 anos em ambos os grupos. Embora o teste estatístico não tenha apontado significância, em função dos dados do CPr, é possível inferir que a criança com DCD tenha apresentado tendência à redução da amplitude também no CPy com o avanço da idade e que essa tenha influenciado a amplitude do centro de pressão resultante. Esse comportamento diferiu do apresentado pelas crianças de desenvolvimento típico e indica uma estratégia desenvolvimental diferente entre os grupos. Enquanto no grupo controle a amplitude do CPy foi bastante semelhante entre as diferentes faixas etárias, no grupo DCD houve uma tendência de redução com o avanço da idade, com uma aproximação progressiva dos valores das crianças com desordem em direção aos apresentados pelas do grupo controle (Figura 5.17). Esse pode ser considerado como mais um indício do atraso desenvolvimental apresentado pelas crianças do grupo DCD em relação às de desenvolvimento motor típico, pois um comportamento já apresentado pelas crianças mais novas do grupo controle, parece



ter sido alcançado apenas mais tarde pelas crianças com DCD. Além disso, demonstra uma estratégia desenvolvimental diferente, com mudanças no centro de pressão resultante, não presentes nas crianças do grupo controle.



**Figura 5.19:** Comportamento da amplitude do CPy com o avanço da idade

Estudos desenvolvimentais sobre os ajustes posturais antecipatórios têm mostrado que há uma dominância idade-dependente dos APA, o que torna as crianças mais novas menos capazes de antecipar as perturbações posturais causadas por seus movimentos e/ou menos capazes de coordenar os ajustes posturais com a execução do movimento em si (RIACH e RAYES, 1990). Uma relação idade-dependente também foi observada neste estudo, indicando um aumento da consistência e estabilidade do controle postural antecipatório no plano coronal. De forma semelhante, as crianças com desordem motora também mostraram-se suscetíveis às mudanças desenvolvimentais, porém sob estratégias e proporções distintas.

Reduções da amplitude do CP com o avanço da idade foram relatadas por Riach e Rayes (1990) em crianças com desenvolvimento motor típico de idades entre 4 a 14 anos. Os autores encontraram maior incidência de ajustes posturais no plano lateral, com grande preferência do padrão direita-esquerda nas crianças mais novas. Com o avanço da idade, os ajustes antecipatórios na direção látero-lateral reduziram progressivamente em incidência e amplitude, sendo significativamente menores e menos presentes nas crianças mais velhas.

Deslocamentos do centro de pressão progressivamente mais organizados na direção ântero-posterior, menores em amplitude e menos variáveis foram encontrados por Hay e Rendon (2001). Porém, segundo os autores, a redução de amplitude dos ajustes posturais antecipatórios com o avanço da idade indica que o controle postural passou de uma função de suporte, baseada primordialmente na estratégia de *feedforward*, para uma função compensatória, onde o modo de *feedback* exerce o principal papel, já que os adultos investigados não apresentaram nenhuma atividade postural antecipatória significativa. Neste estudo, as respostas posturais durante o movimento não foram analisadas, limitando a suposição de conclusões similares. Pode-se inferir que os APA se tornaram progressivamente menos amplos, garantindo às crianças mais velhas, maior estabilidade na direção látero-lateral no período antecipatório. Porém, até que ponto essa redução significa uma transição para um controle primordial da estratégia de *feedback* não é possível se saber. Nesse sentido, estudos incluindo os ajustes posturais compensatórios estão em andamento em nosso grupo de pesquisa.

As mudanças desenvolvimentais do controle postural antecipatório na criança com DCD ainda não são bem conhecidas. Johnston et al., (2002) investigaram a atividade neuromuscular de músculos estabilizadores de um gesto de membro superior em crianças DCD de 8 a 10 anos de idade. Porém, ao apresentarem e discutirem seus resultados, abordaram o comportamento apresentado no grupo DCD como um todo. Mesmo nos estudos envolvendo os ajustes posturais compensatórios, publicados a mais tempo e em maior quantidade, poucos são os indícios encontrados sobre os atrasos no desenvolvimento do controle postural da criança com DCD. Geuze (2003) mostrou que, em algumas medidas de amplitude do CP e de amplitude e duração da atividade de músculos posturais, a performance das crianças com DCD de idade média de 9 anos assemelha-se a das crianças típicas mais jovens (6-7 anos), o que, segundo o autor, pode indicar um controle de equilíbrio não automatizado na mesma extensão que o das crianças sem desordem motora. De forma semelhante, Wann, Mon Williams e Rushton (1998) encontraram maior oscilação postural diante de perturbações em uma sala móvel nas crianças DCD de 10-12 anos de idade em comparação às crianças do grupo controle na condição sem visão, indicando um comportamento semelhante ao de crianças com desenvolvimento típico de 3-4 anos de idade.

Para tentar evidenciar melhor os atrasos apresentados pelas crianças do grupo DCD, cálculos hipotéticos da idade foram realizados nas variáveis em que ambos os grupos apresentaram mudanças desenvolvimentais significativas, a partir da equação de regressão. Os resultados indicam o atraso hipotético da idade do grupo DCD em relação ao controle e estão descritos na Tabela 5.2.

