UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE
(Biodinâmica da Motricidade Humana)

EMERGÊNCIA E ESTABILIDADE DE PADRÕES DE COORDENAÇÃO INTERMEMBROS EM CRIANÇAS COM DIFICULDADES MOTORAS

MARCELA DE CASTRO FERRACIOLI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade, Área de Biodinâmica de Motricidade Humana.

Maio – 2009
Rio Claro

EMERGÊNCIA E ESTABILIDADE DE PADRÕES DE COORDENAÇÃO INTERMEMBROS EM CRIANÇAS COM DIFICULDADES MOTORAS

MARCELA DE CASTRO FERRACIOLI

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade, Área de Biodinâmica de Motricidade Humana.

RIO CLARO – SP
Maio – 2009

Dedico este trabalho aos meus dois avôs, Chrysógono Paulo de Castro (em memória) e Humberto Ferracioli, homens de dignidade e respeito que se destacaram no profissionalismo, no esporte e na luta diária por fazer nossa família feliz. Obrigada pela família maravilhosa que construíram e pelo respeito que alcançaram.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre me mostrar o melhor caminho, por me proteger de tudo que pudesse atrapalhar a minha vida, por me dar oportunidade de conhecer pessoas muito especiais, por nunca me deixar passar por dificuldades, por ter me dado condições de viver bem e realizar meus sonhos profissionais, e por me amar e me aceitar como sua filha, me fazendo muito feliz.

À minha família pela confiança depositada em mim e pela dedicação que tiveram para me manter motivada na busca dos meus sonhos. Ao meu pai, Cecil Ricardo Ferracioli, que sempre se preocupou com os cuidados que eu deveria ter para viver em paz, me ensinou a enfrentar o cotidiano e me formou para a vida. À minha mãe, Irana Junqueira de Castro Ferracioli, que me guiou nesta profissão, acreditando nas minhas lutas, me corrigindo e apoiando em todos os momentos. Ao meu irmão, Matheus de Castro Ferracioli, pela amizade e vários momentos de ombro amigo para me ajudar nesta grande batalha. Essa conquista também é de vocês que sonharam e viveram junto comigo todos os desafios e metas alcançadas.

À minha orientadora Profª Drª Ana Maria Pellegrini pelos ensinamentos, pela orientação e pela dedicação em tornar este trabalho possível. Agradeço também pela sabedoria, amizade, paciência e confiança depositada em mim para me tornar uma profissional qualificada.

Ao Prof. Dr. José Ângelo Barela pela disposição do espaço e dos equipamentos do Laboratório do Ensino do Movimento (LEM) e, acima de tudo, pelas sugestões para este estudo na banca examinadora.

À Profª. Drª Cynthia Hiraga pelos ensinamentos e momentos de convivência no Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora (LABORDAM), pela sabedoria, paciência e sugestões para este estudo na banca examinadora.

A todo o pessoal que esteve no LABORDAM durante estes dois anos: Adriano, Maria Angélica, Bruno, Pâmela, Paula, Marol, César, Luiz Henrique, Diego, Juliana, Fernanda e Vanessa. De alguma forma, todos vocês colaboraram para que este trabalho se concretizasse.

Ao pessoal do LEM (Andrei, Diana e Milena) pela colaboração com a utilização do espaço e dos equipamentos utilizados nesta pesquisa e ao Danilo, Jailton e Heitor pela amizade e companheirismo no mestrado.

A todos os alunos, pais e funcionários da Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental Maria Apparecida de Luca Moore de Limeira, pela colaboração para o desenvolvimento do estudo experimental.

A todos os membros da família Gama (Walter, Maria, Luciano, Thiago, Daniel, Carolina, Rafael Traina, Adriana, Gabriel e Manuela) pelo acolhimento, hospitalidade, amizade, preocupação, paciência e dedicação que mostraram por mim durante estes dois anos na cidade de Rio Claro. Estar durante este período com vocês fez toda a diferença na minha formação, tanto profissional quanto pessoal. Obrigada por me deixarem fazer parte desta família. Em especial, gostaria de agradecer ao Thiago Gama pela paciência e carinho depositados nos momentos mais difíceis. Obrigada por tudo, amo muito você.

Ao meu amigo Daniel Gama, companheiro no mestrado, no trabalho e na vida. Obrigada por confiar em mim desde o início, pela amizade que me fez perceber como é bom estar sempre perto de você, por me ajudar em todos os momentos em que foi solicitado e, principalmente, por me apoiar em todas as decisões tomadas. Acredito que crescemos muito juntos e que esta amizade se perdurará por muito tempo.

Aos meus amigos Fábio Christofoletti e José Fernando Aranha, pelo companheirismo nestes dois anos.

E a todas as pessoas maravilhosas que contribuíram para que a conclusão deste estudo fosse possível.

RESUMO

A coordenação intermembros é exigida em inúmeras atividades motoras. Nestas atividades, os indivíduos precisam coordenar muitos componentes do corpo, mantendo relações entre eles e destes com o ambiente. Em um sistema dinâmico complexo, as relações entre as partes do sistema limitam ou influenciam o comportamento de outras partes, levando à emergência de padrões de coordenação. Crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) têm sido caracterizadas por apresentarem dificuldade em coordenar ritmicamente as partes do corpo em padrões específicos de coordenação intermembros. O presente estudo investigou a emergência e a estabilidade de padrões motores de crianças com TDC em uma tarefa rítmica de coordenação intermembros, analisando suas capacidades de sincronizar os deslocamentos dos membros superiores e inferiores em diferentes superfícies de apoio. Doze crianças com Desenvolvimento Típico (DT) e 12 crianças com TDC realizaram a tarefa de saltar e bater palma, durante 15 segundos, em duas superfícies: rígida (chão) e elástica (mini-trampolim). Foi solicitado à criança saltar e bater palma em quatro condições de coordenação: (i) de livre escolha do participante – *Livre*; (ii) batendo palma toda vez que os pés tocavam a superfície de apoio – *Palma em Baixo*; (iii) batendo palma toda vez que o corpo alcançava a máxima altura do salto – *Palma em Cima*; e (iv) batendo palma toda vez que os pés tocavam a superfície de apoio e toda vez que o corpo alcançava a máxima altura do salto – *Duas Palmas*. Quando a tarefa foi executada na condição Livre, os resultados mostraram que o padrão emergente das crianças com TDC foi diferente e mais variável na superfície mini-trampolim comparado com o das crianças com DT e com o delas mesmas na superfície chão. Além disso, na condição *Palma em Baixo* e *Palma em Cima*, as crianças com TDC também apresentaram padrões de coordenação menos estáveis quando comparadas com as crianças com DT. A condição *Palma em Cima*, caracterizada por fase relativa de 180°, foi mais difícil de ser executada pelas crianças dos dois grupos quando comparada com a condição *Palma em Baixo*, caracterizada por fase relativa de 0°. No presente estudo, a condição *Duas Palmas* foi considerada a mais complexa por envolver uma freqüência não integral dos componentes da tarefa (1 salto: 2 palmas). Nem todas as crianças conseguiram executar a condição *Duas Palmas*. Pôde-se concluir que crianças com TDC apresentaram dificuldade em manter um ritmo estável na execução da tarefa, pois responderam de modo diferente das crianças com DT às especificações das superfícies para coordenar os braços e as pernas. As crianças com TDC apresentaram comportamento exploratório e adaptativo quando da execução em diferentes superfícies, enquanto as crianças com DT conseguiram responder de modo consistente às demandas da tarefa.

Palavras-chaves: TDC. Emergência de padrões. Coordenação intermembros. Restrição. Mini-trampolim.

ABSTRACT

Interlimb coordination is required in many motor activities. To perform these activities, people have to coordinate all body segments at the same time, keeping a relationship between segments and with the environment. In a complex dynamic system, the relationships between its parts limit or influence the behavior of other parts, so coordination patterns emerge. Children with Developmental Coordination Disorder (DCD) have been characterized by showing difficulty in rhythmically coordinate body segments, in specific interlimb coordination patterns. The purpose of this study was to investigate the emergency and stability of coordination patterns in children with DCD when they perform a rhythmic interlimb coordination task, analyzing their abilities to synchronize the movements of upper and lower limbs in two different surfaces. Twelve children with Typical Development (TD) and 12 children with DCD performed a jumping and clapping task during 15 seconds in two surfaces: rigid (on the floor) and elastic (on the mini-tramp). Children were required to clap while jumping (i) in their chosen pattern - *Free*; (ii) when the feet touched on the surface - *Clapping-surface*; (iii) when the body reached the maximum jumping height - *Clapping-jumping*; and (iv) when the feet touched the surface and when the body reached the maximum jumping height - *Clapping-both*. For the *Free* condition, the results showed that the DCD children emergent pattern was different and more variable on the mini-tramp than on the floor as compared with TD children coordination pattern. Furthermore, children with DCD were more variable in *Clapping-surface* and *Clapping-jumping* conditions compared with TD children. *Clapping-jumping* condition, characterized by relative phase of 180°, was more difficult for both DCD and TD children to perform than *Clapping-surface* condition, characterized by relative phase of 0°. In the present study, the most complex condition was *Clapping-both*, because the task components were performed in a no integral frequency (1 jump: 2 claps), and some children of both groups did not performed it well. In summary, the results indicated that DCD children demonstrated more difficulty to coordinate rhythmically the jumping-clapping action, because they answered differently as compared with their peers to the surfaces properties. It is suggested that DCD children showed an exploratory behavior of the physical properties of the mini-tramp surface used in the present study, whereas children with TD answered consistently to task demands.

Key-words: DCD. Emergency of patterns. Interlimb coordination. Constrains. Mini-tramp.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1 Coordenação Motora na Visão dos Sistemas Dinâmicos 3

2.1.1 O Ritmo na Coordenação Motora 7

2.2 Padrões de Coordenação Intermembros 8

2.2.1 Padrões de Coordenação Absoluta e Relativa 9

2.2.2 Padrões de Coordenação Em-Fase e Fora-de-Fase 10

2.2.3 Padrões de Coordenação Intermembros em Tarefas Rítmicas 11

2.3 O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação 15

3. OBJETIVO GERAL 21

3.1 Objetivos Específicos 21

4. HIPÓTESES 22

5. MÉTODO 23

5.1 Participantes 23

5.2 Tarefa Experimental 24

5.3 Materiais 25

5.4 Desenho Experimental 26

5.5 Procedimentos 26

5.6 Tratamento dos Dados 28

5.7 Análise Estatística 31

6. RESULTADOS 33

6.1 Análise Qualitativa 33

6.2 Altura do Salto 33

6.3 Emergência de Padrões de Coordenação na Condição Livre 34

6.3.1 Análise Qualitativa 34

6.3.2 Variabilidade dos ciclos do salto e da palma 35

6.3.3 Desvio Padrão da Fase Relativa Discreta (DPFRD) 36

6.4 Ciclo do Salto e da Palma nas Condições Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas 36
6.4.1 Média e desvio padrão da duração do ciclo do salto 37
6.4.2 Média e desvio padrão da duração do ciclo da palma 37
6.4.3 Variabilidade do ciclo do salto e da palma por condição 38
6.5 Estabilidade do Acoplamento entre Saltos e Palmas 40
6.5.1 Fase Relativa Discreta (FRD) 40
6.5.2 Desvio Padrão da Fase Relativa Discreta (DPFRD) 43
6.5.3 Erro Absoluto da Fase Relativa Discreta (EAFRD) 43
7. DISCUSSÃO 46
7.1 A Emergência de Padrões de Coordenação Intermembros 47
7.2 Estabilidade do Acoplamento de Sistemas Oscilatórios 49
7.3 Considerações Gerais 53
8. CONCLUSÃO 56
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57
10. ANEXOS 64
ANEXO 1 64
ANEXO 2 66
ANEXO 3 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Visualização (a) lateral e (b) frontal da execução da tarefa de saltar e bater palma, na superfície mini-trampolim. 25

Figura 2. Representação gráfica da vista superior da disposição do local e dos equipamentos utilizados para coleta de dados. 27

Figura 3. Representação gráfica das coordenadas X, Y e Z no plano cartesiano. 28

Figura 4. Exemplos do deslocamento da marca do tornozelo no eixo Y e o momento da palma ao longo da tentativa (15 s) executada por uma criança com TDC e uma criança com DT nas quatro condições experimentais na superfície chão. 30

Figura 5. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição LIVRE dos grupos de crianças DT e TDC, nas superfícies chão e mini-trampolim. 35

Figura 6. Desvio padrão da fase relativa discreta (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC na condição LIVRE, quando executada no chão e no mini-trampolim. 36

Figura 7. Desvio padrão da duração do ciclo da palma (ms) dos grupos de crianças DT e TDC nas quatro condições. 38

Figura 8. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição BAIXO dos grupos de crianças DT e TDC. 39

Figura 9. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição CIMA quando executada no chão e no mini-trampolim. 40

Figura 10. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição DUAS. 40

Figura 11. Média da fase relativa discreta (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC na condição BAIXO, quando executada no chão e no mini-trampolim. 41

Figura 12. Média da FRD (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC da condição CIMA, quando executada no chão e no mini-trampolim. 42

Figura 13. Média da FRD (°) do salto com (i) a palma batida em baixo e com (ii) a palma batida em cima dos grupos de crianças DT e TDC na condição DUAS, quando executada no chão e no mini-trampolim. 42

Figura 14. Erro Absoluto da fase relativa discreta (°) dos grupos de crianças DT e TDC nas condições BAIXO e CIMA. 44

Figura 15. Erro Absoluto da fase relativa discreta (°) do salto com a palma batida em baixo e batida em cima dos grupos de crianças DT e TDC na condição DUAS. 45

ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 1. Dados relativos a gênero (M e F), idade (meses) e escores obtidos pelos participantes com TDC e com DT no *Movement Assessment Battery for Children* (versões 1 e 2).....24

Tabela 2. Frequência absoluta de crianças com DT e com TDC que adotaram padrões específicos na condição Livre quando executada no chão e no mini-trampolim (média da fase relativa discreta em graus). 34

Tabela 3. Dados dos participantes com TDC e com DT relativos a gênero (M e F), idade (meses), peso (Kg), estatura (cm) e índice de massa corporal (IMC). 66

Tabela 4. Resultado da Análise de Variância da média da altura do salto.....67

Tabela 5. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da altura do salto. 67

Tabela 6. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição LIVRE.....67

Tabela 7. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD na condição LIVRE. 68

Tabela 8. Resultado da Análise de Variância da média da duração do ciclo do salto. 68

Tabela 9. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo do salto. 68

Tabela 10. Resultado da Análise de Variância da média da duração do ciclo da palma. 68

Tabela 11. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo da palma. 69

Tabela 12. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição BAIXO. 69

Tabela 13. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição CIMA. 69

Tabela 14. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição DUAS. 69

Tabela 15. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição BAIXO. 70

Tabela 16. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição CIMA. 70

Tabela 17. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição DUAS, quando a palma era batida em baixo. 70

Tabela 18. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição DUAS, quando a palma era batida em cima. 70

Tabela 19. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD das condições BAIXO e CIMA. 70

Tabela 20. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD na condição DUAS. 71

Tabela 21. Resultado da Análise de Variância do erro absoluto da FRD das condições BAIXO e CIMA. 71

Tabela 22. Resultado da Análise de Variância do erro absoluto da FRD na condição DUAS. 71

1. INTRODUÇÃO

Em inúmeras situações, tanto do cotidiano como do contexto esportivo, o ser humano coordena seus movimentos para desempenhar atividades com sucesso. Tarefas motoras relativamente simples, como a de se locomover no ambiente ou manipular objetos, são de natureza complexa quando consideramos o número de elementos que necessitam ser coordenados. É um desafio para os pesquisadores do comportamento motor compreender como os muitos componentes do sistema motor – músculos, articulações e segmentos corporais – são coordenados de modo a garantir o êxito da ação. Além disso, uma questão básica acerca da coordenação motora diz respeito a como o ser humano sincroniza as várias partes do corpo envolvidas na execução de uma tarefa com a informação captada do ambiente.

Na busca da compreensão do comportamento motor, a coordenação motora tem sido freqüentemente investigada na execução de tarefas rítmicas, pois ela pode refletir a capacidade dos indivíduos em utilizar a informação disponível no ambiente e de agir de acordo com esta informação (WADE; JOHNSON; MALLY, 2005). Atividade rítmica é aquela em que as partes do corpo devem estar sincronizadas, umas com as outras, em alguma freqüência determinada interna e/ou externamente. Quando da execução de tarefas rítmicas, o indivíduo pode demonstrar musicalidade, habilidade de transferir a aprendizagem, interação social, auto-confiança e auto-estima (NODA; MELCHERTS, 1984; PALMER, 2003).

De modo geral, o comportamento motor tem sido investigado na perspectiva dos sistemas dinâmicos, tendo em vista que o corpo humano é considerado um sistema dinâmico complexo. Em um sistema dinâmico complexo, as relações entre as partes limitam ou influenciam o comportamento de outras partes. Os padrões de coordenação são possibilidades de relações estáveis entre as partes do corpo e emergem como resultado do grande número de interações possíveis

entre os componentes do sistema e do sistema com o ambiente em que está inserido. Nesta perspectiva, a emergência de padrões de coordenação ocorre a partir do processo de auto-organização (Kelso, 1995; Barela, 1997).

Os padrões de coordenação apresentados pelos seres humanos em atividades básicas são comuns a toda a espécie, como, por exemplo, o andar. No entanto, no ambiente escolar é comum algumas crianças apresentarem padrões de coordenação na realização de tarefas simples diferentes dos apresentados por outras crianças da mesma idade. Crianças "descoordenadas", que não conseguem realizar tarefas motoras do dia-a-dia com desenvoltura, podem ser diagnosticadas, segundo o Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV^{TR}, 2002), com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC).

O TDC consiste de um atraso no desenvolvimento da coordenação motora ao longo do ciclo vital, apesar de não estar relacionado com nenhum distúrbio neurológico. Crianças com TDC apresentam dificuldade na execução de tarefas motoras relativamente simples e do cotidiano e, como conseqüência, elas tendem a desenvolver baixa auto-estima, angústia e ansiedade (DEWEY; WILSON, 2001). Devido à sua heterogeneidade clínica, a causa do TDC ainda não é conhecida. Há evidências na literatura de que as dificuldades apresentadas por estas crianças estariam relacionadas com a captação de informação disponível no ambiente e as respostas motoras relativas a esta informação captada (VOLMAN; GEUZE, 1998; WILSON; MCKENZIE, 1998; VOLMAN; LAROY; JONGMANS, 2006; WHITALL et al., 2006). Se isto é verdade, então em tarefas de coordenação intermembros, que requerem organização temporal entre as partes do corpo, os padrões de coordenação adotados por crianças com TDC seriam menos estáveis e menos eficientes quando comparados com aqueles apresentados por crianças com Desenvolvimento Típico (DT), ou seja, sem este transtorno.

O estudo da emergência e estabilidade de padrões de coordenação pode ajudar a identificar as dificuldades apresentadas pelas crianças com TDC. Em específico, o comportamento exibido em tarefas motoras com estrutura rítmica pode refletir a forma como as partes do sistema e o ambiente interagem. O objetivo do presente estudo foi investigar a emergência e a estabilidade de padrões motores de crianças com TDC em tarefa de coordenação intermembros, através da análise de suas capacidades em sincronizar temporalmente os deslocamentos dos membros superiores e inferiores durante a execução da tarefa de saltar e bater palma.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Crianças que apresentam dificuldades em coordenar os movimentos do corpo em tarefas motoras passam por várias situações de constrangimento por não conseguirem alcançar a meta da tarefa de maneira econômica e eficiente, evitando acidentes. Estas crianças são identificadas com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC, do termo em inglês, *Developmental Coordination Disorder*) que indica um atraso no desenvolvimento da coordenação motora quando comparadas com crianças da mesma idade cronológica. Crianças com TDC desempenham muitas tarefas motoras cotidianas com dificuldade: em atividades que envolvem locomoção, estas crianças tropeçam e se esbarram continuamente; na utilização de talheres, lápis ou escova de dente, não conseguem controlar a força necessária para segurar estes objetos, deixando-os cair ou apertando-os com muita força; em uma dança, não conseguem manter os movimentos do corpo de forma cadenciada.

Na área do estudo do comportamento motor, a causa do TDC ainda não é estabelecida. Sabe-se que estas dificuldades em coordenar os movimentos estão associadas a relações que as partes do corpo têm umas com as outras e com a captação de informação do ambiente. O presente estudo abordará, primeiramente, os aspectos relevantes para a coordenação motora e, posteriormente, os aspectos relativos ao Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação.

2.1 Coordenação Motora na Visão dos Sistemas Dinâmicos

O referencial teórico para o estudo da coordenação motora tem como ponto de partida a visão do ser humano como um sistema dinâmico complexo. Nesta visão, um sistema dinâmico complexo pode ser definido como uma entidade unitária de natureza complexa e organizada, constituído por um conjunto não vazio de

elementos ativos que mantêm relações, com características de invariância no tempo que lhe garantem sua própria identidade. Um sistema dinâmico complexo é identificado por seus estados (ou situações), e a evolução do sistema pode ser descrita através das mudanças desses estados (BRESCIANI FILHO, 2008). Na visão dos sistemas dinâmicos, a coordenação motora pode ser entendida como a organização das diversas partes do corpo de forma econômica e eficiente que garanta o sucesso na execução de uma tarefa (HIRAGA; PELLEGRINI, 2009).

