ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DO PORTO
INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

Teresa Pinto Ferreira

ANÁLISE DOS PADRÕES MOTORES UTILIZADOS NO DESEMPENHO DE UMA TAREFA FUNCIONAL, COM RECURSO AO *BIOSTAGE*®, EM CRIANÇAS COM 9 E 10 ANOS DE IDADE, E SEU CONTRIBUTO PARA A TERAPIA OCUPACIONAL

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Terapia Ocupacional, área de especialização em Crianças e Jovens, realizada sob a orientação científica de Professor Doutor António Marques (professor adjunto na Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto) e coorientação científica de Mestre Maria João Trigueiro (professora assistente na Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto).

Junho, 2012

RESUMO

O estudo do comportamento motor, nomeadamente as áreas do desenvolvimento e controlo motor, têm permitido fundamentar a prática da terapia ocupacional, proporcionando um entendimento mais abrangente de aspetos relacionados com a análise de movimento. Todavia, o processo de análise de atividades, por norma, é realizado de forma empírica, principalmente devido à carência de métodos que avaliem de forma objetiva e precisa o comportamento motor e, consequentemente, os movimentos realizados no desempenho de atividades.

Neste sentido, este estudo pretendeu encontrar padrões motores em crianças entre os nove e os dez anos de idade, com desenvolvimento normal, que traduzam o desempenho de uma tarefa motora funcional, com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage*®. Por outro lado, tentou-se perceber se o sistema poderia revelar-se um contributo para a prática da terapia ocupacional, possibilitando a obtenção de dados que possam ser utilizados na clínica. As tarefas selecionadas para análise foram os cinco lançamentos propostos pelo *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*, que consistem no lançamento por baixo uni e bilateral, lançamento ao chão uni e bilateral e lançamento ao alvo (unilateral).

Os resultados encontrados apontam que aos nove e dez anos existem padrões motores similares entre as crianças, no entanto ainda se nota uma ligeira variabilidade no comportamento. Aferiu-se, também, que a idade, sexo e prática de exercício físico podem influenciar os padrões utilizados, estando de acordo com a literatura. O sistema *BioStage*® mostrou-se uma ferramenta eficaz para a análise de movimento, providenciando informação detalhada sobre o comportamento motor das crianças, no decorrer das tarefas. Deste modo, pode ser uma mais-valia para a prática da terapia ocupacional, podendo contribuir para uma análise de atividades mais precisa, objetiva e fundamentada.

Palavras-chave: *BioStage*®; padrões motores; lançar; análise de movimento; terapia ocupacional.

ABSTRACT

The study of motor behavior, precisely in development areas and motor control, have been able to justify the practice of occupational therapy, allowing a more embraced understanding of some aspects connected to movement analysis. However, the activities analysis process is usually achieved by an empiric approach, mainly due to the methods absence, which measure in a precise and objective way the motor behavior and, therefore, the movements produced during the activities performance.

Thus, the present study aimed to find motor patterns on children between nine and ten years old, with normal development, which explain the functional motor task performance, recurring to the motion capture and parameterization of the movement system on real time *BioStage*®. On the other hand, was tried to understand, if the system could reveal itself to be a contribute to the occupational therapy practice, enabling data obtainment that can be used in clinic. The chosen tasks for analysis were the five throwings proposed by *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*, which consist on unilateral and bilateral underarm throwing, unilateral and bilateral throwing to the ground and unilateral throwing to the target.

The results found, point out that at the ages of nine and ten years old, there are motor patterns resembling on children, though it is still noticeable a slight behavior changeability. It was estimated, as well, that factors such as age, sex and the practice of physical activity, can influence the patterns that were used, such as demonstrated in the literature. The *BioStage*® system has been revealed to be an efficient tool to the movement analysis, providing detailed information about the children motor behavior along the tasks. Therefore, it can be an advantage for the occupational therapy practice and may contribute for a more precise, objective and consistent activity analysis.

Keywords: *BioStage*®; motor patterns; throwing; movement analysis; occupational therapy.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS V

ÍNDICE DE TABELAS VI

ÍNDICE DE FIGURAS VII

INTRODUÇÃO 1

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3

1. Controlo motor 4
   - i. Teorias do Controlo Motor 6
   - ii. Controlo postural e controlo do movimento 11
2. Desenvolvimento motor 13
   - i. Teorias do desenvolvimento motor 14
   - ii. Competências motoras 15
3. Terapia ocupacional e comportamento motor 22

CAPÍTULO II - MÉTODOS 24

1. Participantes 26
2. Instrumentos 28
   - *i. BOTMP: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* 29
   - *ii. BioStage®* 32
3. Procedimentos 34

CAPÍTULO III - RESULTADOS 37

1. Lançar por baixo bilateral 38
2. Lançar por baixo unilateral 44
3. Lançar ao chão bilateral 52
4. Lançar ao chão unilateral 59
5. Lançar ao alvo 65

CAPÍTULO IV - DISCUSSÃO 72

CONCLUSÃO 85

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

ANEXOS 95

ANEXO 1: Declaração de consentimento informado 96

ANEXO 2: Protocolo de atuação – *BioStage*® 98

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

abd – abdução

antv – anteversão

AOTA – American Occupational Therapy Association

BOTMP – Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency

cot – cotovelo

dt – direito(a)

esq – esquerdo(a)

flx – flexão

lomb – lombar

omb – ombro

pelv – pélvis

rot – rotação

torac - torácica

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Desenvolvimento das competências no decorrer da infância 20

Tabela 2: Caracterização da amostra - cada criança é caracterizada através do sexo, idade, peso, altura, mão dominante, ano escolar, desportos praticados, frequência da prática desportiva por semana e tempo de prática. 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: flexão do ombro direito no lançamento por baixo bilateral 39

Figura 2: flexão do ombro esquerdo no lançamento por baixo bilateral 39

Figura 3: diferenças entre os sexos nos movimentos de flexão do ombro no lançamento por baixo bilateral 40

Figura 4: flexão do cotovelo direito no lançamento por baixo bilateral 41

Figura 5: flexão do cotovelo esquerdo no lançamento por baixo bilateral 41

Figura 6: flexão dos segmentos torácico e lombar nas crianças 3 e 8 no lançamento por baixo bilateral 42

Figura 7: anteversão da pélvis nas crianças 3 e 8 no lançamento por baixo bilateral 43

Figura 8: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento por baixo bilateral 43

Figura 9: relação entre o tronco e pélvis no lançamento por baixo bilateral 44

Figura 10: abdução do ombro no lançamento por baixo unilateral 45

Figura 11: flexão do ombro no lançamento por baixo unilateral 46

Figura 12: diferenças entre os sexos na fase de balanço do lançamento por baixo unilateral 46

Figura 13: flexão do cotovelo no lançamento por baixo unilateral 47

Figura 14: relação entre a flexão do ombro e cotovelo no lançamento por baixo unilateral (1) 48

Figura 15: relação entre a flexão do ombro e flexão do cotovelo no lançamento por baixo unilateral (2) 48

Figura 16: rotação do segmento torácico para o lado oposto do membro que lança no lançamento por baixo unilateral (criança 11) 49

Figura 17: rotação do segmento torácico para o lado do membro que lança no lançamento por baixo unilateral 50

Figura 18: anteversão da pélvis no lançamento por baixo unilateral 50

Figura 19: diferenças entre as idades na anteversão da pélvis no lançamento por baixo unilateral 51

Figura 20: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento por baixo unilateral (criança 5) 51

Figura 21: flexão do ombro direito no lançamento ao chão bilateral 53

Figura 22: flexão do ombro esquerdo no lançamento ao chão bilateral 53

Figura 23: flexão do ombro nas crianças mais novas no lançamento ao chão bilateral 54

Figura 24: flexão do ombro nas crianças mais velhas no lançamento ao chão bilateral 55

Figura 25: diferenças entre os sexos na simetria dos movimentos de flexão do ombro no lançamento ao chão bilateral 55

Figura 26: flexão do cotovelo direito no lançamento ao chão bilateral..... 56

Figura 27: flexão do cotovelo esquerdo no lançamento ao chão bilateral..... 56

Figura 28: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento ao chão bilateral (1)..... 57

Figura 29: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento ao chão bilateral (2)..... 57

Figura 30: relação entre o ombro, tronco e pélvis da criança 6 no lançamento ao chão bilateral 58

Figura 31: flexão do ombro no lançamento ao chão unilateral 59

Figura 32: abdução do ombro no lançamento ao chão unilateral 60

Figura 33: flexão do cotovelo no lançamento ao chão unilateral 61

Figura 34: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao chão unilateral (1)..... 61

Figura 35: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao chão unilateral (2)..... 62

Figura 36: comparação dos padrões de rotação torácica no lançamento ao chão unilateral 63

Figura 37: relação entre a abdução do ombro e a rotação do tronco no lançamento ao chão unilateral 63

Figura 38: anteversão da pélvis no lançamento ao chão unilateral 64

Figura 39: flexão do ombro no lançamento ao alvo 65

Figura 40: abdução do ombro no lançamento ao alvo..... 66

Figura 41: flexão do cotovelo no lançamento ao alvo..... 67

Figura 42: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao alvo (1) 67

Figura 43: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao alvo (2) 68

Figura 44: diferenças na direção da rotação torácica no lançamento ao alvo 69

Figura 45: diferenças na amplitude da rotação torácica tendo em conta a frequência de prática desportiva no lançamento ao alvo..... 69

Figura 46: anteversão da pélvis no lançamento ao alvo 70

Figura 47: inclinação da pélvis no lançamento ao alvo..... 70

Figura 48: diferenças na estabilidade da pélvis no lançamento ao alvo..... 71

INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento motor procura compreender como é que as pessoas controlam os seus movimentos e adquirem competências motoras. Atualmente, este campo de estudo tem despertado um enorme interesse, em particular na área das ciências da reabilitação e ciências socias e humanas, fornecendo dados úteis para a fundamentação das práticas de intervenção neste âmbito (Fairbrother, 2010; Thomas & Thomas, 2009). A terapia ocupacional é precisamente uma das áreas que tem procurado estudar o comportamento motor e a sua relação com a funcionalidade e ocupação humana (Fairbrother, 2010; Thomas & Thomas, 2009).

O domínio do comportamento motor é composto por três subdisciplinas, sendo estas o controlo motor, desenvolvimento motor e aprendizagem motora (Fairbrother, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Thomas & Thomas, 2009). O controlo motor tenta explicar como é que as pessoas controlam os movimentos das diversas partes do corpo na execução de uma tarefa; o desenvolvimento motor estuda as mudanças que ocorrem no desempenho motor desde a infância até à velhice; e a aprendizagem motora procura explicar os processos internos responsáveis pela evolução permanente ao nível da eficácia das competências motoras (Fairbrother, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002).

Estas dimensões do comportamento motor podem ser analisadas através de diversos métodos, destacando-se, atualmente, os sistemas de captura do movimento. Estes sistemas parecem um método eficiente e fiável para medir com mais rigor e precisão o comportamento motor, trazendo informação bastante objetiva sobre o mesmo (Fairbrother, 2010). Deste modo, estes sistemas podem ser úteis quando se pretende analisar o movimento, fornecendo dados mais precisos do que os que se obtêm, habitualmente, através da observação empírica. No entanto, os terapeutas ocupacionais ainda utilizam pouco estes sistemas na sua prática clínica.

Neste enquadramento, definiu-se como objetivo encontrar padrões motores em crianças entre os nove e os dez anos de idade, com desenvolvimento normal, que traduzam o desempenho de uma tarefa motora funcional, com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage*®. Por outro lado, tentou-se

perceber se o sistema poderia revelar-se um contributo para a prática da terapia ocupacional, possibilitando a obtenção de dados que possam ser utilizados na clínica.

No sentido de atingir o objetivo de estudo, estruturou-se o trabalho em quatro partes: revisão da literatura, métodos, resultados e discussão. Na revisão da literatura abordou-se o tema do comportamento motor, focando-se essencialmente os domínios do controlo e desenvolvimento motor. Depois, relacionou-se a terapia ocupacional com esta área, destacando-se a vantagem de utilizar métodos inovadores na análise de atividades funcionais. No segundo capítulo expôs-se a metodologia utilizada no estudo, caracterizando-se os participantes e instrumentos, bem como se indicou os procedimentos inerentes ao estudo. No terceiro capítulo analisaram-se os resultados obtidos e, por fim, no quarto capítulo, procurou-se interpretar os mesmos.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O comportamento motor é um campo de estudo que visa compreender como as pessoas controlam os seus movimentos e adquirem competências motoras (Fairbrother, 2010; Thomas & Thomas, 2009).

Quando se analisa o comportamento motor, o movimento é avaliado através da observação do desempenho motor dos indivíduos, naquilo que é possível ser observado e medido (Fairbrother, 2010). Deste modo, são estudadas as alterações ao nível da aprendizagem motora, controlo motor e desenvolvimento motor (Fairbrother, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008), existindo estudos direcionados para cada um destes subdomínios e outros que se dedicam a mais do que um deles (Fairbrother, 2010).

De seguida são abordadas as áreas do controlo e desenvolvimento motor, mas sem descurar a importância da aprendizagem motora.

1. Controlo motor

O subdomínio do controlo motor centra-se no estudo da natureza do movimento e da forma como este é controlado (Fairbrother, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007), procurando explicar o processo de aquisição e retenção de competências (Utley & Astill, 2008).

O termo *controlo motor* pode ser definido como a habilidade para regular os mecanismos fundamentais do movimento (Shumway-Cook & Woollacott, 2007), possibilitando a manutenção e alteração da postura e do movimento nos mais variados contextos (Utley & Astill, 2008). É estudado a partir de tarefas isoladas e em condições específicas, focando-se no desempenho de ações ou atividades (Gallahue & Ozmun, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). Na análise das ações/ atividades, dá-se enfoque ao estudo da postura, dos movimentos e dos mecanismos que promovem o movimento (Utley & Astill, 2008).

Considera-se que o movimento surge da interação entre o indivíduo, a tarefa e o ambiente, sendo organizado segundo as exigências das duas últimas componentes. A pessoa movimenta-se como resposta às exigências da tarefa, sendo esta desempenhada num contexto específico (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Deste modo, os fatores que estão inerentes ao indivíduo, à tarefa e ao ambiente interagem no decorrer do movimento, condicionando a sua iniciação, organização e a execução (Bradley & Westcott, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Ao nível dos fatores individuais, Shumway-Cook & Woollacott (2007) referem que o movimento surge da interação de diversos processos relacionados com a perceção, cognição e ação. O movimento ocorre no desempenho de uma ação, no qual existe um output motor do sistema nervoso para os músculos do corpo. O elevado número de músculos e articulações do corpo devem então ser eficazmente controlados, de modo a originar um movimento coordenado e funcional. Segundo os mesmos autores, a cognição está na base da determinação do objetivo do movimento, podendo ser um processo consciente ou subconsciente (Bradley & Westcott, 2006). A este nível são referenciadas variáveis como a motivação (Bradley & Westcott, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007), atenção, aspetos emocionais (Shumway-Cook & Woollacott, 2007), raciocínio, julgamento e estratégias antecipatórias (Bradley & Westcott, 2006). Os sistemas percetivos/sensoriais fornecem informação sobre o estado do corpo e as características do ambiente, sendo essenciais na regulação do movimento (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). A informação sobre o corpo é dada pela proprioceção e cinestesia (Fairbrother, 2010; Utley & Astill, 2008). Já a informação sobre o ambiente emerge essencialmente da visão (Utley & Astill, 2008), sendo complementada pela audição, equilíbrio e tato (Fairbrother, 2010). Note-se que a perceção é essencial para a determinação da ação e que os processos cognitivos relacionam-se com ambas, interagindo os três na produção do movimento funcional (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

As tarefas que são desempenhadas contribuem para a determinação do tipo de movimento a executar, podendo condicionar a organização neuronal do mesmo (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Para além dos aspetos biomecânicos, o significado que a tarefa tem para a pessoa e a sua previsibilidade também podem influenciar o movimento realizado (Bradley & Westcott, 2006). Da mesma forma, o ambiente onde a tarefa decorre, devido às suas características, condiciona os movimentos recrutados. O

ambiente tanto pode funcionar como facilitador e suportar o desempenho, como pode ser considerado uma barreira, prejudicando-o.

No intuito de tentar explicar como é que os movimentos são controlados, têm surgido diversas teorias denominadas teorias do controlo motor (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). De seguida, são abordadas as teorias que tentam explicar o controlo motor, optando-se por seguir a denominação proposta por Shumway-Cook & Woollacott (2007): Teoria dos Reflexos, Teoria Hierárquica, Teorias da Programação Motora, Teoria dos Sistemas, Teoria da Ação Dinâmica e Teoria Ecológica.

i. Teorias do Controlo Motor

A **Teoria dos Reflexos** preconiza que os reflexos estão na base do comportamento complexo. O comportamento é explicado pela ação combinada e encadeada de reflexos individuais (Bradley & Westcott, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

Segundo esta corrente, o estímulo origina uma resposta (Utley & Astill, 2008), porém a teoria não explica a ocorrência de movimento na ausência de um estímulo sensorial, nem a variabilidade de respostas que um estímulo pode provocar. Outras críticas têm sido apontadas, nomeadamente o facto de não explicar a produção de movimentos rápidos, nem a habilidade para executar movimentos inovadores (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). No entanto, atualmente, esta teoria continua a influenciar o estudo do controlo motor, sobretudo quando se pretende verificar a ausência/presença dos reflexos motores ou em termos do processo de reabilitação aumentar ou reduzir a influência dos vários reflexos na execução das tarefas motoras (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

De acordo com **Teoria Hierárquica**, todos os aspetos relacionados com planeamento e execução dos movimentos advêm de ordens dos níveis superiores do sistema nervoso central (SNC) (Utley & Astill, 2008). O nível superior do SNC exerce controlo sobre o nível abaixo e assim sucessivamente, dando origem a um controlo organizacional de tipo *top-down*.

A abordagem *top-down* descreve o comportamento motor como um processo hierárquico, nomeadamente o *input*, *central*, *output* e *feedback* (Piek, 2006). Neste caso, os "dados" recebidos (input) referem-se às experiências percetivas (Hopkins, Beek, & Kalverboer, 1993; Piek, 2006; Slentz & Krogh, 2001) que são identificadas e reconhecidas a nível central, seguindo-se o processo de tomada de decisão, no qual se seleciona a resposta motora apropriada, sendo posteriormente executada pelos músculos e articulações (*output*) (Hopkins, et al., 1993; Piek, 2006; Rathus, 2011; Utley & Astill, 2008). Este processo, segundo o modelo *closed-loop* de processamento da informação, é controlado pelo *feedback* percetivo e motor aferente. O *feedback* é utilizado para que ocorra uma execução contínua do movimento, comparando o movimento realizado com a memória do movimento correto, de forma a existirem ajustes, diminuindo-se progressivamente o número de erros executados. Pelo contrário, segundo o modelo *open-loop*, os comandos motores eferentes são planeados antes do movimento ocorrer, de forma a serem enviadas certas instruções, em determinados momentos aos efetores (músculos e articulações). No entanto, os efeitos que o movimento pode ter no ambiente não são considerados, não existindo a deteção de erros e posterior ajuste (Hopkins, et al., 1993; Piek, 2006; Rosenbaum, 2010; Utley & Astill, 2008). Atualmente, o modelo *closed-loop* é o mais aceite pela comunidade científica, devido à importância que se atribui ao *feedback* no processo de aquisição de competências (Hopkins, et al., 1993; Piek, 2006; Rosenbaum, 2010; Utley & Astill, 2008).