TABELA 5.2

Atraso hipotético da idade do grupo DCD em relação ao controle

<b>Variável dependente</b>	<b>7 a 8 anos</b>	<b>9 a 10 anos</b>	<b>11 a 12 anos</b>
Tempo de reação	0,405	0	0,346
Tempo de movimento	0,751	0,049	-0,01
Média do Cpx	-0,75	2,04	-0,23
Amplitude do CPx	-0,68	0,574	0,705

É possível observar uma redução do atraso hipotético da idade para as variáveis referentes aos parâmetros temporais de movimento (TR e TM) na comparação entre as faixas etárias, sendo o atraso aos 9-10 anos e 11-12 anos menor do que o apresentado aos 7-8 anos. Em relação à média do CPx, o atraso parece estar presente e bastante evidente aos 9-10 anos de idade, sendo que na variável de amplitude, há um comportamento desenvolvimental inverso ao dos atrasos de idade dos parâmetros temporais de movimento. Isso demonstra que o grupo DCD possui maior dificuldade em atingir os níveis apresentados pelo grupo controle na variável de amplitude dos ajustes posturais antecipatórios. Embora esse seja um cálculo hipotético, contribui no sentido de chamar a atenção para o fato de que a menor estabilidade postural da direção látero-lateral no período antecipatório parece não seguir um curso desenvolvimental favorável à criança com DCD.

### **5.3 Influência dos Ajustes Posturais Antecipatórios sobre os Parâmetros Temporais de Movimento**

A análise de correlação indica a intensidade da associação entre duas variáveis e foi efetuada tanto no grupo DCD como no controle com o intuito de saber se os parâmetros temporais de movimento sofreram influência do controle postural antecipatório. As idades não foram consideradas nessa análise, já que a subdivisão

em grupos menores de acordo com a faixa etária reduziria muito o número de crianças por grupo, impedindo resultados consistentes estatisticamente.

No grupo controle, a medida de amplitude do centro de pressão látero-lateral mostrou correlação significativa com a variável de tempo de reação  $[[r=0,388;p=0,011]$ . Isso significa que quanto mais amplo o deslocamento do CPx, mais lenta foi a reação da criança ao estímulo visual fornecido.

A medida de amplitude do centro de pressão látero-lateral também mostrou correlação significativa com a variabilidade do tempo de reação no grupo controle  $[r=0,374;p=0,015]$ . Isso significa que quanto mais amplo o deslocamento do CPx, mais variável e inconsistente foi o tempo despendido com a reação ao estímulo visual.

Os parâmetros temporais de movimento também apresentaram-se correlacionados entre si, com um maior tempo de reação estando associado a um maior tempo de movimento ( $r=0,421$ ;  $p=0,006$ ) e uma maior variabilidade do tempo de reação levando também a um maior tempo de movimento ( $r=0,319$ ;  $p=0,04$ ). Essa correlação significativa indica que o tempo despendido com o planejamento e iniciação da resposta influenciaram o tempo de execução do movimento. Sendo assim, quanto mais lenta e mais variável foi a criança ao reagir ao estímulo, mais lenta ela foi, também, na execução do movimento. Como as variáveis relacionadas ao CPx mostraram correlação significativa com o TR e a variabilidade do TR e esses com o TM, na verdade, os níveis de estabilidade no plano coronal influenciaram a

velocidade e consistência da reação e essas, por sua vez, o tempo de execução do movimento.

Esses resultados confirmam a hipótese 5 para o grupo controle e vêm de encontro à suposição de que os ajustes posturais antecipatórios, além de agirem para minimizar a perturbação postural, atuam na preparação da postura para o movimento e auxiliam no controle do gesto em termos de força e velocidade (MASSION, 1998). Segundo Horak et al. (1984), uma menor estabilidade postural traz influências diretas sobre a realização do movimento já que, se não houver uma base estável sobre a qual o gesto possa ser executado, erros de performance podem vir a ser cometidos. A relação dos ajustes posturais com movimento focal se mostra tão íntima que, tanto o componente postural do movimento voluntário, quanto o componente da ação em si, parecem ser integrados no planejamento do movimento. Essa integração torna-se visível, por exemplo, quando um indivíduo comete um erro na direção do movimento em uma tarefa de tempo de reação de escolha, pois as respostas posturais são adequadas ao movimento que foi executado e não ao que deveria ter ocorrido (CORDO e NASHNER, 1982).

Com base nisso, é possível sugerir que os mais altos valores de tempo de reação das crianças mais novas tenham sido influenciados pela maior amplitude do deslocamento do CPx no período antecipatório. Essa influência já foi descrita previamente por Riach e Rayes (1990), que justificaram os maiores valores de TR de crianças de 4 a 6 anos em função da maior amplitude do deslocamento do CP, já que a avaliação e iniciação dos APA poderia atrasar a iniciação do movimento.

As demais variáveis referentes ao CPy e ao CPr não mostraram correlação significativa com as medidas do movimento no grupo controle, indicando que, com as restrições impostas pela tarefa e condições de teste, o deslocamento ântero-posterior e resultante do centro de pressão, não estiveram tão diretamente associados ao movimento executado. Esse resultado é consistente com os demais achados deste estudo, já que as diferenças entre os grupos e entre as faixas etárias quanto aos ajustes posturais antecipatórios foram mais evidentes nas variáveis do CPx.