Os sistemas dinâmicos complexos são ainda descritos como abertos e de não-equilíbrio, pois interagem com o ambiente, trocando energia, matéria e informação e, sem algumas interações básicas, eles não conseguem manter suas estruturas ou funções (BRESCIANI FILHO; D'OTTAVIANO, 2004). Por serem compostos de duas ou mais partes (dois ou mais subsistemas) que interagem de alguma forma (WALLACE, 1996), a estrutura e a configuração dos sistemas devem ser consideradas como um todo, ao invés de se observar parte por parte. Em um sistema altamente complexo, como o corpo humano, todas as partes “afetam” umas as outras de maneira intrincada (DAVIDS; BUTTON; BENNETT, 2008). A natureza das interações das partes, ou entre as partes e o ambiente, é não-linear e, por isso, o todo não é igual a soma das partes, mas é diferente, pois depende das interações (KELSO, 1995).

Para executar tarefas motoras com sucesso, o ser humano precisa coordenar os muitos graus de liberdade dos segmentos corporais e interagir constantemente com o ambiente. Graus de liberdade compreendem todas as articulações e os movimentos possíveis da complexa corrente biomecânica que compõe a estrutura músculo-esquelética do corpo humano (TURVEY; SHAW; MACE, 1978). A coordenação dos membros de uma ginasta quando realiza um salto mortal, a coordenação das mãos e dos pés de motoristas quando precisam frear e girar o volante do veículo e a coordenação dos dedos da mão para segurar uma caneta e escrever um bilhete são exemplos da coordenação de muitos segmentos corporais.

Bernstein (1967) considera que a coordenação motora é o processo de controlar os graus de liberdade redundantes do sistema. Segundo este renomado pesquisador, os indivíduos formam sinergias ou estruturas coordenativas entre músculos e articulações para controlar os muitos graus de liberdade do sistema motor. Estes agrupamentos funcionais restringiriam os componentes físicos do

sistema, tornando-os mutuamente dependentes e possibilitando combinações, relacionamentos ou acoplamentos, entre os segmentos corporais. Latash (2000) considerou ter havido interpretações equivocadas dos trabalhos de Bernstein e sugere que, em vez de restringir os graus de liberdade, a polêmica passaria pela existência de abundância no controle motor. Para este pesquisador, todos os componentes participam de alguma forma da solução escolhida pelo sistema. Assim, a meta de uma tarefa pode ser atingida com uma variedade de relacionamentos corporais. Essa variedade é importante porque propicia ao indivíduo atingir metas em diferentes contextos e torna o repertório motor mais flexível, capaz de adaptações.

De acordo com Davids, Button e Bennett (2008), sistemas complexos, como o corpo humano, apresentam:

(i) muitos graus de liberdade – isto é, potencial para inúmeras configurações dos segmentos do corpo na execução de tarefas motoras;

(ii) diferentes níveis organizacionais – por exemplo, os níveis neural, hormonal, biomecânico e psicológico;

(iii) potencial para não-linearidade do comportamento – as partes componentes podem interagir de diferentes formas;

(iv) capacidade para apresentar relacionamentos estáveis e instáveis entre as partes do sistema – as partes constantemente se ajustam e se adaptam umas às outras;

(v) capacidade das partes componentes de limitar ou influenciar o comportamento de outras partes.

As capacidades do sistema apontadas nos itens iv e v se manifestam através da auto-organização que consiste do processo de organização do sistema por si próprio, sem a necessidade de um agente “dentro” dele para organizá-lo (BAK, 1996). A auto-organização é possível em sistemas biológicos complexos e o todo, assim como as relações entre as partes, tem uma história (PELLEGRINI, 2000). A Teoria da Auto-Organização fornece conceitos e ferramentas para explicar como padrões comportamentais emergem a partir da interação das partes do sistema e da interação deste com o meio (ou contexto) em que está inserido.

Segundo Debrun (1996), há auto-organização cada vez que a reestruturação de uma forma, ao longo de um processo, se deve principalmente ao

próprio processo – às características nele intrínsecas. Assim, toda auto-organização sempre é, de alguma forma, uma criação (PELLEGRINI; FELICIO, 2004).

Através do processo de auto-organização, as partes componentes do sistema estão em constante mudança ao longo do tempo. Mesmo quando há alguma alteração nas partes, a dinâmica intrínseca de um sistema auto-organizável consegue manter certa estabilidade comportamental do sistema. No comportamento motor, a dinâmica intrínseca pode ser identificada nas tendências de coordenação do repertório motor, ou seja, na forma preferida de atuação do sistema (KELSO, 1995).

À medida que uma tendência de coordenação apresenta uma característica crescente de interações bem sucedidas, ou seja, torna-se estável, pode-se dizer que houve emergência de um padrão de coordenação para uma determinada ação. Um padrão contém a organização dos deslocamentos espaço-temporais dos vários segmentos corporais e pode ser mantido sempre que as condições sujeito-ambiente não se alterarem (PELLEGRINI; FELICIO, 2004). Parâmetros de ordem descrevem a estrutura e a forma desta organização espaço-temporal, como por exemplo, a relação entre os braços e as pernas durante uma ação.

Uma mudança ou perturbação mais significativa em qualquer interação entre as partes pode levar à instabilidade do sistema e, neste caso, a dinâmica intrínseca não consegue mais manter o sistema atuando em um padrão de coordenação e o leva a se estabilizar em outro (BARELA, 1997). São os parâmetros de controle que conduzem o sistema através de diferentes padrões de coordenação. Os parâmetros de controle, como por exemplo, a velocidade, a força e a amplitude articular de movimento, dizem respeito à quantidade de informação específica para ação em um determinado contexto e estão relacionados com os ajustes às demandas da tarefa (SCHÖNER; KELSO, 1988).

A troca de padrões resultante da alteração no parâmetro de controle pode ser exemplificada com uma pessoa que caminha em um dado ritmo em esteira ergométrica e não consegue manter o mesmo padrão do andar quando a velocidade da esteira (parâmetro de controle) é aumentada. Neste caso, há uma troca do padrão andar para o padrão correr. Dependendo do estado inicial do andar, o sistema é perturbado com o aumento da velocidade e atraído de maneira a se

estabilizar em um padrão de correr mais adequado diante da nova condição (SCHÖNER; KELSO, 1988).

Os parâmetros de controle não atuam como um código ou prescrição para a emergência de padrões, mas, ao invés disso, são específicos no sentido informacional, principalmente quando na execução de uma tarefa um determinado padrão é solicitado (KELSO, 1995). Neste contexto, a informação é vista como um tipo de influência externa ou interna que afeta o comportamento e, portanto, assume papel determinante nos padrões de coordenação que os sistemas biológicos produzem. O ser humano capta a informação disponível no ambiente para responder adequadamente a ela e, a partir da ação, estabelece condições para captar novas informações (GIBSON, 1979; SCHÖNER, 1991).

O sucesso na realização de uma tarefa depende da constante sintonia da coordenação neuromuscular, responsável pela execução dos padrões motores, com a captação de informação disponível no ambiente (BARELA, 1997). Não existe apenas uma relação de causa e efeito entre a informação captada e as ações motoras, mas há um acoplamento entre estes elementos. Um dos principais métodos utilizados para descrever e estudar o comportamento motor quanto a suas capacidades em coordenar ações em função da informação disponível é a análise das capacidades do sistema em exibir padrões rítmicos de coordenação (KELSO, 1995).

2.1.1 O Ritmo na Coordenação Motora

O ritmo é uma característica da maioria dos sistemas biológicos e pode ser exibido quando há interação (troca) estável entre indivíduo e ambiente (WADE; JOHNSON; MALLY, 2005). Um movimento rítmico é aquele que se repete em intervalos de tempo iguais. Se o movimento se repete em uma mesma trajetória (i.e., vai-e-vem, ou ciclo-limite) é denominado movimento oscilatório (BRESCIANI FILHO, 2008).

O estudo da estabilidade de movimentos oscilatórios permite responder a questão sobre o uso da informação captada no ambiente para coordenar os movimentos rítmicos (SCHÖNER, 1991). Lee (1980) investigou a relação entre a informação captada e a atividade motora dos indivíduos na manutenção rítmica da postura ereta e da oscilação do corpo em função de mudanças na estimulação visual. Kelso (1981), por sua vez, demonstrou uma troca espontânea de padrão de

coordenação relacionada com a oscilação rítmica dos dedos, como resultado da influência da informação comportamental (freqüência do estímulo) na dinâmica da coordenação. A informação comportamental é qualquer aspecto informacional que altera o comportamento do sistema levando-o a atuar em estados diferentes daqueles preferidos (SCHÖNER, 1991), como por exemplo, no estudo de Kelso (1981), o aumento da frequência do estímulo de oscilação dos dedos levou o sistema a trocar o pradrão de coordenação na realização da tarefa. Nestes estudos, a ênfase ao ritmo foi dada na reciprocidade da captação de informação com a ação motora.

Dados empíricos que têm evidenciado a emergência de padrões rítmicos de coordenação são encontrados nos estudos que envolvem a execução de tarefas de coordenação intermembros. Uma vez que a coordenação de movimentos de diferentes segmentos do corpo resulta do processo de auto-organização do sistema (KELSO, 1995), então ela requer acoplamento constante entre os movimentos dos membros e a informação captada no ambiente (SCHÖNER, 1991).

2.2 Padrões de Coordenação Intermembros

A Teoria da Auto-Organização sugere que todo sistema dinâmico pode assumir um comportamento que lhe é preferencial (WILLIAMS; DAVIDS; WILLIAMS, 1999), econômico e estável, e esse comportamento é chamado de atrator. Um atrator pode ser considerado como um conjunto de estados para o qual os sistemas dinâmicos convergem depois de decorrido um determinado tempo (BRESCIANI FILHO; D'OTTAVIANO, 2004). No comportamento motor humano, a interação entre o indivíduo e seu ambiente produz uma diversidade extremamente rica e complexa de estados do sistema, na qual são estabelecidos os atratores, ou padrões de coordenação (PELLEGRINI; FELICIO, 2004).

Em muitas atividades, o ser humano vivencia situações em que diferentes partes do corpo precisam ser sicronizadas, como, por exemplo, para tocar um instrumento musical, para dançar e andar. A emegência e estabilidade de padrões de coordenação intermembros têm sido foco de muitos estudos que buscam explicar como a relação entre indivíduo e ambiente estabelece a adoção de determinados padrões, e estes podem ser identificados e classificados de acordo com as relações que os membros mantêm entre si na execução das tarefas.

2.2.1 Padrões de Coordenação Absoluta e Relativa

Von Holst (1973), um dos pioneiros a investigar a emergência de padrões rítmicos de coordenação, identificou dois padrões de coordenação de acordo com a força de acoplamento dos membros envolvidos: padrão de *coordenação absoluta* e padrão de coordenação *relativa*. Para explicar os movimentos oscilatórios, Von Holst utilizou dois tanques com líquido, sendo que uma propulsão era causada pela rotação de um peso pendurado em um remo, por um sistema de roldanas. Os dois sistemas de osciladores diferiam na quantidade de peso suspenso e de líquido que impunha resistência contra a rotação do remo. Conseqüentemente, os movimentos cíclicos resultantes diferiam quanto à freqüência, de modo que cada oscilador assumiu uma freqüência preferida que, de acordo com Turvey (1990), era ditada pela dinâmica intrínseca de coordenação. Posteriormente, uma mola conectada entre os remos conduziu os movimentos rítmicos de um oscilador a outro. Naturalmente, cada oscilador poderia manter seu próprio ritmo, desse modo, satisfazendo a dinâmica intrínseca, mas devido à mola que os conectava, nenhum deles era capaz de manter seu próprio ritmo. Neste caso, cada oscilador tentou "puxar" ou atrair o outro à sua própria freqüência.

Como resultado deste efeito magnético, de se mover no ritmo de outro oscilador, Von Holst (1973) observou que o ritmo acoplado é o ritmo preferido de um oscilador se um oscilador puder dominar completamente o outro ou, mais generalizado, um ritmo que é mantido entre os ritmos preferidos de dois osciladores. Na coordenação de movimentos rítmicos, finos ou grossos, a *tendência de sustentação* e o *efeito magnético* competem entre si. Se a tendência de sustentação ou de manter o próprio ritmo domina, a coordenação é relativa (ritmos múltiplos – freqüência fechada 1:2 ou 2:1); se o efeito magnético domina, a coordenação é absoluta (um ritmo – freqüência fechada 1:1 ou 2:2). Para Turvey (1990), mesmo quando um padrão de coordenação é alcançado, a competição continua entre a tendência de sustentação das dinâmicas intrínsecas das unidades rítmicas e o efeito magnético das dinâmicas externas. A freqüência apresentada pelos osciladores indica o tipo de padrão de coordenação presente em uma tarefa rítmica.

2.2.2 Padrões de Coordenação Em-Fase e Fora-de-Fase

Para identificar padrões de coordenação intermembros, Kelso (1981) propos a Fase Relativa (Φ), que é uma medida temporal referente à latência de um oscilador com relação ao tempo do ciclo de outro oscilador. Um ciclo é determinado pelo deslocamento pico-a-pico de um oscilador, ou seja, é obtido toda vez que um oscilador volta a seu estado inicial. A fase relativa pode ser descrita como um parâmetro de ordem, ou ainda uma variável coletiva que captura a organização temporal dos elementos componentes do sistema (TURVEY; SCHMIDT; BEEK, 1993).

Kelso (1981) analisou o comportamento rítmico na tarefa de oscilar os dedos indicadores das mãos em uma mesma freqüência. Os participantes poderiam reproduzir dois padrões básicos: *em-fase*, contração simultânea de músculos homólogos e fase relativa de 0° ou 360°; e *fora-de-fase*, contração alternada de músculos homólogos e fase relativa de 180°. Os movimentos dos dedos tinham que ser sincronizados com as batidas de um metrônomo, e a freqüência de oscilação era aumentada sistematicamente a cada poucos segundos. Em certa freqüência de oscilação de movimento dos dedos, os participantes espontaneamente mudavam do padrão fora-de-fase para o padrão em-fase. No entanto, nenhuma mudança de padrão ocorreu quando os participates começavam a tarefa no padrão em-fase. Assim, Kelso (1981) concluiu que, enquanto as pessoas podem produzir dois padrões estáveis em baixas freqüências, apenas um padrão permanece estável quando a freqüência de oscilação atinge um ponto crítico. As alterações no parâmetro de controle resultam em mudanças (ou flutuações) na fase relativa entre os dois osciladores.

Assumindo que a força do ruído estocástico[1] se torna constante para todas as freqüências de oscilação (SCHÖNER; HAKEN; KELSO, 1986), então um aumento na flutuação da fase relativa sugere uma diminuição na força de acoplamento entre os componentes oscilatórios. Uma vez que um padrão mais estável é adotado após a transição de fase, então, ao longo do tempo, estas flutuações diminuem (SWINNEN, 2002).

---

[1] De acordo com o modelo teórico de transições de fase na coordenação intermembros de Haken, Kelso e Bunz (1985), o ruído estocástico é uma função matemática básica que está relacionada com a geração de padrões aleatórios (BRESSLER; KELSO, 2001).

No estudo da coordenação intermembros, quando os movimentos dos osciladores são sincronizados com eventos externos, o padrão motor emergente pode ainda ser classificado como *sincronizado* ou *sincopado*. O padrão sincronizado apresenta a mesma fase relativa do padrão em-fase (0° ou 360°), ou seja, os movimentos dos osciladores ocorrem ao mesmo tempo em que ocorre um evento externo. Já o padrão sincopado apresenta a mesma fase relativa do padrão fora-de-fase (180°), ou seja, o movimento ocorre na metade do ciclo da ocorrência do evento externo (ENGSTRÖM; KELSO; HOLROYD, 1996). Apesar de cada sistema apresentar um comportamento motor que reflete a interação de sua dinâmica intrínseca com o ambiente, a identificação destes padrões de coordenação levou estes estudiosos a concluírem que o comportamento dos sistemas de coordenação é qualitativamente semelhante e a análise de padrões de coordenação pode ser usada para identificar o comportamento atípico destes sistemas.

2.2.3 Padrões de Coordenação Intermembros em Tarefas Rítmicas

Desde a última década, a emergência de padrões em tarefas de coordenação intermembros vem sendo investigada pela Professora Jill Whitall (Universidade de Maryland, EUA) e colaboradores. Para investigar se adultos eram capazes de adotar padrões de coordenação intermembros estáveis, Whitall e Getchell (1996) utilizaram as tarefas de andar e bater palma, e galopar e bater palma simultaneamente. Para estas autoras, a estrutura rítmica das pernas no andar é 1:1 e a estrutura rítmica das pernas no galope é 1:2.

Seguindo a classificação de Von Holst (1973), as autoras identificaram três tipos de padrões de coordenação nestas tarefas: (i) coordenação absoluta - os ciclos dos braços e das pernas estavam na mesma freqüência (1:1) e a palma ocorria no mesmo momento de cada passo, em pelo menos 80% dos ciclos; (ii) coordenação relativa - os braços e as pernas apresentavam ciclos estáveis, mas em diferentes freqüências (independente um do outro); e (iii) padrão variável - os ciclos dos membros eram instáveis de maneira que o padrão não pudesse ser identificado como de coordenação absoluta ou relativa. Dos 16 participantes do estudo, 11 apresentaram um mesmo padrão de coordenação nas três tentativas de andar e bater palma, e os outros cinco apresentaram um mesmo padrão em pelo menos duas tentativas. A maioria dos padrões apresentados no andar era de coordenação absoluta, ou seja, a palma era acoplada à estrutura rítmica do andar (1:1). Nas

tentativas de galopar e bater palmas, aproximadamente 93% das tentativas de todos os sujeitos foram identificadas como de coordenação relativa, ou seja, igual as tentativas que envolviam o andar. O galope manteve sua estrutura rítmica (1:2) e a palma foi acoplada a ela. Os padrões apresentados nas tentativas restantes foram identificados como padrões variáveis. Interessante registrar que os participantes que apresentaram padrões variáveis adotaram o padrão de coordenação absoluta ou relativa depois de um período de prática (oito tentativas para cada condição), evidenciando o efeito da prática nestas tarefas. Os participantes que já apresentavam estes padrões, antes da prática, mantiveram tais padrões após este período.

O mesmo experimento foi realizado com crianças de 4, 6, 8 e 10 anos por Getchell e Pabreja (2006) para identificar em que idade as crianças demonstram padrões de coordenação similares ao dos adultos nas tarefas andar/palma e galope/palma. As autoras procuraram determinar se e como as características do andar diferem em função do desenvolvimento e da tarefa, argüindo que quando se compara o andar com e sem bater palmas, adicionar as palmas não muda o padrão de coordenação ou a estabilidade da coordenação das pernas (tanto em crianças como adultos), mas as variáveis de controle são alteradas (velocidade e comprimento da passada). Para as crianças de 4 anos, apenas 12% das tentativas foram executadas com o padrão de coordenação absoluta. Esta porcentagem aumentou ao longo do desenvolvimento. As crianças de 8 e 10 anos adotaram consistentemente o mesmo padrão de coordenação adotado pelos adultos. Assim, a hipótese de que crianças mais novas adotariam padrões variáveis foi parcialmente confirmada. Nas duas tarefas, essas crianças não apresentaram uma freqüência estável entre palmas e passos, mas, quando analisados separadamente, os ciclos das palmas e dos passos eram mais consistentes do que variáveis. Além disso, o acoplamento dos quatro membros foi mais lento e mais limitado nas condições de galope/palma comparado com andar/palma. A média da fase temporal do andar variou em função da condição da tarefa (andar com e sem as palmas), sugerindo a existência de diferenças biomecânicas ou dinâmicas entre o andar na condição de tarefa simples e o andar coordenado com o bater palma.

No estudo de Getchell, McMenamin e Whitall (2005), crianças com dificuldade de aprendizagem e problemas motores (média = 8,06 anos) realizaram a tarefa andar/palma adotando os padrões de coordenação absoluta ou relativa na

mesma proporção observada em crianças de Desenvolvimento Típico (DT). No entanto, na tarefa galope/palma, as crianças com dificuldades de aprendizagem exibiram o padrão variável de coordenação com mais freqüência do que as crianças com DT. Nesta tarefa, as crianças com problemas de aprendizagem não acoplaram os membros em padrões específicos de coordenação (absoluta ou relativa), mesmo depois de um curto período de prática da tarefa galope/palma. Assim, como já apontado nos estudos acima, as autoras argüiram que esta tarefa é muito complexa para crianças com dificuldades de aprendizagem, e que um período maior de prática levaria a um acoplamento mais estável na tarefa galope/palma.

Ainda, quanto à estabilidade de padrões de coordenação intermembros, há evidências na literatura de que aqueles que envolvem dois osciladores de tipos diferentes (membros superiores e inferiores) são menos estáveis do que os de coordenação entre dois osciladores do mesmo tipo (p.ex., as duas mãos) (KELSO; JEKA, 1992; SERRIEN; SWINNEN, 1997). Hiraga, Summers e Temprado (2004) investigaram a estabilidade de padrões de coordenação na execução da tarefa de desenhar um círculo com as duas mãos simultaneamente, com mão e pé do mesmo lado (direito ou esquerdo) e com mão e pé de lados opostos. A coordenação mão-pé foi menos estável do que a coordenação mão-mão. Além disso, para a coordenação mão-pé do mesmo lado, os padrões fora-de-fase foram menos estáveis do que os padrões fora-de-fase para a coordenação mão-pé de lados opostos, embora para a coordenação em-fase, os padrões mão-pé do mesmo lado e mão-pé de lados opostos tivessem exibido níveis equivalentes de estabilidade.