Uma crítica que tem sido apontada a esta teoria é o facto de não explicar a dominância do comportamento reflexo em certas situações em adultos normais (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008)

No decorrer do tempo, esta teoria tem evoluído e, atualmente, considera-se que cada nível do sistema nervoso pode atuar sobre os outros (superiores e inferiores), dependendo da tarefa a desempenhar (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Existem vários níveis de controlo, desde os responsáveis pelas respostas motoras "mais automáticas" (níveis inferiores) até aos responsáveis pelas respostas motoras "menos automáticas" (níveis superiores), podendo a informação dos níveis inferiores afetar os níveis superiores (Phillips & Porter, 1977 cit. in (Horak, 1991). Na prática clínica, esta teoria tem sido útil na explicação de certos padrões estereotipados do movimento, sendo também utilizada para explicar as alterações do controlo motor em pessoas com doença neurológica (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

As **Teorias da Programação Motora** têm por base o conceito de padrão motor central ou de programa motor que tenta explicar a ocorrência de movimento na ausência do estímulo sensorial. O padrão motor central refere-se a um circuito neuronal específico que gera determinadas ações (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Os programas motores dão-se no nível superior do SNC e representam as ações de forma abstrata, fornecendo as diretrizes da ação a realizar (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). Os níveis inferiores do SNC contêm a informação mais específica, como a resposta através das sinergias musculares (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Segundo esta corrente, os programas motores podem ser ativados através de estímulos sensoriais ou através de processos centrais. O estímulo sensorial não é essencial na condução do movimento, mas tem um papel importante na modulação da ação. Deste modo, dá-se ênfase à flexibilidade do sistema nervoso para originar movimentos inovadores, especialmente na ausência de *feedback* (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

A grande limitação destas teorias é o facto de considerarem que o programa motor é o único determinante da ação, não tendo em conta que, no processo de controlo do movimento, o sistema nervoso interage com as variáveis músculo-esqueléticas e ambientais (Bernstein, 1967 cit. in Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Hoje em dia, esta corrente torna-se útil para explicar as desordens do controlo motor sem recorrer apenas aos reflexos, referindo que estas situações se podem dever a alterações ao nível do padrão motor central ou dos programas motores de nível superior. Desta forma, sugere que os indivíduos devem reaprender as "regras" das ações, focando a sua intervenção no treino dos movimentos importantes para o desempenho de tarefas funcionais (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008)

A **Teoria dos Sistemas** foi baseada nos estudos desenvolvidos por Bernstein. Este autor encara o corpo humano como um sistema mecânico, com massa, e sujeito a forças externas (ex. gravidade) e a forças internas (ex. inércia) (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). O sistema "corpo humano" é constituído por diversos subsistemas como o sensório-motor, percetivo, ósseo e psicológico (entre outros), que interagem constantemente de acordo com as exigências da tarefa e as condições ambientais (Campbell, 2006; J. Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002). Segundo esta teoria, o movimento é conseguido

através de um trabalho cooperativo entre os diversos sistemas (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Bernstein considera que cada parte do corpo (ex. membro superior) é constituída por várias estruturas (músculos, articulações, ligações alfa-gama, unidades motoras) que podem ser controladas a qualquer momento, originando movimentos diversos, ou seja, vários graus de liberdade (Gallahue & Ozmun, 2002; Hopkins, et al., 1993; Rosenbaum, 2010). Os graus de liberdade necessitam de ser controlados, de forma a obter-se um movimento coordenado, o que é conseguido através de um controlo hierárquico, no qual os níveis superiores do sistema nervoso ativam os níveis inferiores e estes ativam as sinergias musculares (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Segundo Shumway-Cook & Woollcott (2007), esta é uma teoria bastante completa, mais do que qualquer uma das anteriormente apresentadas, pois foca aspetos como a contribuição do sistema nervoso, do sistema músculo-esquelético e de forças como a gravidade e inércia, criticando apenas o facto de não explicar, de forma mais aprofundada, a interação entre o organismo e o ambiente.

Deste modo, esta corrente torna-se bastante importante na avaliação dos indivíduos, focando-se não apenas nas alterações no sistema nervoso, mas também nas que ocorrem no sistema músculo-esquelético. Para além disso, é de salientar o facto de defender que a avaliação e intervenção não se devem debruçar apenas sobre as alterações dos sistemas que contribuem para o controlo motor, mas também na influência da interação entre os vários sistemas.

A **Teoria da Ação Dinâmica** resulta da evolução da teoria dos sistemas, mas, apesar de se basear nos princípios da organização em sistemas e dos graus de liberdade, encara a pessoa numa outra perspetiva. Os autores defendem que não são necessárias instruções específicas ou programas motores advindos do sistema nervoso para que ocorra uma ação coordenada, baseando-se então no princípio da "auto-organização" (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Segundo esta corrente, as primeiras ações das crianças são realizadas de forma aleatória e descontrolada, com vários graus de liberdade e sempre sujeitas a restrições por parte do ambiente (J. Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009). Estas restrições fornecem informação ao cérebro e aos sistemas do corpo, definindo

os limites do comportamento da criança e criando instabilidade nos seus sistemas (J. Case-Smith, 2010). Para que as crianças atinjam o objetivo da sua ação, os sistemas são coagidos a se auto-organizarem, trabalhando em conjunto para proporcionar a aquisição de competências (Campbell, 2006; J. Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008). Deste modo, o aumento do controlo motor e a melhor coordenação no desempenho de tarefas motoras diminuem o número de graus de liberdade, resultando na formação de padrões motores (Gallahue & Ozmun, 2002).

Nesta corrente, destacam-se dois conceitos importantes: *parâmetro de controlo* e *estado atractor*. O primeiro refere-se à variável responsável pela alteração significativa no comportamento de um subsistema, que afeta todo o sistema, originando um movimento inovador. O segundo pode ser definido como constituindo os padrões de movimento preferencialmente utilizados para desempenhar eficazmente as atividades do dia-a-dia (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Shumway-Cook & Woollacott (2007) afirmam que esta perspetiva mostra-nos como o sistema nervoso por si só não origina o movimento, podendo-se também explicar as alterações do controlo motor através dos aspetos físicos do corpo. Todavia, apontam como limitação o facto de esta corrente não explicar qual a contribuição do sistema nervoso no funcionamento do sistema, atribuindo-lhe um papel insignificante no controlo motor.

A **Teoria Ecológica** foi desenvolvida por Gibson nas décadas de 1960 e 1970 (Haywood & Getchell, 2009). Este autor propôs que existe uma estreita relação entre o sistema percetivo e o sistema motor, não se podendo estudar um independentemente do outro (Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Vansant, 2003).

Os objetos do ambiente fornecem ao indivíduo informação sobre o tamanho e a forma dos objetos, assim como o contexto particular da pessoa, sendo essa função denominada de *affordance*. As pessoas percecionam o ambiente através do movimento constante dos olhos, cabeça e corpo, retirando dele informação espacial e temporal. Com base nesta informação, avaliam as propriedades do ambiente em relação a eles próprios, respondendo com base na forma como o percecionam. Assim, as modificações no tamanho do corpo e nas capacidades motoras das crianças durante o desenvolvimento, proporcionam alterações das suas *affordances* e, consequentemente, o desenvolvimento de novos padrões motores (Haywood & Getchell, 2009). A informação proveniente do

ambiente é utilizada pela pessoa para regular a atividade motora, estando na base da coordenação dos movimentos (Utley & Astill, 2008).

Apesar de esta teoria aprofundar significativamente a interação entre o organismo e o ambiente, dá pouco ênfase à função e organização do sistema nervoso no decorrer desta interação, sendo uma das suas limitações (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). No entanto, esta corrente torna-se importante por atribuir à pessoa um papel ativo na exploração da tarefa e do ambiente onde esta é desempenhada, permitindo ao indivíduo executar as tarefas de diversas formas. Deste modo, incute o desenvolvimento de soluções adaptativas, seja no ambiente ou na tarefa, possibilitando que as pessoas com "incapacidade" realizem as tarefas desejadas.

De acordo com Shumway-Cook & Woollacott (2007), nenhuma das teorias explica de forma sólida e completa todos os aspetos inerentes ao controlo do movimento, notando-se, porém, que a combinação das teorias permite ter uma base teórica consistente na análise do controlo motor.

ii. Controlo postural e controlo do movimento

Quando se aborda o tema do controlo motor, torna-se importante referenciar os conceitos de "controlo postural" e de "controlo de movimento".

O **controlo postural** refere-se ao controlo do corpo no espaço, incluindo a estabilidade e a orientação postural. A estabilidade, ou equilíbrio, é a habilidade de controlar o centro de massa em relação à base de suporte enquanto que a orientação postural pode ser definida como a habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Quando se analisa o controlo postural, é fundamental ter em consideração a tarefa e o ambiente onde esta é desempenhada (Haas, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Todas as tarefas requerem controlo postural, nas suas componentes de orientação e estabilidade, variando o nível de exigência de cada uma conforme a tarefa e o ambiente (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Desta forma, é necessário um sistema de controlo flexível, dado pela interação complexa entre os sistemas músculo-esqueléticos e neuronal,

que se possa adaptar às diversas exigências (Haas, 2010). O sistema músculo-esquelético inclui componentes como a amplitude articular do movimento, flexibilidade da coluna vertebral, propriedades musculares e relações biomecânicas entre os segmentos corporais. O sistema neuronal inclui os processos motores - como a organização dos músculos durante as sinergias neuromusculares - os processos percetivos/sensoriais - como a organização e integração dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial - e os processos de nível superior responsáveis pelo mapeamento da sensação para a ação e pelos aspetos antecipatórios e adaptativos do controlo postural (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Estes sistemas atuam conjuntamente, originando movimentos ou contrações musculares que auxiliam na manutenção da posição vertical do corpo no espaço (Haas, 2010), sendo a base de qualquer movimento (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Deste modo, o controlo postural torna-se essencial na realização de todas as atividades.

O movimento humano é um fenómeno bastante complexo, que exige planeamento e controlo (Haas, 2010; Rodgers, 2003). O **controlo do movimento** envolve processos de *feedback* e *feedforward*, assumindo estes um papel fundamental neste controlo (Haas, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). No primeiro, tal como foi descrito anteriormente, verifica-se que o *input* sensorial é comparado com o sinal de referência que representa o estado desejado pelo sistema. A diferença entre *o input* sensorial e o estado de referência é utilizado para corrigir o *output* motor executado. No que se refere ao *feedforward*, o controlo é de cariz antecipatório, ocorrendo antes dos recetores sensoriais serem estimulados. Neste processo, a pessoa baseia-se nas experiências anteriores para prever as consequências da informação sensorial que está a receber na tarefa atual, ajustando os seus movimentos à mesma (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

O controlo do movimento é necessário para a realização de grande parte das tarefas do dia-a-dia, destacando-se a variedade de atividades que envolvem movimentos da parte superior do corpo. A execução destes movimentos está dependente de diversos componentes ao nível dos sistemas. Para além dos aspetos comuns ao controlo postural, destaca-se a coordenação dos movimentos dos olhos, cabeça, tronco e membros superiores. Estes aspetos são essenciais para a localização e alcance de um objeto, sendo tarefas bastante comuns na rotina diária. No que se refere à localização, algumas tarefas exigem apenas movimento dos olhos, outras a combinação entre o movimento dos olhos e cabeça e outras que combinam olhos, cabeça e tronco, emergindo da interação de diversos mecanismos neuronais (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Os movimentos dos olhos e mão influenciam-se mutuamente e os movimentos das mãos são sempre mais precisos com o acompanhamento dos movimentos oculares (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Quando se exige uma localização e alcance de um objecto/alvo de forma rápida e precisa, o controlo torna-se ainda mais complexo.

É de salientar que o controlo do movimento pode ser executado de três formas. Na primeira, os sistema nervoso pode planear os movimentos, tendo em consideração a activação sequencial de músculos individuais. Na segunda, o alcance pode ser planeado através da coordenação das amplitudes articulares do ombro, cotovelo e punho. Na terceira, o sistema nervoso pode planear os movimentos do braço em função do fim do movimento, recorrendo às informações externas do espaço (Hollerbach, 1990 cit. in Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Os processos inerentes ao controlo motor, incluindo as vertentes controlo postural e controlo de movimento, têm influenciado a investigação actual sobre o desenvolvimento motor (Gallahue & Ozmun, 2002). De seguida, é abordado este subdomínio do comportamento motor.

2. Desenvolvimento motor

O desenvolvimento motor pode ser definido como o processo contínuo de alteração do comportamento motor, no decorrer do ciclo de vida, proporcionado pela interação entre os fatores inerentes ao indivíduo, o ambiente e as exigências da tarefa (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008).

Para explicar este processo, destacam-se perspetivas teóricas de cariz biológico, cognitivo e ecológico (Campbell, 2006; Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Utley & Astill, 2008). O que diferencia estes três tipos de teorias é o modo como conceptualizam, quer o papel das alterações nas funções e estruturas inerentes à pessoa quer a influência do ambiente no decurso do desenvolvimento (Campbell, 2006).

i. Teorias do desenvolvimento motor

Na **perspetiva biológica** destaca-se a teoria da Neuromaturação, desenvolvida por Gesell e os seus colaboradores durante a década de 1930 (Dalton, 2009).

Esta teoria preconiza que, no desenvolvimento motor, existe um processo hierárquico de maturação do SNC (Campbell, 2006; J. Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Utley & Astill, 2008), que não é linear, podendo ser alterado pelas experiências do indivíduo (Dalton, 2009; Hopkins, et al., 1993).

Esta corrente destacou-se pela descrição normativa do desenvolvimento motor, realizada por Gesell (Thelen & Adolph, 1992). Nos seus trabalhos, o autor sequenciou o processo de desenvolvimento por diferentes grupos de idade, onde, em cada um, é esperado que as crianças adquiram um conjunto de competências (Campbell, 2006; J. Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Utley & Astill, 2008).

Esta sequência normativa permitiu construir diversos instrumentos estandardizados de avaliação do desenvolvimento infantil, bastante úteis na deteção de problemas desenvolvimentais nas crianças (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2005; Slentz & Krogh, 2001; Utley & Astill, 2008).

Na década de 1970, a **perspetiva cognitiva** de Piaget e de Skiner dominaram a concepção do desenvolvimento motor (Campbell, 2006; Utley & Astill, 2008). Segundo Piaget, o desenvolvimento motor assenta no princípio que a interação entre a maturação das estruturas cognitivas e as oportunidades facilitadas pelo ambiente promovem a ação (Campbell, 2006). Deste modo, o conhecimento é adquirido no decorrer da ação quer física, quer mental (Piek, 2006).

Skinner apresenta uma visão mais comportamentalista do desenvolvimento, focando-se na influência da interação contínua com o ambiente no comportamento humano, sendo este uma resposta a recompensas, punições, estímulos e reforço (Rathus, 2011). Desta feita, o progresso no desenvolvimento motor ocorre através de respostas a estímulos prévios, que são controladas pelas consequências que provocam, tendo sido aprendidas em situações anteriores (Campbell, 2006).

Na **perspetiva ecológica**, a inter-relação existente entre o indivíduo, o ambiente e a tarefa é fundamental, sendo tão importantes os fatores internos como os fatores externos ao

indivíduo (Haywood & Getchell, 2009). Esta perspetiva apresenta dois ramos: a *Teoria dos Sistemas Dinâmicos* e a *Teoria da Perceção-Ação* (Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Vansant, 2003). A *Teoria dos Sistemas Dinâmicos* rege-se pelo princípio que o desenvolvimento das competências é resultado do processo de auto-organização dos sistemas do corpo (J. Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009). A *Teoria da Perceção-Ação* refere que existe uma estreita relação entre o sistema percetivo e o sistema motor, não se podendo analisar um independentemente do outro (Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Vansant, 2003). Segundo a perspetiva ecológica, o processo de desenvolvimento motor não é visto como uma série de etapas distintas mas sim como um conjunto de estados de estabilidade e instabilidade nos seus sistemas. A evolução ocorre quando novos estados permanecem como aspetos consistentes do comportamento motor (Campbell, 2006).

As diferentes teorias tentam explicar o desenvolvimento infantil, abordando sob diferentes pontos de vista a aquisição de competências no decorrer da infância. Estas competências são necessárias para o envolvimento em atividades e ocupações e contribuem para uma participação efetiva nos diversos contextos de vida (American Occupational Therapy Association [AOTA], 2008; J. Case-Smith, 2010). As competências são habilidades que o indivíduo revela possuir, sendo ações observáveis, concretas e dirigidas a um objetivo (AOTA, 2008; Fisher, 2006), aprendidas ao longo do tempo, estando dependentes de diversos fatores.

Existem diversos tipos de competências, a saber sensoriais, percetivas, motoras, de praxis, emocionais, cognitivas, de comunicação e sociais (AOTA, 2008). Neste trabalho, são abordadas as competências motoras, mas sem descurar a influência que as outras competências podem ter no desempenho motor.

ii. Competências motoras

As competências motoras podem ser definidas como ações ou comportamentos que uma pessoa utiliza para se mover e interagir fisicamente com as tarefas, objetos, contextos e ambientes (Fisher, 2006), englobando o planeamento, sequenciação e execução de movimentos inovadores (AOTA, 2008). Estas ações visam alcançar um objetivo específico de forma eficiente, solicitando movimento voluntário do corpo, em condições variadas e

com o maior grau de consistência e economia (Gallahue & Ozmun, 2002; Trombly, 2002; Utley & Astill, 2008).

O desenvolvimento das competências depende quer da maturação física, quer das experiências das crianças, sendo adquiridas com a prática e como resultado da experiência dos indivíduos (Steinberg, Bornstein, Vandell, & Rook, 2011; Utley & Astill, 2008). O crescimento físico e o desenvolvimento e maturação dos músculos do corpo tornam as crianças capazes de desempenhar progressivamente novas ações motoras que, com a prática e repetição, originam padrões de movimento (ex. movimento organizado de flexão do cotovelo) (Charlesworth, 2011; Gallahue & Ozmun, 2002). A combinação de pelo menos dois padrões de movimento, de forma precisa, controlada e com objetivo, resulta numa competência (Gallahue & Ozmun, 2002).

O conceito de aprendizagem motora assume um papel importante neste processo de aquisição de competências. Esta subdisciplina do comportamento motor dirige-se para os processos internos responsáveis pelos progressos permanentes ao nível da eficácia destas competências. Estes progressos derivam da interação entre as componentes biológicas dos indivíduos e a experiência, educação e treino decorridos (Fairbrother, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002). Como a aprendizagem não pode ser diretamente observada, as conclusões sobre o quanto as pessoas aprendem são retiradas com base em observações sucessivas do desempenho motor. Considera-se que uma competência motora foi aprendida quando, após algum tempo sem a praticar, a pessoa se mostra eficiente no seu desempenho (Fairbrother, 2010).

De seguida, são abordadas as competências motoras mais referidas na literatura, sendo consideradas fundamentais no dia-a-dia das crianças: equilibrar-se, andar, correr, saltar, agarrar/alcançar, largar, receber e lançar (J. Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Rosenbaum, 2010; Utley & Astill, 2008).