Na criança com DCD, a correlação entre os parâmetros temporais de movimento e APA não se mostrou significativa em nenhuma das variáveis, contrariando a hipótese 5, estatisticamente, nas crianças com desordem motora. Apesar do teste estatístico, acredita-se que a influência da postura sobre o gesto tenha também ocorrido. Provavelmente, como a criança com DCD apresentou um controle mais ativo e menos estável da postura no período que antecedeu o movimento, é possível que os APA não tenham sido refletidos tão diretamente sobre o movimento. Com o intuito de explicar melhor essa relação, propõe-se a análise da seguinte situação: em uma tarefa como a de acertar um alvo com um dardo, um jogador habilidoso exerce um refinado controle sobre sua postura já que as oscilações do corpo, por menores que sejam, podem influir diretamente sobre o lançamento. Em um jogador inexperiente, entretanto, o controle sobre a postura ainda não é tão preciso e o gesto sofre diversas influências por parte do controle postural. Dessa forma, a postura não deixa de influenciar o gesto de lançamento, podendo até mesmo influir mais do que em um jogador habilidoso, porém o comportamento de um não é refletido tão diretamente sobre o outro. Dessa maneira,

para um movimento melhor organizado e controlado, qualquer aumento do deslocamento do CP pode ser transmitido ao movimento. Já para um movimento no qual não há coordenação e o controle tão refinados, a menor estabilidade postural pode exercer grande influência sobre o gesto, mas as variações da postura não se transmitem de forma tão direta.

Esse exemplo foi utilizado como uma ilustração para tentar explicar a ausência da correlação estatística entre as variáveis de postura e movimento nas crianças com DCD. Provavelmente, em função de terem menor estabilidade látero-lateral, as crianças com DCD possuem, também, um movimento mais variável e temporalmente desorganizado. Acredita-se portanto, que os resultados dos parâmetros temporais de movimento tenham sido influenciados pelo comportamento dos APA, apesar do teste estatístico.

Segundo Johnston et al. (2002), que encontrou maior lentidão do TR nas crianças com DCD, a desorganização temporal do movimento ocorreu em função da falta de atividade postural antecipatória em músculos da região anterior do tronco, gerando uma menor estabilidade postural, que levou a criança com desordem motora a utilizar padrões de ativação muscular diferentes das crianças de desenvolvimento típico. Williams e Woollacott (1997) , vêem o pobre equilíbrio das crianças com DCD como o principal responsável pelas dificuldades de coordenação próprias da desordem.

No presente estudo, novos indícios foram gerados sugerindo que o controle postural antecipatório das crianças com DCD pode ser um fator de contribuição às



dificuldades de coordenação típicas da desordem. Essa contribuição pode estar particularmente atuante em atividades que requerem interações com outros objetos na posição em pé, como ao receber uma bola, ou em situações que requerem ações posturais prospectivas para a manutenção da estabilidade, como ao desviar de obstáculos, andar de bicicleta, ou skate, manter-se equilibrado em um ônibus em movimento, entre outros (JOHNSTON et al., 2002).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo permitem inferir que a criança com DCD foi mais lenta para iniciar e executar o movimento em direção a um alvo e também mais inconsistente quanto à velocidade de execução. Essa lentidão reflete a desorganização temporal que acompanha uma estratégia de movimento menos eficiente. Com o avanço da idade, a criança com DCD tornou-se progressivamente mais veloz e consistente na iniciação e performance da ação, porém apresentou um atraso em relação às crianças do grupo controle, visível através de um comportamento similar ao das crianças típicas de faixas etárias anteriores.

Quanto aos ajustes posturais antecipatórios, a criança com DCD mostrou um deslocamento mais amplo do centro de pressão na direção látero-lateral no período antecipatório, indicando maior instabilidade postural durante a preparação para o gesto. Como o comportamento do centro de pressão diante de perturbações posturais rotacionais e laterais reflete mais diretamente o controle de músculos ao redor do tornozelo, pode-se inferir que a criança com DCD apresentou dificuldades na utilização da estratégia de *feedforward* junto aos músculos distais, permitindo um maior deslocamento do CP. As crianças do grupo controle, por sua vez, pareceram

tirar melhor proveito da ação muscular e sob a restrição de tempo imposta pela tarefa, provavelmente utilizaram a co-contracção como recurso para o aumento da estabilidade. A criança com DCD pareceu não utilizar essa mesma estratégia, ou então utilizá-la de modo menos eficiente, de forma que não demonstrou os mesmos níveis de estabilidade.

Ao considerar-se as mudanças desenvolvimentais dos ajustes posturais antecipatórios, observou-se uma redução progressiva da amplitude do deslocamento látero-lateral do centro de pressão com o avanço da idade em ambos os grupos. Porém, as crianças com DCD não chegaram a atingir os mesmos valores apresentados pelas crianças do grupo controle. Além disso, em medidas da média do CPy e de média e amplitude do centro de pressão resultante, as crianças mais velhas do grupo DCD apresentaram comportamento semelhante ao das crianças mais novas de desenvolvimento típico. Nesse sentido, o atraso desenvolvimental visível nas variáveis relativas aos parâmetros temporais de movimento mostrou-se presente também em algumas medidas dos ajustes posturais antecipatórios.