O estudo de Carvalho e Pellegrini (2006) averiguou a emergência de padrões motores na tarefa de pular corda, em condição que a mesma era batida pelo próprio executante e em condição em que era batida por outras pessoas, em diferentes freqüências de batida da corda, e por isso, tem importante relevância para a área da coordenação intermembros em tarefas rítmicas. Os autores observaram que adultos jovens apresentaram maior variabilidade na altura do salto na condição em que a corda era controlada externamente do que quando era auto-controlada, sugerindo assim que a informação adicional, proveniente do manuseio da corda pelo participante, proporcionou não apenas que o sistema apresentasse uma melhor eficiência (altura mais baixa do salto), mas também um comportamento mais estável do pular corda. Quanto à relação espaço-temporal entre o momento do salto e a

passagem da corda sob os pés, não foi observada alteração na variabilidade da fase relativa nas duas condições, mesmo com mudança na freqüência do batimento da corda. A análise dos padrões de pular corda foi substancialmente eficiente para indicar estabilidade da interação entre a captação de informação no ambiente e as respostas motoras nas duas condições em que a corda era batida.

Os estudos apresentados acima foram importantes para o desenvolvimento do presente estudo, pois envolvem tarefas que exigem coordenação motora grossa. Muitos conceitos e ferramentas utilizados para explicar a coordenação motora são decorrentes de estudos que envolvem tarefas de coordenação motora fina, relativa à oscilação dos dedos ou mãos (KELSO, 1981; HAKEN; KELSO; BUNZ, 1985; SCHÖNER; KELSO, 1988; SEMJEM; SUMMERS; CATTAERT, 1995; ENGSTRÖM; KELSO; HOLROYD, 1996; POST; PEPER; BEEK, 2000; BRESSLER; KELSO, 2001; MAYVILLE et al*.,* 2001; SWINNEN, 2002). É importante investigar até que ponto as ferramentas utilizadas nestes estudos podem ser aplicadas em outros. De maneira geral, os estudos que tratam da emergência e da estabilidade de padrões rítmicos de coordenação são importantes para a compreensão de como os muitos componentes de um sistema interagem para atingir metas específicas no ambiente, considerando a relação de restrição deste sistema, suas possibilidades e dificuldades de ação (TURVEY, 1990).

Apenas recentemente, os pesquisadores começaram a investigar a capacidade do indivíduo com transtorno exibir comportamento motor auto-organizado. Dentre os muitos transtornos geralmente diagnosticados pela primeira vez na infância ou na adolescência, o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) tem chamado a atenção de pesquisadores por levar as crianças a apresentarem coordenação motora substancialmente abaixo da esperada, tendo em vista a idade cronológica, as medidas de inteligência e a ausência de problemas neurológicos (DSM-IV^{TR}, 2002). Neste contexto, as tarefas que demandam uma relação do indivíduo com seu meio para serem realizadas com sucesso podem ser um desafio para crianças com TDC. Para o presente estudo, uma revisão de literatura referente às características deste transtorno foi feita de modo que fosse possível analisar a emergência e a estabilidade de padrões rítmicos de coordenação intermembros em crianças com TDC.

2.3 O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

Partindo do pressuposto que a coordenação motora é influenciada pelas interações entre o organismo e o ambiente e pelas mudanças nestas interações que ocorrem ao longo do tempo através do processo de auto-organização, é preciso entender que, assim como estas interações favorecem a emergência e o controle de novos padrões motores, elas também podem atuar como limitadores em certos processos desenvolvimentais (BERNSTEIN, 1967; GIBSON, 1979; KUGLER; KELSO; TURVEY, 1982; NEWELL, 1986).

Kelso (1995) propôs que a interação das partes do sistema pode reger ou restringir o comportamento de algumas destas partes. Isto é resultado de uma causalidade circular, que é uma característica típica de sistemas auto-organizáveis. Algumas vezes, estas restrições (ou limitações) podem levar a um comprometimento acentuado da coordenação motora, principalmente, em crianças. Quando isso acontece, a criança pode ser diagnosticada com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) do termo inglês *Developmental Coordination Disorder* (DSM-IV^{TR}, 2002).

Crianças com TDC não conseguem realizar tarefas relativamente simples, como usar talheres adequadamente, amarrar os sapatos e segurar objetos com segurança, interferindo, principalmente, no ambiente escolar, de modo que elas apresentem baixo desempenho na escola. As causas do TDC ainda não estão claramente estabelecidas. No entanto, as dificuldades motoras da criança identificada com TDC não podem ser decorrentes de algum problema neurológico, como presente nos distúrbios de tônus muscular, nos movimentos involuntários ou na perda sensória.

A avaliação motora de crianças é freqüentemente feita na faixa etária de cinco a 11 anos e a prevalência de crianças com TDC é estimada entre 6% a 10% da população pela *American Psychiatric Association* (DSM-IV^{TR}, 2002). Dentre as habilidades motoras finas, geralmente, as dificuldades em escrever e manipular objetos são os primeiros sinais da existência de um transtorno motor. Os mais comuns são observados nas tarefas de usar talheres, amarrar os sapatos e vestir-se (SMITS-ENGELSMAN; NIEMEIJER; VAN GALEN, 2001).

Dentre as habilidades motoras grossas, as crianças com TDC apresentam problemas no equilíbrio e na coordenação do padrão de andar e de

correr. Estes problemas podem resultar em quedas e tropeços freqüentes, interferindo, principalmente, em atividades de lazer e eventos esportivos (BARNHART et al., 2003). O andar é uma tarefa relativamente simples, comparada com aquelas realizadas em esportes e, no entanto, pode ser suficientemente desafiadora para uma criança com TDC (DECONINCK et al., 2006).

Como conseqüência das dificuldades motoras, as crianças com TDC tendem a apresentar problemas psicossociais, como baixa auto-estima, angústia e ansiedade. Por isso, elas tendem a participar menos em sala de aula e em eventos recreativos do que as outras crianças. Outra causa desta frustração é o fato de elas serem motivo de brincadeiras e piadas, ganharem menos reconhecimento diante do sucesso e terem menos amigos (DEWEY; WILSON, 2001). Através de entrevistas, o estudo de Mandich, Polatajko e Rodger (2003) apontou que os pais dessas crianças têm ciência do impacto emocional que o transtorno tem em seus filhos. Geralmente, os pais sabem do sentimento de inferioridade que as crianças desenvolveram como resultado da repetida falta de capacidade em realizar tarefas comuns. De acordo com as entrevistas, eles acreditam que seus filhos se sentem menos inteligentes e desistem antes mesmo de tentar.

Embora os estudos sobre o TDC focalizem, principalmente, a infância, muitos autores têm argüido que este é um transtorno permanente e se mantém ao longo do ciclo vital (SKINNER; PIEK, 2001; KIRBY; SUGDEN, 2003). Cousins e Smyth (2003) analisaram a performance de adultos (19-63 anos) que se auto-identificaram como portadores do TDC por apresentarem dificuldades semelhantes às apresentadas por crianças com TDC descritas na literatura. Os resultados mostraram que os participantes que afirmaram ter problemas de coordenação apresentaram performance inferior à dos participantes do grupo controle, em todas as tarefas. Os autores concluíram que o TDC está presente ao longo do ciclo vital, influenciando negativamente o cotidiano de indivíduos que apresentam este transtorno.

Na busca por soluções de problemas relacionados com a coordenação motora e, conseqüentemente, com implicações psicossociais, duas perspectivas possíveis têm se destacado no estabelecimento de estratégias no trato de crianças com TDC. Uma delas aponta estratégias compensatórias que irão capacitar a criança a aprender a lidar com suas dificuldades motoras (BOUFFARD; WALL, 1990; WILCOX; POLATAJKO, 1993). A outra aponta estratégias de intervenção direta para

reduzir as dificuldades existentes (WALLEN; WALKER, 1995). As duas abordagens fornecem importantes meios para minimizar os efeitos do TDC. No entanto, nenhuma delas fornece informação específica sobre o controle motor subjacente à execução das tarefas motoras pelas crianças e como elas integram informação captada no ambiente às respostas motoras para produzir padrões específicos de movimento.

Pesquisadores têm explorado diversos paradigmas experimentais para investigar as mudanças que ocorrem na interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos e os mecanismos envolvidos na coordenação e no controle dos movimentos de crianças com TDC. Em meta-análise de 50 estudos relacionados aos déficits apresentados por crianças com TDC, Wilson e Mckenzie (1998) sugeriram que os problemas de coordenação motora estão freqüentemente associados com problemas na percepção visual. A tarefa de apontar com o dedo em situações em que o alvo e/ou a mão não eram visualizados, foi utilizada por Mon-Williams, Wann e Pascal (1999) para investigar a utilização de informação visual e proprioceptiva por crianças com TDC. Os resultados indicaram que estas crianças apresentam dificuldades em perceber ou utilizar informação proprioceptiva, pois as crianças com TDC apresentaram desempenho inferior ao das crianças sem TDC nas condições em que o alvo era visualizado e tinha que ser alcançado sem a visualização da mão. Além disso, van der Meulen e colaboradores (1991) mostraram que, na produção de movimentos de apontar com o braço utilizando *feedback* visual, as crianças com TDC foram mais variáveis e lentas do que as crianças com Desenvolvimento Típico.

A capacidade das crianças com TDC em explorar a dinâmica do sistema perceptivo-motor em função do tempo foi analisada por Oliveira, Loss e Petersen (2005) em três tarefas manipulativas de regulação de força/torque: pressão digital, preensão digital e torque em preensão digital (com fornecimento de informação de *feedback* visual para produzir 40% da força em torque isométrico máximo). Os resultados mostraram que as crianças com TDC apresentaram dificuldades em explorar a dimensionalidade da resposta do sistema perceptivo-motor. Elas apresentaram maior variabilidade e menor regularidade nas respostas de controle de força em torque. Mais recentemente, Diz (2008) mostrou que, após um período de cinco dias de prática da tarefa de produzir 40% da força máxima em torque isométrico com *feedback* visual, crianças com TDC e com DT melhoraram o desempenho, reduzindo a variabilidade.

O uso de informação prévia no controle de movimentos de alcançar e agarrar por crianças com TDC foi investigado por Mon-Williams e colaboradores (2005). Estes pesquisadores solicitaram aos participantes alcançar e agarrar blocos que eram iluminados de acordo com a informação prévia. Quatro blocos alvos eram posicionados à frente dos participantes, dois do lado direito e dois do lado esquerdo. A informação prévia poderia ser completa (especificava precisamente o bloco que deveria ser alcançado), parcial (especificava apenas o lado em que estava o bloco que deveria ser alcançado), ou nula (não especificava o bloco e nem o lado). Os resultados mostraram que as crianças com TDC foram capazes de utilizar informação prévia completa na preparação de seus movimentos (os tempos de reação foram menores na condição de informação completa do que na condição de informação nula). No entanto, estas crianças não apresentaram tempos de reação menores nas condições de informação parcial comparado com os da condição de informação nula.

De acordo com a literatura, as crianças com TDC apresentam dificuldades em produzir padrões rítmicos de coordenação bimanual e de coordenação intermembros em comparação com crianças sem TDC. Na coordenação bimanual, Volman e Geuze (1998) mostraram que as crianças com TDC foram mais variáveis em oscilar os dedos, principalmente na condição fora-de-fase. Na coordenação intermembros, Volman, Laroy e Jongmans (2006) mostraram que as crianças com TDC foram menos estáveis em três combinações de membros em movimentos de toques em-fase e fora-de-fase (combinação mão-mão, mão-pé do mesmo lado e mão-pé de lados opostos) do que as crianças controle. Os padrões de coordenação mão-pé foram menos estáveis do que os padrões de coordenação mão-mão. Os resultados indicaram que os padrões de coordenação mão-pé do mesmo lado e de lados opostos foram igualmente estáveis na tarefa em-fase, mas foram menos estáveis na tarefa fora-de-fase.

Mais recentemente, Whitall e colaboradores (2006) investigaram o acoplamento auditivo-motor em crianças (6-8 anos) com DT e com o TDC e em adultos (18-30 anos). A tarefa andar/palma (WHITALL; GETCHELL, 1996), deveria ser sincronizada com um sinal auditivo (evento externo), que era fornecido por um metrônomo, em quatro diferentes freqüências, com quatro tentativas em cada freqüência. Quanto ao acoplamento da oscilação dos membros inferiores com a dos membros superiores, os resultados indicaram que o grupo de adultos apresentou um

padrão diferente daquele dos grupos de crianças DT e TDC, mas os padrões dos grupos de crianças não diferiram entre si. Além disso, a oscilação dos membros inferiores estava mais acoplada ao metrônomo do que a oscilação dos membros superiores. Quanto à variabilidade da fase relativa, as crianças com TDC apresentaram maior variabilidade no acoplamento dos membros. Os dois grupos de crianças mostraram aumento na variabilidade da fase relativa conforme a freqüência do sinal auditivo aumentava, ao contrário dos adultos, que mostraram diminuição na variabilidade com o aumento da freqüência. As crianças com TDC adotaram, com menos freqüência, o padrão de coordenação absoluta do que os outros grupos. Além disso, durante as tentativas, muitos dos participantes com TDC mostraram algumas formas de acoplamento por períodos curtos de tempo, sugerindo que elas conseguem acoplar, mas não por todo o tempo.

Mais recentemente, Whitall e colaboradores (2008) analisaram a habilidade de crianças com TDC, crianças com DT e adultos em sincronizar movimentos rítmicos bilaterais dos dedos com um sinal sonoro em diferentes freqüências. Todos os grupos foram capazes de executar a tarefa solicitada, no entanto, crianças com TDC não foram capazes de sincronizar os movimentos nas freqüências mais baixas. Além disso, essas crianças apresentaram desvios padrão da fase relativa (variabilidade) maiores na coordenação entre os dedos comparadas com crianças com DT e adultos. As evidências apresentadas acima indicam que crianças com TDC apresentam padrões de coordenação bimanual e intermembros variáveis quando comparadas com crianças sem este transtorno.

MacKenzie e colaboradores (2008) analisaram a capacidade das crianças com TDC, das crianças com DT e dos adultos em acoplar os membros inferiores e superiores na tarefa andar/palma em quatro diferentes condições de informação: com visão e audição, sem visão, sem audição e sem ambas. Apesar de não ter havido efeito significativo das condições experimentais, as crianças com TDC apresentaram maior variabilidade em acoplar os passos e as palmas e maior variabilidade quanto aos ciclos de cada grupo de membros (ciclo da palma e ciclo do passo), assim como no estudo de Whitall e colaboradores (2006), já citado anteriormente. Os autores concluíram que a disponibilidade da informação visual e/ou auditiva não desempenha papel determinante na estabilização da coordenação temporal nesta tarefa.

Tendo em vista que a variabilidade, presente no comportamento exploratório, tem grande valor adaptativo e permite ao organismo captar informação sobre si mesmo e sobre o ambiente (DEUTSCH; NEWELL, 2002), os padrões de coordenação apresentados por crianças com TDC, nos estudos revisados acima, podem ser considerados padrões adaptativos (SAVELSBERGH; VAN DER KAMP; ROSENGREN, 2006). As diferenças encontradas entre crianças com e sem TDC podem ser interpretadas como resultado da falta de ajustes necessários nos padrões de coordenação, que refletem as dificuldades motoras relacionadas ao transtorno.

Apesar da variedade de estudos relacionados com problemas de coordenação motora, algumas questões com relação ao acoplamento rítmico (interação indivíduo/ambiente) destas crianças ainda não foram respondidas: (i) as crianças com TDC podem demonstrar comportamento rítmico? (ii) Estes comportamentos são estáveis frente a perturbações? (iii) Se os limiares destes comportamentos são excedidos, o sistema pode se reorganizar em um novo estado estável?

Tendo em vista que a realização de tarefas complexas é fundamental para que o indivíduo possa responder com sucesso em situações mais desafiadoras e que a capacidade de responder precisamente a diferentes demandas da tarefa reflete sua capacidade em se auto-organizar, o presente estudo investigou a estabilidade de padrões rítmicos de coordenação em tarefa de coordenação intermembros quando a criança apresenta Desenvolvimento Típico e quando apresenta o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação.

Para investigar as dificuldades de interação das crianças com o ambiente, no presente estudo foi utilizada a tarefa de saltar e bater palma simultaneamente em quatro padrões de coordenação e em duas superfícies de apoio: (i) no chão; e (ii) sobre um mini-trampolim acrobático. O chão se caracteriza por rigidez, cuja superfície não se altera conforme a força aplicada contra ela. O mini-trampolim acrobático possui características elásticas que propiciam impulsão e amortecimento da carga “carregada” que precisam ser percebidas pelo executante para que a coordenação do salto neste aparato possa ser eficiente.

3. OBJETIVO GERAL

Examinar a emergência e a estabilidade dos padrões de coordenação intermembros de tarefa executada em diferentes padrões de coordenação por crianças com Desenvolvimento Típico e crianças com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação.

3.1 Objetivos Específicos

- Identificar o padrão preferido de coordenação motora por crianças com Desenvolvimento Típico (DT) e crianças com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) na execução da tarefa de saltar e bater palma com apoio simultâneo dos pés em superfície rígida (chão) e elástica (mini-trampolim).
- Analisar a estabilidade do acoplamento da batida da palma com diferentes momentos do salto: (i) com a palma sendo batida no momento em que os pés tocam o chão ou o mini-trampolim (Condição Palma em Baixo); (ii) com a palma sendo batida no momento em que o salto alcança a altura máxima, sendo executado com apoio no chão ou no mini-trampolim (Condição Palma em Cima); e (iii) com a palma sendo batida no momento do toque simultâneo dos pés no chão ou no mini-trampolim e no momento da altura máxima do salto (Condição Duas Palmas).

4. HIPÓTESES

Diante dos objetivos propostos e da literatura revisada, o presente estudo testou as seguintes hipóteses:

H1 – Na condição Livre, o padrão adotado em uma das superfícies será diferente daquele adotado na outra superfície.

H2 – As crianças com TDC apresentarão freqüências de saltos mais instáveis comparadas com as das crianças com DT, nas quatro condições de coordenação com a batida de palma: Livre, Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas.

H3 – As crianças com TDC apresentarão freqüências de palmas mais instáveis comparadas com as das crianças com DT, nas quatro condições de coordenação com a batida de palma: Livre, Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas.

H4 – As crianças com TDC e com DT apresentarão maior dificuldade em manter o acoplamento na condição Palma em Cima de saltar e bater palma quando comparado com o acoplamento na condição Palma em Baixo.

H5 – A estabilidade da força do acoplamento medida pelo desvio padrão da fase relativa será maior na superfície chão comparada com a força do acoplamento na superfície mini-trampolim.

5. MÉTODO

5.1 Participantes

Participaram deste estudo 12 crianças com TDC e 12 crianças com DT – pareadas em idade e sexo, identificadas através do *Movement Assessment Battery for Children* (M-ABC, HENDERSON; SUGDEN, 1992). As crianças que participaram deste estudo estavam matriculadas em uma escola de ensino fundamental, localizada no interior do estado de São Paulo. Os responsáveis pelas crianças concordaram com os objetivos e procedimentos do estudo, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da UNESP – Campus Rio Claro/SP.

Os participantes foram selecionados para o presente estudo de acordo com os escores obtidos em uma avaliação da coordenação motora realizada na escola durante os anos de 2006 e 2007 com o M-ABC (versão 1, HENDERSON; SUGDEN, 1992). As crianças que foram identificadas como portadoras do TDC obtiveram escore abaixo ou igual ao 5° percentil da escala do teste (escore ≥ 14). As crianças que foram identificadas com DT alcançaram escore acima do 15° percentil (escore ≤ 9,5).

Para confirmar a identificação destas crianças, a responsável pelo presente estudo realizou uma nova avaliação motora com a nova versão do M-ABC (versão 2, HENDERSON; SUGDEN; BARNETT, 2007) que também é composto de análises qualitativas e quantitativas e permite atribuir ao indivíduo um escore global de acordo com seu desempenho nas três tarefas de destreza manual, nas duas tarefas de habilidades com bola e nas três tarefas de equilíbrio estático e dinâmico. Nesta versão, as crianças são classificadas como portadoras do TDC se obtiverem escore igual ou abaixo de 56 e as crianças são classificadas com DT se obtiverem escore igual ou acima de 67. Apenas as crianças que obtiveram a mesma classificação nas duas avaliações participaram do estudo. Os dados dos

participantes selecionados e os escores obtidos pelas crianças na primeira e na segunda avaliação motora estão apresentados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Dados relativos a gênero (M e F), idade (meses) e escores obtidos pelos participantes com TDC e com DT no *Movement Assessment Battery for Children* (versões 1 e 2).