O **equilíbrio** e controlo postural eficientes estão na base dos movimentos e do desempenho de atividades funcionais, sendo necessários para a realização de movimentos hábeis, coordenados e eficazes, em ações motoras globais e/ou finas (Gallahue & Ozmun, 2002; O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

No decorrer da infância, as crianças revelam uma eficácia progressiva na resposta a situações de instabilidade e de recuperação de equilíbrio. Existem três tipos de resposta, sendo estas as reações posturais (retificação, equilíbrio e protetivas), as sinergias posturais e as respostas integrativas (O'Brien & Williams, 2010). As reações posturais de retificação consistem no realinhamento apropriado dos segmentos do corpo quando este é sujeito a rotação, enquanto que as reações posturais de equilíbrio e as protetivas são as responsáveis pela manutenção da posição vertical do corpo numa situação de instabilidade (O'Brien & Williams, 2010). As sinergias posturais surgem como resposta a situações de desequilíbrio, consistindo na atuação conjunta de um grupo específico de músculos que funcionam como uma unidade (O'Brien & Williams, 2010). As respostas integrativas são pré-planeadas e responsáveis pela adaptação a situações de perturbação do equilíbrio conhecidas e pela antecipação de possíveis situações (Austad & Meer, 2007). Este tipo de resposta envolve funções intersensoriais que originam reações posturais antecipatórias (Campbell, 2006; O'Brien & Williams, 2010).

As competências andar, correr e saltar são competências motoras globais e de locomoção (Gallahue & Ozmun, 2002), tendo aspetos distintos entre si. No **andar** verifica-se uma atividade alternada e rítmica dos membros dos dois lados do corpo, mantendo-se pelo menos um pé em contacto com a superfície de apoio, com o objetivo de impulsionar o corpo, geralmente para a frente (Hutzler, 2007; Rosenbaum, 2010).

Tal como no andar, o **correr** possui o objetivo de deslocação, mas com maior complexidade (Forrester, Phillips, & Clark, 1993; Haywood & Getchell, 2009; Hutzler, 2007). Apesar dos padrões de coordenação entre e intramembros serem similares em ambas as competências, o correr não apresenta o momento de contacto de ambos os pés no solo e, pelo contrário, contém uma fase em que nenhum dos pés contacta com o solo (Forrester, et al., 1993; Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Hutzler, 2007; Utley & Astill, 2008).

Já o **saltar** envolve a propulsão do corpo acima da superfície de apoio com qualquer um dos pés ou ambos, e a aterragem com ambos os pés (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Hutzler, 2007; Steinberg, et al., 2011). Gallahue & Ozmun (2002) referem que o salto pode ser realizado de três formas distintas: salto em distância, salto em altura e salto de uma determinada altura.

No âmbito das competências de manipulação (Gallahue & Ozmun, 2002), surgem o agarrar/alcançar, receber e lançar. A competência **agarrar** baseia-se na captura de um objecto com a mão, através da coordenação dos movimentos dos dedos (Exner, 2010; Watt, Bradshaw, Clarke, & Elliot, 2003; Zoia, et al., 2006). A competência **alcançar**, por sua vez, exige a extensão e movimento do membro superior, posicionando a mão no local desejado, para agarrar ou colocar objetos (Exner, 2010; Watt, et al., 2003; Zoia, et al., 2006).

No **largar** é necessário que o braço se coloque na posição exata de modo a estabilizar a extensão dos dedos e polegar (Eliasson & Gordon, 2000; Exner, 2010). Esta competência exige uma coordenação precisa da força nas extremidades dos dedos e do momento de execução, antecipando-se o momento de colocação do objeto no decorrer do movimento, de modo a que este não embata com demasiada força na superfície (Eliasson & Gordon, 2000; S. R. Lewis, Duff, & Gordon, 2002).

O **receber** é uma competência motora global, que pode ser definida como a paragem e controlo de uma bola ou objeto em movimento através da utilização das mãos, braços e outras partes do corpo (Hutzler, 2007; Rathus, 2011; Savelsbergh, Rosengren, Kamp, & Verheul, 2003; Steinberg, et al., 2011; Utley & Astill, 2008). Neste comportamento, podem ser utilizadas uma ou as duas mãos e os objetos podem ser apanhados acima ou abaixo da cintura pélvica (Filipcic, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002).

No que se refere ao **lançar**, esta competência é apresentada de forma mais extensa e detalhada, essencialmente devido à sua complexidade. O lançar requer a utilização de todo o corpo e a integridade dos sistemas percetivos (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009). Para além disso, aos nove e dez anos, já se encontra num nível desenvolvimental bastante próximo do observado no adulto (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009).

A competência de lançar consiste na colocação dos objetos a uma longa distância, através da projeção da mão no espaço, rumo ao local pretendido (Halverson, 1940 cit. in Burton & Rodgerson, 2003). A projeção dos objetos pode ser realizada de diversas formas, nomeadamente lançar por cima, lançar por baixo ou lançar acima da cabeça, podendo ser utilizadas uma ou as duas mãos (Utley & Astill, 2008). O lançar é considerada uma competência motora global, uma vez que envolve principalmente grandes grupos musculares dos ombros e membros inferiores. Todavia, também apresenta uma

componente mais fina, pois os músculos do punho e dedos são importantes na precisão das ações (Pain & Isaacs, 2002 cit. in Lorson, 2003).

O lançar é composto por três fases, preparatória, de execução e de "pós-conclusão". A primeira ocorre antes da projeção do objeto e inclui o posicionamento do corpo; a segunda refere-se à produção da força dos movimentos de lançamento do objeto, incluindo as ações do tronco, úmero e antebraço; e a terceira consiste no conjunto de movimentos realizados após o largar do objeto (Pain & Isaacs, 2002 cit. in Lorson, 2003). As propriedades do objeto lançado (tamanho, peso), bem como as propriedades do alvo (distância, orientação, tamanho, altura) devem ser consideradas na análise da proficiência desta competência (Choi, 2010; Westergaarda, Liv, Haynieb, & Suomib, 2000). Os fatores pessoais, como a idade, sexo e altura, são igualmente condicionantes (Utley & Astill, 2008).

Apesar de se considerar a variabilidade do desenvolvimento de cada criança, crê-se que o desenvolvimento das competências segue certas etapas previsíveis. Estas etapas são denominadas marcos desenvolvimentais, sendo possível identificar pelo menos algumas etapas em qualquer criança (Kurtz, 2008).

A tabela 1 sistematiza o desenvolvimento das competências de equilíbrio, andar, correr, saltar, agarrar/alcançar, largar, receber e lançar por cima e por baixo, desde a idade em que surgem até ao momento em que apresentam um padrão maduro, sendo identificados os marcos desenvolvimentais mais relevantes (Adolph, Vereijken, & Shrout, 2003; Austad & Meer, 2007; Bradley & Westcott, 2006; Campbell, 2006; J. Case-Smith, 2010; Coluccini, Maini, Martelloni, Sgandurra, & Cioni, 2007; Cowden & Torrey, 2007; Eliasson & Gordon, 2000; Exner, 2010; Fleischauer & Sherwood, 2008; Forrester, et al., 1993; Gallahue & Ozmun, 2002; Geerts, Einspieler, Dibiasi, Garzarolli, & Bos, 2003; Hallemansa, Clercqb, Ottenc, & Aerts, 2005; Haywood & Getchell, 2009; Hof, Kamp, & Savelsbergh, 2008; Hutzler, 2007; Kurtz, 2008; O'Brien & Williams, 2010; Pangab & Fongc, 2009; Ratanapinunchai & Silsupadol, 2001; Rathus, 2011; Rodgers, 2003; Rosenbaum, 2010; Savelsbergh, et al., 2003; Schneiberg, Sveistrup, McFadyen, McKinley, & Levin, 2002; Sigelman & Rider, 2009; Steinberg, et al., 2011; Stout, 2006; Sundermier, Woollacott, Roncesvalles, & Jensen, 2001; Utley & Astill, 2008; Vaughan, 2003; Whitall, 2003; Woollacott & Shumway-Cook, 1994; Zoia, et al., 2006).

Tabela 1: Desenvolvimento das competências no decorrer da infância

	Equilibrar-se	Andar	Correr	Saltar	Agarrar/ alcançar	Largar	Receber	Lançar por baixo	Lançar por cima
dos 0 aos 4 meses	----	▪ reflexo de marcha automática	----	----	▪ agarrar reflexo ▪ alcançar reflexo	▪ largar reflexo	----	----	----
4/6 meses	▪ surgem as reações de retificação, equilíbrio e protetivas		----	----	▪ alcançar voluntário ▪ agarrar com preensão global		----	----	----
9 meses		▪ reflexo de marcha automática ▪ posição de pé com apoio	----	----	▪ adequam antecipadamente a pega ao tamanho, forma e orientação do objeto-alvo ▪ seguram objetos de dimensões mais reduzidas	▪ largar voluntário ▪ o braço apresenta grande amplitude de extensão no largar	▪ apanham uma bola suspensa em movimento, na posição de sentado com apoio de tronco	----	----
11/12 meses		▪ reflexo de marcha automática ▪ marcha com apoio	----	----	▪ pega em pinça	▪ maior estabilidade no ombro, cotovelo e punho ▪ excesso de extensão dos dedos		----	----
15 meses		▪ marcha independente	----	----				----	----
18 meses			----	▪ descem de objetos baixos				----	----
2 anos	▪ surgem as sinergias posturais		▪ surge o correr, mas não se verifica a fase de não contacto com o solo ▪ base de sustentação alargada	▪ saltam com impulso num dos pés ou em ambos os pés, mas sem sair do local			▪ necessidade de recorrer ao apoio do tronco para segurar a bola, colocando os braços em extensão à frente do corpo e o antebraço em supinação	▪ lançam uma bola a distâncias reduzidas, mantendo o equilíbrio ▪ padrão rígido na parte inferior do corpo e movimentos limitados ao nível do membro superior, recorrendo principalmente cotovelo e a uma pequena rotação do tronco	▪ surge o lançamento por cima
3/4 anos			▪ aumentam a velocidade da corrida , surgindo a fase de não contacto com o solo	▪ saltam de objetos de pequenas alturas	▪ realizam preensões esféricas, cilíndricas e em disco com controlo		▪ apanham bolas de dimensões menores ▪ controlam a bola principalmente com recurso aos braços		▪ lançam por cima ao alvo, com grande gama de movimentos e melhor precisão ▪ movimento inicia atrás da cabeça, com maior amplitude de flexão do cotovelo ▪ base de sustentação mais alargada, permitindo rotação da anca e a transferência de peso

	Equilibrar-se	Andar	Correr	Saltar	Agarrar/ alcançar	Largar	Receber	Lançar por baixo	Lançar por cima
5 anos	▪ surgem as respostas integrativas e as reações posturais antecipatórias			▪ saltam em altura e distância ▪ saltam de objetos de maior altura				▪ lançam por baixo ao alvo, com uma grande variabilidade de padrões ▪ competência mais próxima do adulto, com ajustamento e libertação dos graus de liberdade	▪ na fase preparatória, o membro que lança é balançado para trás e o membro contralateral para a frente
6 anos		▪ padrões de marcha similares aos do adulto	▪ padrões maduros de corrida, com aumento da velocidade e resistência ▪ fase de não contacto com o solo encontra-se desenvolvida	▪ salto totalmente desenvolvido, saltando em distância, altura e de uma determinada altura com facilidade	▪ tempo de conjugação entre o movimento de transporte do membro e a preensão semelhante ao dos adultos		▪ recebem a bola apenas nas mãos ▪ surge o receber com uma mão	----	
7/8 anos	▪ ajustamentos posturais antecipatórios totalmente desenvolvidos	▪ base de sustentação reduzida ▪ aumento da velocidade de marcha, sendo mínimo o tempo de contacto do pé com o solo		----	▪ variedade de pegas no agarrar ▪ diversas combinações de movimentos da mão e braço	▪ modulação eficaz do decréscimo da força utilizada na pega de um objeto pequeno e pesado, de forma a largá-lo voluntariamente no momento adequado		----	
9 anos	▪ desenvolvi-mento completo das sinergias posturais ▪ controlo postural equivalente ao do adulto	----		----		----	▪ competentes no receber com duas mãos	----	▪ maior amplitude dos movimentos e rotação controlada do tronco ▪ lançamento a longas distâncias, mas a precisão ainda não atingiu o nível do adulto
10/11 anos	----	----		----	▪ variabilidade de padrões semelhante à dos adultos	----	▪ competentes no receber com uma mão	----	----
+11 anos	----	----	▪ velocidade continua a aumentar até à adolescência	----	----	----	----	----	----

Tal como se observa na tabela acima apresentada, as competências manipulativas de alcançar e agarrar são as primeiras a surgir, seguidas das reações posturais e de equilíbrio. As competências de locomoção surgem após o primeiro ano de vida, bem como as competências manipulativas mais complexas, como o lançar e receber. Os cinco e os seis anos são um marco importante, pois adquirem-se padrões maduros no andar, correr e saltar, bem como no lançamento por baixo. Aos nove anos para além do largar já se encontrar totalmente desenvolvido, as competências de equilíbrio e lançamento por cima também se encontram bastante próximos do nível do adulto. O último marco desenvolvimental surge por volta dos onze/doze anos, notando-se a maturação nos padrões de agarrar/alcançar, bem como da receção unilateral.

3. Terapia ocupacional e comportamento motor

Na sua prática, o terapeuta ocupacional pode atuar ao nível de qualquer uma destas competências (Edwards, 2011), facilitando o envolvimento da criança nas diversas atividades e ocupações do seu dia-a-dia. Para tal, a intervenção pode passar por melhorar os padrões motores utilizados no desempenho das tarefas, aumentando a sua eficiência. Para que o terapeuta ocupacional perceba a evolução dos padrões motores, este deve fazer uma avaliação dos mesmos na fase inicial, intermédia e final do processo de terapia ocupacional. Estas avaliações são realizadas, por norma, com recurso ao método de análise de atividades (Bass-Haugen, Mathiowetz, & Flinn, 2008; Spaulding, 2005). O processo de análise de atividades implica a fragmentação da atividade nos seus componentes, de forma a compreender as necessidades que uma determinada atividade coloca à pessoa que a desempenha (AOTA, 2008; Creek, 2010). Para tal, a análise foca-se nas exigências usuais da atividade, na variedade de competências envolvidas, na influência dos contextos e ambientes e nos diversos significados culturais que podem ser conferidos à atividade (AOTA, 2008). Note-se que a análise de atividades deve ter sempre em consideração os interesses, objetivos e habilidades da pessoa (Crepeau, 2003 cit. in AOTA, 2008).

A investigação no campo do comportamento motor pode mostrar-se útil no processo de análise de atividades, ajudando a identificar formas objetivas de medir o desempenho ocupacional (Bass-Haugen, et al., 2008). Os sistemas de captura do movimento em vídeo trazem muitas vantagens para a investigação sobre o comportamento motor, possibilitando

a captura da posição do corpo em três dimensões. Estes sistemas permitem analisar segmentos específicos do corpo durante o movimento, obtendo-se informação precisa sobre vários componentes do movimento humano, nomeadamente a captura de movimentos complexos, que seriam difíceis de estudar de outra forma (Fairbrother, 2010), possibilitando a análise de atividades da rotina do dia-a-dia e a avaliação dos movimentos naturais executados nessas atividades (Weiss, Sveistrup, Rand, & Kizony, 2009).

Os sistemas de captura podem utilizar a tecnologia de realidade virtual, trazendo ainda mais vantagens para a análise das tarefas. O comportamento é avaliado em condições mais naturais, obtendo-se informações mais fiáveis sobre o comportamento típico dos participantes (Schultheis & Rizzo, 2001). Para além disso, a utilização da realidade virtual aumenta os níveis de motivação dos participantes, contribuindo para o sucesso da análise (Holden, 2005; Parsons, Rizzo, Rogers, & York, 2009).

No entanto, estas tecnologias, devido ao seu custo elevado e dificuldade de acesso, ainda são pouco utilizadas pelos terapeutas ocupacionais na análise de movimento. A investigação na área da terapia ocupacional apenas tem utilizado estes sistemas de captura aliados à tecnologia da realidade virtual principalmente em programas de reabilitação cognitiva e motora, ou seja como um método de intervenção (Feintuch, et al., 2006; Kizony, Raz, Katz, Weingarden, & Weiss, 2005). Atualmente, na avaliação e análise do movimento, os profissionais recorrem, essencialmente, a filmagens do desempenho dos indivíduos nas tarefas, utilizando a observação como método (Spaulding, 2005). Apesar de com a análise dos vídeos ser possível recolher informação relativa ao tempo, trajetória, amplitude e velocidade do movimento (Bass-Haugen, et al., 2008), estes dados são empíricos, logo menos precisos do que os que se poderiam obter com um sistema de captura do movimento.

Desta feita, com um sistema deste tipo é possível diminuir a subjetividade da avaliação, obtendo-se dados mais objetivos que permitem documentar a evolução do desempenho motor de uma criança (Bass-Haugen, et al., 2008). Neste sentido, a utilização destes sistemas para medir o comportamento motor pode contribuir para uma prática baseada na evidência (Richardson, 2010), bem como conduzir a estratégias de intervenção mais eficazes (Bass-Haugen, et al., 2008), aumentando o sucesso da prática da terapia ocupacional

CAPÍTULO II

MÉTODOS

Neste trabalho de investigação analisou-se diversas perspetivas do controlo e desenvolvimento motor, explorando-se o processo de aquisição de competências no decorrer da infância. Os princípios do comportamento motor analisados neste estudo são fundamentais e imprescindíveis para a prática da terapia ocupacional, nomeadamente pelo contributo para uma compreensão mais abrangente dos aspetos ligados a análise do movimento. No entanto, é comum este tipo de análise ser feito de forma empírica, através da observação dos indivíduos durante o desempenho de tarefas, o que sucede pela carência de métodos que avaliem de forma sistemática e rigorosa o comportamento motor e, consequentemente, a análise dos movimentos efetuados durante as atividades. Os métodos que vão surgindo são, pelo seu elevado custo e dificuldade de acesso, ainda pouco explorados pela terapia ocupacional. Assim, neste estudo, pretendeu-se encontrar padrões motores em crianças entre os nove e os dez anos de idade, com desenvolvimento normal, que traduzam o desempenho de uma tarefa motora funcional, com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage*®. Por outro lado, tentou-se perceber se o sistema poderia revelar-se um contributo para a prática da terapia ocupacional, possibilitando a obtenção de dados que possam ser utilizados na clínica.

De forma a verificar se os resultados obtidos estariam de acordo com a literatura, foram colocadas três questões de investigação:

"Existirá um padrão único de movimento dos membros superiores e do tronco durante os lançamentos de uma bola, semelhante ao adulto, em crianças com nove e dez anos de idade, tal como é referido na literatura atual?

"Será que o recurso à análise de movimento através do sistema *BioStage*® encontra diferenças entre os sexos, idades e/ou frequência de prática de exercício físico no padrão de movimento utilizado nos lançamentos?"

"Poderá o *BioStage*® ser uma ferramenta útil para a prática da terapia ocupacional, nomeadamente pelo que pode acrescentar de mais-valia na análise de atividades funcionais?"