As diferenças do processo desenvolvimental entre os grupos tornaram-se mais evidentes quando, a partir das equações da análise de regressão, atrasos de idade hipotéticos foram calculados. Observou-se uma redução destes atrasos em relação às variáveis de TRS e TM no processo desenvolvimental, porém um aumento destes quanto à amplitude dos ajustes posturais antecipatórios. Nesse sentido, salienta-se que a criança com DCD tende a não alcançar o mesmo nível de performance da criança de desenvolvimento típico, não conseguindo eliminar a defasagem em

relação aos seus pares até, aproximadamente, 12 anos de idade. Essa defasagem parece ser ainda maior quanto a amplitude do CPx, vindo os atrasos de idade tornarem-se ainda mais visíveis nas crianças mais velhas.

Em função da íntima relação que a postura possui com o movimento, acredita-se que a maior instabilidade postural do CPx das crianças do grupo DCD no período antecipatório tenha contribuído para a lentidão na reação e execução do movimento. Porém, ainda pouco se conhece a respeito do controle postural antecipatório e de sua influência sobre o movimento na criança com DCD.

Alguns indícios encontrados neste estudo apontam para diferenças entre os grupos DCD e controle quanto aos ajustes posturais antecipatórios e parâmetros temporais de movimento, bem como de sua relação, o que traz importância ao tema nas buscas sobre o entendimento dos mecanismos subjacentes à Desordem Coordenativa Desenvolvidora. Estudos futuros tornam-se necessários, incluindo crianças mais novas e adultos para obter-se um melhor entendimento do desenvolvimento dos ajustes posturais antecipatórios na criança com DCD e sua contribuição às dificuldades de coordenação por ela apresentadas. Variações quanto às instruções e características do gesto podem auxiliar no entendimento de como a criança com DCD adapta os ajustes posturais antecipatórios ao movimento. Além disso, comparações com variáveis referentes aos ajustes posturais compensatórios também poderão auxiliar no sentido de conhecer qual modo de controle (de *feedforward* ou de *feedback*) está mais relacionado com os prejuízos de movimento na DCD. Esforços já têm sido realizados para dar continuidade ao estudo do controle postural na criança com DCD em nosso grupo de pesquisa, com o intuito de

possibilitar o melhor entendimento do que está por trás das dificuldades motoras apresentadas por esse grupo de crianças.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. *Diagnostic and statistical manual for mental disorders- DSM-III*. Washington, DC.; 1987.

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

ARUIN, A.S.; LATASH, M.L. The role of motor action in anticipatory postural adjustments studied with self-induced and externally triggered perturbations. *Experimental Brain Research*, v. 106, p. 291-300, 1995.

ARUIN, A. S.; OTA, T.; LATASH, M.L. Anticipatory postural adjustments associated with lateral and rotational perturbations during standing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 11, p. 39-51, 2001.

ARUIN, S.A.; SHIRATORI, T. The effect of the amplitude of motor action on anticipatory postural adjustments. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 14, p. 455-462, 2004.

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

BENVENUTI, F.; STANHOPE, S.J.; THOMAS, S.L.; PANZER, .P.; HALLET, M. Flexibility of anticipatory postural adjustments revealed by self-paced and reaction-time arm movements. *Brain Research*, v. 761, p. 59-70, 1997.

BONNETBLANC, F.; MARTIN, O.; TEASDALE, N. Pointing to a target from an upright standing position: anticipatory postural adjustments are modulated by the size of the target in humans. *Neuroscience Letters*, v. 358, p. 181-184, 2004.

CALLEGARI-JACQUES, S. *Bioestatística: princípios e aplicações*, Porto Alegre: Artmed, 2003.

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

CERMAK. S. A.; TRIMBLE, H.; CORYELL, J.; DRAKE, C. Bilateral motor coordination in adolescents with and without learning disabilities. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, v. 10, p. 95-110, 1990.

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

CORDO P.J.; NASHNER, L.W. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *Journal of Neurophysiology*, v. 47, p. 1982.

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

DE AJURIAGUERRA, J.; STAMBAK, M. Developmental dyspraxia and psychomotor disorders. In VINKEN, P; BRUYN, G (Eds.), *Handbook of clinical neurology*. Amsterdam: North-Holland, 1969. v.4.

DEWEY, D.; KAPLAN, B. J. Subtyping of developmental motor deficits. *Developmental Neuropsychology*, v. 10, p. 265-284, 1994.

DEWEY, D.; KAPLAN, B.J.; CRAWFORD, 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.

DE WOLF, S.; SLIJPER, H. LATASH, M.L. Anticipatory postural adjustments during self paced and reaction time movements. *Experimental Brain Research*, v. 121, p.7-19, 1998.

DWYER, C.; MCKENZIE, B. E. Impairment of visual memory in children who are clusmy. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 179-189, 1994.

FOX, M.; LENT, B. Clusmy children: primer on developmental coordination disorder. *Canadian Family Physician*, v.42, p. 1965-1971, 1996.

GEUZE, R. H.; BÖRGER, H. Response selection in clumsy children: five years later. *Journal of Human Movement Studies*, v. 27, p. 1-15, 1994.

GEUZE, R. H.; KALVERBOER, A. F. Inconsistency and adaptation in timing of clumsy children. *Journal of Human Movement Studies*, v. 13, p. 421-432, 1987.

GEUZE, R. H.; BÖRGER, H. Children who are clumsy: five years later. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 10, p.10-21, 1994.

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.