Grupo	Participante	Gênero	Idade	M-ABC1 (Percentil)	M-ABC 2 (Percentil)
TDC	S1	F	130	17,5 (1º)	51 (5º)
	S2	F	127	17 (2º)	49 (2º)
	S3	F	123	19 (1º)	53 (5º)
	S4	M	115	24,5 (1º)	34 (1º)
	S5	F	126	14,5 (4º)	48 (2º)
	S6	F	117	20,5 (1º)	49 (2º)
	S7	F	132	15,5 (3º)	47 (2º)
	S8	M	118	14 (5º)	52 (5º)
	S9	M	114	16 (2º)	56 (5º)
	S10	M	116	14,5 (4º)	44 (2º)
	S11	F	108	18 (1º)	38 (1º)
	S12	M	118	17 (2º)	49 (2º)
	Média		120,3	17,3	47,5
DT	S1	F	129	2 (79º)	74 (37º)
	S2	F	126	0,5 (93º)	83 (63º)
	S3	F	123	2 (79º)	76 (37º)
	S4	M	115	0 (96º)	84 (63º)
	S5	F	127	1 (89º)	84 (63º)
	S6	F	117	3 (65º)	69 (25º)
	S7	F	131	3,5 (60º)	80 (50º)
	S8	M	118	1 (89º)	82 (63º)
	S9	M	115	0 (96º)	83 (63º)
	S10	M	116	5 (45º)	72 (25º)
	S11	F	109	1 (89º)	74 (37º)
	S12	M	118	1 (89º)	74 (37º)
	Média		120,3	1,6	77,9

Os dados descritivos dos participantes relativos a peso, estatura e índice de massa corporal (IMC) foram aferidos para futuras comparações e são apresentados na Tabela 3 do Anexo 2.

5.2 Tarefa Experimental

A tarefa consistia em saltar no chão e no mini-trampolim com apoio nos dois pés e bater palma (Figura 1). Em cada uma das superfícies, os participantes realizaram uma seqüência de saltos durante 15 segundos, em quatro padrões de

coordenação diferentes: (i) Livre, ou seja, com o padrão de coordenação salto/palma escolhido pela criança; (ii) Palma em Baixo, considerado o padrão de coordenação em-fase em que a criança deveria bater palma ao tocar com os pés a superfície de apoio; (iii) Palma em Cima, considerado o padrão de coordenação fora-de-fase em que a criança deveria bater palma no momento em que alcançasse a altura máxima do salto; e (iv) Duas Palmas, considerado o padrão de coordenação relativa (1:2) em que a criança deveria bater palma tanto ao tocar com os pés na superfície de apoio como quando ao alcançar a altura máxima do salto. Os padrões foram determinados para o presente estudo a partir da revisão de literatura sobre a questão da estabilidade de padrões de coordenação.

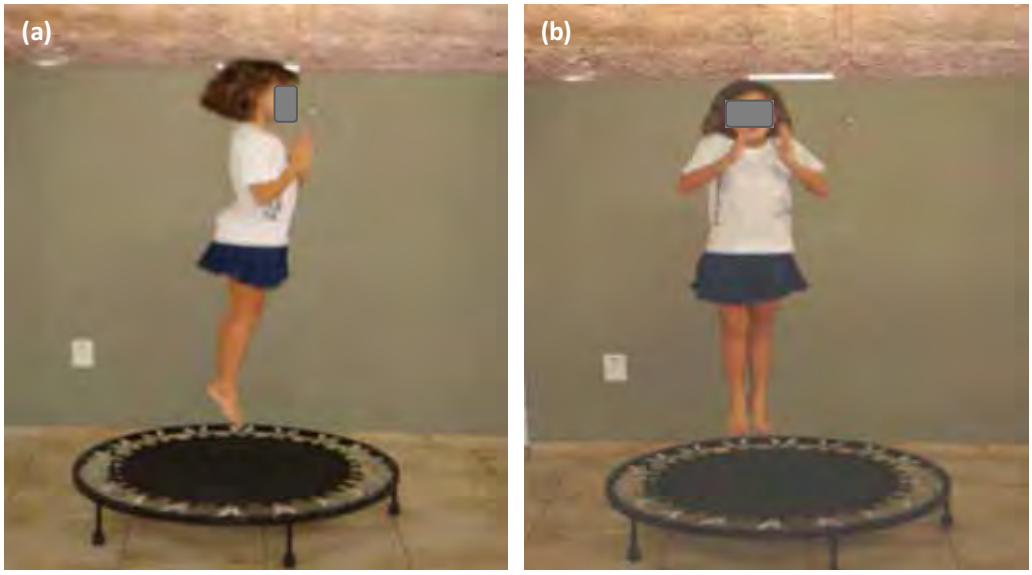


Figura 1. Visualização (a) lateral e (b) frontal da execução da tarefa de saltar e bater palma, na superfície mini-trampolim.

5.3 Materiais

Para a identificação das crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação e aquelas com Desenvolvimento Típico, foram utilizados os materiais originais que acompanham o manual de aplicação do M-ABC (The Psychological Corporation), versões 1 e 2.

Para coleta de dados, foi utilizado um mini-trampolim acrobático que consiste de uma estrutura de ferro circular, de 102 cm de diâmetro, apoiada no solo por cinco pés de 15,5 cm de altura. Dezenove pares de molas (6,5 cm cada) prendem uma lona de 73 cm à estrutura de ferro do trampolim. Além disso, um

tapete de borracha vinílica de 80 cm X 90 cm X 0,3 cm foi utilizado para execução da tarefa nas condições em que a mesma era realizada na superfície rígida (chão). Ao redor do local das superfícies foram colocados 5 tatames de espuma anti-derrapante de 90 cm X 90 cm X 3,5 cm para proteger os participantes em caso de queda.

Para registro da execução da tarefa foi utilizado o sistema OptoTrack de análises acoplado a um computador. Quatro marcadores passivos conectados ao sistema de tracking automático foram utilizados para registro dos saltos e das palmas. Além disso, uma câmera digital de vídeo JVC com freqüência de 60 Hz, fixada em um tripé, foi utilizada para registro da performance dos participantes.

5.4 Desenho Experimental

A fase experimental consistiu da execução de três tentativas da tarefa saltar/palma em cada superfície (no chão e no mini-trampolim) e em cada padrão de coordenação (Livre, Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas) totalizando 24 tentativas. Foi fornecido um minuto de descanso entre as tentativas.

Metade dos participantes iniciou a coleta de dados na superfície mini-trampolim e a outra metade iniciou no chão. Em cada superfície, os participantes realizaram a condição Livre primeiramente, a de Duas Palmas por último e a ordem de execução das condições Palma em Baixo e Palma em Cima foi contrabalançada entre os participantes de cada grupo, de modo que metade deles executou a condição Palma em Baixo e a outra metade a condição Palma em Cima após a condição Livre. É importante ressaltar que, na fase experimental, nenhuma demonstração foi oferecida aos participantes.

5.5 Procedimentos

Os dados de cada participante foram coletados individualmente, num único dia. Ao chegar no local utilizado para coleta de dados (Laboratório de Estudo do Movimento), foi aferido o peso e a estatura de cada participante. Caso a criança não estivesse vestindo roupas adequadas, era solicitado vestir uma bermuda de cotton cedida pelo laboratorio e ficar descalço para a colocação de marcadores passivos. Para que o sistema de tracking automático registrasse os movimentos a partir de uma vista lateral, no plano sagital, os marcadores foram colocados na face

lateral direita do corpo dos participantes, nas articulações do quadril (trocânter maior), do joelho (epicôndilo lateral do fêmur), do tornozelo (1 cm acima do maléolo lateral) e do punho (processo estilóide da ulna).

Após a conexão dos marcadores ao sistema de tracking automático, o experimentador posicionava o participante na superfície em que ele iniciaria a tarefa, com a lateral direita voltada para o optotrack (a 3,6 metros) e de frente para uma parede (a 1,9 metros), de maneira que nenhuma informação visual pudesse interferir na execução da tarefa. A Figura 2 ilustra a vista superior do local e disposição dos materiais em que a coleta de dados foi realizada. O experimentador se posicionava atrás do optotrack, onde estava o computador que acionava o início dos registros dos dados, e dava os comandos verbais “prepara”, seguido de “vai” para que a criança pudesse iniciar a tarefa e “pode parar” após os 15 segundos de cada tentativa. No período de descanso entre as tentativas, o participante era instruído sobre a próxima condição a ser executada. A instrução dada a criança foi: você vai saltar e bater palma por 15 segundos.

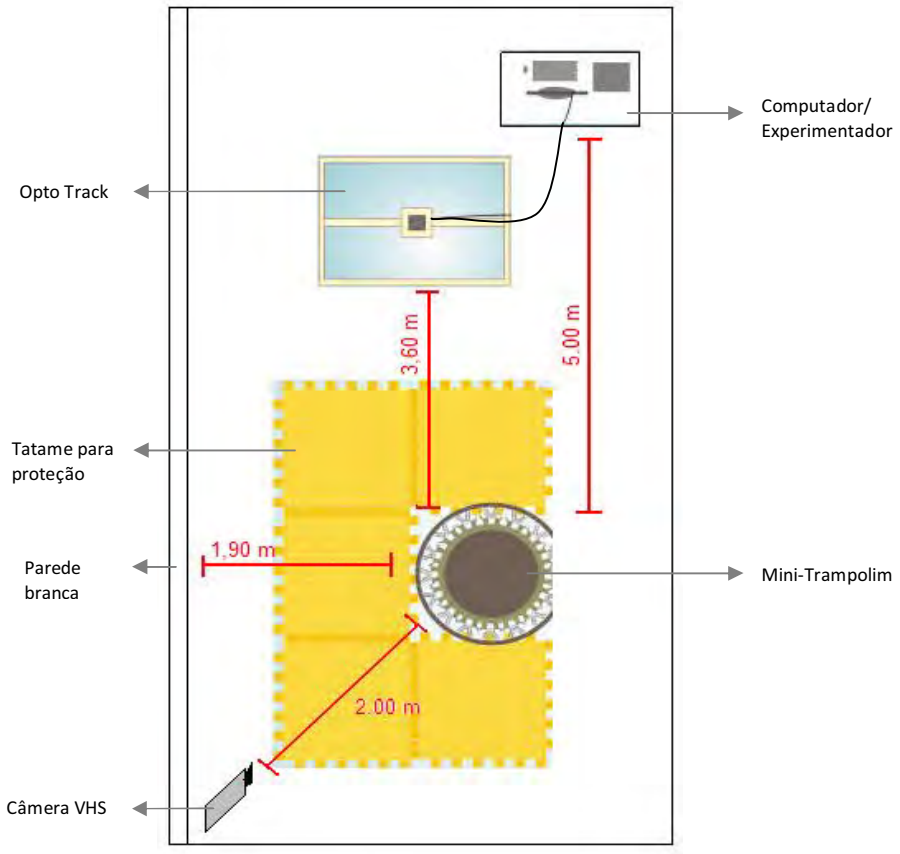


Figura 2. Representação gráfica da vista superior da disposição do local e dos equipamentos utilizados para coleta de dados.

Os sinais dos marcadores foram registrados em freqüência de 100 Hz. Os dados dos deslocamentos das 4 articulações nas coordenadas X, Y e Z (Figura 3) e o ângulo da articulação do joelho ao longo do tempo (1500 quadros) foram registrados em planilha do *software* “Excel for Windows” (Microsoft – 2007). O *software* Matlab (The Math Works Inc. – versão 5) foi utilizado para cálculo das variáveis de interesse. O *software* Statistica (versão 7) foi utilizado para as análises estatísticas pertinentes.

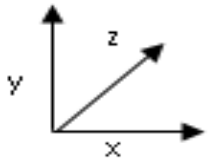


Figura 3. Representação gráfica das coordenadas X, Y e Z no plano cartesiano.

5.6 Tratamento dos Dados

O primeiro e o último segundo de cada tentativa foram eliminados para diminuição da variabilidade dos dados de modo que a análise foi feita em uma seqüência de salto/palma nos 13 segundos intermediários. Foram consideradas tentativas válidas aquelas em que 70% dos ciclos salto/palma estavam completos, ou seja, uma palma para um salto nas tentativas das condições Livre, Palma em Baixo e Palma em Cima, e duas palmas para um salto nas tentativas da condição Duas Palmas.

Os saltos foram identificados a partir dos valores máximos e mínimos da coordenada Y da articulação do tornozelo, e as palmas foram identificadas a partir dos valores máximos e mínimos da coordenada Z da articulação do punho. A altura do salto foi obtida através do cálculo da diferença entre o deslocamento máximo e o mínimo da coordenada Y do tornozelo. Esta variável poderia indicar as possíveis estratégias que os participantes encontrariam para acoplar a palma em diferentes momentos dos saltos. Os ângulos da articulação do joelho foram calculados com base nos marcadores fixados nas articulações do quadril, joelho e tornozelo e a máxima flexão do joelho também foi identificada a partir dos valores máximos destes ângulos. Os momentos em que as palmas, os saltos e as máximas flexões do joelho ocorreram foram obtidos a partir da função *“peaks”* em rotina disponível no *software* Matlab. Os ciclos (intervalo temporal entre o início e o fim de

um evento quando o sistema retorna ao ponto de origem) das palmas e dos saltos foram identificados a partir da função *"diff"* em rotina disponível do mesmo software. A Figura 4 apresenta o tipo de gráfico obtido quanto ao deslocamento do salto e ao momento da palma na execução da tarefa do presente estudo por crianças com TDC e com DT.

De posse destes dados, foram calculadas as medidas de variabilidade (desvio padrão) do ciclo do salto e do ciclo da palma, separadamente. O relacionamento temporal entre o ciclo do salto e a palma, e entre o momento da máxima flexão do joelho e a palma foram analisados através da fase relativa discreta (FRD), em graus. A fase relativa discreta é definida como a diferença de fase entre dois sinais oscilatórios, ou seja, o ponto de adiantamento de um sinal em relação a outro, dentro de um mesmo ciclo (SEMJEN; SUMMERS; CATTAERT, 1995).

A FRD entre o ciclo do salto e a palma foi obtida com base no cálculo da diferença temporal entre o momento do valor mínimo da coordenada Y da marca do tornozelo (T1), que é o momento em que o participante toca os pés na superfície, e o momento do valor máximo da coordenada Z da marca da mão (P1), que é o momento em que a palma ocorre no ciclo do salto. Este valor é dividido pela diferença entre o momento que a palma ocorre no ciclo subseqüente (P2) e o momento em que a palma ocorre no mesmo ciclo (P1) e multiplicado por 360, para conversão dos valores da fase relativa em graus (adaptado de WHEAT; GLAZIER, 2006):

$$FRD = \frac{T1 - P1}{P2 - P1} \times 360°$$

Equação 1

Sendo FRD = Fase Relativa Discreta, em graus (°); P1 = momento em que a palma ocorre; T1 = momento em que o participante toca os pés na superfície, referente ao ciclo de P1; e P2 = momento em que a palma ocorre no ciclo subseqüente do salto.

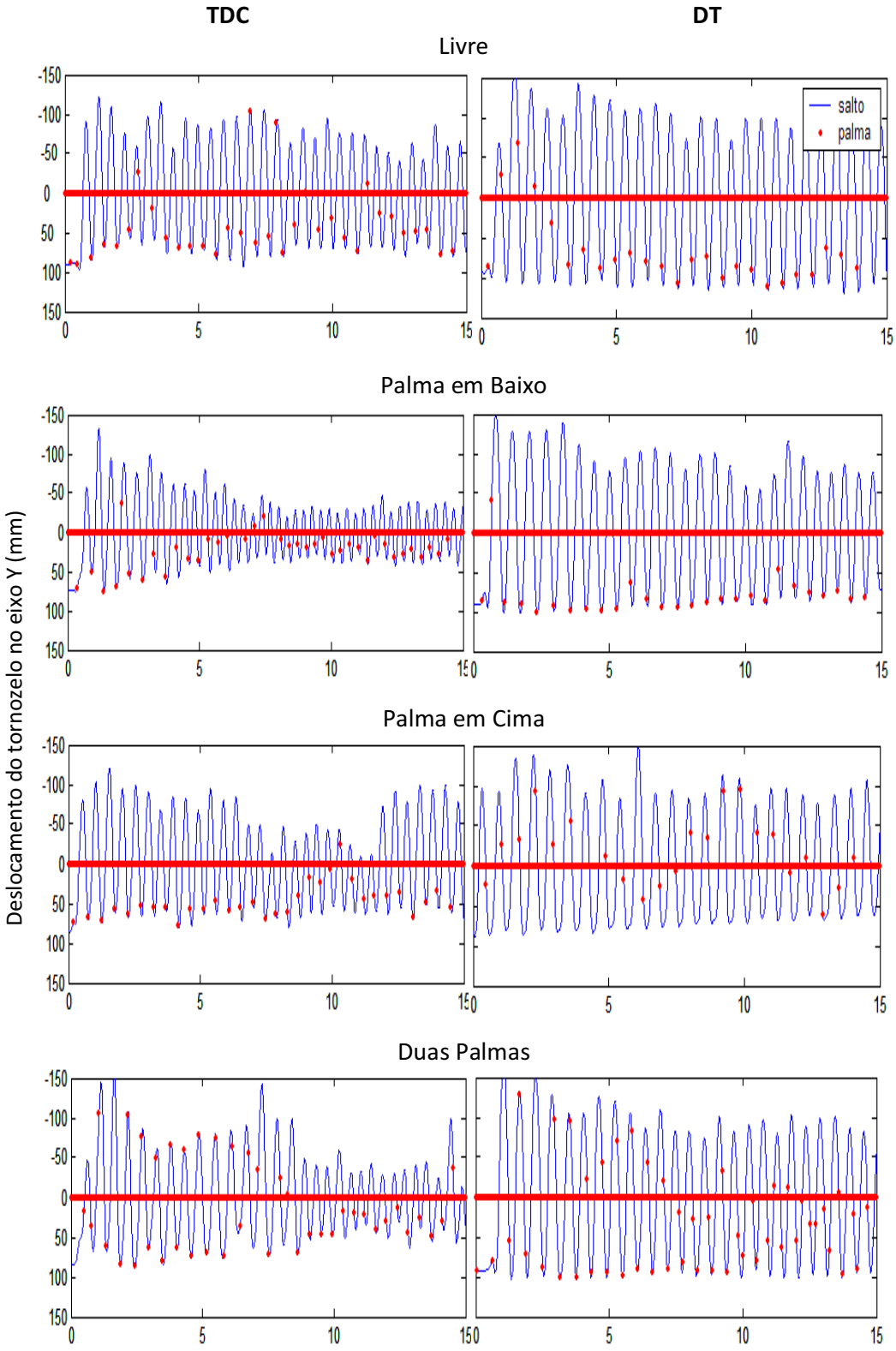


Figura 4. Exemplos do deslocamento da marca do tornozelo no eixo Y e o momento da palma ao longo da tentativa (15 s) executada por uma criança com TDC e uma criança com DT nas quatro condições experimentais na superfície chão.

Os padrões de coordenação que emergiram na condição Livre desta tarefa foram identificados como de Palma em Baixo ou Palma em Cima de acordo com a média da FRD apresentada pelos participantes. Para ser classificado como um padrão Palma em Baixo, a média da FRD deveria estar próxima a 0°, com uma variação de 30° para mais ou para menos. Para ser classificado como um padrão Palma em Cima, a média da FRD deveria estar próxima a -180°, com uma variação de 30° para mais ou para menos. Os padrões apresentados, que não foram incluídos nestas especificações, foram considerados como indefinidos. A FRD também foi calculada entre o momento da máxima flexão do joelho e a palma, a fim de verificar se os participantes utilizavam este evento para acoplar as palmas ao salto.

Para análise da variabilidade da fase relativa discreta (a variabilidade no relacionamento temporal entre os saltos e as palmas) de cada condição, foi calculado o desvio angular que é o desvio padrão da fase relativa discreta (DPFRD) dos ciclos salto/palma. A variável DPFRD indica a variabilidade na sincronização dos componentes da tarefa (WHITALL et al., 2006). Além disso, para identificar se os participantes conseguiram coordenar os movimentos nos padrões Palma em Baixo e Palma em Cima, foi calculado o erro absoluto da fase relativa discreta (EAFRD), que indica o quanto os participantes conseguiam acoplar os eventos em padrões específicos (0° para o padrão Palma em Baixo e -180° para o padrão Palma em Cima). Esta variável também foi calculada na condição Duas Palmas, indicando a precisão das duas palmas em seus momentos específicos.

5.7 Análise Estatística

Foram feitas Análises de Variância (ANOVA) com medidas repetidas para avaliar diferenças entre os grupos participantes (DT e TDC), as superfícies em que a tarefa foi realizada (chão e mini-trampolim) e entre as condições experimentais (Livre, Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas). As variáveis dependentes foram:

- média e desvio padrão da duração do ciclo do salto;
- média e desvio padrão da duração do ciclo da palma;
- média e desvio padrão da altura do salto;
- média da fase relativa discreta (FRD);

- desvio padrão da fase relativa discreta (DPFRD);
- erro absoluto da fase relativa discreta (EAFRD);

O teste utilizado a posteriori foi o Tukey HSD com nível de significância de 0,05. Os resultados com níveis de significância iguais a 0,05 e 0,06 foram considerados como marginalmente significativos.

6. RESULTADOS

6.1 Análise Qualitativa

Todas as crianças realizaram todas as tentativas da condição Livre, Palma em Baixo e Palma em Cima com pelo menos 70% dos ciclos salto/palma completos (1:1). No entanto, na condição Duas Palmas (1:2), apenas 6 crianças com DT conseguiram realizar a tarefa na superfície chão e 10 conseguiram realizar a tarefa na superfície trampolim. Com relação as crianças com TDC, apenas 4 crianças conseguiram realizar a tarefa na condição Duas Palmas no chão e 4 conseguiram realizar a tarefa nesta condição no trampolim. Das crianças que conseguiram realizar a condição Duas Palmas, apenas 5 crianças com DT e 1 criança com TDC conseguiram realizá-la nas duas superfícies. Apenas 1 criança com DT não conseguiu realizar a condição Duas Palmas em nenhuma das superfícies, enquanto 5 crianças com TDC não conseguiram realizar a condição Duas Palmas em nenhuma das superfícies.