De modo a responder às questões formuladas, realizou-se um estudo de natureza quantitativa (Babbie, 2010; Ribeiro, 2008), recorrendo-se a uma metodologia de estudo de caso (Berg & Latin, 2008; Gerring, 2007; Simons, 2009; Yin, 2012). Este tipo de estudo

prevê uma análise aprofundada de um indivíduo, programa ou fenómeno (Berg & Latin, 2008; Simons, 2009; Yin, 2012), trazendo um maior conhecimento sobre o comportamento dos mesmos (Yin, 2012). Esta metodologia não prevê a generalização (Gerring, 2007), nem o estabelecimento de relações causais (Berg & Latin, 2008), sendo pertinente quando se pretende descrever um comportamento (Yin, 2012). Note-se que podem ser estudados vários casos individuais, ou seja, podem ser realizados vários estudos de caso (Gerring, 2007; Simons, 2009). Os dados obtidos podem ser quantitativos ou qualitativos (Yin, 2012), tendo-se optado por recolher dados quantitativos.

Neste estudo, a unidade de análise (Gerring, 2007) foi cada criança, descrevendo-se o comportamento motor das mesmas no desempenho das tarefas. De acordo com Berg & Latin (2008), a evidência de um tópico comum em diversos estudos de caso pode ser útil na identificação de padrões, sendo um dos propósitos deste estudo.

Acrescenta-se que a recolha dos dados foi realizada num só momento, sendo por isso um estudo transversal (Babbie, 2010; Ribeiro, 2008).

1. Participantes

A amostra foi constituída por doze crianças (seis do sexo feminino e seis do sexo masculino) entre os nove e os dez anos de idade, com desenvolvimento normal e que frequentavam escolas do distrito do Porto. Crianças com patologia diagnosticada não puderam participar no estudo, sendo este um critério de exclusão.

A seleção dos participantes foi realizada através de um método não probabilístico, de tipo intencional (Adanza & Martinez, 2002; Creswell, 2003; Johnson & Christensen, 2010; Sim & Wright, 2000; Teddlie & Tashakkori, 2009), sendo incluídas propositadamente crianças com características específicas e relevantes para o estudo em questão (nove e dez anos, a frequentar escolas do distrito do Porto e com desenvolvimento normal) (Adanza & Martinez, 2002; Bowling, 2002; Johnson & Christensen, 2010; Sim & Wright, 2000; Teddlie & Tashakkori, 2009).

Neste tipo de amostragem, o número de elementos do grupo é reduzido e não se prevê a inferência de resultados, retirando-se conclusões apenas sobre o grupo estudado (Adanza & Martinez, 2002; Teddlie & Tashakkori, 2009).

Na tabela apresentada de seguida (tabela 2) caracteriza-se a amostra em estudo.

A amostra é composta por seis crianças do sexo masculino e seis crianças do sexo feminino. A idade varia entre os 9 anos e os 10 anos e 5 meses, com uma média de 9 anos e 6 meses. O peso varia entre os 31,0 e os 47,0 kg, com média de 37,7 kg e a altura entre 1,38 e 1,55 m, com média de 1,43 m. Dez crianças apresentam a dominância no lado direito e duas no lado esquerdo. No que se refere ao ano escolar, dez crianças frequentam o 4º ano, uma criança o 3º e outra o 5º ano. Sete crianças praticam exercício físico e cinco não o fazem. No grupo das crianças que realiza exercício físico, a maioria pratica um desporto, uma pratica dois desportos e outra pratica três. Relativamente à frequência, três crianças fazem desporto uma vez por semana, três praticam-no duas vezes, uma quatro vezes e uma outra cinco vezes. No que se refere ao tempo de prática desportiva, duas crianças fazem exercício há seis anos, três crianças há entre dois e quatro anos e duas há um ano ou menos.

Tabela 2: Caracterização da amostra - cada criança é caracterizada através do sexo, idade, peso, altura, mão dominante, ano escolar, desportos praticados, frequência da prática desportiva por semana e tempo de prática.

	Sexo	**Idade**	**Peso (kg)**	**Altura (m)**	**Mão dominante**	**Ano escolar**	**Desportos praticados**	**Nº de vezes de prática desportiva por semana**	**Tempo de prática desportiva**
Criança 1	Feminino	9 anos e 9 meses	31,0	1,38	Direita	4º	Não pratica	----	----
Criança 2	Feminino	9 anos e 2 meses	33,0	1,40	Direita	4º	Dança	1	2 anos
Criança 3	Feminino	9 anos e 0 meses	34,5	1,40	Direita	4º	Dança	1	10 meses
Criança 4	Masculino	9 anos e 7 meses	44,0	1,43	Direita	4º	Não pratica[1]	----	----
Criança 5	Masculino	9 anos e 0 meses	38,0	1,42	Direita	4º	Não pratica	----	----
Criança 6	Masculino	9 anos e 7 meses	34,0	1,38	Esquerda	4º	Não pratica	----	----
Criança 7	Masculino	9 anos e 5 meses	38,0	1,55	Direita	4º	Arte marcial	2	3 anos
Criança 8	Feminino	9 anos e 7 meses	47,0	1,42	Esquerda	4º	Ballet	2	6 anos
							Dança	1	6 meses
							Natação	2	6 anos
Criança 9	Feminino	9 anos e 6 meses	39,0	1,44	Direita	4º	Natação	2	4 anos
Criança 10	Feminino	9 anos e 0 meses	32,0	1,42	Direita	3º	Natação	1	1 ano
Criança 11	Masculino	10 anos e 5 meses	38,0	1,45	Direita	5º	Não pratica	----	----
Criança 12	Masculino	9 anos e 10 meses	43,5	1,42	Direita	4º	Natação	2	6 anos
							Karaté	2	6 anos

[1]Apesar de, na atualidade, esta criança não praticar exercício físico, até há um ano atrás praticou basquetebol, quatro vezes por semana, durante dois anos.

2. Instrumentos

Nesta investigação, os dados foram recolhidos através da aplicação de dois instrumentos de avaliação, sendo estes o teste *Bruininks-OseretskyTestof Motor Proficiency (BOTMP)* e o sistema *BioStage®*.

i. BOTMP: Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency

O BOTMP foi desenvolvido por R. H. Bruininks no ano de 1978 e visa avaliar o funcionamento motor de crianças com idades compreendidas entre os quatro anos e seis meses e os catorze anos e seis meses (Balakrishnan & Rao, 2007; Bruininks, 1978; Chui, Ng, Fong, L.S.Y., & Ng, 2007; Venetsanou, Kambas, Aggeloussis, Serbezis, & Taxildaris, 2007).

O teste é aplicado individualmente, podendo ser utilizada a bateria completa ou a sua forma reduzida. A aplicação do teste tem uma duração de 45 a 60 minutos para a forma completa e de 15 a 20 minutos para a forma reduzida. A bateria completa é composta por oito subtestes, num total de 46 itens, contendo itens específicos para avaliação de competências motoras globais e outros para as competências motoras finas, contribuindo para uma avaliação abrangente da proficiência motora (Bruininks, 1978; Flegel & Kolobe, 2002; Venetsanou, et al., 2007). A forma reduzida contém apenas 14 dos 46 itens, sendo utilizada quando se pretende uma avaliação mais breve e geral da proficiência motora (Bruininks, 1978; Venetsanou, Kambas, Aggeloussis, Serbezis, & Taxildaris, 2009).

O instrumento, na sua totalidade, contém quatro subtestes destinados para avaliar as competências motoras globais (subtestes 1, 2, 3 e 4), três que medem as competências motoras finas (subtestes 6, 7 e 8) e um que avalia competências motoras globais e finas (subteste 5) (Bruininks, 1978; Chui, et al., 2007). O subteste 1 denominado de "Velocidade de corrida e agilidade" contém apenas um item e mede a velocidade de corrida com transporte de um objeto. O subteste 2 refere-se ao "Equilíbrio" e contém oito itens: três itens que avaliam o equilíbrio estático, com apoio num só membro inferior e cinco que avaliam o equilíbrio dinâmico no decorrer da marcha. O subteste 3 refere-se à "Coordenação bilateral" e é composto por sete itens que avaliam a coordenação simultânea e sequencial dos membros superiores e inferiores e um item que avalia apenas a coordenação dos membros superiores. O subteste 4 intitula-se de "Força" e é constituído por três itens que medem a força dos braços e ombros, dos abdominais e dos membros inferiores. O subteste 5 designa-se por "Coordenação dos membros superiores" e contém cinco itens que avaliam a coordenação da visão com os movimentos dos braços e mãos e três itens que avaliam movimentos precisos dos braços, mãos e dedos. O subteste 6 refere-se à "Velocidade de reação", sendo constituído por um item que mede a competência para responder rapidamente a estímulos visuais em movimento. O subteste 7, intitulado de

"Controlo visuomotor", é composto por oito itens que avaliam a competência para coordenar movimentos da visão com movimentos precisos das mãos. Por fim, o subteste 8 é denominado de "Velocidade e destreza do membro superior", sendo constituído por oito itens que medem a destreza das mãos e dedos e a velocidade da mão e braço. Salienta-se que antes da aplicação dos subtestes, se aplicam dois pré-testes que se destinam à deteção da preferência manual e pedal (Bruininks, 1978). Na aplicação das diversas provas podem ser dadas instruções às crianças, facilitando a compreensão das tarefas apresentadas (Bruininks, 1978; Lisot & Cavalli, 1995).

O BOTMP revela-se um instrumento simples ao nível do registo e interpretação (Lisot & Cavalli, 1995). Cada item tem um resultado bruto e estes resultados são somados e convertidos, dando origem a um *score* para as competências motoras globais, outro para as competências motoras finas e um *score* total (Bruininks, 1978; Lisot & Cavalli, 1995). Este instrumento é considerado um teste padronizado e com referência à norma, incluindo *scores* padrão para cada grupo de idade, percentis e *stanines* (Bruininks, 1978). O *stanine* trata-se de um *score* padrão normalizado que deriva de uma escala que varia entre 1 e 9, com média de 5 e desvio padrão de 2 (Rajamanickam, 2001; Tenenbaum & Driscoll, 2005). Neste tipo de *score*, os resultados são distribuídos pelos nove intervalos, facilitando a interpretação dos resultados, uma vez que as diferenças entre os *scores* equivalem às diferenças no desempenho das tarefas (Rajamanickam, 2001). Acrescenta-se que a bateria fornece a idade equivalente do desempenho da criança em cada um dos subtestes (Bruininks, 1978), possibilitando uma interpretação mais clara dos resultados obtidos (Duger, Bumin, Uyanik, Aki, & Kayihan, 1999; Lisot & Cavalli, 1995).

A bateria é composta pelo manual de instruções para o avaliador, uma folha de registo individual para o teste completo e outra para a forma reduzida. Para a execução dos diversos subtestes, a bateria contém um caderno para cada criança (utilizado nas provas que requerem o cortar papel e o uso do lápis e papel), uma barra de equilíbrio, uma bola com fio, 24 contas de madeira, um bloco, duas caixas, fita adesiva, um quadro, 30 pregos de madeiras, dois lápis pretos, dois lápis vermelhos, 24 moedas, uma vareta da velocidade de reação, tesouras, 50 cartas com formas, cordão, uma base para o chão, um alvo, uma fita métrica, uma bola de ténis e uma almofada. O avaliador deve ainda acrescentar duas cadeiras, uma base, um tapete de ginástica, um cronómetro e uma mesa, devendo-se utilizar uma mesa e cadeira com alturas apropriadas ao tamanho da criança. O local de aplicação deve ser isento de ruídos e outros estímulos distratores e oferecer luminosidade e

ventilação adequadas, sendo necessário um espaço de aproximadamente 16,4 m^2 (Bruininks, 1978).

O teste foi desenhado para responder às necessidades dos educadores, clínicos e investigadores, sendo bastante útil na avaliação das competências motoras por parte do terapeuta ocupacional (Bruininks, 1978; Duger, et al., 1999). A informação obtida pode ser utilizada no desenvolvimento e avaliação de programas de treino de competências motoras e na avaliação de disfunções motoras e de dificuldades desenvolvimentais nas crianças, aplicando-se a crianças com desenvolvimento normal ou com necessidades educativas especiais (Bruininks, 1978; Duger, et al., 1999; Lisot & Cavalli, 1995). É de salientar a sua utilidade na avaliação do desenvolvimento neurológico e na investigação de aspetos pouco explorados do desenvolvimento (Bruininks, 1978; Duger, et al., 1999).

Apesar de não se recomendar a interpretação individualizada de itens ou subtestes, Bruininks (1978) revela que esta pode ser útil para realizar observações qualitativas do desempenho dos indivíduos e formular hipóteses, com base no comportamento demonstrado durante o teste. Assim, neste estudo, aplicou-se apenas os primeiros cinco itens do subteste 5 ("Coordenação dos membros superiores"). Em cada tarefa/item, a criança tem cinco tentativas e a pontuação do item é atribuída conforme o número de tentativas acertadas. A pontuação varia entre 0 e 5, 0 quando nenhuma tentativa tem sucesso e 5 quando todas são realizadas com sucesso (Bruininks, 1978). A opção por estas tarefas deveu-se ao facto de incluírem a competência de lançar por cima e por baixo, uni e bilateral, sendo úteis para responder ao objetivo de estudo em questão.

Relativamente aos índices de validade e de fidelidade do BOTMP, apresenta-se os dados obtidos com base numa amostra de 765 crianças dos Estados Unidos da América, uma vez que não existem ainda dados para a população portuguesa (Bruininks, 1978). Segundo Chui et al. (2007), este teste revela correlações médias a altas de validade e fidelidade, sendo um dos motivos para ser uma das baterias mais utilizadas na avaliação motora (Venetsanou, et al., 2007). Relativamente à validade, este instrumento revela uma correlação entre a idade cronológica e os *scores* de cada subteste que varia entre 0,57 e 0,86, com mediana de 0,78. O subteste 5 revela uma correlação de 0,81 (Bruininks, 1978). No que se refere à fidelidade teste-reteste, o autor recorreu a dois grupos, um com crianças do 2º ano de escolaridade (com idades entre os sete e os nove anos) e outro com crianças do 6º ano (com idades entre os onze e os doze anos). Na bateria completa, os coeficientes

foram de 0,89 no primeiro grupo e de 0,86 no segundo. Especificamente no subteste 5, obteve-se um valor de 0,81 no 2º ano e de 0,29 no 6º ano, verificando-se uma média de 0,61.

ii. BioStage®

O *BioStage®* é um sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real, desenvolvido pela *Organic Motion Inc*., nos Estados Unidos da América (Michaels & Panozzo, 2010; Organic Motion, 2010).

Este instrumento visa acompanhar todos os aspetos do movimento humano, sem colocar qualquer dispositivo nos participantes, gerando os dados instantaneamente (Michaels & Panozzo, 2010; Organic Motion, 2010) e lançando-os para o sistema em 3 dimensões (3D) que efetua uma análise biomecânica do movimento. Os dados são precisos e surgem no ecrã em 3D, observando-se os 21 ossos em movimento, conforme o movimento da pessoa avaliada. Nesta análise, observa-se a orientação em 3D dos ossos e obtém-se as medidas do comprimento dos mesmos. A precisão da reconstrução do movimento é assegurada por três tipos de sensores: giroscópios, acelerómetros e medidores de distâncias (Vlasic, et al., 2007) que, em segundos, observam, calibram, capturam e transmitem dados acerca do movimento (Organic Motion, 2010).

Antes de iniciar a atividade que se pretende investigar e após se calibrar o sistema, a pessoa deve permanecer cerca de dez segundos imóvel na posição "T" (posição de pé, com os ombros a 90º de flexão e de abdução e os cotovelos em extensão completa), de modo ao sistema efetuar a análise automática dessa posição. Depois, a criança dá um passo para um dos lados e volta à posição anterior, de forma a verificar-se se o sistema está a capturar o movimento executado. Por fim, a criança coloca-se na posição neutra e permanece cerca de dez segundos nessa posição, concluindo-se a obtenção dos dados necessários para a análise dos movimentos que se seguem (Organic Motion, 2010). Na análise da atividade, podem-se obter diferentes tipos de dados referentes a cada um dos segmentos do corpo, nomeadamente a posição, deslocação do segmento no período de tempo selecionado, velocidade linear, aceleração linear e acelerações angulares (Innovative Sport Training Inc., 2011). Posteriormente, o sistema gera diretamente relatórios da análise do movimento em formato Excel com valores discretos ou contínuos (Organic Motion, 2010).

O *BioStage*® é composto por diversos componentes, nomeadamente um espaço de avaliação, *hardware* e *software*. O espaço de avaliação refere-se a uma estrutura com medidas de 5m x 4m x 2,5m, mas que pode ser personalizada conforme as especificações da investigação. Esta estrutura é coberta por um pano branco refletor, de forma a aumentar a precisão da análise (Organic Motion, 2010; Vlasic, et al., 2007). O *hardware* é constituído por 14 câmaras monocromáticas que capturam imagens em 2 dimensões (2D), o processador de visão que, em tempo real, transforma as imagens 2D em dados completos do movimento em 3D, o *hardware* de calibração e todos os cabos de ligação. O *software* refere-se aos softwares de processamento de vídeo e de rastreio visual em 3D incluídos no processador de visão, ao *software* de análise biomecânica *MotionMonitor* e aos *Plug-in* e *Software Development Kit* que permitem o fluxo de dados da posição em 3D para o *MotionMonitor* em tempo real (Organic Motion, 2010).

Apesar do *software* de base deste sistema ser o *MotionMonitor*, é possível integrar outras tecnologias, nomeadamente plataformas de força e eletromiografia (EMG), de forma a criar-se um sistema de análise do movimento mais abrangente (Michaels & Panozzo, 2010; Organic Motion, 2010). Pode-se também, apenas sincronizar a recolha dos dados com outros equipamentos de análise do movimento, como plataformas de força, EMG e instrumentos como o acelerómetro e o goniómetro (Organic Motion, 2010).O sistema possui, então, um vasto número de aplicações, destacando-se o desempenho humano e desportivo, análise da marcha, reabilitação, fisioterapia, ortopedia, investigação biomecânica, educação, ergonomia, postura, equilíbrio e controlo motor (Organic Motion, 2010).

O *BioStage*® adequa-se a uma ampla gama de estudos, na qual os indivíduos se podem movimentar normalmente, permitindo a análise de tarefas do dia-a-dia (Michaels & Panozzo, 2010). Especificamente na área da saúde, é um sistema capaz de, num curto espaço de tempo, providenciar informação detalhada sobre todos os movimentos do corpo, melhorando significativamente o processo de avaliação com dados quantificáveis. Acrescenta-se que permite medir e acompanhar a evolução da pessoa ao longo do tempo, de modo a realizar-se os ajustes necessários para melhorar o seu desempenho (Lake, 2010 cit. in Michaels & Panozzo, 2010).

Assim, o *BioStage®* perfila-se como um sistema de análise indicado para fornecer informação detalhada sobre o desempenho das tarefas selecionadas, permitindo identificar alguns componentes que são recrutados nas competências avaliadas pelo BOTMP.