GEUZE, R.H. Static balance and Developmental Coordination Disorder, *Unpublished article*, 2003.

GILBERG, I. C.; GILBERG, C. Children with preschool minor neurodevelopment disorders IV: Behavior and school achievement at age 13. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 31, p.3-13, 1989.

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

HAY, L.; RENDON, C. Development of postural adaptation to arm raising. *Experimental Brain Research*, 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. *Desenv.vimento Motor ao Longo da vida*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

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. Clumsiness or developmental coordination disorder: a neglected handicap. *Current Pediatrics*, v 2, p. 158 – 162, 1992.

HENDERSON, S. E.; HALL, D. Concomitants of clumsiness in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 24, p. 448-460, 1982.

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

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.

HORAK, F. B.; ESSELMAN, P.E.; ANDERSON, M. E.; LYNCH, M. K. The effect of movement velocity, mass displaced and tasks certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. *J Neurophysiol*, v. 62, p. 841-853, 1984.

HORAK, F.B.; DIENER, H.C.; NASHNER, L.M. Influence of central set on human postural responses. *Journal of Neurophysiology*, v. 62, p. 841-845, 1989.



HULME, C.; BIGGERSTAFF, A.; MORAN, G.; MCKINLAY, I. Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length by normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.24, p. 461-471, 1982.

HULME, C.; SMART, A.; MORAN, G.; MCKINLAY, I. Visual, kinesthetic and cross-modal judgments of length by clumsy children: a comparison with young normal children. *Child: Care, Health and Development*, v. 10, p. 117 – 125, 1984.

JOHNSTON, L. M.; BURNS, Y. R.; BRAUER, S. 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.

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

KITAOKA, K.; ITO, R.; ARAKI, H.; SEI, H.; MORITA, Y. Effect of mood state on anticipatory postural adjustments. *Neuroscience Letters*, v. 370, p. 65-68, 2004.

KNUCKEY, N. W.; GUBBAY, S. S. Clusmy children- A prognostic study. *Australian Pediatric Journal*, v. 19, p. 9-13, 1983.

LASZLO, J. I., BAIRSTOW, P. J. The measurement of kinesthetic sensitivity in children and adults. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 22, p. 454 – 464, 1980.

LASZLO, J. I., BAIRSTOW, P. J. Kinaesthesia: its measurement, training and relationship to motor control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 35, p. 411-421, 1983.

LASZLO, J. I.; BAIRSTOW, P. J.; BARTRIP, J.; ROLFE, U. T. Clusminess or perceptuo-motor dysfunction? In COLLEY, A.; BEECH, J. (Eds.), *Cognition and Action in Skilled Behavior*,. Amsterdam: New Holland, 1988, p. 293-316.

LORD, R.; HULME, C. Perceptual judgment in normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 29, p. 250-257, 1987.

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.

LUNDY-EKMAN, L.; IVRY, R.; KEELE, S.; WOOLLACOTT, M. Timing and force control in clumsy children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 13, n. 4, p. 367-376, 1991.

MANDICH, A.; BUCKOLTZ, E.; POLATAJKO, H. On the ability of children with developmental coordination disorder (DCD) to inhibit response initiation: The Simon effect. *Brain and Cognition*, v. 50, p. 150-162, 2002.

MARUFF, P.; WILSON, P. TREBILCOCK, M.; CURRIE, J. Abnormalities of imagined motor sequences in children with developmental coordination disorder, *Neuropsychologia*, v. 37, p. 1317-1324, 1999.

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

MASSION, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol*, v. 38, p. 35-36, 1992.

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

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.

NASHNER, I. M.; CORDO, P. J. Relation of automatic postural responses and reaction-time voluntary movements of human leg muscles. *Exp Brain Res*, v. 43, p. 395-405, 1981.

NOUGIER, V.; TEASDALE, N.; BARD, C.; FLEURY, M. Modulation of anticipatory postural adjustments in a reactive and self-triggered mode in humans. *Neuroscience Letters*, v. 260, p.109-112, 1999.

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 (*in press*).

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.

OUT, L. VAN SOEST, A.J.; SAVELSBERGH, G.J.P.; HOPKINS, B. The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, v.30, n°30, p. 260-272, 1998.

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

PETIZ, F.; AZEVEDO, C.C.F; SOUZA, J.; OLIVEIRA, M.A. Tempo de reação de crianças de 07 a 11 anos de idade submetidas a estímulos sensoriais distintos. In: II Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2004, Belo Horizonte- Minas Gerais. *Anais*. Belo Horizonte- Minas gerais, 2004. p.127.

PIEK, J.P.; SKINNER, R.A. Timing and force control during a sequential tapping task in children with and without motor coordination problems, *Journal of the International Neuropsychological Society*, v.5, p. 320-329, 1999.

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.

RIACH, C.L.; HAYES, K.C. Anticipatory postural controle in children. *Journal of Motor Behavior*, v. 22, p. 250-266, 1990.

RÖSBALD, B; von HOFSTEN, C. Repetitive goal-directed arm movement in children with developmental coordination disorder: role of visual information. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 11, p. 190-202, 1994.

ROSE, D. J. *A multilevel approach to the study of motor control and learning*. Boston: Allyn & Bacon, 1997.