6.2 Altura do Salto

Para examinar a altura do salto dos dois grupos nas diferentes condições, foi feita Análise de Variância 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 4 (Condição), para as varáveis dependentes média da altura do salto e desvio padrão da altura do salto. Os níveis dos fatores Grupo foram: DT e TDC. Os níveis para o fator Superfície foram: chão e mini-trampolim. Os níveis para o fator Condição foram: LIVRE, Palma em Baixo (BAIXO), Palma em Cima (CIMA) e Duas Palmas (DUAS).

Os resultados da ANOVA da média da altura do salto mostraram diferenças significativas nos fatores Superfície e Condição, $F(1, 20) = 39{,}858$, $p < 0{,}001$ e $F(3, 60) = 7{,}9942$, $p < 0{,}001$, respectivamente. Nenhuma interação entre os fatores alcançou nível de significância, $p > 0{,}05$ (Tabela 4, Anexo 3). Estes

resultados indicaram que todos os participantes saltaram mais alto no trampolim (27,0 cm) do que no chão (15,1 cm). Uma análise mais detalhada apontou uma diferença marginalmente significativa entre os grupos, $F(1, 20) = 3,8432$, $p = 0,06$, indicando que o grupo DT saltou mais alto (23,7 cm) do que o grupo TDC (18,7 cm). Além disso, os participantes dos dois grupos saltaram mais alto na condição CIMA (24,9 cm) do que nas condições LIVRE (20,4 cm), BAIXO (20,5 cm) e DUAS (22,5 cm, todos os $p < 0,05$).

Quanto à variabilidade da altura do salto, os resultados da ANOVA indicaram diferenças significativas apenas para o fator Condição, $F(3, 60) = 6,2462$, $p < 0,001$. Nenhuma interação entre os fatores alcançou nível de significância, $p > 0,05$ (Tabela 5, Anexo 3). Independente da superfície, a variabilidade da altura do salto na condição CIMA (4,4 cm) foi maior do que nas condições LIVRE (3,2 cm) e BAIXO (3,4 cm, todos os $p < 0,01$). A variabilidade da altura do salto na condição DUAS não foi significativamente diferente das demais condições, $p > 0,05$.

6.3 Emergência de Padrões de Coordenação na Condição Livre

6.3.1 Análise Qualitativa

Através da análise dos ciclos salto/palma na condição Livre foi possível identificar os padrões de coordenação preferidos adotados pelos participantes do presente estudo. A Tabela 2 mostra o número de crianças que adotou o padrão Palma em Baixo ou o padrão Palma em Cima em, pelo menos, duas das três tentativas Livres, nas superfícies chão e mini-trampolim. Os padrões em que as palmas não foram acopladas nos momentos do salto especificados no presente estudo foram classificados como indefinidos.

Tabela 2. Frequência absoluta de crianças com DT e com TDC que adotaram padrões específicos na condição Livre quando executada no chão e no mini-trampolim (média da fase relativa discreta em graus).

	Chão			Mini-Trampolim		
Grupo	Palma Baixo	Palma Cima	Indefinido	Palma Baixo	Palma Cima	Indefinido
DT	9 (11,0°)	1 (-161,5°)	2 (46,0°)	10 (14,9°)	0	2 (45,1°)
TDC	8 (28,8°)	0	4 (-102,9°)	4 (19,0°)	3 (-174,1°)	5 (-137,2°)

6.3.2 Variabilidade dos ciclos do salto e da palma

Para comparar a variabilidade da duração do ciclo do salto com a variabilidade da duração do ciclo da palma, foi feita ANOVA 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 2 (Ciclo) com a variável dependente desvio padrão da duração dos ciclos na condição LIVRE. Os níveis para os fatores Grupo foram: crianças com Desenvolvimento Típico (DT) e crianças com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC). Os níveis para o fator Superfície foram: rígida (chão) e elástica (trampolim). Os níveis para o fator Ciclo foram: salto e palma.

Os resultados mostraram que os fatores Grupo e Ciclo alcançaram nível de significância, $F(1, 44) = 5{,}8206$, $p < 0{,}05$ e $F(1, 44) = 102{,}82$, $p < 0{,}001$, respectivamente, e que as interações entre os fatores Ciclo e Superfície, entre os fatores Grupo e Ciclo e entre os fatores Grupo, Ciclo e Superfície alcançaram nível de significância, $F(1, 44) = 23{,}791$, $p < 0{,}001$, $F(1, 44) = 10{,}483$, $p < 0{,}01$ e $F(1, 44) = 9{,}2018$, $p < 0{,}005$ respectivamente. Todos os resultados desta análise estão na Tabela 6 do Anexo 3. Independente do ciclo, as crianças com TDC variaram mais (55,7 ms) do que as crianças com DT (38,6 ms). O ciclo da palma foi mais variável (64,8 ms) do que o ciclo do salto (29,6 ms). Esta diferença entre os ciclos ocorreu principalmente no trampolim ($p < 0{,}01$) e tanto para o grupo DT quanto para o grupo TDC ($p < 0{,}001$). Além disso, o ciclo da palma das crianças com TDC foi mais variável (79,0 ms) do que o das crianças com DT (50,6 ms, $p < 0{,}05$) como mostra a Figura 5.

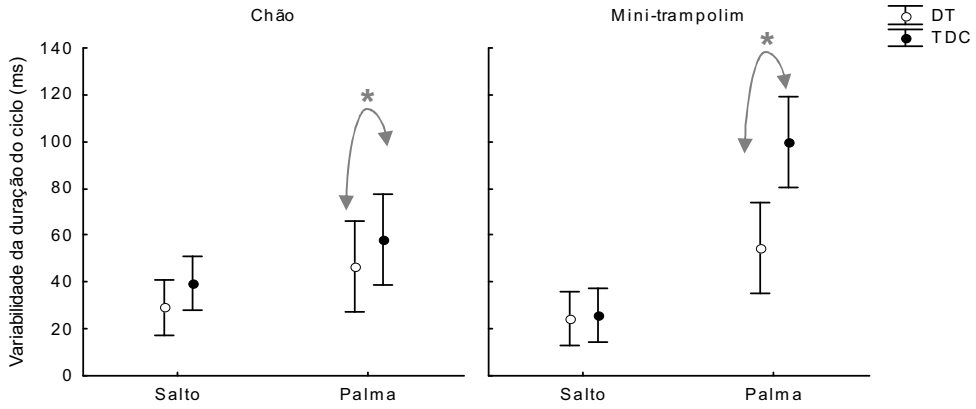


Figura 5. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição LIVRE dos grupos de crianças DT e TDC, nas superfícies chão e mini-trampolim.

6.3.3 Desvio Padrão da Fase Relativa Discreta (DPFRD)

Para analisar quantitativamente os padrões de coordenação intermembros que emergiram como solução da tarefa salto/palma, foi feita Análise de Variância 2 (Grupo) X 2 (Superfície) com o desvio padrão da fase relativa discreta (DPFRD) como variável dependente. Esta análise foi feita para verificar se os padrões motores adotados pelas crianças com DT e com TDC na condição Livre eram estáveis. Os resultados apontaram ter o fator Grupo alcançado nível de significância, $F(1, 22) = 9{,}0560$, $p < 0{,}01$, e o fator Superfície alcançado nível marginalmente significativo, $F(1, 22) = 4{,}2267$, $p = 0{,}05$, e a interação entre os fatores Grupo e Superfície alcançado nível de significância, $F(1, 22) = 4{,}8135$, $p < 0{,}05$. Todos os resultados desta análise estão na Tabela 7 do Anexo 3. O grupo TDC (77,5°) variou mais o padrão motor adotado do que o grupo DT (35,4°). Como mostra a Figura 6, as crianças com TDC variaram mais na superfície trampolim (107,5°) do que na superfície chão (47,5°) e do que as crianças com DT na superfície trampolim (34,4°, todos os $p < 0{,}05$).

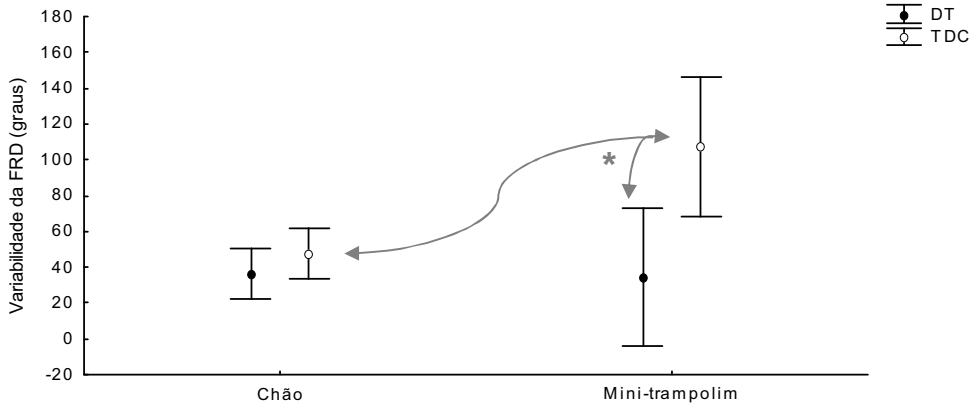


Figura 6. Desvio padrão da fase relativa discreta (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC na condição LIVRE, quando executada no chão e no mini-trampolim.

6.4 Ciclo do Salto e da Palma nas Condições Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas

Para examinar a estabilidade do ciclo do salto e da palma na tarefa de saltar e bater palma foi feita Análise de Variância 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 3 (Condição), com a média da duração do ciclo e o desvio padrão da duração do ciclo como variáveis dependentes. Os níveis para o fator Grupo e Superfície foram os

mesmos usados anteriormente. Os níveis para o fator Condição foram: Palma em Baixo (BAIXO), Palma em Cima (CIMA) e Duas Palmas (DUAS). Além disso, para examinar a estabilidade do ciclo da palma, o nível Duas Palmas do fator Condição foi dividido em dois (palma batida em baixo e palma batida em cima (2 Grupo X 2 Superfície X 4 Condição).

6.4.1 Média e desvio padrão da duração do ciclo do salto

Os resultados da ANOVA da duração do ciclo do salto apontaram que os fatores Superfície e Condição alcançaram nível de significância, $F(1, 23)$ = 17,076, $p < 0,001$ e $F(2, 46)$ = 5,3397, $p < 0,01$, respectivamente. No entanto, a interação entre os fatores não alcançou nível de significância, $p > 0,05$ (Tabela 8, Anexo 3). A média da duração do ciclo do salto na superfície trampolim (590,1 ms) foi maior do que na superfície chão (505,3 ms). Na condição CIMA (574,5 ms) o ciclo do salto foi mais longo do que na condição BAIXO (540,3 ms, $p < 0,01$). A condição DUAS (561,2 ms) não foi significativamente diferente das demais ($p > 0,05$).

Quanto a variabilidade da duração do ciclo do salto (desvio padrão), os resultados da ANOVA mostraram que o fator Superfície alcançou nível de significância, $F(1, 20)$ = 11,326, $p < 0,01$, e que o fator Grupo alcançou nível marginalmente significativo, $F(1, 20)$ = 4,1954, $p = 0,05$. Nenhuma interação entre os fatores alcançou nível de significância, $p > 0,05$ (Tabela 9, Anexo 3). O ciclo do salto foi mais variável no chão (49,6 ms) do que no trampolim (31,9 ms) e as crianças com TDC variaram mais o ciclo do salto (48,0 ms) do que as crianças com DT (34,9 ms).

6.4.2 Média e desvio padrão da duração do ciclo da palma

Assim como nos saltos, os resultados da ANOVA da média da duração do ciclo da palma apontaram diferença significativa para os fatores Superfície e Condição, $F(1, 20)$ = 14,203, $p < 0,01$ e $F(3, 60)$ = 5,9690, $p < 0,01$, respectivamente. Nenhuma interação entre os fatores alcançou nível de significância, $p > 0,05$ (Tabela 10, Anexo 3). A média da duração do ciclo da palma no trampolim (605,9 ms) foi maior do que no chão (515,1 ms). A média da duração do ciclo da palma foi maior na condição CIMA (577,1 ms), DUAS em baixo (571,9 ms) e DUAS em cima (583,9 ms) do que na condição BAIXO (539,5 ms, todos os $p < 0,01$).

Quanto à variabilidade da duração do ciclo da palma (Figura 7), os resultados da ANOVA mostraram que nenhum fator e nenhuma interação alcançou nível de significância, $p > 0,05$ (Tabela 11, Anexo 3). No entanto, uma análise mais detalhada mostrou que o fator Condição e a interação entre os fatores Condição e Grupo alcançaram níveis marginalmente significativos, $F(3, 60) = 2,6798$, $p = 0,05$ e $F(3, 60) = 2,6948$, $p = 0,05$, respectivamente. Os resultados do teste a posteriori apontaram que o ciclo da palma na condição DUAS em baixo (94,7 ms) varia mais do que na condição BAIXO (63,0 ms, $p < 0,01$). Além disso, para as crianças com DT, o ciclo da palma na condição BAIXO (47,7 ms) variou menos do que nas demais condições (todos os $p < 0,05$).

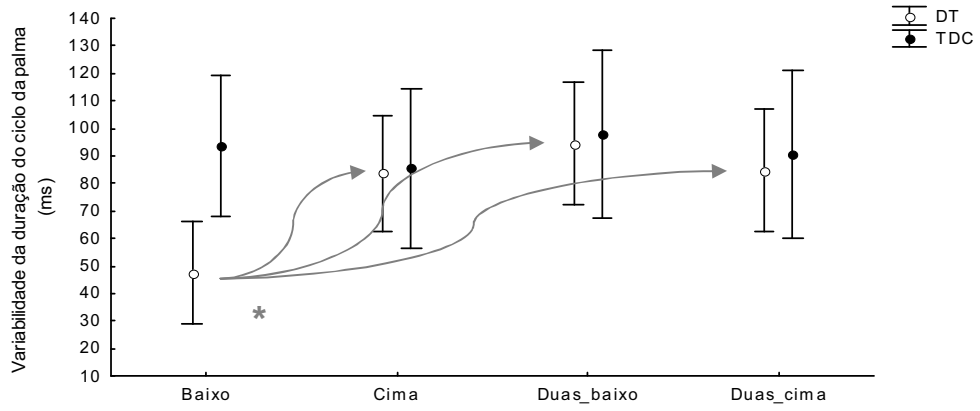


Figura 7. Desvio padrão da duração do ciclo da palma (ms) dos grupos de crianças DT e TDC nas quatro condições.

6.4.3 Variabilidade do ciclo do salto e da palma por condição

Para comparar a variabilidade da duração do ciclo do salto com a variabilidade da duração do ciclo da palma, foram feitas três ANOVAs 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 2 (Ciclo) para cada condição. Os níveis para os fatores Grupo e Superfície foram os mesmos das análises anteriores. Os níveis para o fator Ciclo foram: salto e palma. Apenas na análise da condição DUAS, o nível palma do fator Ciclo foi dividido em dois: palma em baixo e palma em cima.

Na condição BAIXO (Figura 8), os resultados mostraram que os fatores Grupo e Ciclo alcançaram níveis de significância, $F(1, 44) = 8,3297$, $p < 0,01$ e $F(1, 44) = 63,606$, $p < 0,001$, respectivamente. As interações entre os fatores Superfície e Ciclo e entre os fatores Grupo e Ciclo alcançaram nível de significância, $F(1, 44) = 6,1108$, $p < 0,05$ e $F(1, 44) = 12,434$, $p < 0,01$, respectivamente. Todos os resultados

desta análise estão na Tabela 12 do Anexo 3. Independente do ciclo, as crianças com TDC variaram mais (55,9 ms) do que as crianças com DT (37,5 ms). O ciclo da palma foi mais variável (62,6 ms) do que o ciclo do salto (30,8 ms). Esta diferença entre os ciclos ocorreu tanto no chão quanto no trampolim ($p < 0,01$) e tanto para o grupo DT quanto para o grupo TDC ($p < 0,05$). Além disso, o ciclo da palma das crianças com TDC foi mais variável (78,8 ms) do que o das crianças com DT (46,4 ms, $p < 0,001$).

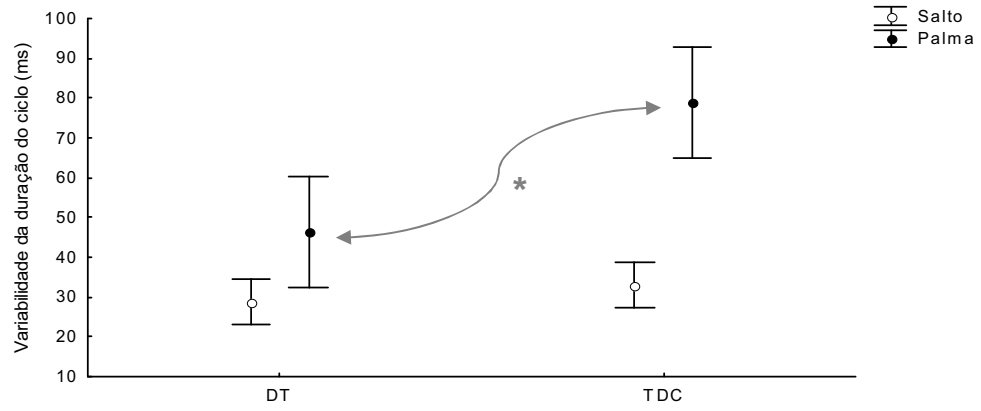


Figura 8. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição BAIXO dos grupos de crianças DT e TDC.

Na condição CIMA (Figura 9), os resultados indicaram que apenas o fator Ciclo alcançou nível de significância, $F(1, 44) = 60,145$, $p < 0,001$, e a interação entre os fatores Ciclo e Superfície alcançou nível de significância, $F(1, 44) = 4,2287$, $p < 0,05$. Todos os resultados desta análise estão na Tabela 13 do Anexo 3. Nesta condição, a variabilidade do ciclo da palma (93,7 ms) foi maior do que a do ciclo do salto (40,6 ms). Esta diferença foi significativa tanto na superfície chão quanto na superfície trampolim ($p < 0,01$).

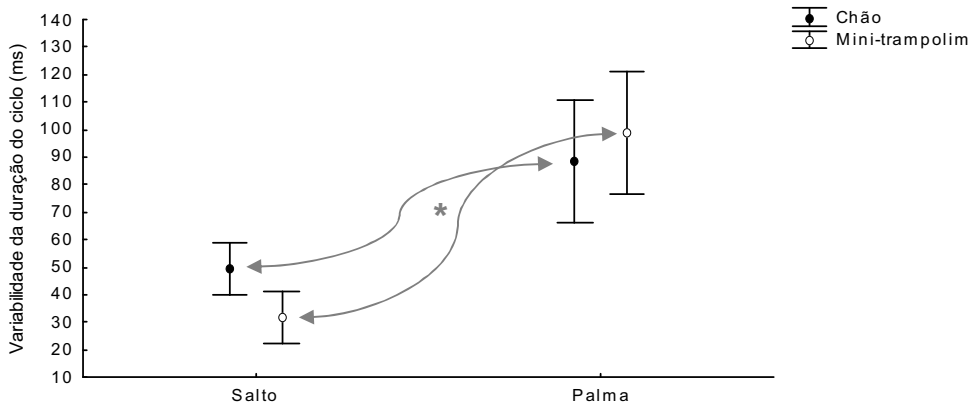


Figura 9. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição CIMA quando executada no chão e no mini-trampolim.

Na condição DUAS (Figura 10), os resultados mostraram que apenas o fator Ciclo alcançou nível de significância, $F(2, 40) = 27{,}079$, $p < 0{,}001$. Nenhuma interação entre os fatores alcançou nível de significância, $p > 0{,}05$ (Tabela 14, Anexo 3). Independente da superfície e do grupo, a variabilidade dos ciclos da palma, tanto batida em baixo (94,7 ms) quanto batida em cima (85,0 ms), foi maior do que a do ciclo do salto (43,3 ms, todos os $p < 0{,}001$).

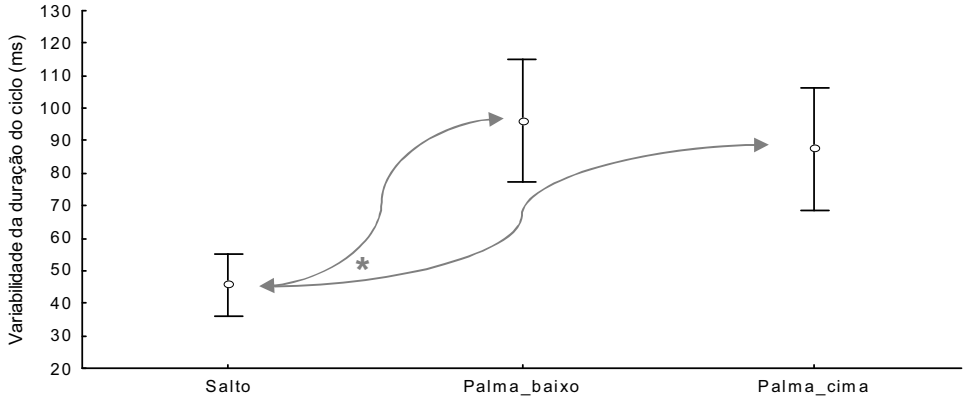


Figura 10. Desvio padrão da duração do ciclo do salto e da palma (ms) na condição DUAS.