3. Procedimentos

Para que o estudo pudesse avançar, foi imprescindível ter em consideração um conjunto de questões éticas (Creswell, 2003; Johnson & Christensen, 2010; Walsh & Wigens, 2003). A confidencialidade dos dados foi garantida, sendo estes utilizados apenas para fins de investigação. Quanto ao anonimato dos participantes, este garantiu-se através da atribuição de um código numérico a cada criança e da não referência a informações que as possam identificar (Creswell, 2003; Griffiths, 2009; Johnson & Christensen, 2010; Walsh & Wigens, 2003). Acrescenta-se que os participantes poderiam ter-se retirado do estudo a qualquer momento, por decisão da criança e/ou dos seus encarregados de educação (Creswell, 2003; Johnson & Christensen, 2010; Walsh & Wigens, 2003). O princípio da não maleficência da investigação também foi cumprido, utilizando-se materiais e métodos não prejudiciais para a integridade física e psíquica dos participantes (Johnson & Christensen, 2010; Walsh & Wigens, 2003). Antes da recolha dos dados, foi elaborado um Consentimento Informado (anexo 1) dirigido aos encarregados de educação, no qual estes foram informados sobre os objetivos do estudo, métodos e meios de confidencialidade. Este documento foi assinado pelos encarregados de educação, autorizando, desta forma, a participação dos seus educandos (Creswell, 2003; Griffiths, 2009; Johnson & Christensen, 2010).

Este estudo surgiu no âmbito do projeto Move2Improve, sendo a primeira fase deste projeto. O Move2Improve foi criado em Março de 2011 por uma equipa de investigadores do Instituto de Telecomunicações, Instituto Politécnico do Porto e Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto. O projeto, no seu conjunto, tem uma duração de 36 meses e visa a elaboração de um instrumento para a avaliação e treino de competências motoras, através do desempenho de atividades quotidianas num contexto de

jogo, que combina o sistema de captura do movimento (sem marcadores e em tempo real) com ambientes de Realidade Virtual.

A partir de Abril de 2011, procedeu-se à revisão bibliográfica sobre o comportamento motor, controlo motor e desenvolvimento motor normal, bem como sobre os instrumentos utilizados na investigação. Em Junho de 2011, o estudo foi aprovado pelo Conselho Científico da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto – Instituto Politécnico do Porto, obtendo-se a autorização para o seu desenvolvimento. No mesmo mês, a equipa de trabalho assistiu a uma formação onde adquiriram conhecimentos necessários para a utilização deste instrumento.

No início de Setembro foram realizadas simulações de avaliação do comportamento motor, de modo a promover a familiarização com os instrumentos, facilitando a recolha posterior dos dados para a investigação. No que se refere à recolha dos dados, esta decorreu entre Novembro de 2011 e Janeiro de 2012. Tanto as simulações como a recolha realizaram-se na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, edifício de Ciências da Computação, local onde se encontra instalado o sistema *BioStage*®.

Cada criança foi avaliada individualmente, num único momento. A criança começou por retirar o calçado, colocando-se, de seguida, dentro do equipamento de avaliação do *BioStage*®. Inicialmente permaneceu nas posições "T" e neutra como foi referido anteriormente, de modo a que o sistema pudesse analisar e registar as dimensões e constituição do corpo. Depois, a criança desempenhou os cinco itens do subteste 5 do BOTMP, ficando um dos observadores responsável pela aplicação do teste. O segundo observador permaneceu no computador a monitorizar o programa do sistema, indicando os momentos de início e término de cada uma das tarefas (anexo 2: Protocolo de atuação – *BioStage*®).

Na primeira tarefa, a criança lançou uma bola de ténis para o avaliador com as duas mãos, com ressalto da bola no chão e este lançou-a do mesmo modo, tendo a criança que receber a bola com as duas mãos. Na segunda tarefa, os procedimentos foram os mesmos, mas os lançamentos e receções foram realizados apenas com a mão preferida. Na terceira tarefa, foi pedido que a criança lançasse a bola por baixo com as duas mãos para o avaliador, e este lançou-a do mesmo modo, tendo a criança que receber a bola com as duas mãos. A quarta tarefa foi similar à anterior, só que a criança deveria utilizar a mão preferida para lançar e receber a bola. Por fim, na quinta tarefa, a criança colocou-se a uma

distância de 1,5 metros de um alvo. O objetivo era que a criança lançasse a bola por cima, de modo a acertar corretamente no alvo (Bruininks, 1978). A recolha dos dados de cada criança teve uma duração de cerca de 30 minutos. No final, obtiveram-se em média cinco gravações de cada criança (uma tarefa em cada gravação).

No que se refere à análise dos dados, para cada tarefa, escolheu-se o lançamento aparentemente mais coordenado e que recorresse aos segmentos que a literatura propõe. Esta seleção foi realizada por dois observadores, através de observações sucessivas das gravações. Depois, os mesmos observadores compilaram os *frames* que continham a fase de execução dos lançamentos selecionados. De seguida, selecionaram-se os segmentos corporais que, segundo a literatura, são os que estão mais envolvidos no lançamento: ombro, cotovelo, tronco e pélvis (Gallahue & Ozmun, 2002). Após a redução dos dados, estes foram então exportados para o programa Excel, tendo sido utilizada estatística descritiva na sua análise (Maroco, 2007). Os dados foram apresentados em gráficos que permitiram uma melhor visualização dos movimentos efetuados.

Neste estudo, seguiram-se critérios de validade do desenho de estudo, de modo a trazer uma maior credibilidade ao processo de investigação e às suas conclusões. A validade interna foi garantida, tendo por base uma vasta e detalhada operacionalização dos conceitos de interesse teórico para a investigação (McBurney & White, 2009; Ribeiro, 2008), bem como uma seleção de instrumentos que, segundo a literatura, são os mais adequados ao objeto de estudo (McBurney & White, 2009). A validade estatística foi garantida, através de uma condução rigorosa dos procedimentos estatísticos e da apresentação de conclusões que vão de acordo com esses procedimentos (Goodwin, 2010; Johnson & Christensen, 2010). Destaca-se, ainda, que a presença dos dois observadores na recolha e análise dos dados (Johnson & Christensen, 2010) permitiu a triangulação de investigadores (Sim & Wright, 2000).

CAPÍTULO III

RESULTADOS

De seguida, passa-se a analisar, com recurso a gráficos, os movimentos executados pelas crianças nos cinco lançamentos testados. Pretende-se encontrar padrões de comportamento entre as crianças, bem como verificar se existem diferenças entre os sexos, idades ou prática de exercício físico.

1. Lançar por baixo bilateral

Nesta tarefa, as crianças lançam a bola de ténis por baixo, com as duas mãos, para o avaliador que se encontra a três metros de distância.

Durante o lançamento, observa-se um movimento quase simétrico dos membros superiores. As figuras seguintes apresentam os dados relativos à flexão do ombro direito (figura 1) e esquerdo (figura 2) nas diversas crianças. Como se pode observar, na fase inicial da tarefa ocorre movimento de extensão do ombro, correspondendo à fase de balanço[1]. Depois, o ombro realiza flexão, aumentando a sua amplitude até ao final do lançamento.

As crianças 5 e 7 diferem do grupo, pois realizam uma flexão ligeira nos momentos iniciais, seguida de extensão do ombro e posterior flexão até ao término da tarefa. Note-se, ainda, que o lançamento da criança 5 apresenta um tempo de duração superior ao das outras crianças, tendo a fase de balanço mais longa. Esta criança é o rapaz mais novo.

A maioria das crianças inicia o movimento entre os 20,0 e os 40,0 graus de flexão, com exceção das crianças 3, 4 e 11 que iniciam com amplitudes ligeiramente superiores e da criança 7 que inicia próximo dos 10,0 graus de flexão. No momento de largar a bola, as amplitudes estão entre os 60,0 e os 80,0 graus de flexão, com exceção da criança 11 que apresenta cerca de 110,0 graus.

[1] O balanço é a fase inicial do lançamento, na qual o membro superior se movimenta "para trás" de modo a implementar uma maior força e velocidade ao movimento (Roger Bartlett, 2007; Faria, 2009).

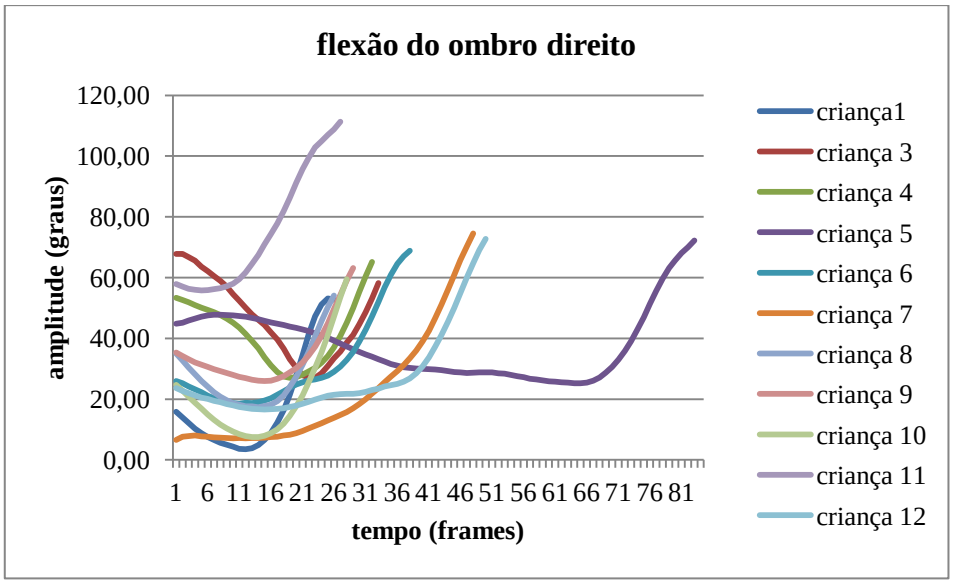

Figura 1: flexão do ombro direito no lançamento por baixo bilateral

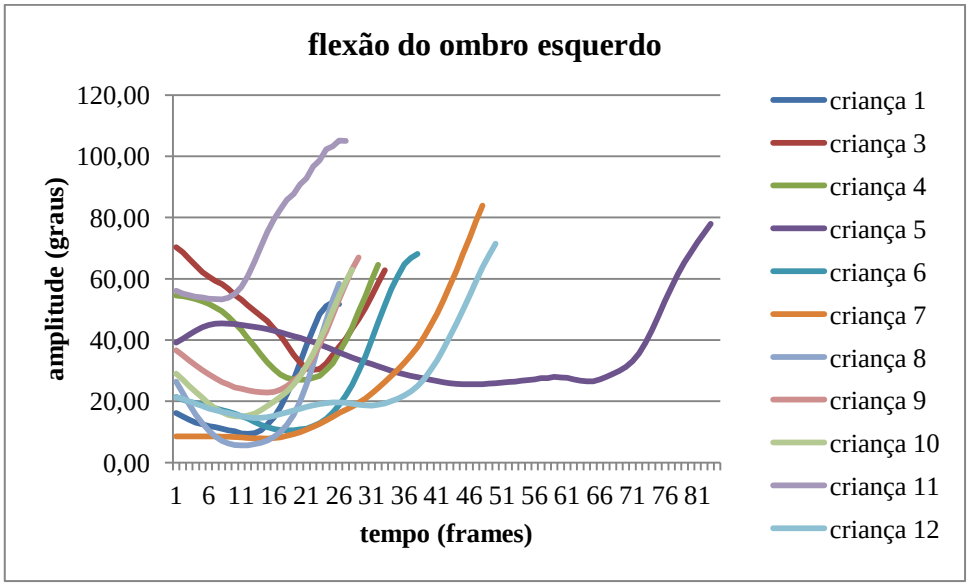

Figura 2: flexão do ombro esquerdo no lançamento por baixo bilateral

Quando se comparam crianças da mesma idade, nota-se que as raparigas apresentam uma maior amplitude de extensão do ombro na fase de balanço do que os rapazes, sendo que estes revelam um movimento mais simétrico do que as raparigas. A título de exemplo, compara-se os movimentos de flexão/extensão do ombro nas crianças 1 (sexo feminino) e 12 (sexo masculino) (figura 3). Nestes dados, verifica-se que criança 1 realiza cerca 12,3 graus de extensão inicial, enquanto que criança 12 realiza cerca de 7,0 graus. Observa-se também um movimento mais simétrico na criança 12.

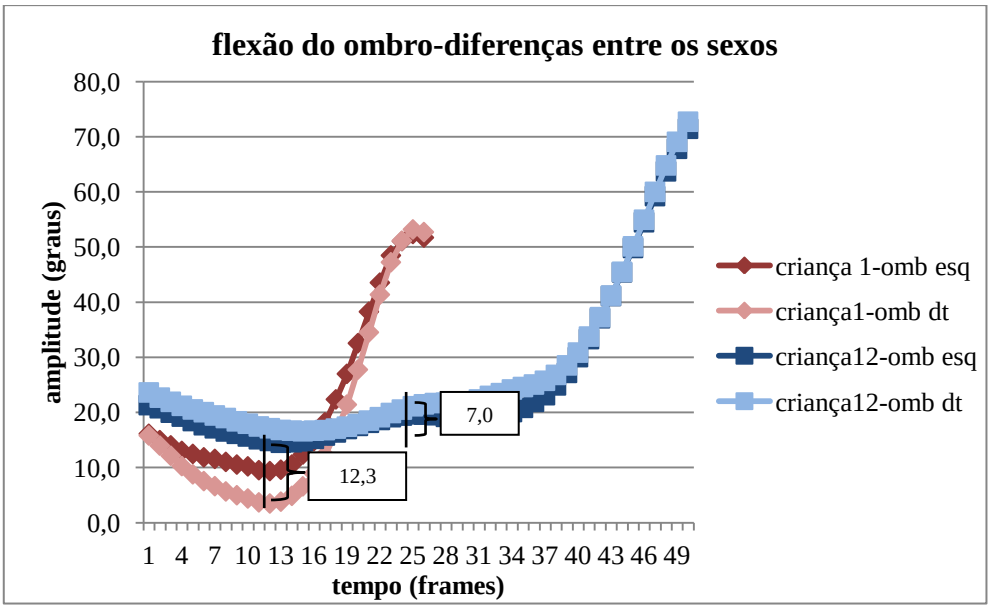

Figura 3: diferenças entre os sexos nos movimentos de flexão do ombro no lançamento por baixo bilateral

No cotovelo observa-se um movimento praticamente simétrico entre os membros superiores, porém nota-se uma grande variação nas amplitudes de flexão entre as crianças. Os dados apresentados de seguida (figura 4 e 5) referem-se à flexão do cotovelo nas doze crianças, no decorrer da tarefa.

Observa-se que, por norma, o cotovelo inicia o movimento no seu máximo de flexão, realizando extensão no decorrer da tarefa. Apenas nos momentos finais se nota uma ligeira flexão do cotovelo. A criança 11 é uma exceção a este comportamento: inicia a tarefa com o cotovelo fletido, aumentando esta flexão até atingir cerca de 120,0 graus (máximo de flexão), depois realiza cerca de 70,0 graus extensão, terminando a tarefa com o cotovelo entre 40,0 e 50,0 graus de flexão.

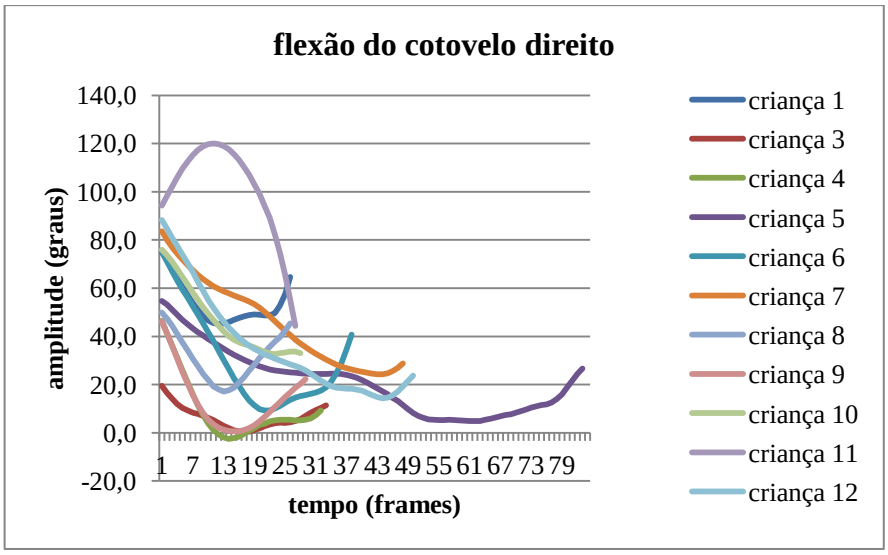

Figura 4: flexão do cotovelo direito no lançamento por baixo bilateral

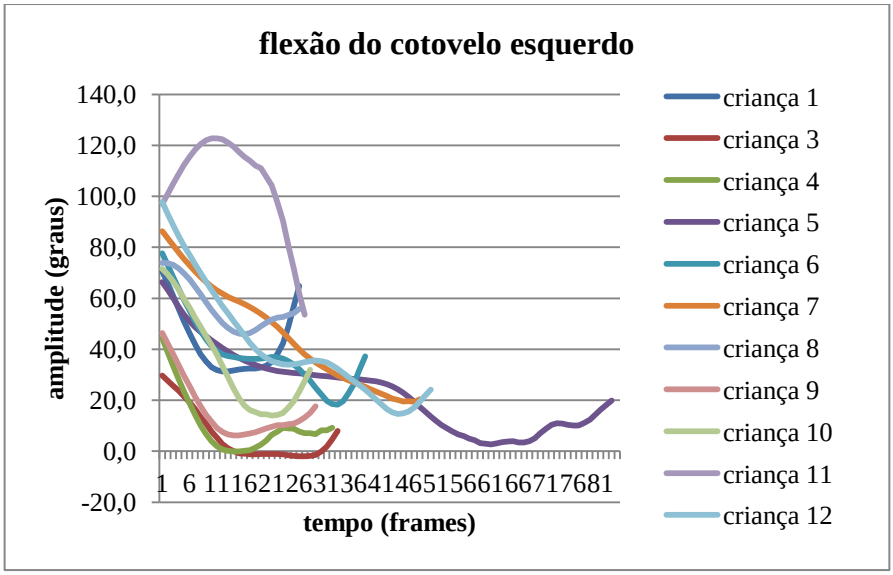

Figura 5: flexão do cotovelo esquerdo no lançamento por baixo bilateral

No tronco verifica-se uma ligeira variação na amplitude entre as crianças, predominando os movimentos de flexão/extensão nos segmentos torácico e lombar.

Durante o lançamento, as crianças oscilam entre movimentos de flexão e extensão, revelando alguma instabilidade. No entanto, na generalidade, as crianças mais novas apresentam uma maior instabilidade do que o restante grupo, com exceção da criança 10 que se revela tão estável como as crianças mais velhas. A criança que pratica mais frequentemente exercício também revela um dos comportamentos mais estáveis.

Na figura 6, compara-se uma das crianças mais novas (criança 3) com a criança que mais vezes pratica desporto (criança 8). Observa-se que a criança 3 apresenta várias movimentações no tronco durante o lançamento, enquanto que a criança 8 praticamente não faz oscilações.