ROWEL, L.B.; SHEPHERD, J.T. Handbook of physiology: A critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts; Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems; Postural Orientation and equilibrium (Horak F.B.; Macpherson, J.M.) Oxford University Press, New York, 1996, p. 255-290.

SCHELLEKENS, J.M.H.; SCHOLTEN, C.A.; KALVERBOER, A.F. Visually guided hand movements in children with minor neurological dysfunction: response time and movement organization. *J. Child Psychol. Psychiat.*, v. 24, n. 1, p. 89-102, 1983.

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

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

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C.A. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SCHMITZ, C.; ASSAIANTE, C. Developmental sequence in the acquisition of anticipation during a new co-ordination in a bimanual load-lifting task in children. *Neuroscience Letters*, v. 330, p. 215-218, 2002.

SCHMITZ, C.; MARTIN, N.; ASSAIANTE, C. Building anticipatory postural adjustment during childhood: a kinematic and electromyographic analysis of unloading in children from 4 to 8 years of age. *Experimental Brain Research*, v. 142, p. 354-364, 2002.

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

SLIFKIN, A.B.; NEWELL, K.M. Is variability in human performance a reflection of system noise? *Current Directions in Psychological Science*, v. 7, p. 170-177, 1998.

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

SMYTH, T. R. Abnormal clumsiness in children: a defect of motor programming? *Child: Care, Health and Development*, v. 17, p. 283-294, 1991.

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

SMYTH, T. R. Clumsiness: kinaesthetic perception and translation. *Child: Care, Health and Development*, v. 22, p. 1-9, 1996.

SMYTH, T. R.; GLENCROSS, D. J. Information processing deficits in clumsy children. *Australian Journal of Psychology*, v.38, p. 13-22, 1986.

SOUZA, J.; OLIVEIRA, M.A.; AZEVEDO, C.C.F; PETERSEN, R.D.S. Mudanças no tempo de reação simples ao longo da vida. In: II Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2004, Belo Horizonte- Minas Gerais. *Anais*. Belo Horizonte- Minas Gerais, 2004. p.108.

STRUPPLER, A.; GERILOSKY, L.; JAKOB, C. Self-generated rapid asks directed to the opposit forearm in man: anticipatory reduction in muscle activity of the target arm. *Neuroscience Letters*, v. 159, p. 115-118, 1993.

SUGDEN D.A.; WRIGHT, H.C. *Motor Coordination Disorders in Children*. Thousand Oaks: SAGE, 1998.

TOWEN, B.C.L. Exame da criança com disfunção cerebral mínima, 2ed. Manole, 1982.

VAN DELLEN, T.; GEUZE, R. H. Motor responses processing in clumsy children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 29, p. 489-500, 1988.

VAN der FITS, I.B.M.; HADDERS-ALGRA, M. The development of postural response patterns during reaching in healthy infants. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 22, p. 521-526, 1998.

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 in fast goal-direct arm-movements with and without visual feedback. *Development Medicine and Child Neurology*, v. 33, p. 40-54, 1991.

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. Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neuroscience Letters*, v. 291, p. 77-80, 2000.

WANN, J. P.; MON-WILLIAMS, M.; RUSHTON, K. Postural control and co-ordination disorders: the swingin room revisited. *Human Movement Science*, v. 17, p. 491-513, 1998.

WILLIAMS, H. G.; CASTRO, A. Timing and force characteristics of muscle activity: postural control in children with and without developmental coordination disorders. *The Aust. Educ. and Develop. Psychol*, v. 14, 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. In: CLARK, J. E.; HUMPREY, J. H. (Eds.) *Motor Development: Research e Reviews*, 1997, NASPE, v. 1.

WILSON, P. H.; MCKENZIE, B. E. Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: a meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 39, p. 829-840, 1998.

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. New York: John Wiley & Sons, 1990.

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

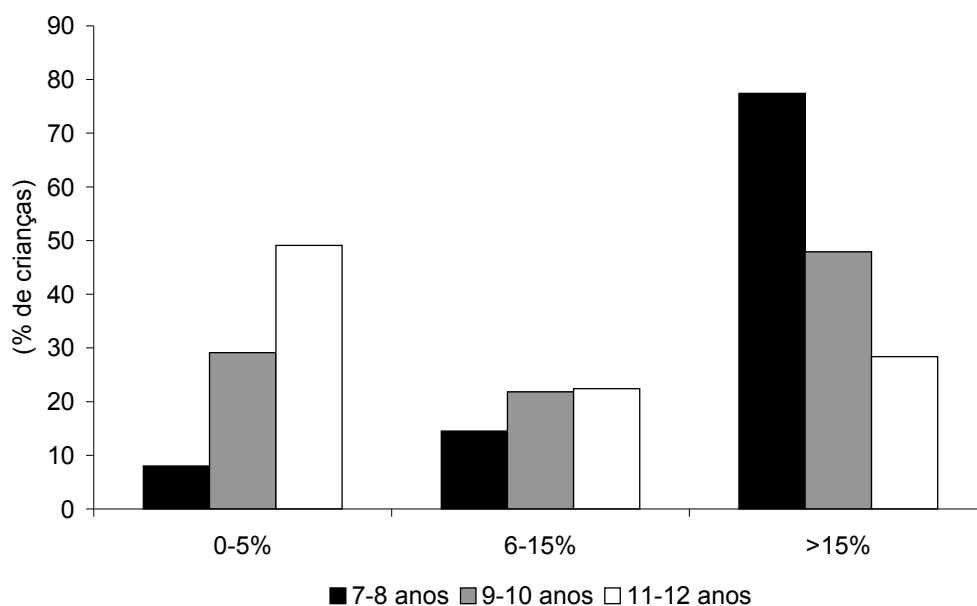
WRIGHT, H. C.; SUDGEN, D. A. The nature of developmental coordination disorder: inter- and intragroup differences. *Adapted Physical Activity Quarterly*, v. 13, p. 357-371, 1996.