6.5 Estabilidade do Acoplamento entre Saltos e Palmas

6.5.1 Fase Relativa Discreta (FRD)

Duas medidas de FRD foram obtidas para comparação do acoplamento dos saltos com as palmas: (i) FRD do momento do toque dos pés

(menor valor da marca do tornozelo no eixo Y) com o momento da palma; e (ii) FRD do momento da máxima flexão dos joelhos (para impulsão no salto) com o momento da palma. Estas medidas foram obtidas para identificação dos momentos que os participantes utilizavam para acoplar as palmas. No entanto, os resultados da Análise de Variância One-Way entre estas duas medidas de FRD para cada grupo e em cada condição, não apontaram diferença significativa entre elas, $p > 0,05$. Este fato sugere que o toque dos pés na superfície e a máxima flexão do joelho ocorreram em intervalos de tempo muito pequenos. Assim, para descrição do acoplamento nas diferentes superfícies e condições, optamos por apresentar a medida de FRD que envolve o momento do toque dos pés no solo, uma vez que a instrução dada aos participantes se referia a este momento especificamente.

Análises de Variância 2 (Grupos) X 2 (Superfícies) foram feitas com as FRD das condições Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas. Na condição BAIXO, os resultados da ANOVA indicaram que apenas a interação entre os fatores Grupo e Superfície alcançou nível de significância, $F(1, 22) = 9,2679$, $p < 0,01$ (Figura 11). Todos os resultados desta análise estão na Tabela 15 do Anexo 3. O teste a posteriori mostrou que as crianças com TDC apresentaram FRD diferente no trampolim (2,0°) em comparação com a FRD no chão (34,9°, $p < 0,05$).

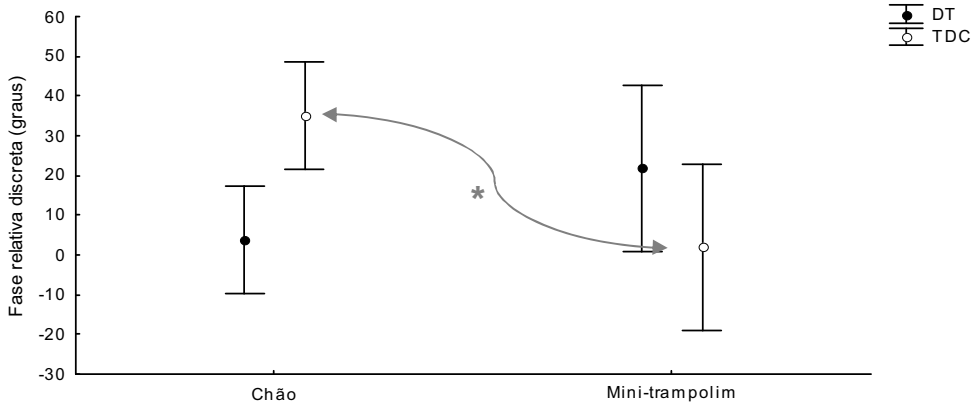


Figura 11. Média da fase relativa discreta (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC na condição BAIXO, quando executada no chão e no mini-trampolim.

Na condição CIMA, os resultados da ANOVA não indicaram níveis de significância para nenhum dos fatores analisados ($p > 0,05$, Tabela 16, Anexo 3). Pôde-se observar que, tanto no chão quanto no trampolim, a FRD dos dois grupos foi semelhante, (Figura 12). Apesar da variabilidade dos dados, a média da FRD dos

dois grupos (DT= -74,9°; TDC= -78,5°) indica que as crianças não alcançaram o acoplamento próximo ao esperado (-180°).

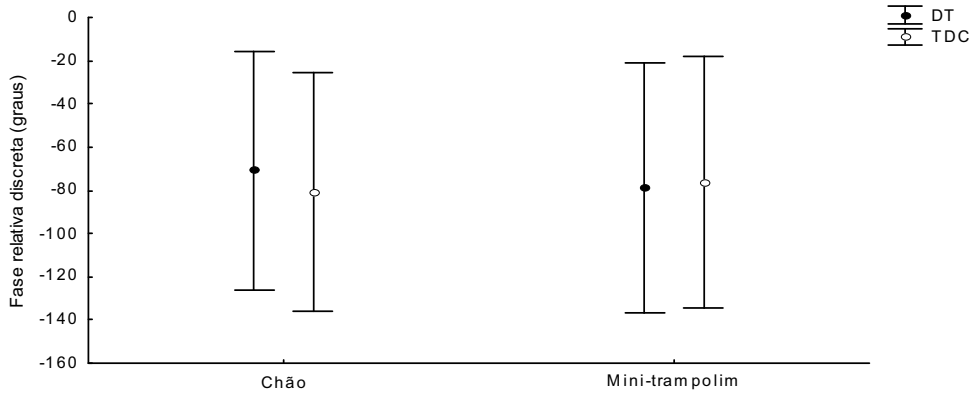


Figura 12. Média da FRD (°) do salto com a palma dos grupos de crianças DT e TDC da condição CIMA, quando executada no chão e no mini-trampolim.

Na condição DUAS, foram obtidas duas medidas de FRD: o acoplamento do salto com a palma sendo batida em baixo; e o acoplamento do salto com a palma sendo batida em cima. Os resultados da ANOVA de cada uma das medidas mostraram que nenhum fator e nenhuma interação alcançou nível de significância nas duas medidas da FRD (p > 0,05, Tabela 17 e 18, Anexo 3) (Figura 13).

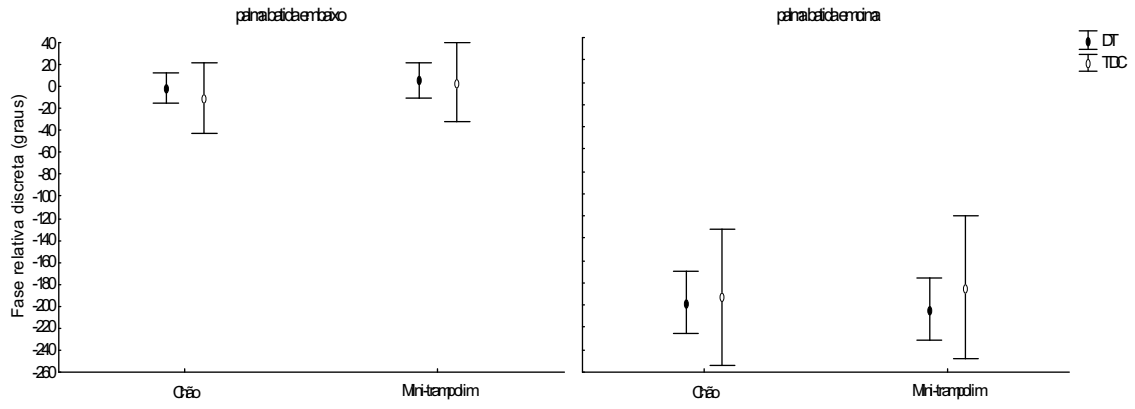


Figura 13. Média da FRD (°) do salto com (i) a palma batida em baixo e com (ii) a palma batida em cima dos grupos de crianças DT e TDC na condição DUAS, quando executada no chão e no mini-trampolim.

6.5.2 Desvio Padrão da Fase Relativa Discreta (DPFRD)

Para verificar diferenças na estabilidade dos padrões de coordenação adotados pelas crianças no chão e no mini-trampolim e nas diferentes condições, foi feita ANOVA 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 2 (Condição) com a variável dependente desvio padrão da fase relativa discreta. Os níveis para os fatores Grupo e Superfície foram os mesmos analisados anteriormente. Os níveis para o fator Condição foram: Palma em Baixo (BAIXO) e Palma em Cima (CIMA).

Os resultados da ANOVA do DPFRD entre as condições BAIXO e CIMA indicaram que os fatores Grupo e Condição alcançaram níveis de significância, $F(1, 44)$ = 9,9685, p < 0,01 e $F(1, 44)$ = 43,496, p < 0,001, respectivamente. A interação entre os fatores não alcançou nível de significância, p > 0,05 (Tabela 19, Anexo 3). Quanto ao fator Grupo, os resultados mostraram que os padrões de coordenação das crianças com TDC foram menos estáveis (85,2°) do que os das crianças com DT (56,7°). Independente da superfície, os resultados mostraram que os DPFRD na condição CIMA (100,0°) foram maiores do que na condição BAIXO (41,8°).

Para a condição DUAS, foi feita ANOVA 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 2 (Palma), para analisar a estabilidade do acoplamento do salto com a palma em diferentes momentos. Os níveis para o fator Palma foram: a palma batida em baixo (no momento do toque dos pés na superfície) e a palma batida em cima (no momento da altura máxima do salto). Os resultados apontaram diferença significativa para o fator Palma, $F(1, 20)$ = 14,494, p < 0,01. A interação entre os fatores não alcançou nível de significância, p > 0,05 (Tabela 20, Anexo 3). Quando as palmas foram batidas em cima, as crianças apresentaram DPFRD maiores (81,4°) do que quando as palmas foram batidas em baixo (54,5°).

6.5.3 Erro Absoluto da Fase Relativa Discreta (EAFRD)

Para identificar se os padrões de coordenação adotados pelas crianças estavam próximos àqueles solicitados nas condições BAIXO (0°) e CIMA (-180°), foi feita ANOVA 2 (Grupo) X 2 (Superfície) X 2 (Condição) com o erro absoluto da fase relativa discreta. Os resultados mostraram que o fator Condição alcançou nível de significância, $F(1, 44)$ = 82,227, p < 0,001 e que a interação entre os fatores Condição e Grupo alcançou nível de significância, $F(1, 44)$ = 4,1502, p < 0,05. Todos

os resultados desta análise estão na Tabela 21 do Anexo 3. Independente da superfície, o EAFRD dos participantes na condição CIMA (108,0°) foi maior do que na condição BAIXO (26,3°), e esta diferença foi apresentada tanto por crianças com DT quanto por crianças com TDC, como mostra a Figura 14.

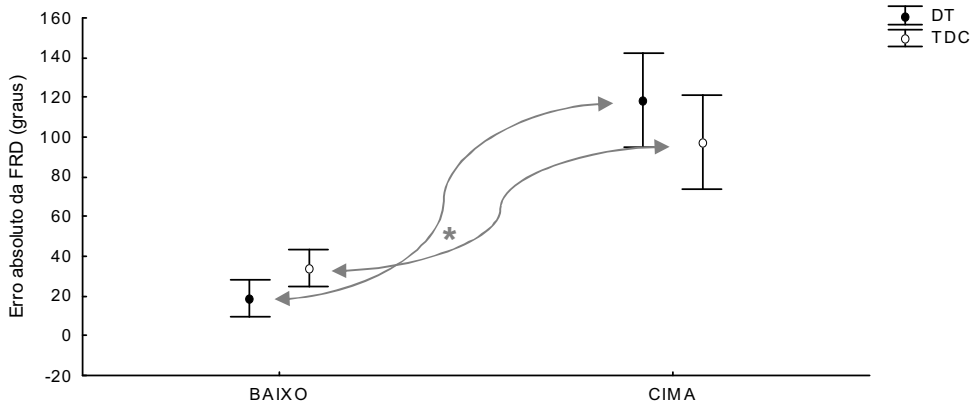


Figura 14. Erro Absoluto da fase relativa discreta (°) dos grupos de crianças DT e TDC nas condições BAIXO e CIMA.

A mesma análise foi feita para a condição DUAS, identificando as diferenças entre o EAFRD do salto com a palma sendo batida em baixo e o EAFRD do salto com a palma sendo batida em cima (2 Grupo X 2 Superfície X 2 Palma). Os resultados indicaram que o fator Palma alcançou nível marginalmente significativo, $F(1, 20) = 3,8422$, $p = 0,06$, e que apenas a interação entre os fatores Grupo e Palma alcançou nível de significância, $F(1, 20) = 5,6411$, $p < 0,05$. Todos os resultados desta análise estão na Tabela 22 do Anexo 3. Como apresentado na Figura 15, o EAFRD do salto com a palma batida em cima (20,4°) foi maior do que o EAFRD do salto com a palma batida em baixo (11,9°). O teste a posteriori mostrou que esta diferença foi significativa para as crianças com DT (palma em cima = 23,7°; palma em baixo = 10,2°, $p < 0,01$).

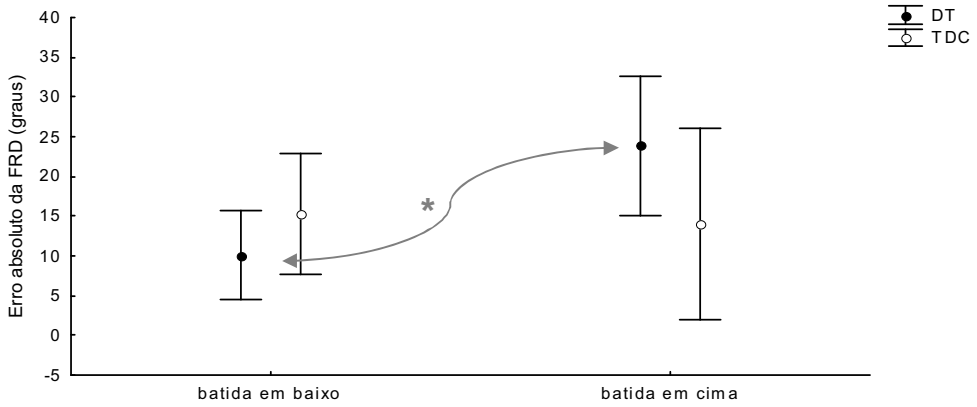


Figura 15. Erro Absoluto da fase relativa discreta (°) do salto com a palma batida em baixo e batida em cima dos grupos de crianças DT e TDC na condição DUAS.

7. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a capacidade das crianças de coordenar os membros superiores e inferiores em padrões de coordenação específicos da execução da tarefa motora de saltar e bater palma. Em foco, a capacidade de manter um relacionamento estável dos movimentos dos membros superiores com os dos membros inferiores em diferentes tipos de superfícies (rígida e elástica).

Em muitas situações, crianças em idade escolar vivenciam a prática de tarefas de coordenação intermembros em brincadeiras e jogos infantis. Neste período, muitas crianças são capazes de coordenar os membros em função da estrutura rítmica da tarefa e das especificações do ambiente. No entanto, existe um grupo delas, identificado com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC), que apresenta dificuldade de coordenar os movimentos do corpo como um todo e os membros superiores com os inferiores em particular. Estas crianças apresentam um atraso no desenvolvimento quando comparadas com crianças com Desenvolvimento Típico (DT).

Uma das características das crianças com TDC é que elas costumam apresentar maior variabilidade na execução de padrões de coordenação intermembros e menor sincronização entre as partes do corpo e destas com eventos externos, quando comparadas com crianças e adultos com DT (VOLMAN; GEUZE, 1998; WHITALL et al., 2006; MACKENZIE et al., 2008; WHITALL et al., 2008). Segundo estes autores, a dificuldade das crianças com TDC está na sincronização das ações motoras com o ritmo de uma música ou de um sinal sonoro. Neste sentido, o presente estudo averiguou se crianças com TDC conseguem apresentar padrões de coordenação intermembros mais estáveis quando a tarefa motora é executada com movimentos rítmicos preferidos pela criança, considerando diferentes níveis de complexidade da tarefa.

Em um primeiro momento, são discutidos os resultados relativos à emergência de padrões de coordenação intermembros na tarefa de saltar e bater

palma. Em seguida, são discutidos os resultados relativos à estabilidade dos padrões de coordenação nas diferentes condições experimentais executadas com apoio no chão e em um mini-trampolim acrobático. E, por último, são discutidas as implicações do presente estudo no comportamento motor de crianças com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação.

7.1 A Emergência de Padrões de Coordenação Intermembros

A tarefa de saltar e bater palma na condição Livre foi realizada em dois momentos. No primeiro, as crianças foram solicitadas a realizar esta tarefa em uma das superfícies (chão ou mini-trampolim) da maneira como achavam mais fácil. No segundo momento, a mesma solicitação foi feita às crianças, no entanto, elas já haviam realizado as outras três condições experimentais (Palma em Baixo, Palma em Cima e Duas Palmas) na primeira superfície e, assim, poderiam manter ou mudar de padrão de coordenação na segunda superfície em função das experiências motoras nas tentativas anteriores.

Os resultados mostraram que as crianças com DT e com TDC mudaram de padrão da primeira para a segunda vez em que a condição Livre foi solicitada. Além disso, as crianças com TDC adotaram padrões diferentes de acordo com a superfície, confirmando parcialmente a hipótese do estudo (H1) de que o padrão adotado na primeira vez que a condição Livre fosse solicitada (uma das superfícies) seria diferente daquele da segunda vez que a condição Livre fosse solicitada em outra superfície. Mesmo vivenciando padrões de coordenação diferentes da mesma tarefa, a auto-organização do sistema neuromotor das crianças com DT levou o organismo como um todo a atuar em um estado realmente estável, que não foi alterado com a mudança do ambiente (troca de superfície), refletido na escolha da forma preferida de ação (KELSO, 1995). No entanto, os padrões apresentados pelas crianças com TDC não foram estáveis quando comparados com os das crianças com DT. Assim, uma mudança no ambiente pode resultar na instabilidade do sistema (BARELA, 1997) e, consequentemente, na exploração de novas possibilidades de resolução da tarefa.

Após a execução da tarefa em um padrão de coordenação na condição Livre, executar a mesma tarefa em padrões impostos muda o contexto no qual o executante agora escolhe o padrão de coordenação. Se a forma preferida de ação

não foi praticada um grande número de vezes, a experiência com outras formas de ação pode perturbar o sistema, levando-o a apresentar um comportamento exploratório da ação. Com base nos resultados do presente estudo, sugerimos que o estudo da emergência de padrão desta tarefa seja feito apenas em função da superfície, excluindo a prática de padrões de coordenação, mesmo que mínima, para evitar a interferência desta prática na adoção de padrões e para realçar o efeito da interação do ambiente (quando este é alterado de uma condição para outra).

Na condição Livre do presente estudo, apesar da maioria das crianças dos dois grupos ter escolhido o padrão de Palma em Baixo como o preferido, o desempenho apresentado pelas crianças com TDC foi mais variável do que o das crianças com DT. Para as crianças com TDC, na condição Livre, as palmas ocorreram em diferentes momentos dos ciclos dos saltos, principalmente quando a tarefa era executada no mini-trampolim. No entanto, tendo em vista que a meta da tarefa na condição Livre era saltar e bater palma em um padrão de livre escolha, não é possível afirmar que o padrão adotado por um grupo tenha sido mais eficiente do que o adotado por outro. Já a maior variabilidade observada no comportamento das crianças com TDC quando comparado com o das crianças com DT na emergência de um padrão de coordenação sugere que elas apresentam maior dificuldade em sincronizar os movimentos do que as crianças com DT.

A maior variabilidade apresentada pelas crianças com TDC, quando comparadas com as crianças com DT no presente estudo, é condizente com aquela apontada em vários estudos que envolviam a realização de tarefas de coordenação intermembros (VOLMAN; GEUZE, 1998; VOLMAN; LAROY; JONGMANS, 2006; WHITALL et al., 2006; MACKENZIE et al., 2008; WHITALL et al., 2008). Apesar destes estudos também terem analisado a emergência de um padrão de coordenação como solução da tarefa, todos eles impuseram uma freqüência rítmica na execução da mesma, de modo que a variabilidade observada nas crianças com TDC estava, na maioria das vezes, relacionada ao acoplamento dos movimentos com algum evento externo. No presente estudo, as crianças precisavam acoplar apenas o movimento dos braços com o movimento das pernas, em função da superfície em que estavam executando a ação. Para Deutsch e Newell (2002), a variabilidade do movimento permite ao indivíduo captar informação sobre si e sobre o ambiente, podendo ser atribuída a um comportamento exploratório, o que, nesta condição, era permitido.

7.2 Estabilidade do Acoplamento de Sistemas Oscilatórios

Se um movimento se repete em uma mesma trajetória ele é denominado movimento oscilatório (BRESCIANI FILHO, 2008). No presente estudo, os braços e as pernas foram considerados como sistemas de osciladores, pois executaram movimentos oscilatórios independente um do outro na tarefa salto/palma. Desta forma, a análise dos ciclos das palmas e dos saltos permitiu verificar a contribuição de cada oscilador na tarefa salto/palma na superfície chão e na superfície mini-trampolim.

Vários são os fatores que determinam a coordenação intermembros no saltar e bater palma. De modo geral, as características físicas de diferentes superfícies de apoio influenciaram a duração dos ciclos da palma e do salto, sendo que estes foram maiores quando a tarefa foi executada no mini-trampolim do que quando foi executada no chão. Além disso, os resultados mostraram que tanto o ciclo da palma, quanto o ciclo do salto, foram maiores nas condições Palma em Cima e Duas Palmas quando comparados com os ciclos na condição Palma em Baixo. A duração dos ciclos aumenta no mini-trampolim porque ele pode proporcionar maior impulsão vertical aos participantes, dependendo da força gerada pelas pernas para impulsão vertical do corpo (BLAJER; CZAPLICKI, 2001).