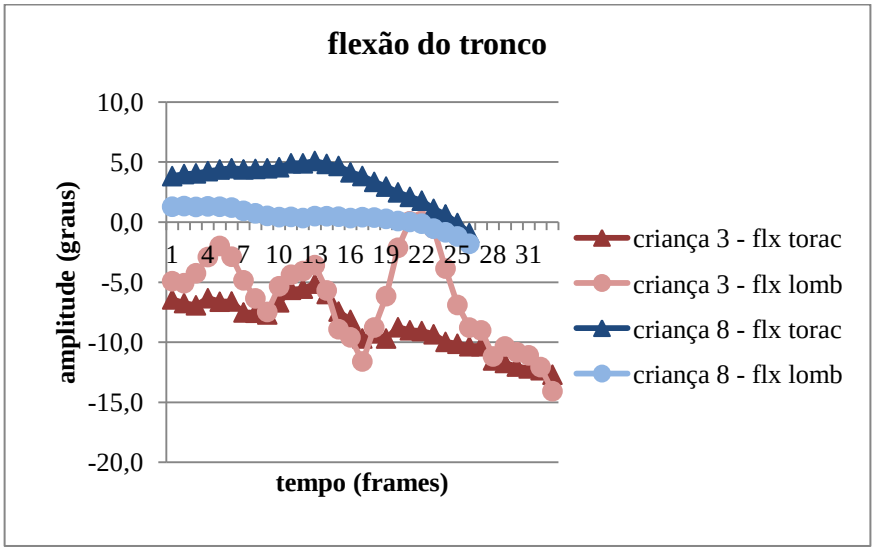

Figura 6: flexão dos segmentos torácico e lombar nas crianças 3 e 8 no lançamento por baixo bilateral

Na pélvis destacam-se os movimentos de anteversão/retroversão, com valores que variam entre -0,6 e 34,5 graus de anteversão (amplitude total de 35,1 graus). Por norma, as crianças aumentam a anteversão no decorrer da tarefa, realizando uma ligeira retroversão na fase final. As crianças 7 e 11 diferem do restante grupo, pois a primeira vai aumentando a anteversão até ao final da tarefa e a segunda realiza movimento de retroversão desde o início.

Assim como no tronco, nota-se também alguma instabilidade ao nível da pélvis, oscilando ligeiramente entre movimentos de anteversão e retroversão. Mais uma vez, verificam-se diferenças entre as idades e prática de exercício físico. Na figura 7 comparam-se as crianças 3 (mais nova) e 8 (pratica mais frequentemente desporto). Nota-se que a criança 3 apresenta mais oscilações do que criança 8. Verifica-se, ainda, que a criança 3 atinge maiores amplitudes de anteversão.

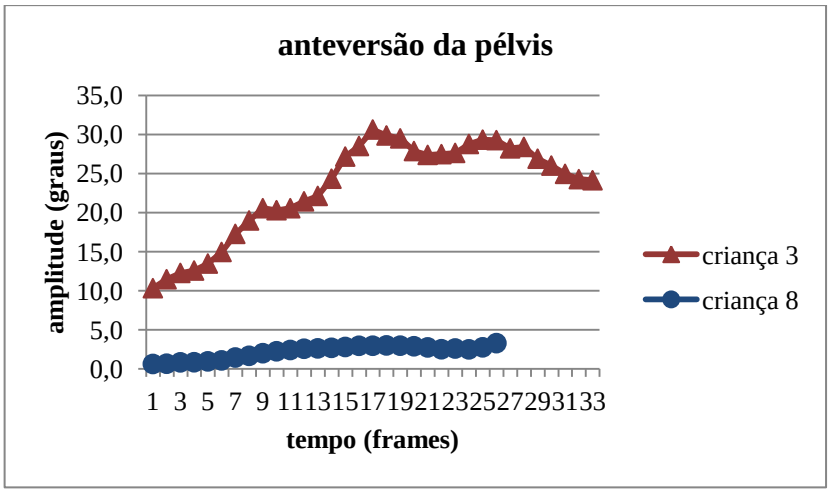

Figura 7: anteversão da pélvis nas crianças 3 e 8 no lançamento por baixo bilateral

No decorrer da tarefa torna-se evidente um padrão de movimento combinado entre o ombro, tronco e pélvis: quando os ombros realizam extensão, a amplitude de anteversão da pélvis aumenta e o tronco realiza uma ligeira extensão, principalmente a nível lombar. Este padrão é bastante consistente entre as crianças, apresentando-se, de seguida, o exemplo da criança 8 na relação ombro, tronco e pélvis (figura 8) e depois mais especificamente na relação tronco e pélvis (figura 9).

.

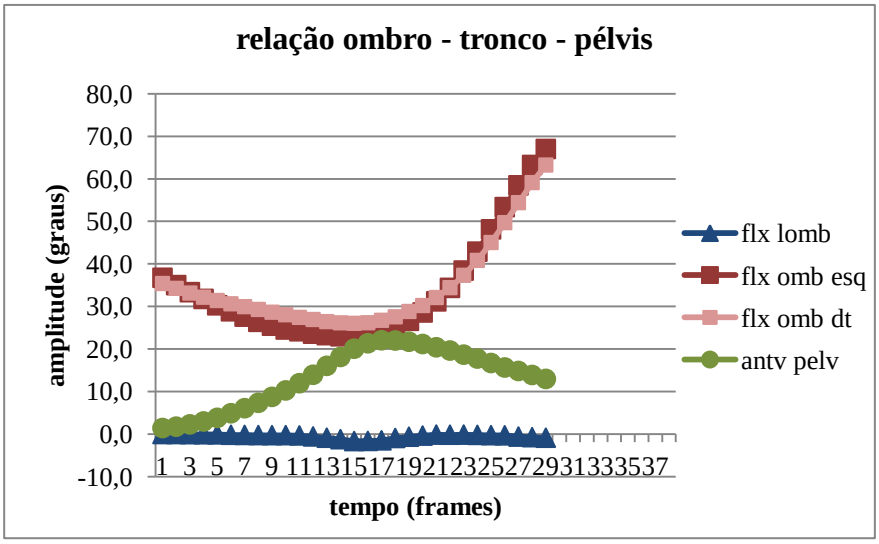

Figura 8: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento por baixo bilateral

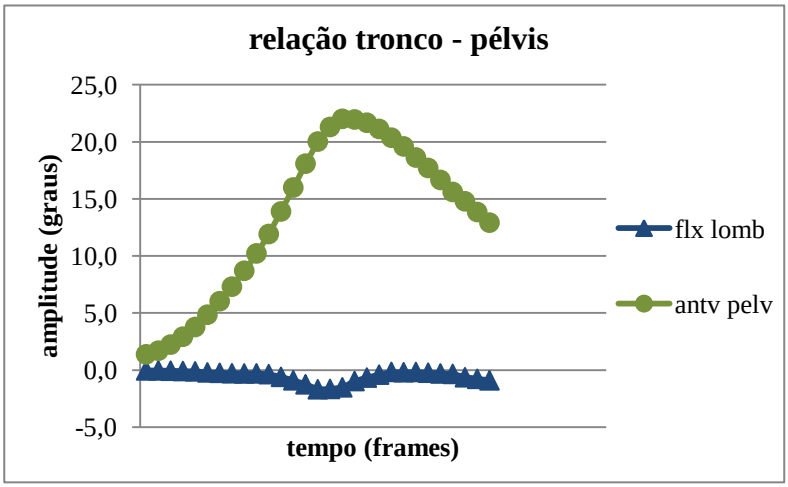

Figura 9: relação entre o tronco e pélvis no lançamento por baixo bilateral

Em jeito de síntese da análise do lançamento por baixo bilateral pode-se referir que as crianças revelam um movimento quase simétrico de flexão do ombro e cotovelo, não se verificando diferenças na variação da amplitude entre as crianças. No entanto, nota-se que os rapazes revelam um movimento de flexão do ombro ligeiramente mais simétrico do que o das raparigas. E que as raparigas revelam uma maior amplitude de balanço dos que os rapazes.

Neste lançamento, os ombros, tronco e pélvis apresentam um padrão combinado de movimento (extensão do ombro-anteversão da pélvis-extensão lombar). Porém, verifica-se que as crianças mais novas revelam uma maior instabilidade ao nível da pélvis e tronco, comparativamente com as crianças mais velhas e com a criança que tem uma prática desportiva mais frequente.

2. Lançar por baixo unilateral

Nesta tarefa, as crianças lançam a bola de ténis por baixo, com a mão preferida, para o avaliador que se encontra a três metros de distância.

Neste lançamento, não se verificam grandes diferenças no movimento do membro superior envolvido, comparativamente com a tarefa bilateral. No entanto, a amplitude máxima de flexão do ombro surge na fase final da tarefa e não na fase inicial.

Tal como se observa na figura seguinte (figura 10), as crianças iniciam o movimento entre os 0,0 e 20,0 graus de abdução, aumentando-a ligeiramente no decorrer do lançamento, se bem que com algumas oscilações. Apenas as crianças 6, 7 e 10 é que realizam abdução nos momentos iniciais, depois uma marcada adução, voltando à abdução na fase final. Nos momentos finais é que se verifica um aumento mais acentuado da abdução em todas as crianças, sem ultrapassar os 45,0 graus.

Nota-se, ainda, que tal como no lançamento por baixo bilateral, a criança 5 apresenta um maior tempo de duração no lançamento. A criança 7 também apresenta uma duração superior ao restante grupo, se bem que menor do que a criança 5.

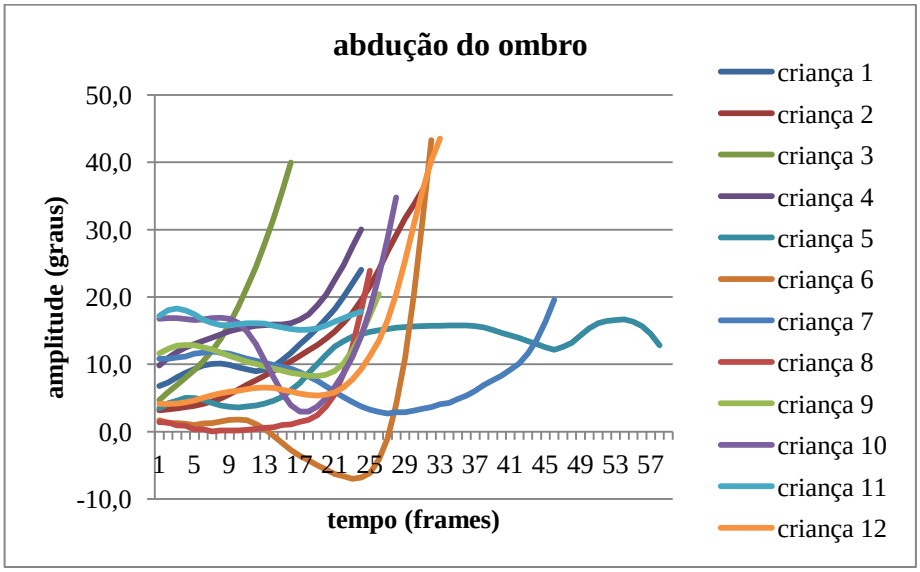

Figura 10: abdução do ombro no lançamento por baixo unilateral

De seguida apresentam-se os dados relativos à flexão do ombro durante o lançamento nas diversas crianças (figura 11). A maioria dos participantes inicia o movimento com amplitudes entre 20,0 e 50,0 graus de flexão do ombro, com exceção das crianças 5, 7, 10 e 11 que iniciam entre 0,0 e 20,0 graus de extensão. Na generalidade, o ombro começa por realizar extensão (fase de balanço) e depois movimento de flexão, aumentando a sua amplitude até ao momento de largar a bola (picos máximo de flexão).

No momento final nota-se que a maioria das crianças apresenta amplitudes entre 40,0 a 60,0 graus de flexão.

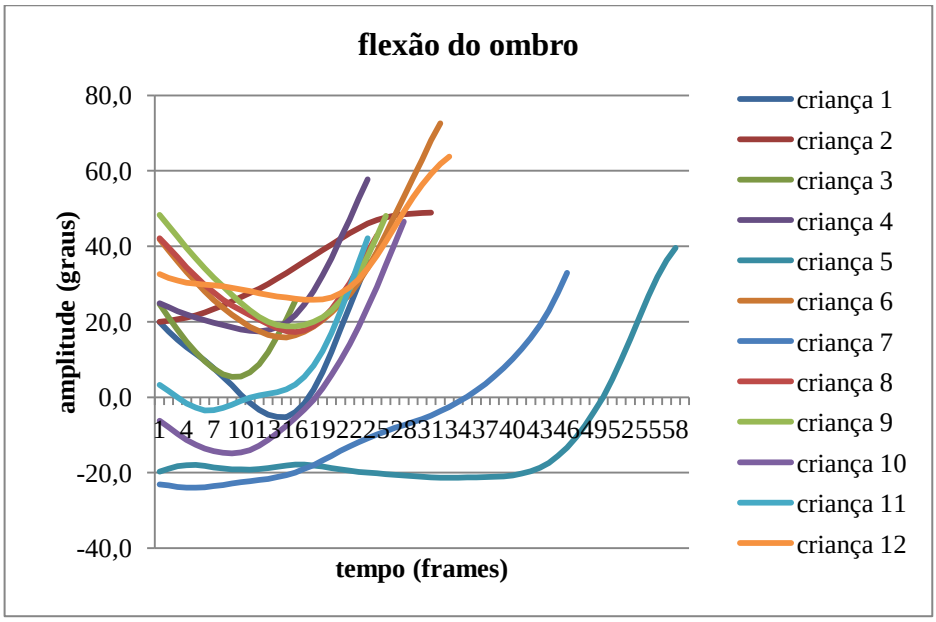

Figura 11: flexão do ombro no lançamento por baixo unilateral

A maior parte das crianças (exceto 2, 5 e 7) realiza a fase de balanço do membro, notando-se, para idades semelhantes, uma maior amplitude de balanço no sexo feminino. Na figura apresentada de seguida (figura 12) comparam-se as crianças 8 (sexo feminino) e 4 (sexo masculino), sendo evidente uma maior extensão do membro na criança 8 (24,9 graus) do que na criança 4 (7,5 graus).

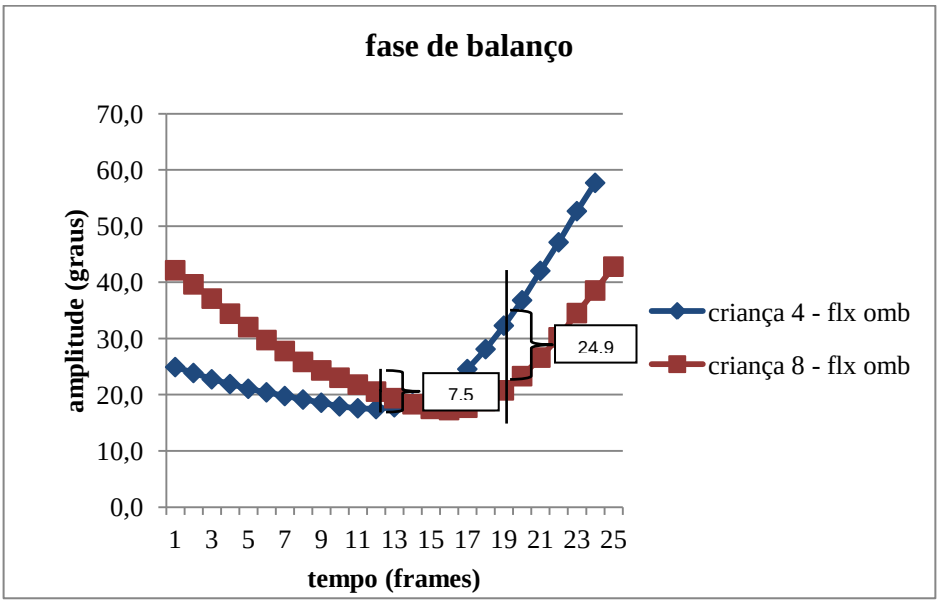

Figura 12: diferenças entre os sexos na fase de balanço do lançamento por baixo unilateral

Tal como no lançamento anterior, verifica-se que o pico de flexão do cotovelo ocorre no momento inicial, sendo por norma superior a 40,0 graus (figura 13). No decorrer da tarefa o cotovelo realiza extensão, existindo uma ligeira flexão apenas no momento de largar a bola. Nesse momento, as crianças apresentam uma amplitude que varia sensivelmente entre os 10,0 e os 40,0 graus de flexão.

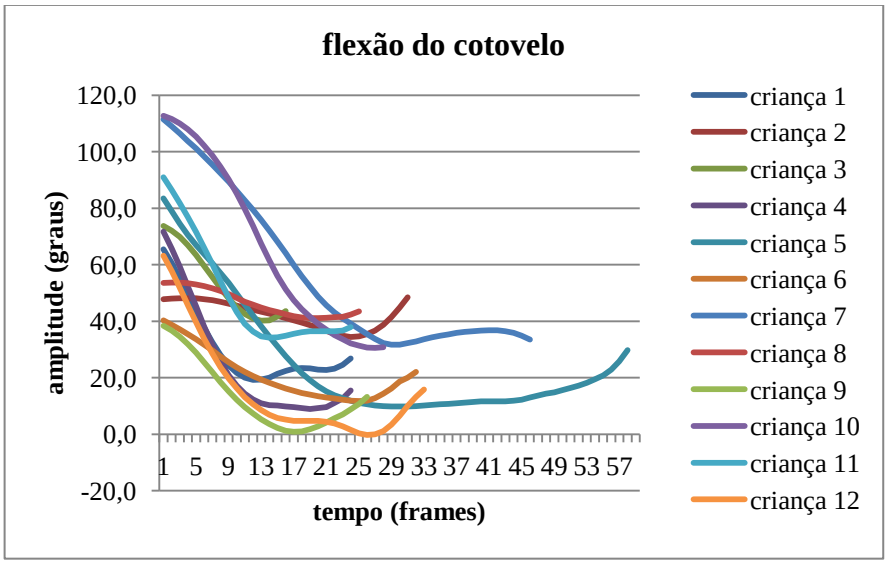

Figura 13: flexão do cotovelo no lançamento por baixo unilateral

Quando se analisa a combinação entre os movimentos do ombro e cotovelo do membro envolvido, tornam-se evidentes dois padrões distintos:

(1) extensão inicial do cotovelo e ombro para executar o balanço e posterior flexão de ambos no lançamento da bola. Este padrão é comum às crianças 1, 2, 3, 6, 8 e 9, no entanto nota-se que nas crianças 1, 2, 3 e 6, a flexão do ombro surge momentos antes da flexão do cotovelo. No gráfico seguinte (figura 14) mostra-se o caso das crianças 6 e 9.