**ANEXOS**

## Anexo A

### RESULTADO DO TESTE DE PROFICIÊNCIA MOTORA *MOVEMENT ABC*

O teste de proficiência motora *Movement ABC* (HENDERSON e SUGDEN, 1992) foi utilizado como critério para a seleção da amostra. Trezentas e noventa e oito crianças de 7 a 12 anos de idade, provenientes de duas escolas públicas de Porto Alegre foram avaliadas. Os resultados obtidos, descritos no gráfico abaixo, indicaram um alto índice de crianças com percentis inferiores a 5 (em torno de 25%). Os baixos percentis pareceram estar mais presentes nas crianças da faixa etária de 11-12 anos, vindo a reduzirem-se nas crianças mais novas. Para que a escola tivesse conhecimento dos resultados encontrados, um relatório foi fornecido à direção e às professoras, sendo estas esclarecidas e orientadas pela avaliadora. Com intuito de beneficiar as crianças avaliadas, passou a existir prioridade no encaminhamento de crianças com baixos percentis ao projeto “Quero-quero” de iniciação esportiva, desenvolvido e sediado na Escola de Educação Física da UFRGS, em parceria com a Fundação Airton Senna. Esses resultados tornam-se fundamentais para as discussões sobre a aplicação do teste *MABC* nas crianças brasileiras e demonstram o baixo nível de desempenho motor apresentado por um número significativo de crianças, especialmente as mais velhas.



**Figura 7:** Resultado do teste de proficiência motora *MABC*

## Anexo B

### **DESCRIÇÃO DAS TAREFAS DO TESTE DE PROFICIÊNCIA MOTORA MOVEMENT ABC**

#### **Faixa Etária- 7 e 8 anos**

##### **Destreza Manual**

**Tarefa 1:** a criança deve colocar doze pinos de plástico em uma tábua de madeira com furos, preenchendo-os, uma vez com cada mão. Possui uma tentativa de prática e uma de teste com cada mão e o examinador registra 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 deve 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 deve quicar a bola com uma das mãos e pegá-la com a mesma mão, sendo que a dominante e a não dominante são testadas. Possui 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, deve arremessar um saco de feijão com o intuito de acertá-lo dentro da caixa. Recebe cinco tentativas de prática e dez de teste, dentre as quais o examinador registra seus acertos.

##### **Equilíbrio**

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



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

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

## **Faixa Etária- 9 e 10 anos**

### **Destreza Manual**

**Tarefa 1:** a criança permanece sentada diante de uma tábua cujos furos estão preenchidos por pinos plásticos em três de suas quatro fileiras. Deve 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 permanece sentada diante de um parafuso grande e de três porcas dispostas sobre uma mesa. Deve 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 deve 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 é posicionada atrás de uma linha guia, a 2m de uma parede lisa e é orientada a arremessar uma bola de tênis contra a mesma e posteriormente recebê-la com as duas mãos. Não pode 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. Repete a tarefa por dez vezes e o examinador registra o número de acertos.

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

### **Equilíbrio**

**Tarefa 6:** a criança deve equilibrar-se com um dos pés sobre uma tábua de equilíbrio, deixando o outro suspenso no ar, sem apoiar-se com as mãos. Realiza duas tentativas com

cada perna e o examinador deve registrar o maior tempo que a criança é capaz de manter-se equilibrada sobre a tábua.

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

**Tarefa 8:** a criança deve 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 é posicionada diante de uma tábua de madeira com 16 furos preenchidos de pinos de madeira coloridos em suas duas pontas. Deve virar os pinos de ponta cabeça, um por um, deixando visível a cor da extremidade oposta do mesmo. O examinador registra o tempo despendido para que todos os pinos sejam invertidos.

**Tarefa 2:** a criança deve recortar uma figura de um elefante composto de duas linhas guias. Deve 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 deve contornar o desenho de uma flor com sua mão dominante, fazendo o traçado contínuo dentro de duas linhas guias, sem, entretanto, interceptá-las. Não pode girar o papel para ajustar-se, nem inverter o sentido do traço.

#### **Habilidades com Bola**

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

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

**Equilíbrio**

**Tarefa 6:** a criança deve 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 deve registrar quantos segundos a criança é capaz de equilibrar-se nessa posição.

**Tarefa 7:** a criança deve 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 deve repetir a tarefa por três vezes e o examinador deverá registrar o número de palma batidas corretamente em cada salto.

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

## Anexo C

### 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 antecipatórias 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: 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:
  - Ficar em pé sobre uma plataforma no chão, o mais imóvel possível
  - 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
  - Nessas atividades, será coletado o sinal da atividade dos músculos da perna e braço, através de eletrodos adesivos e descartáveis colocados sobre a pele.