Outro fator determinante do padrão de coordenação diz respeito à condição em que a palma era batida. Por exemplo, as crianças apresentaram ciclos com maior duração nas condições Palma em Cima e Duas Palmas, pois ambas envolvem a palma a 180° do ciclo do salto e este momento é menos específico do que em 0° do ciclo do salto. Quando os participantes estão a 0° do ciclo do salto, a superfície de contato com os pés serve como referência externa para as crianças. Quando a palma deve ocorrer a 180° do ciclo do salto a referência externa é a máxima altura vertical atingida pelo corpo. Este é um referencial não muito bem definido e que deve ser antecipado e, por isso, as crianças têm dificuldades em lidar com ele. Desta forma, os dois grupos de crianças saltaram mais alto nesta condição, consequentemente, prolongando os ciclos.

A variabilidade dos ciclos também foi maior na condição Palma em Cima. A hipótese é que a busca pela percepção da máxima altura do salto pode ser uma das causas deste fato. Para saltar mais alto, a criança aplica mais força contra a superfície de apoio, por requerer maior controle muscular e produção de força.

Estas demandas podem levar a uma maior variabilidade dos ciclos ao longo do tempo. Outro resultado que é condizente com esta hipótese é que a variabilidade dos ciclos dos saltos foi maior na superfície chão em comparação com a superfície do mini-trampolim. A superfície do mini-trampolim tem propriedades elásticas que facilitam a impulsão e o amortecimento do salto, o que não acontece com o chão. O cansaço físico, decorrente da força requerida em uma ou outra superfície também pode ser um fator do aumento da variabilidade dos ciclos dos saltos.

A comparação da variabilidade dos ciclos dos saltos com os ciclos das palmas em cada uma das condições permitiu identificar um importante efeito do sistema oscilador das pernas sob o sistema oscilador dos braços nesta tarefa. Em todas as condições, independente da superfície, os ciclos dos saltos foram mais estáveis do que os ciclos das palmas. Segundo as idéias de Von Holst (1973), o sistema oscilador mais estável tende a "puxar" o outro sistema para agir conforme sua freqüência. Desta forma, com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que as palmas é que são acopladas aos saltos na tarefa salto/palma desenvolvida no presente estudo.

Independente das superfícies e das condições, as crianças com TDC apresentaram ciclos dos saltos mais variáveis do que as crianças com DT. Além disso, analisando as condições separadamente, os ciclos das palmas das crianças com TDC foram mais variáveis do que os ciclos das palmas das crianças com DT nas condições Palma em Baixo. Estas diferenças encontradas confirmam as hipóteses do estudo (H2 e H3) de que as crianças com TDC apresentariam ciclos de saltos e palmas menos estáveis do que as crianças com DT. Estes resultados também estão de acordo com aqueles relatados na literatura (WHITALL et al., 2006). Whitall e colaboradores (2006) sugeriram que as dificuldades em manter ciclos estáveis vão além de um atraso desenvolvimental e podem estar associadas à inexperiência em mover os braços e pernas simultaneamente nos padrões requeridos. Esta inexperiência pode ser decorrente tanto de fatores perceptivo-motores, quanto psicossociais das crianças com TDC, como o isolamento em atividades físicas, o não reconhecimento de colegas e a angústia por não conseguir realizar tarefas corretamente (MANDICH; POLATAJKO; RODGER, 2003).

A análise da variabilidade do ciclo dos saltos e das palmas foi um indicador prévio dos resultados da FRD e DPFRD. Quanto à FRD, apenas foi encontrado efeito de interação entre os fatores Grupo e Superfície na condição

Palma em Baixo. Nesta condição, a FRD apresentada pelas crianças com TDC na superfície mini-trampolim reflete um acoplamento melhor dos membros em comparação com aquele apresentado na superfície chão. Devido às propriedades de amortecimento e, posteriormente, de impulsão do mini-trampolim, acredita-se que o tempo de contato dos pés das crianças com a superfície seja maior neste aparato e, por isso, o evento "toque dos pés" no mini-trampolim é melhor percebido quando comparado com o evento toque dos pés no chão. No entanto, o presente estudo não apresentou evidência quantitativa desta hipótese. Uma sugestão para estudos futuros que utilizem o mini-trampolim para a realização de tarefa que envolva o salto é que o tempo de contato do pé com a superfície de apoio seja mensurado.

Os resultados relativos à Fase Relativa Discreta (FRD) na condição Palma em Cima não indicaram diferença entre os grupos e entre as superfícies. No entanto, pôde-se observar que as crianças com DT e com TDC, que participaram deste estudo, não conseguiram acoplar os membros de acordo com a relação de fase exigida nesta condição (180°). Assim, consideramos que, de fato, a condição Palma em Baixo foi a condição melhor executada pelos participantes neste estudo.

As dificuldades apresentadas pelas crianças dos dois grupos em acoplar os membros da maneira exigida na condição Palma em Cima são confirmadas com as medidas Desvio Padrão da Fase Relativa (DPFRD) e Erro Absoluto da Fase Relativa (EAFRD). A análise do DPFRD mostrou que as crianças apresentaram padrões mais variáveis na condição Palma em Cima quando comparados com aqueles na condição Palma em Baixo. O mesmo foi observado com a análise do EAFRD em que os padrões apresentados pelas crianças na condição Palma em Baixo foram mais semelhantes com o exigido nesta condição (0°), enquanto que os padrões apresentados pelas crianças na condição Palma em Cima estavam distantes daquele exigido nesta condição (180°).

De acordo com vários pesquisadores (KELSO, 1981; SCHÖNER; KELSO, 1988; ENGSTRÖM; KELSO; HOLROYD, 1996; VOLMAN; GEUZE, 1998; POST; PEPER; BEEK, 2000; MAYVILLE et al., 2001; WHITALL et al., 2008), os padrões de coordenação intermembros considerados fora-de-fase ou sincopados (fase relativa de 180°) são menos estáveis do que os padrões de coordenação intermembros em-fase ou sincronizados (0°). Na tarefa salto/palma do presente estudo, os padrões de coordenação intermembros com fase relativa de 180°

também foram menos estáveis do que os padrões de coordenação com fase relativa de 0°, confirmando a Hipótese 4 (H4).

A grande variabilidade apresentada pelas crianças na condição Palma em Cima pode indicar, em um primeiro momento, um evento típico da manutenção rítmica do padrão de coordenação "fora-de-fase", que é a troca de padrão (KELSO, 1981; KELSO; DELCOLIE; SCHÖNER, 1990). Alterações em um parâmetro de controle resultam em mudanças (ou flutuações) na fase relativa entre dois osciladores (HAKEN; KELSO; BUNZ, 1985). Os estudos acerca da mudança de padrões têm mostrado que as pessoas produzem padrões estáveis em baixas freqüências. Conforme a freqüência de oscilação aumenta, aumenta a flutuação da fase relativa, sugerindo uma diminuição na força de acoplamento entre os componentes oscilatórios. No entanto, não foi imposta nenhuma freqüência de oscilação nas condições realizadas no presente estudo. Desta forma, as crianças participantes do presente estudo podem não ter conseguido manter estável a freqüência de oscilação adotada por elas mesmas na condição Palma em Cima.

Uma primeira conclusão que pode ser feita quanto a este aspecto é que as crianças alteraram algum parâmetro de controle da ação (por exemplo, a força aplicada contra a superfície, ou a velocidade do movimento dos braços ou das pernas) que levou a um aumento na freqüência dos saltos e/ou das palmas e, conseqüentemente, a troca do padrão Palma em Cima para o padrão Palma em Baixo. Estes resultados estão de acordo com os resultados de Mayville e colaboradores (2001), em que os participantes foram solicitados a oscilar os dedos nos padrões em-fase e fora-de-fase em diferentes freqüências e também na freqüência preferida. Mayville e colaboradores (2001) mostraram ter havido mudança do padrão fora-de-fase para o padrão em-fase mesmo quando os participantes oscilavam os dedos na freqüência preferida.

Outro fator relacionado à variabilidade do padrão na condição Palma em Cima em comparação com o padrão na condição Palma em Baixo é a influência de outro parâmetro de controle na relação dos osciladores, a amplitude dos movimentos. Segundo Haken, Kelso e Bunz (1985), as dinâmicas da fase relativa dependem também de fatores espaciais. Apesar de Schöner (1995) contrariar esta idéia, argüindo que apenas os fatores temporais podem influenciar a estabilidade de padrões de coordenação intermembros, o estudo de Post, Peper e Beek (2000), mostrou que ambos (amplitude de movimento e freqüência de oscilação) podem

influenciar a dinâmica da fase relativa intermembros. Este aspecto é importante para o presente estudo, pois ficou evidente que a média e a variabilidade da altura do salto foi maior na condição Palma em Cima. Como sugerido anteriormente, esta solução para a tarefa nesta condição emergiu espontaneamente nas crianças quando elas procuravam identificar a máxima altura do salto. Este comportamento teria emergido em função da relação das restrições da tarefa, do organismo e do ambiente (NEWELL, 1986).

Os resultados de DPFRD e EAFRD encontrados na condição Palma em Cima também foram encontrados na análise da condição Duas Palmas, especificamente quando a palma deveria ser batida em cima. Isto dá consistência para os fatos apontados anteriormente quanto à variabilidade de padrões que envolvem algum tipo de coordenação com FRD de 180°.

Para os participantes, a condição Duas Palmas foi a condição mais difícil de ser executada. O número de crianças que conseguiram realizar esta tarefa foi muito pequeno, destacando a complexidade da mesma. Pôde-se observar que as crianças que conseguiram realizar esta tarefa tinham como meta apenas bater duas palmas durante um ciclo do salto, não considerando os momentos exatos em que elas deveriam ocorrer. As palmas ocorriam em dois momentos aleatórios e não relacionados ao ciclo do salto. Como a superfície mini-trampolim proporcionou a execução de ciclos de saltos de maior duração, o número de crianças que conseguiu alcançar a meta de bater duas palmas em um salto foi maior nesta superfície.

O presente estudo sugere que padrões de coordenação intermembros, que envolvem ciclo de membros que atuam em freqüências diferentes um do outro, possam ser estudados em tarefas compostas por habilidades mais comuns aos participantes, com o objetivo de diminuir a complexidade das mesmas.

7.3 Considerações Gerais

Baseado nos resultados do presente estudo, podemos afirmar que o paradigma experimental utilizado foi adequado para o objetivo proposto de examinar a emergência e a estabilidade de padrões de coordenação intermembros em crianças com DT e com TDC. A tarefa escolhida para o presente estudo envolve habilidades motoras grossas que possibilitam responder questões relativas à emergência e estabilidade de padrões de coordenação intermembros. Whitall e

colaboradores (2006) sugerem que as pesquisas relacionadas ao comportamento motor de crianças possam ser desenvolvidas com tarefas que envolvam habilidades motoras mais comuns às práticas diárias das mesmas, como por exemplo, o salto e a palma analisados no presente estudo.

A execução da tarefa salto/palma em diferentes padrões de coordenação intermembros (definidos com base em estudos da estabilidade de padrões) indicou a forma preferida de atuação do sistema motor das crianças e as dificuldades encontradas pelas mesmas quando os membros superiores e inferiores precisavam ser sincronizados. Apesar de não termos encontrado estudos anteriores que utilizaram a tarefa de saltar e bater palma na literatura revisada, os padrões definidos no presente estudo foram adequados para investigar a estabilidade na coordenação intermembros, pois o comportamento das crianças relativo à coordenação motora de fase relativa de 0° (Palma em Baixo), 180° (Palma em Cima) e relativa (Duas Palmas) foi condizente com aquele observado em estudos anteriores que especificaram estas relações de fase em outras tarefas.

As diferenças entre a performance das crianças com DT e a das crianças com TDC também foram condizentes com aquelas encontradas em estudos anteriores. A variabilidade apresentada pelas crianças com TDC no presente estudo indica as dificuldades perceptivas e motoras que o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação traz para a vida das crianças. Os resultados indicaram que as crianças com TDC precisam explorar mais as características do ambiente da tarefa para executá-la com maior estabilidade.

A principal contribuição do presente estudo diz respeito a utilização de diferentes superfícies de apoio para a execução da tarefa, pois foi um importante meio para investigar mudanças nos padrões em função das características do ambiente da tarefa. Apesar de o paradigma experimental do presente estudo não ter sido utilizado anteriormente, acredita-se que investigar o comportamento motor na execução de tarefas no mini-trampolim (ou em superfícies com propriedades elásticas) ajuda a compreender como a informação disponível no ambiente é utilizada pelos indivíduos para agir adequadamente.

Pesquisas futuras poderiam utilizar o mini-trampolim na intervenção em práticas físicas de crianças, pois suas propriedades elásticas ajudariam os indivíduos a explorar melhor a impulsão e o amortecimento do corpo no salto, favorecendo o processo de percepção das características do ambiente. Em

específico, a intervenção motora com diferentes superfícies em crianças com TDC pode ser explorada. Se a duração e a altura do salto aumentam no mini-trampolim, consequentemente, aumenta o intervalo de tempo em que as crianças podem acoplar as palmas em momentos específicos. Outra vantagem do uso de superfícies elásticas é que elas podem parecer mais lúdicas para as crianças e, assim, mais motivantes.

8. CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a emergência e a estabilidade dos padrões de coordenação intermembros da tarefa de saltar e bater palma ao mesmo tempo, executada em diferentes padrões de coordenação e em duas superfícies de apoio, por crianças com Desenvolvimento Típico e crianças com o Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação. Baseado nos resultados, observou-se que o paradigma experimental utilizado foi adequado para alcançar o objetivo proposto.

As crianças com TDC apresentaram padrões, que emergiram como solução da tarefa, diferentes e mais variáveis do que as crianças com DT. As crianças com TDC também foram mais variáveis do que as crianças com DT nas condições em que padrões de coordenação específicos foram solicitados.

Assim como em estudos anteriores, o padrão de coordenação intermembros que envolve relação de fase de 180° dos osciladores foi difícil de ser executado e estabilizado pelos dois grupos de crianças. Além disso, o padrão da tarefa considerado o mais complexo (1 salto: 2 palmas) não foi executado por todas as crianças.

Pôde-se concluir que crianças com TDC apresentam dificuldades em manter estrutura rítmica dos movimentos na execução da tarefa, pois mantêm relações diferentes entre as partes e com o ambiente quando comparadas com as crianças com DT. As crianças com TDC apresentaram comportamento mais exploratório e adaptativo quanto à execução em diferentes superfícies.

Futuros estudos ainda precisam ser desenvolvidos quanto à interação com o ambiente na execução de tarefas que envolvem coordenação intermembros. O presente estudo sugere que a emergência e a estabilidade de padrões possam ser investigadas separadamente para que o comportamento motor observado não seja influenciado pelo paradigma experimental.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAK, P. How nature works: the science of self-organized criticality. New York: Springer-Verlag, 1996.

BARELA, J. A. Perspectiva dos sistemas dinâmicos: teoria e aplicação no estudo de desenvolvimento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Ed.). Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I. São Paulo: Movimento, 1997.

BARNHART, R. C.; DAVENPORT, M. J.; EPPS, S. B.; NORDQUIST, V. M. Developmental coordination disorder. Physical Therapy, v.83, n.8, p.722-731, 2003.

BERNSTEIN, N. A. The coordination and regulation of movements. Oxford: Pergamon Press, 1967.

BLAJER, W; CZAPLICKI, A. Modeling and inverse simulation of somersaults on the trampoline. Journal of Biomechanics, v.34, p.1619-1629, 2001.

BOUFFARD, M.; WALL, A. E. A problem solving approach to movement skill acquisition: implications for special populations. In*:* REID, G. (Ed.). Problems in Movement Control. Elsevier Science, North Holland, the Netherlands, 1990.

BRESCIANI FILHO, E. Sistemas complexos e sistemas dinâmicos. Seminários sobre Auto-Organização. Universidade Estadual de Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, p.1-19, 2008.

BRESCIANI FILHO, E.; D'OTTAVIANO, I. M. L. Sistema dinâmico caótico e auto-organização. In: SOUZA, G. M.; D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALES, M. E. Q. (Ed.). Auto-organização: estudos interdisciplinares. Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência - UNICAMP, 2004.

BRESSLER, S. L.; KELSO, J. A. S. Cortical coordination dynamics and cognition. Trends in Cognitive Sciences, v.5, n.1, p. 26-36, 2001.

CARVALHO, W., R. G.; PELLEGRINI, A. M. O padrão do pular corda sobre diferentes condições de informação sensorial. Brazilian Journal of Motor Behavior, v.1, n.1, p. 73-81, 2006.

COUSINS, M.; SMYTH, M. M. Developmental coordination impairments in adulthood. Human Movement Science, v. 22, n. 4-5, p.433-459, 2003.

DAVIDS, K.; BUTTON, C.; BENNETT, S. Dynamics of Skill Acquisition: a constraints-led approach. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.

DEBRUN, M. A idéia de auto-organização. In: DEBRUN, M.; GONZALES, M. E. Q.; PESSOA JR, O. (Ed.) Auto-Organização: estudos interdisciplinares em filosofia,

ciências naturais, humanas e artes. Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência - UNICAMP, 1996.

DECONINCK, F. J.; DE CLERCQ, D.; SAVELSBERGH, G. J.; VAN COSTER, R.; OOSTRA, A.; DEWITTE, G.; LENOIR, M. Differences in gait between children with and without developmental coordination disorder. Motor Control, v.10, n.2, p.125-142, 2006.

DEUTSCH, K. M.; NEWELL, K. M. Children's coordination of force output in a pinch grip task. Developmental Psychobiology, v.41, n.3, p.253-264, 2002.

DEWEY, D.; WILSON, B. N. Developmental coordination disorder: what is it? Phys Occup Ther Pediatric, v.20, n.2-3, p.5-27, 2001.

DIZ, M. A. R. Efeito da prática no controle de torque isométrico em crianças com transtorno do desenvolvimento de coordenação. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, Universidade Estadual Paulista: Rio Claro, 2008.

DSM-IV-TR. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Trad. Claudia Dornelles, 4ª ed.rev, Porto Alegre: Artmed, 2002.

ENGSTRÖM, D. A.; KELSO, J. A. S.; HOLROYD, T. Reaction-anticipation transitions in human perception-action patterns. Human Movement Science, v.15, p.809-832, 1996.

GETCHELL, N.; MCMENAMIN, S.; WHITALL, J. Dual motor task coordination in children with and without learning disabilities. Adapted Physical Activity Quarterly, v.22, p.21-38, 2005.

GETCHELL, N.; PABREJA, P. Revising the development of time-sharing using dual motor task. Research Quarterly for Exercise and Sport, v.77, p.131-136, 2006.

GIBSON, J. J. The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

HAKEN, H.; KELSO, J. A. S.; BUNZ, H. A theoretical model of phase transitions in human hand movements. Human Movement Science, v.3, p. 347-356, 1985.

HENDERSON, S. E.; SUGDEN, D. A. Movement assessment battery for children. London: The Psychological Corporation, 1992.

HENDERSON, S. E.; SUGDEN, D. A.; BARNETT, A. L. Movement assessment battery for children-2. 2 ed. London: Harcourt Assessment, 2007.

HIRAGA, C. Y.; SUMMERS, J. J.; TEMPRADO, J. J. Attentional costs of coordinating homologous and non-homologous limbs. Human Movement Science, v.23, n.3-4, p.415-430, 2004.

HIRAGA, C. Y.; PELLEGRINI, A. M. Coordenação motora: da teoria a prática. In: Rose Junior, D. (Org.). Esporte e atividade física na infância e na adolescência. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, v. 1, p. 149-157, 2009.

KELSO, J. A. S. Contrasting perspectives on order and regulation in movement. In: LONG, J.; BADDELEY, A. (Ed.). Attention and Performance IX. Hillsdale, NJ: LEA, 1981.

KELSO, J. A. S. Dynamic Patterns: the self-organization of brain and behavior. Cambridge, MA: A Bradford / The MIT, 1995.

KELSO, J. A. S.; JEKA, J. J. Symmetry breaking dynamics of human multilimb coordination. Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance, v.18, p.645-668, 1992.

KELSO, J. A. S.; DELCOLIE, J. D.; SCHÖNER, G. Action-perception as a pattern formation process. In: M. Jeannerod (Ed.), Attention and performance XIII. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990.

KIRBY, A.; SUGDEN, D. The adolescent with development co-ordination disorder (DCD). London: Jessica Kingsley Publishers, 2003.

KUGLER, P. N.; KELSO, J. A. S.; TURVEY, M. T. On the control and coordination of naturally developing systems. In: KELSO, J. A. S.; CLARK, J. E. (Ed.). The development of control and coordination. New York: Wiley, 1982.

LATASH, M. There is no motor redundancy in human movements. There is motor abundance. Motor Control, v.4, p.259-260, 2000.

LEE, D. N. The optic flow field: the foundation of vision. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences, v.290, p.169-179, 1980.

MACKENZIE, S. J.; GETCHELL, N.; DEUTSCH, K.; WILMS-FLOET, A.; CLARK, J. E.; WHITALL, J. Multi-limb coordination and rhythmic variability under varying sensory availability conditions in children with DCD. Human Movement Science, v.27, n.2, p.259-269, 2008.

MANDICH, A. D.; POLATAJKO, H. J.; RODGER, S. Rites of passage: Understanding participation of children with developmental coordination disorder. Human Movement Science, v.22, n.4-5, p. 583-595, 2003.