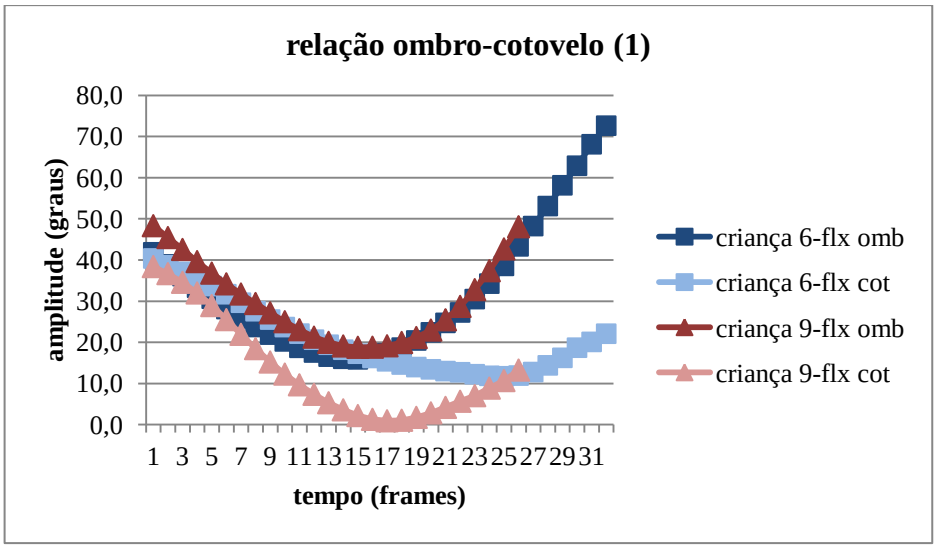

Figura 14: relação entre a flexão do ombro e cotovelo no lançamento por baixo unilateral (1)

(2) no gráfico abaixo apresentado (figura 15) nota-se uma maior dissociação entre o ombro e cotovelo, com um menor envolvimento do ombro. No início do movimento, o ombro mantém-se praticamente estável, verificando-se apenas extensão do cotovelo. Só na fase do lançamento propriamente dito é que se observa o envolvimento do ombro, existindo flexão do ombro e cotovelo. Este padrão é encontrado nas crianças 4, 5, 7, 10, 11 e 12. No entanto, verifica-se que nas crianças 4, 10 e 12 a flexão do ombro surge momentos antes da flexão do cotovelo. Em baixo apresentam-se os casos das crianças 11 e 12.

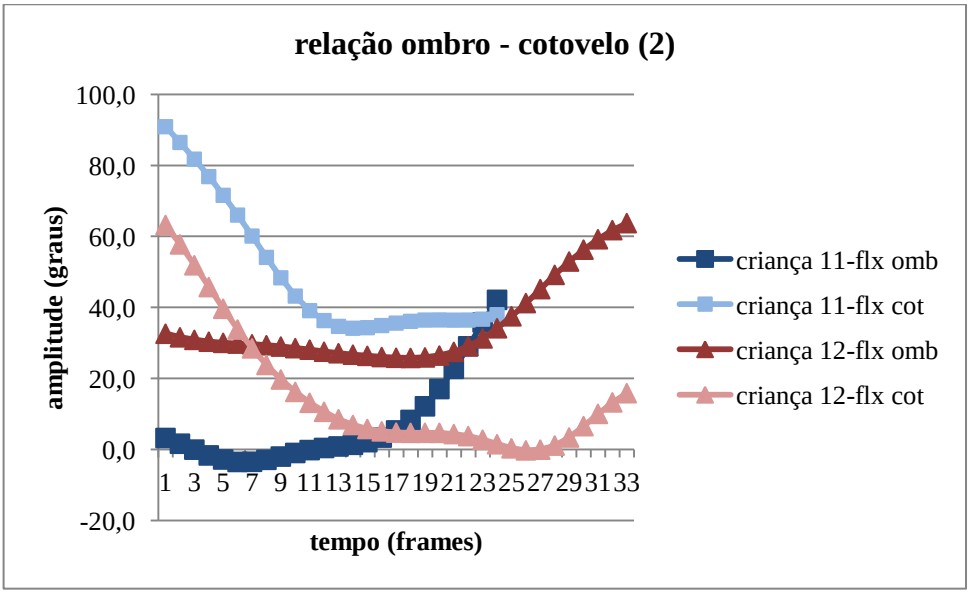

Figura 15: relação entre a flexão do ombro e flexão do cotovelo no lançamento por baixo unilateral (2)

Desta forma, a idade ou sexo das crianças não parecem influenciar o comportamento apresentado, havendo seis crianças com um comportamento e seis com o outro.

No tronco, o movimento que mais se evidencia é a rotação, quer no segmento lombar quer no torácico, existindo diferentes padrões de rotação de acordo com a criança:

(1) rotação do tronco para o lado oposto ao membro que lança a bola, aumentando a rotação no decorrer do lançamento. Este padrão é o mais comum, estando presente em quase todas as crianças (crianças 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 e 12) (ver na figura 16 o exemplo da rotação torácica na criança 11).

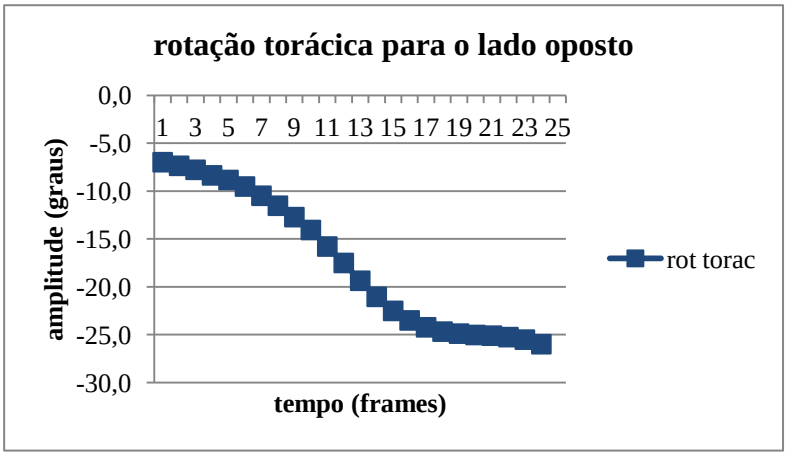

Figura 16: rotação do segmento torácico para o lado oposto do membro que lança no lançamento por baixo unilateral (criança 11)

(2) rotação do tronco para o lado do membro que lança a bola, rodando para o lado oposto apenas nos momentos finais. Este padrão é visível apenas nas crianças 5 e 6, apresentando-se, na figura seguinte (figura 17), o movimento de rotação torácica. Estas crianças são duas das que não praticam qualquer exercício físico, destacando-se que a criança 6 tem a dominância à esquerda.

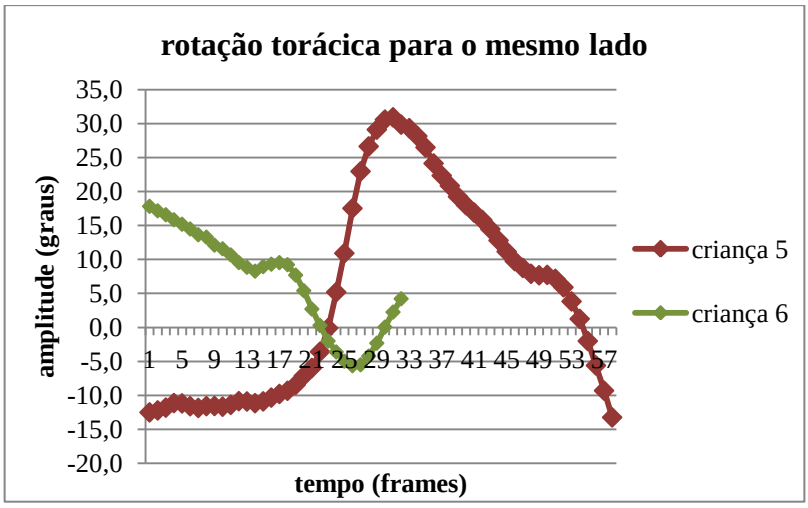

Figura 17: rotação do segmento torácico para o lado do membro que lança no lançamento por baixo

A criança 7 é uma exceção a estes padrões, pois roda o tronco para o lado oposto na primeira parte da tarefa e para o lado do membro que lança a bola na segunda parte.

Na pélvis, predominam os movimentos de anteversão/retroversão, com uma variação entre 4,1 graus de retroversão e 35,5 de anteversão. No entanto, este segmento mantém-se estável na maioria dos participantes, nos quais apenas sofre oscilações subtis, na maioria não superiores a 10 graus (ver figura 18). Observa-se alguma instabilidade apenas em duas crianças mais novas (crianças 5 e 10). A criança 3 é uma exceção, pois mesmo sendo uma das mais novas, revela um comportamento tão estável como as mais velhas.

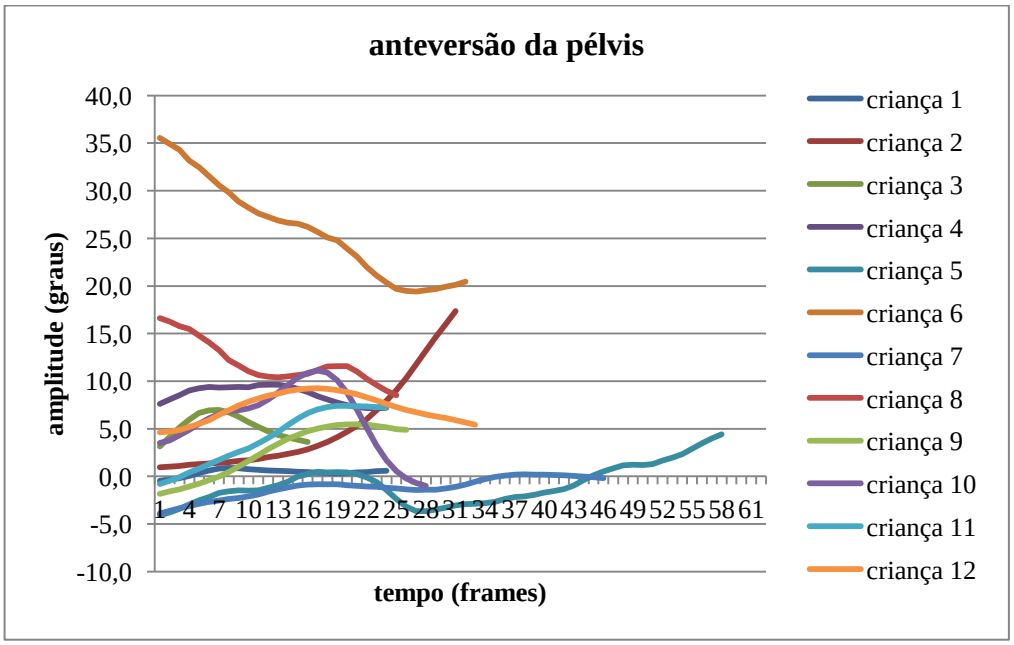

Figura 18: anteversão da pélvis no lançamento por baixo unilateral

Na figura 19 comparam-se as crianças 5 (rapaz mais novo) e 12 (um dos rapazes mais velhos), verificando-se que a criança mais nova apresenta mais oscilações na pélvis do que a criança mais velha.

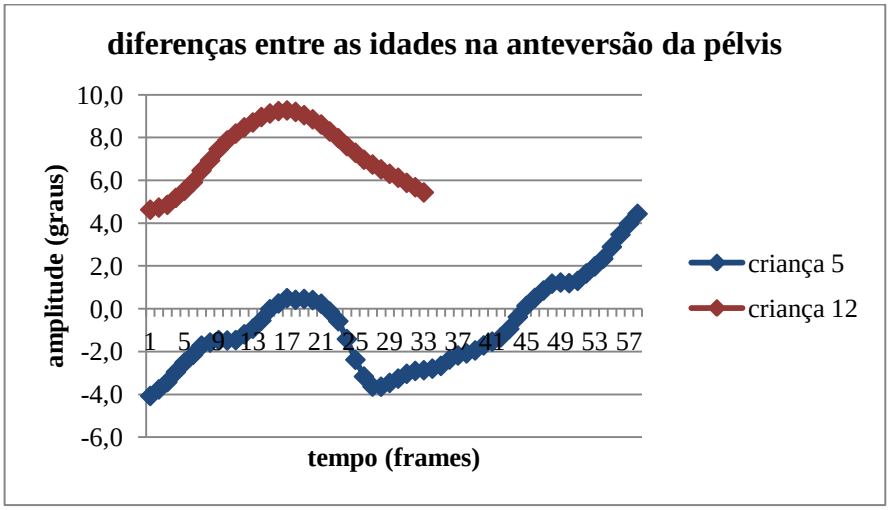

Figura 19: diferenças entre as idades na anteversão da pélvis no lançamento por baixo unilateral

Nas crianças 2, 5, 9 e 11 ocorre um aumento da anteversão na fase final do lançamento, sendo evidente, mais uma vez, a extensão simultânea da zona lombar. Note-se que as crianças 2 e 5 não realizam a fase de balanço e que a criança 11 tem uma amplitude bastante reduzida, podendo ser um dos motivos para este comportamento. A título de exemplo apresenta-se o comportamento da criança 5 na figura abaixo (figura 20).

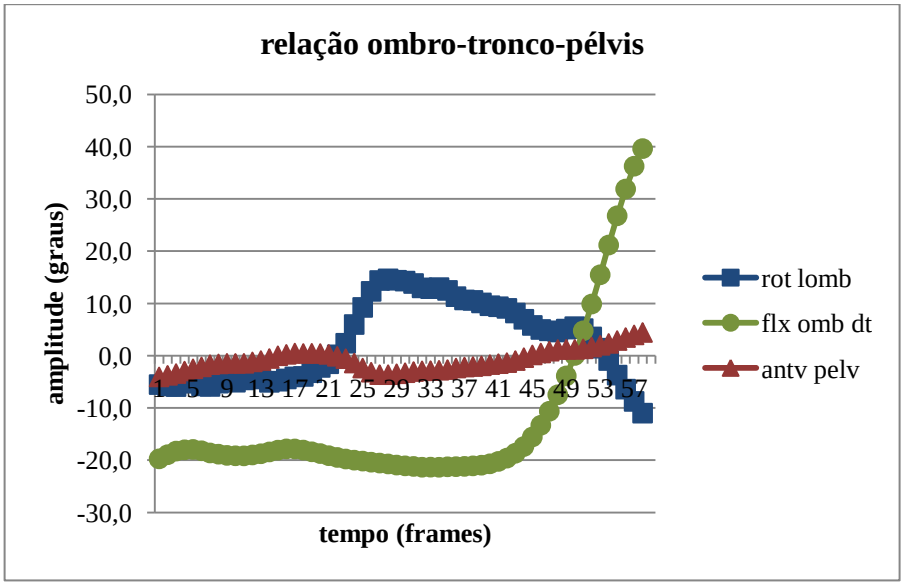

Figura 20: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento por baixo unilateral (criança 5)

Como resumo da análise do lançamento por baixo unilateral pode-se afirmar que, nesta tarefa, nota-se alguma variação nas amplitudes de movimento do membro que lança a bola mas não se estabelecem relações com a idade ou sexo das crianças. Observa-se, novamente, a fase de balanço em quase todas as crianças, com as raparigas a realizaram mais extensão do que os rapazes.

Existem dois padrões distintos de combinação dos movimentos do ombro e cotovelo, distinguindo-se pela maior e menor dissociação entre estes segmentos, mas, novamente, não se estabelecem relações com a idade ou sexo das crianças.

Ao nível do tronco sobressaem os movimentos de rotação, verificando-se dois padrões distintos. Os comportamentos distinguem-se pela direção do movimento, sendo que a maioria dos meninos roda o tronco para o lado oposto ao membro que lança a bola. As exceções são duas crianças que não praticam exercício físico. Acrescenta-se que as crianças mais novas revelam uma maior instabilidade nos movimentos do tronco e pélvis, comparativamente com as crianças mais velhas e com a rapariga que tem uma prática desportiva mais frequente. Mais uma vez, quando a anteversão da pélvis aumenta, o tronco realiza extensão mais marcada a nível lombar.

3. Lançar ao chão bilateral

Nesta tarefa, as crianças lançam a bola de ténis com as duas mãos para o avaliador, fazendo ressaltar a bola no chão. O avaliador encontra-se a três metros de distância.

Neste lançamento verifica-se um movimento de flexão quase simétrico entre os membros superiores em todas as crianças. As figuras 21 e 22 apresentadas de seguida referem-se à amplitude de flexão do ombro direito e esquerdo nas diversas crianças. Observa-se que os participantes aumentam a flexão dos ombros no decorrer do lançamento, realizando extensão nos momentos finais. Por norma iniciam o lançamento com amplitudes entre os 20,0 e os 60,0 graus (exceto a criança 8 que inicia próxima do 0,0), atingem picos de flexão entre os 55,0 e os 120,0 (exceto a criança 3 que atinge os 143,0 graus no membro direito), terminando a tarefa entre os 40,0 e 90,0 graus de flexão.

Apenas a criança 11 (mais velha) mostra um comportamento de exceção nos movimentos de flexão do ombro, pois apresenta um padrão assimétrico e sem a fase de extensão nos momentos finais, destacando-se do restante grupo.

Nota-se ainda que, tal como aconteceu nos lançamentos por baixo, a criança 5 (rapaz mais novo) apresenta um tempo de duração da tarefa significativamente maior do que as restantes crianças.

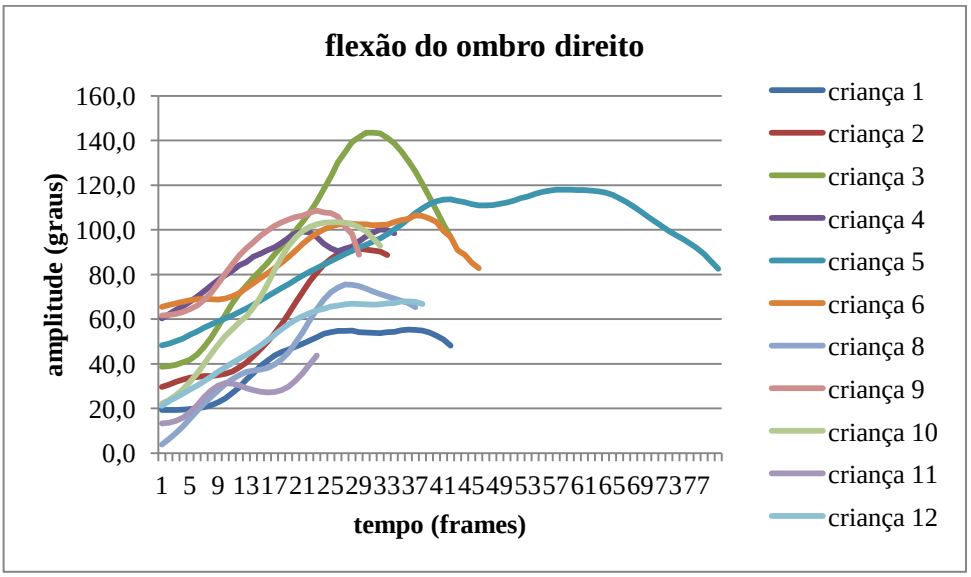

Figura 21: flexão do ombro direito no lançamento ao chão bilateral

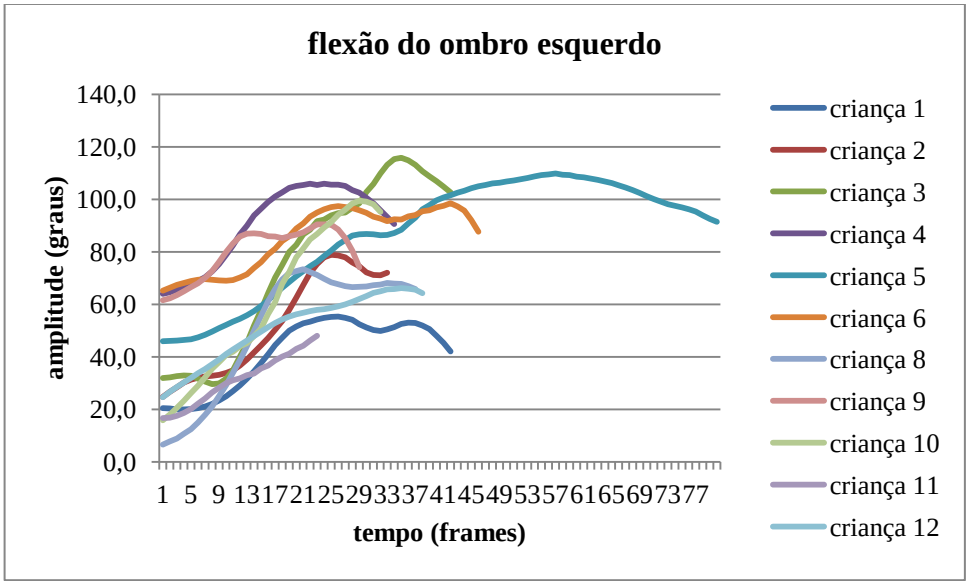

Figura 22: flexão do ombro esquerdo no lançamento ao chão bilateral

As crianças mais novas (crianças 3, 5 e 10) apresentam uma maior variação na amplitude de flexão do ombro (entre 63,8 graus e 104,9), iniciando o movimento com uma amplitude de flexão maior que as outras crianças e terminam igualmente com uma amplitude de flexão maior. A título de exemplo, apresentam-se os valores registados pelas três crianças mais novas e por duas mais velhas:

- mais novas (figura 23): criança 3, com amplitude total de flexão no ombro esquerdo de 104,9 graus e no ombro direito de 83,9 graus; criança 5, com amplitude total de 65,3 graus no ombro esquerdo e de 63,8 graus no ombro direito; criança 10, com amplitude total de 81,3 graus no ombro esquerdo e de 83,7 graus no ombro direito.