A criança será transportada duas vezes, no veículo da Universidade, acompanhada do pesquisador responsável, 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 responsável 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:**

Pesquisadora Responsável

Camila C. F. de Azevedo

(51) 3316-5858/5845

Celular 9956 2835

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 \_\_\_\_\_

Responsáveis:

Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen

Diretor da ESEF- UFRGS

Camila C. Fatturi de Azevedo

Pesquisadora Responsável

**Anexo D****RESOLUÇÃO 2004320: APROVAÇÃO DO ESTUDO PELO COMITÊ DE ÉTICA****PRÓ-REITORIA DE PESQUISA PROPESQ****COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA****RESOLUÇÃO**

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

**Número:**2004320

**Título do projeto:** Ajustes posturais antecipatórios e parâmetros temporais de movimento em crianças com desordem coordenativa desenvolvimental

**Investigador(es) principal(ais):** Ricardo Demétrio de Souza Petersen (Pesq. Resp.)/Camila Cavalcanti Fatturi de Azevedo

O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, na reunião n. 31, ata n. 52, por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, 16 de dezembro de 2004.

  
Prof. José Roberto Goldim  
Coordenador CEP/UFRGS

## Anexo E

**TABELAS DOS VALORES REFERENTES AOS PARÂMETROS TEMPORAIS DE  
MOVIMENTO E AJUSTES POSTURAS ANTECIPATÓRIOS**

TABELA E1

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS TEMPORAIS DE  
MOVIMENTO NA FAIXA ETÁRIA DE 7 A 8 ANOS

<b>7 a 8 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Tempo de Ração	0,339 (0,068)	0,285 (0,053)	0,036*
Tempo de Movimento	0,680 (0,133)	0,529 (0,115)	0,006*
Variabilidade do TR	0,091 (0,048)	0,064 (0,025)	0,104
Variabilidade do TM	0,142 (0,033)	0,092 (0,033)	0,001*
Número de erros	2,45 (1,69)	3,14 (3,48)	0,281

TABELA E2

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS TEMPORAIS DE  
MOVIMENTO NA FAIXA ETÁRIA DE 9 A 10 ANOS

<b>9 a 10 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Tempo de Ração	0,282 (0,046)	0,249 (0,039)	0,041*
Tempo de Movimento	0,573 (0,100)	0,493 (0,072)	0,017*
Variabilidade do TR	0,061 (0,028)	0,053 (0,019)	0,450
Variabilidade do TM	0,122 (0,037)	0,090 (0,027)	0,017*
Número de erros	1,18(±1,29)	0,93(±1,21)	0,841



TABELA E3

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS TEMPORAIS DE MOVIMENTO NA FAIXA ETÁRIA DE 11 A 12 ANOS

<b>11 a 12 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Tempo de Ração	0,246 (0,042)	0,215 (0,023)	0,041*
Tempo de Movimento	0,514 (0,057)	0,468 (0,045)	0,017*
Variabilidade do TR	0,054 (0,019)	0,045 (0,010)	0,450
Variabilidade do TM	0,091 (0,031)	0,088 (0,044)	0,017*
Número de erros	1,38(±1,20)	0,71(±0,73)	0,841

TABELA E4

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS AJUSTES POSTURAIIS ANTECIPATÓRIOS NA FAIXA ETÁRIA DE 7 A 8 ANOS.

<b>7 a 8 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Média do CPx	3,295 (1,430)	3,291 (1,857)	0,573
Amplitude do CPx	4,030 (2,228)	2,586 (0,724)	0,084
Média do CPy	3,807 (1,823)	2,871 (1,390)	0,748
Amplitude do CPy	5,551 (1,817)	4,310 (1,962)	0,115
Média do CPr	2,690 (1,172)	2,163 (1,047)	0,765
Amplitude do CPr	4,146 (1,524)	3,046 (1,368)	0,065

TABELA E5

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS AJUSTES POSTURAIIS ANTECIPATÓRIOS NA FAIXA ETÁRIA DE 9 A 10 ANOS.

<b>9 a 10 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Média do CPx	3,067 (1,522)	2,244 (1,700)	0,170
Amplitude do CPx	3,055 (1,495)	1,847 (0,789)	0,006*
Média do CPy	3,175 (1,940)	2,195 (1,079)	0,347
Amplitude do CPy	4,289 (2,042)	3,856 (1,673)	0,696
Média do CPr	2,810 (2,488)	2,163 (1,047)	0,002*
Amplitude do CPr	3,176 (1,341)	2,809 (1,248)	0,541

TABELA E6

VALORES MÉDIOS E DE DESVIO PADRÃO DOS AJUSTES POSTURAIIS ANTECIPATÓRIOS NA FAIXA ETÁRIA DE 11 A 12 ANOS.

<b>11 a 12 anos</b>	<b>DCD</b>	<b>Controle</b>	<b>Teste t</b>
<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>p</b>
Média do CPx	2,052 (1,157)	1,742 (1,072)	0,307
Amplitude do CPx	2,036 (0,671)	1,355 (0,612)	0,003*
Média do CPy	2,405 (1,096)	2,449 (1,263)	0,589
Amplitude do CPy	4,685 (3,115)	4,088 (2,492)	0,511
Média do CPr	1,616 (0,568)	1,734 (0,841)	0,089
Amplitude do CPr	3,043 (2,212)	2,629 (1,558)	0,428