MAYVILLE, J. M.; FUCHS, A.; DING, M.; CHEYNE, D.; DEECKE, L.; KELSO, J. A. S. Event-related changes in neuromagnetic activity associated with syncopation and synchronization timing tasks. Human Brain Mapping, v.14, p.65–80, 2001.

MISSIUNA, C.; MANDICH, A. Integrating motor learning theories into practice. In: CERMAK, S. A.; LARKIN, D. (Ed.). Developmental Coordination Disorder. Albany: Delmar, 2002.

MON-WILLIAMS, M. A.; WANN, J. P.; PASCAL, E. Visual-proprioceptive mapping in children with developmental coordination disorder. Developmental Medicine and Child Neurology, v.41, n.4, p. 247-254, 1999.

MON-WILLIAMS, M.; TRESILIAN, J. R.; BELL, V. E.; COPPARD, V. L.; NIXDORF, M.; CARSON, R. G. The preparation of reach-to-grasp movements in adults, children, and children with movement problems. Quarterly Journal of Experimental Psychology. Section A. Human Experimental Psychology, v.58, n.7, p. 1249-1263, 2005.

NEWELL, K. M. Constraints on the development of coordination. In: WADE, M. G.; WHITING, H. T. A. (Ed.). Motor development in children: aspects of coordination and control. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986.

NODA, L. M.; MELCHERTS, E. A T. D. Caderno pedagógico de atividade rítmica. Curso de aperfeiçoamento para professores de educação física atuantes no 2 grau - Habilitação Magistério. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria da Educação, 1984.

OLIVEIRA, M. A.; LOSS, J. F.; PETERSEN, R. D. S. Controle de força e torque isométrico em crianças com DCD. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, v.19, n.2, p.89-103, 2005.

PALMER, H. C. Teaching Rhythmic gymnastics: a developmentally appropriate approach. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.

PELLEGRINI, A. M. O papel da atenção no comportamento motor: o processo de auto-organização em destaque. In: D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALES, M. E. Q. (Ed.). Auto-organização: estudos interdisciplinares. Campinas: Unicamp, Centro de Lógica Epistemologia e História da Ciência, 2000.

PELLEGRINI, A. M.; FELICIO, P. F. V. Os hábitos na vida diária: pressupostos organizacionais. In: SOUZA, G. M.; D'OTTAVIANO, I. M. L.; GONZALES, M. E. Q. (Ed.) Auto-organização: estudos interdisciplinares. CAMPINAS: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência - UNICAMP, 2004.

POST, A. A.; PEPER, C. E.; BEEK, P. J. Relative phase dynamics in perturbed interlimb coordination: the effects of frequency and amplitude. Biological Cybernetics, v.83, p.529-542, 2000.

SAVELSBERGH, G. J.; VAN DER KAMP, J.; ROSENGREN, K. S. Functional variability in perceptual motor development. In: DAVIDS, K.; BENNETT, S.; NEWELL, K. M. (Ed.). Movement System Variability. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

SCHÖNER, G. Dynamic theory of action-perception patterns: the "moving room" paradigm. Biological Cybernetics, v.64, n. 6, p. 455-462, 1991.

SCHÖNER, G. Recent developments and problems in human movement science and their conceptual implications. Ecological Psychology, v.7, p.291-314, 1995.

SCHÖNER, G.; HAKEN, H.; KELSO, J. A. S. A stochastic theory of phase transitions in human hand movement. Biological Cybernetics, v.53, n.4, p.247-257, 1986.

SCHÖNER, G.; KELSO, J. A. S. Dynamic pattern generation in behavioral and neural system. Science, v.239, p.1513-1520, 1988.

SEMJEM, A.; SUMMERS, J. J.; CATTAERT, D. Hand coordination in bimanual circle drawing. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, v.21, p. 1139-1157, 1995.

SERRIEN, D. J.; SWINNEN, S. P. Coordination constraints induced by effector combination under isofrequency and multifrequency conditions. Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance, v.23, p. 1493-1510, 1997.

SKINNER, R. A.; PIEK, J. Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. Human Movement Science, v.20, p.3-94, 2001.

SMITS-ENGELSMAN, B. C. M.; NIEMEIJER, A. S.; VAN GALEN, G. P. Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. Human Movement Science, v.20, n.1-2, p. 161-182, 2001.

SWINNEN, S. P. Intermanual coordination: from behavioural principles to neural-network interactions. Natural Reviews Neuroscience, v.3, p. 350-361, 2002.

TURVEY, M. T. Coordination. American Psychologist, v.45, n.8, p.938-953, 1990.

TURVEY, M. T.; SCHMIDT, R. C.; BEEK, P. J. Fluctuations in interlimb rhythmic coordination. In: NEWELL, K. M.; CORCOS, D. M. (Ed.). Variability and Motor Control. Champaign, IL: Human Kinetics, 1993.

TURVEY, M. T.; SHAW, R. E.; MACE, W. Issues in the theory of action: degrees of freedom, coordinative structures and coalitions. In: REQUIN, J. (Ed.). Attention and Performance VII. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assciates, 1978.

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

VOLMAN, M. J. M.; GEUZE, R. H. Relative phase stability of bimanual and visuomanual rhythmic coordination patterns in children with a Developmental Coordination Disorder. Human Movement Science, v.17, n.4-5, p.541-572, 1998.

VOLMAN, M. J.; LAROY, M. E.; JONGMANS, M. J. Rhythmic coordination of hand and foot in children with Developmental Coordination Disorder. Child Care Health Dev, v.32, n.6, p.693-702, 2006.

VON HOLST, E. The behavioral physiology of animal and man. In: MARTIN, R. (Ed.). The Collected Papers of Erich von Holst. Coral Gables, FL: University of Miami Press, 1973.

WALLACE, S. A. Dynamic pattern perspective of rhythmic movement: an introduction. In: ZELAZNIK, H. N. (Ed.). Advances in Motor Learning and Control. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

WADE, M. G.; JOHNSON, D.; MALLY, K. A dynamical systems perspective of developmental coordination disorder. In: SUGDEN, D.; CHAMBERS, M. (Ed.) Children with Developmental Coordination Disorder. London: Whurr Publishers, 2005.

WALLEN, M.; WALKER, R. Occupational Therapy practice with children with perceptual motor dysfunction: findings of a literature review and survey. Australian Occupational Therapy Journal, v.42, p.15-25, 1995.

WHEAT, J. S.; GLAZIER, P. S. Measuring coordination and variability in coordination. In: DAVIDS, K.; BENNETT, S.; NEWELL, K. M. (Ed.). Movement System Variability. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

WHITALL, J.; GETCHELL, N. Multilimb coordination patterns in simultaneous dissimilar upper and lower limb task. Human Movement Science, v.15, p.129-155, 1996.

WHITALL, J.; GETCHELL, N.; MCMENAMIN, S.; HORN, C.; WILMS-FLOET, A.; CLARK, J. E. Perception-action coupling in children with and without DCD: frequency locking between task-relevant auditory signals and motor responses in a dual-motor task. Child Care Health and Development, v.32, n.6, p.679-692, 2006.

WHITALL, J.; CHANG, T. Y.; HORN, C. L.; JUNG-POTTER, J.; MCMENAMIN, S.; WILMS-FLOET, A.; CLARK, J. E. Auditory-motor coupling of bilateral finger tapping in children with and without DCD compared to adults. Human Movement Science, v.28, p.914-931, 2008.

WILCOX, A.; POLATAJKO, H. J. Verbal self-guidance as a treatment technique for children with Developmental Coordination Disorder. Canadian Journal of Occupational Therapy, v.20, abstract, 1993.

WILLIAMS, A. M.; DAVIDS, K.; WILLIAMS, J. G. Visual Perception and Action in Sport. London: E & FN Spon, 1999.

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 and Allied Disciplines, v.39, n.6, p.829-840, 1998.

10. ANEXOS

ANEXO 1

CARTA CONVITE

Convido seu filho(a) _____ a participar do estudo a ser desenvolvido no Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora do Instituto de Biociências da Unesp (Rio Claro), Departamento de Educação Física sob minha orientação e supervisão. O objetivo do estudo é verificar como as crianças realizam tarefas rítmicas para poder ajudá-las a ter um bom padrão motor nas aulas de Educação Física, nas atividades de lazer e na vida diária.

As atividades de seu filho(a) serão realizadas em 1 dia, no Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora – Unesp/Rio Claro, com duração aproximada de 40 minutos. Nesta avaliação registraremos seu filho(a) enquanto ele(a) salta e bate palma ao mesmo tempo, saltando no chão e sobre uma pequena cama elástica.

Os riscos de acidente são praticamente mínimos, o que pode acontecer seria um leve cansaço nos músculos das pernas e dos braços, mas isso será prevenido com os intervalos de descanso entre as tentativas. A área em que os saltos serão realizados será protegida com colchonetes no caso de seu filho se desequilibrar ou cair. Além disso, alguém estará todo o tempo próximo a ele(a) para ajudar em qualquer eventualidade. O transporte de seu filho(a) a Rio Claro e de volta a Limeira será feito pelos pesquisadores responsáveis, em horário a combinar na escola.

Os dados obtidos neste estudo serão utilizados exclusivamente pelo pesquisador responsável, o que garantirá sigilo dos dados de seu filho(a). Além disso, seu filho(a) tem total liberdade de desistir de participar em qualquer momento do estudo sem qualquer prejuízo.

Dados da pesquisa:

Título do Estudo: A coordenação intermembros de crianças no saltar e bater palma.

Dados do pesquisador responsável

Nome: Ana Maria Pellegrini, Profª Titular do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências, Unesp/Rio Claro/SP. Telefone: (19) 3526 4311
E-mail: anapell@rc.unesp.br

Local da pesquisa: Escola Municipal Maria Apparecida de Luca Moore/ Limeira-SP e Laboratório de Desenvolvimento e Aprendizagem Motora, Unesp, Rio Claro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Código do Participante: _____

Eu, _____, responsável pelo(a) aluno(a)_____, estou suficientemente esclarecido quanto aos objetivos, procedimentos, benefícios e riscos envolvidos no estudo. Recebi respostas satisfatórias às minhas indagações relativas ao estudo e estou consciente de que posso retirar meu filho(a) do experimento a qualquer momento e por qualquer razão. Assim, eu aceito que meu filho(a) participe do estudo desde que os dados coletados sejam utilizados somente para fins de ensino e pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre Esclarecido elaborado em duas vias, sendo que uma cópia ficará comigo e outra com o pesquisador responsável.

Limeira, _____de _____de 2008.

_____

Assinatura do Pai (Mãe) ou Responsável

Dados do participante

Nome: _____

Data de nascimento: ___/__/___

Classe:_____

Período:_____

Dados do Pai (Mãe) ou Responsável

Nome:_____

Documento RG:_____

Endereço:_____

Telefone: _____

ANEXO 2

Tabela 3. Dados dos participantes com TDC e com DT relativos a gênero (M e F), idade (meses), peso (Kg), estatura (cm) e índice de massa corporal (IMC).

Grupo	Participante	Sexo	Meses	Peso	Estatura	IMC
TDC	S1	F	130	29	136	15,7
	S2	F	127	26,5	145	12,6
	S3	F	123	39,3	141	19,8
	S4	M	115	44,2	133	25,0
	S5	F	126	39,5	149	17,8
	S6	F	117	53,1	141	26,7
	S7	F	132	36	150	16,0
	S8	M	118	26	133	14,7
	S9	M	114	24,8	137	13,2
	S10	M	116	29,1	133	16,5
	S11	F	108	45,5	141	22,9
	S12	M	118	24,9	129,5	14,8
	Média		120,3	34,8	139,0	17,9
DT	S1	F	129	37,2	148	17,0
	S2	F	126	28,5	138,5	14,9
	S3	F	123	34,8	143,5	16,9
	S4	M	115	31,7	145	15,1
	S5	F	127	34	136	18,4
	S6	F	117	32,6	140	16,6
	S7	F	131	35,2	152,5	15,1
	S8	M	118	31,4	137,5	16,6
	S9	M	115	26,6	127	16,5
	S10	M	116	25	129	15,0
	S11	F	109	24,7	124	16,1
	S12	M	118	28	135	15,4
	Média		120,3	30,8	138,0	16,1

ANEXO 3

Abaixo estão todos os resultados das Análises de Variância realizadas no presente estudo, relativos à soma dos quadrados (SS) aos graus de liberdade (GL), à média dos quadrados (MS), ao valor da análise (F) e ao nível de significância (P). As interações entre os fatores foi representada pelo símbolo " * ".

Tabela 4. Resultado da Análise de Variância da média da altura do salto.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	2798,57	1	2798,57	39,8578	0,000004
Grupo	269,84	1	269,84	3,8432	0,064028
Superfície*Grupo	1,63	1	1,63	0,0232	0,880422
Condição	205,35	3	68,45	7,9942	0,000144
Condição*Superfície	57,63	3	19,21	2,2433	0,092432
Condição*Grupo	34,39	3	11,46	1,3389	0,270233
Condição*Superfície*Grupo	35,88	3	11,96	1,3970	0,252499

Tabela 5. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da altura do salto.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	2,307	1	2,307	0,3696	0,550060
Grupo	17,702	1	17,702	2,8366	0,107680
Superfície*Grupo	7,200	1	7,200	1,1537	0,295566
Condição	22,425	3	7,475	6,2462	0,000922
Condição*Superfície	3,183	3	1,061	0,8866	0,453312
Condição*Grupo	4,069	3	1,356	1,1334	0,342845
Condição*Superfície*Grupo	1,324	3	0,441	0,3689	0,775724

Tabela 6. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição LIVRE.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	1382,9	1	1382,9	1,1457	0,290296
Grupo	7026,0	1	7026,0	5,8206	0,020075
Superfície*Grupo	878,2	1	878,2	0,7276	0,398295
Ciclo	29768,7	1	29768,7	102,8156	0,000000
Ciclo*Superfície	6888,2	1	6888,2	23,7906	0,000014
Ciclo*Grupo	3035,2	1	3035,2	10,4831	0,002293
Ciclo*Superfície*Grupo	2664,2	1	2664,2	9,2018	0,004047

Tabela 7. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD na condição LIVRE.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Grupo	21296,9	1	21296,9	9,05599	0,006454
Superfície	10094,0	1	10094,0	4,22671	0,051849
Superfície*Grupo	11495,4	1	11495,4	4,81354	0,039092

Tabela 8. Resultado da Análise de Variância da média da duração do ciclo do salto.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	123495	1	123495	17,076	0,000405
Grupo	14287	1	14287	1,975	0,173237
Superfície*Grupo	3917	1	3917	0,542	0,469227
Condição	12033	2	6017	5,340	0,008215
Condição*Superfície	329	2	164	0,146	0,864727
Condição*Grupo	647	2	323	0,287	0,751897
Condição*Superfície*Grupo	2798	2	1399	1,241	0,298472

Tabela 9. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo do salto.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	6007,2	1	6007,2	11,3258	0,003077
Grupo	2225,3	1	2225,3	4,1954	0,053889
Superfície*Grupo	1754,7	1	1754,7	3,3083	0,083938
Condição	1494,3	2	747,1	3,1516	0,083577
Condição*Superfície	142,2	2	71,1	0,2998	0,742595
Condição*Grupo	137,6	2	68,8	0,2902	0,749683
Condição*Superfície*Grupo	932,7	2	466,3	1,9671	0,153165

Tabela 10. Resultado da Análise de Variância da média da duração do ciclo da palma.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	143664	1	143664	14,203	0,001207
Grupo	7745	1	7745	0,766	0,391923
Superfície*Grupo	6696	1	6696	0,662	0,425442
Condição	20691	3	6897	5,969	0,001248
Condição*Superfície	1191	3	397	0,344	0,793869
Condição*Grupo	530	3	177	0,153	0,927361
Condição*Superfície*Grupo	7912	3	2637	2,282	0,088220

Tabela 11. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo da palma.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	5366,6	1	5366,6	1,5287	0,230631
Grupo	4260,8	1	4260,8	1,2137	0,283680
Superfície*Grupo	703,1	1	703,1	0,2003	0,659306
Condição	7063,7	3	2354,6	2,6798	0,054888
Condição*Superfície	364,6	3	121,5	0,1383	0,936727
Condição*Grupo	7103,1	3	2367,7	2,6948	0,053918
Condição*Superfície*Grupo	1783,2	3	594,4	0,6765	0,569835

Tabela 12. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição BAIXO.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	54,9	1	54,9	0,0564	0,813350
Grupo	8106,8	1	8106,8	8,3297	0,006023
Superfície*Grupo	293,8	1	293,8	0,3019	0,585485
Ciclo	24232,6	1	24232,6	63,6059	0,000000
Ciclo*Superfície	2328,1	1	2328,1	6,1108	0,017375
Ciclo*Grupo	4737,3	1	4737,3	12,4344	0,000999
Ciclo*Superfície*Grupo	861,2	1	861,2	2,2604	0,139864

Tabela 13. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição CIMA.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	332,6	1	332,6	0,1420	0,708068
Grupo	1484,1	1	1484,1	0,6339	0,430213
Superfície*Grupo	2585,3	1	2585,3	1,1042	0,299076
Ciclo	67805,5	1	67805,5	60,1454	0,000000
Ciclo*Superfície	4767,3	1	4767,3	4,2287	0,045707
Ciclo*Grupo	1277,1	1	1277,1	1,1328	0,292982
Ciclo*Superfície*Grupo	787,3	1	787,3	0,6983	0,407854

Tabela 14. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da duração do ciclo dos saltos e das palmas na condição DUAS.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	5668,2	1	5668,2	2,0760	0,165109
Grupo	1072,1	1	1072,1	0,3926	0,538002
Superfície*Grupo	1707,6	1	1707,6	0,6254	0,438324
Ciclo	30361,4	2	15180,7	27,0794	0,000000
Ciclo*Superfície	3,7	2	1,8	0,0033	0,996744
Ciclo*Grupo	454,7	2	227,3	0,4055	0,669323
Ciclo*Superfície*Grupo	1027,0	2	513,5	0,9160	0,408345

Tabela 15. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição BAIXO.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Grupo	384,11	1	384,11	0,42886	0,519336
Superfície	682,91	1	682,91	0,81562	0,376247
Superfície*Grupo	7759,89	1	7759,89	9,26791	0,005950

Tabela 16. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição CIMA.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Grupo	156,2	1	156,2	0,01197	0,913882
Superfície	37,3	1	37,3	0,00757	0,931471
Superfície*Grupo	460,4	1	460,4	0,09349	0,762664

Tabela 17. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição DUAS, quando a palma era batida em baixo.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Grupo	54,4334	1	54,4334	0,256135	0,639407
Superfície	203,3626	1	203,3626	2,396604	0,196515
Superfície*Grupo	19,9529	1	19,9529	0,235143	0,653096

Tabela 18. Resultado da Análise de Variância da média da FRD na condição DUAS, quando a palma era batida em cima.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Grupo	247,3	1	247,3	0,6980	0,450462
Superfície	2,9	1	2,9	0,0043	0,950703
Superfície*Grupo	86,9	1	86,9	0,1304	0,736304

Tabela 19. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD das condições BAIXO e CIMA.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	186,5	1	186,5	0,0958	0,758338
Grupo	19400,1	1	19400,1	9,9685	0,002874
Superfície*Grupo	936,4	1	936,4	0,4811	0,491549
Condição	81299,6	1	81299,6	43,4959	0,000000
Condição*Superfície	3640,5	1	3640,5	1,9477	0,169840
Condição*Grupo	160,8	1	160,8	0,0861	0,770632
Condição*Superfície*Grupo	1832,6	1	1832,6	0,9804	0,327503

Tabela 20. Resultado da Análise de Variância do desvio padrão da FRD na condição DUAS.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	3085,6	1	3085,6	1,9868	0,174039
Grupo	104,7	1	104,7	0,0674	0,797804
Superfície*Grupo	198,4	1	198,4	0,1277	0,724558
Palma	6143,6	1	6143,6	14,4939	0,001104
Palma*Superfície	151,4	1	151,4	0,3573	0,556730
Palma*Grupo	419,8	1	419,8	0,9903	0,331561
Palma*Superfície*Grupo	3,2	1	3,2	0,0076	0,931488

Tabela 21. Resultado da Análise de Variância do erro absoluto da FRD das condições BAIXO e CIMA.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	29,2	1	29,2	0,0159	0,900142
Grupo	241,0	1	241,0	0,1317	0,718457
Superfície*Grupo	39,3	1	39,3	0,0214	0,884257
Condição	159343,5	1	159343,5	82,2273	0,000000
Condição*Superfície	4,8	1	4,8	0,0025	0,960349
Condição*Grupo	8042,4	1	8042,4	4,1502	0,047673
Condição*Superfície*Grupo	199,3	1	199,3	0,1029	0,749946

Tabela 22. Resultado da Análise de Variância do erro absoluto da FRD na condição DUAS.

Efeito	SS	GL	MS	F	P
Superfície	37,97	1	37,97	0,14230	0,709982
Grupo	59,04	1	59,04	0,22127	0,643166
Superfície*Grupo	42,32	1	42,32	0,15861	0,694660
Palma	406,05	1	406,05	3,84221	0,064059
Palma*Superfície	0,90	1	0,90	0,00853	0,927312
Palma*Grupo	596,17	1	596,17	5,64114	0,027658
Palma*Superfície*Grupo	14,49	1	14,49	0,13707	0,715100