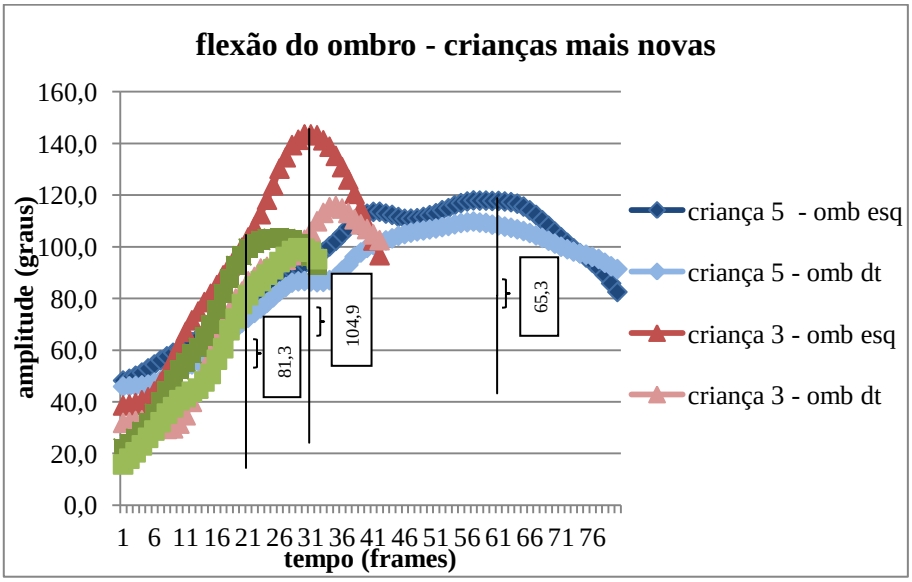

Figura 23: flexão do ombro nas crianças mais novas no lançamento ao chão bilateral

- mais velhas (figura 24): criança 1 com amplitude total de flexão do ombro de 35,5 graus no ombro esquerdo e de 35,3 graus no ombro direito; criança 12, com amplitude total de 46,6 graus no ombro esquerdo e de 41,6 graus no ombro direito.

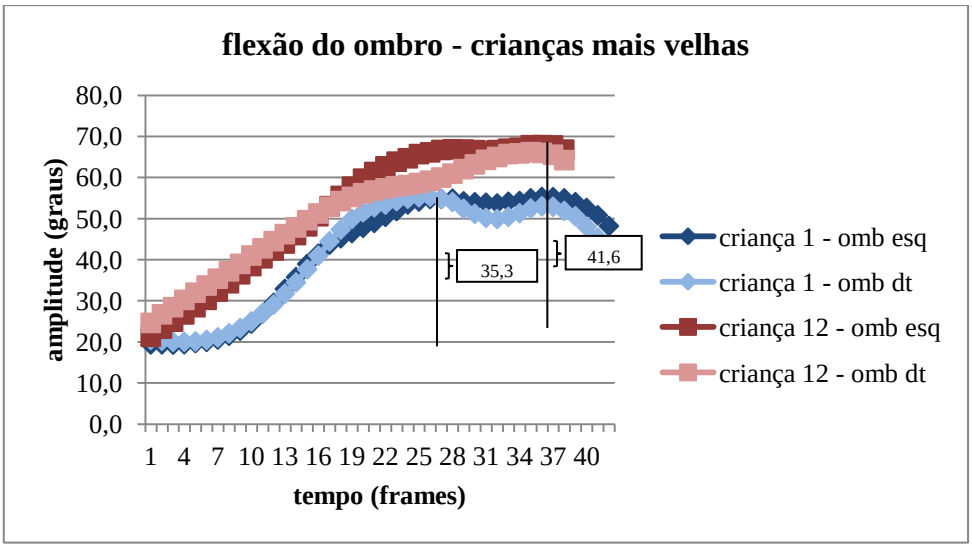

Figura 24: flexão do ombro nas crianças mais velhas no lançamento ao chão bilateral

Quando se comparam crianças dos dois sexos, dentro da mesma idade, os rapazes apresentam um movimento mais simétrico dos membros superiores. Na figura seguinte (figura 25) compara-se o movimento de flexão do ombro nas crianças 3 (sexo feminino) e 5 (sexo masculino).

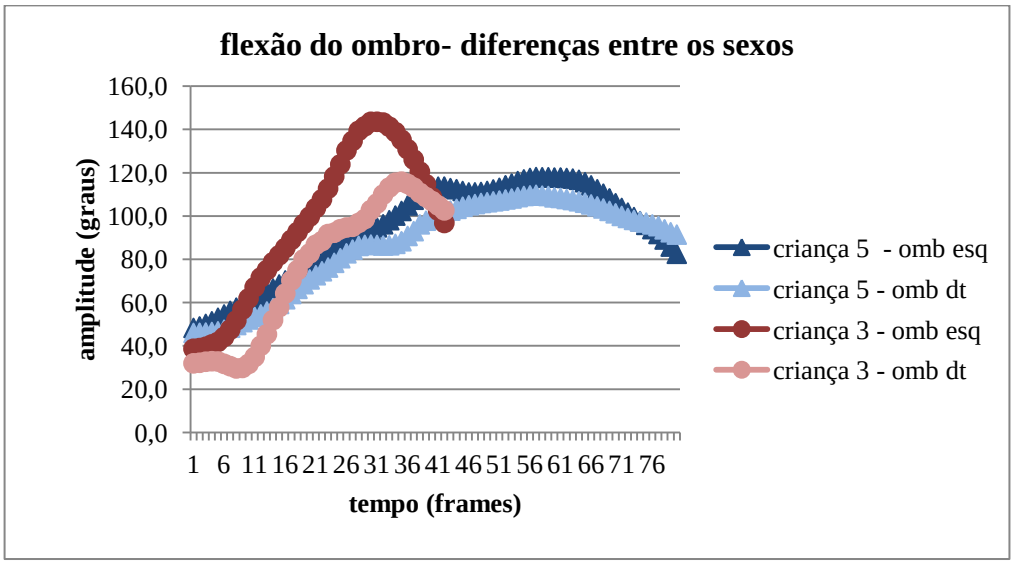

Figura 25: diferenças entre os sexos na simetria dos movimentos de flexão do ombro no lançamento ao chão bilateral

No cotovelo, verifica-se um movimento praticamente simétrico entre os membros superiores, mas com uma grande variação das amplitudes de flexão entre as crianças, com

uma amplitude inicial muito distinta, como se pode verificar nas figuras 26 e 27 apresentadas de seguida.

Na generalidade, nota-se um comportamento semelhante nas crianças: flexão inicial do cotovelo até atingir o máximo de flexão (entre 80,0 e 130,0 graus), depois nos momentos finais ocorre extensão, atingindo o máximo de extensão no momento de largar a bola. No largar da bola surgem amplitudes entre 20,0 e 80,0 graus de flexão no membro direito e entre 15,0 e 85,0 graus no membro esquerdo.

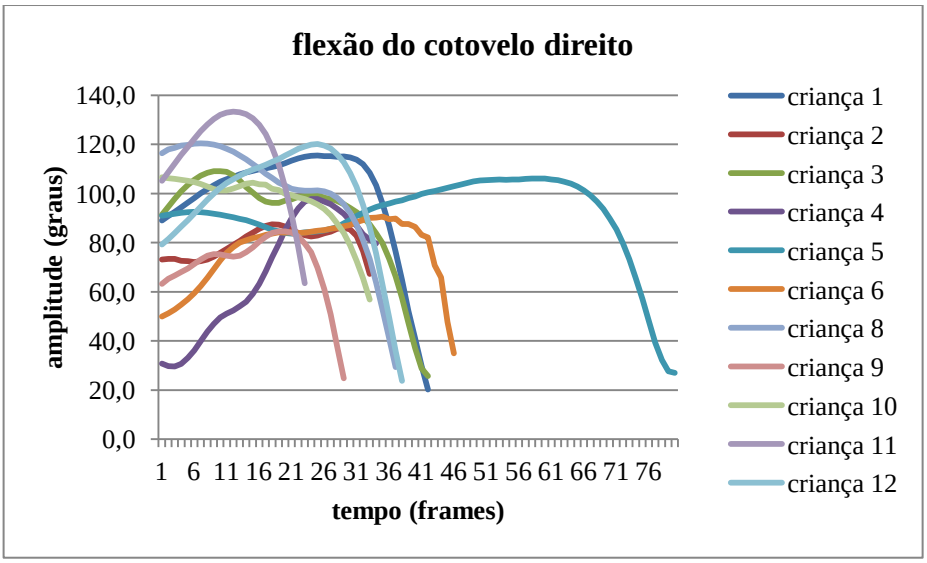

Figura 26: flexão do cotovelo direito no lançamento ao chão bilateral

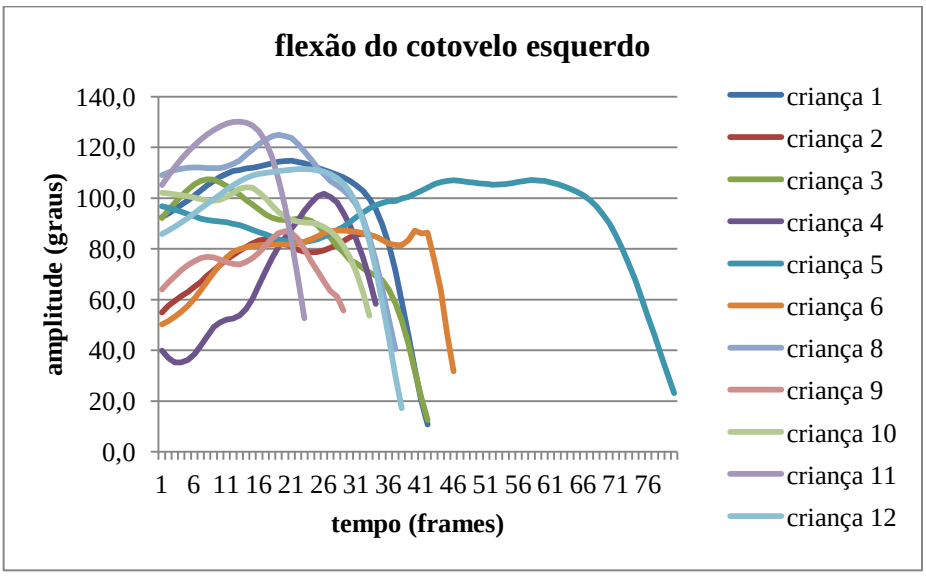

Figura 27: flexão do cotovelo esquerdo no lançamento ao chão bilateral

Na amostra verificou-se um padrão de relação entre o ombro, tronco e pélvis no decorrer da tarefa: quando a flexão dos ombros aumenta, a anteversão da pélvis também aumenta e o segmento lombar realiza extensão. Na figura seguinte (figura 28) mostra-se como exemplo a criança 1.

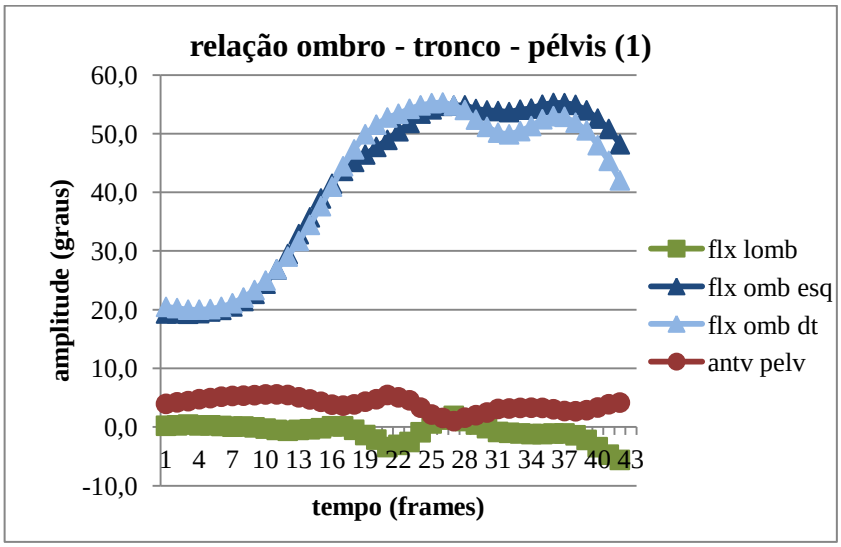

Figura 28: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento ao chão bilateral (1)

No momento de largar a bola, apenas três crianças (1, 9 e 12) conseguem manter esta relação, pois as restantes realizam extensão dos ombros, anteversão da pélvis e flexão lombar. Desta forma, nota-se que a maioria das crianças ainda revela alguma instabilidade ao nível da pélvis e tronco. A título de exemplo apresenta-se de seguida o comportamento da criança 5 (figura 29).

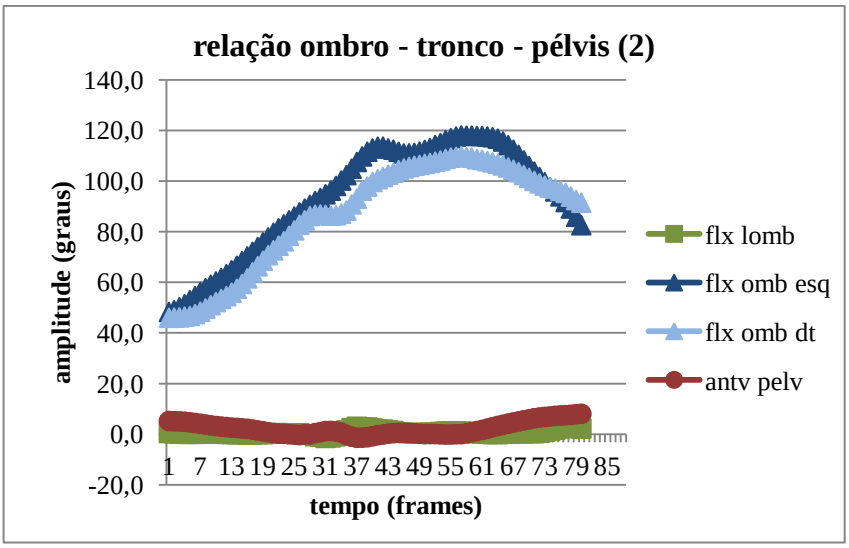

Figura 29: relação entre o ombro, tronco e pélvis no lançamento ao chão bilateral (2)

O comportamento da criança 6 é distinto do restante grupo, pois, tal como se observa na figura 30, não apresenta o padrão combinado entre o ombro, tronco e pélvis.

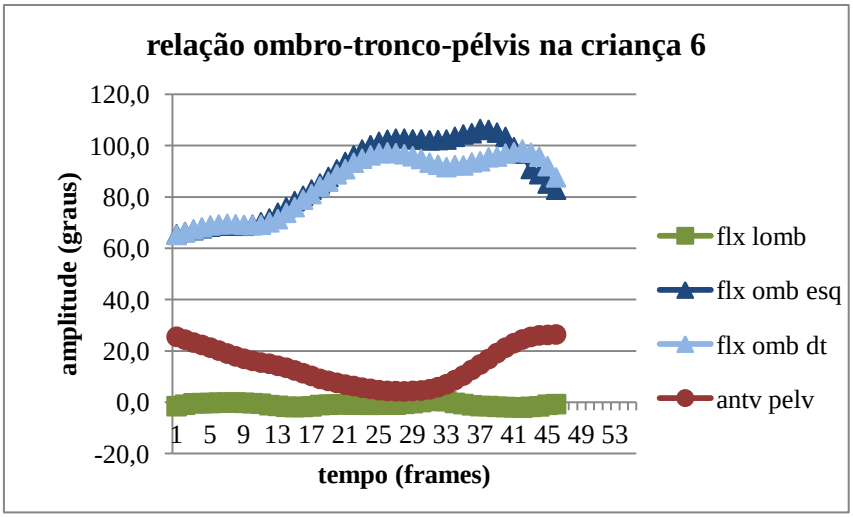

Figura 30: relação entre o ombro, tronco e pélvis da criança 6 no lançamento ao chão bilateral

Em jeito de síntese da análise do lançamento ao chão bilateral pode-se referir que se nota uma simetria entre os membros superiores nos movimentos de flexão do ombro e cotovelo. No entanto, na flexão do ombro, os rapazes mostram-se ligeiramente mais simétricos do que as raparigas. As crianças com menor idade revelam uma variação superior na amplitude de flexão do ombro comparativamente com as crianças mais velhas, iniciando e terminando a tarefa também com amplitudes superiores.

No decorrer da tarefa, os ombros, tronco e pélvis apresentam um padrão combinado de movimento (flexão do ombro-anteversão da pélvis-extensão lombar), no entanto esta relação tende a perder-se no momento de largar a bola.

Nota-se que as crianças 1 e 12 (crianças mais velhas) mostram um padrão mais evoluído de lançamento, notando-se uma maior estabilidade ao nível do tronco e pélvis e o recurso a menores amplitudes de movimento do ombro.

4. Lançar ao chão unilateral

Nesta tarefa, as crianças lançam a bola de ténis com a mão preferida para o avaliador, fazendo ressaltar a bola no chão. O avaliador encontra-se a três metros de distância.

Este lançamento não apresenta, para o membro superior envolvido, grandes diferenças relativamente à tarefa bilateral. No entanto, contrariamente ao que sucedia no movimento bilateral, a idade e sexo das crianças não parece influenciar as amplitudes de flexão do ombro.

Como se observa na figura 31, no início do movimento as crianças apresentam as amplitudes mínimas de flexão (máximas de extensão), realizando flexão até atingirem o seu máximo de amplitude. Nos momentos finais ocorre extensão do membro até o largar da bola.

Note-se que a criança 3 (uma das raparigas mais novas) destaca-se do grupo por apresentar um pico de flexão significativamente maior do que o das restantes crianças.

Neste lançamento, as crianças 1, 5 e 12 são as que apresentam um maior tempo de duração da tarefa, destacando-se do grupo.

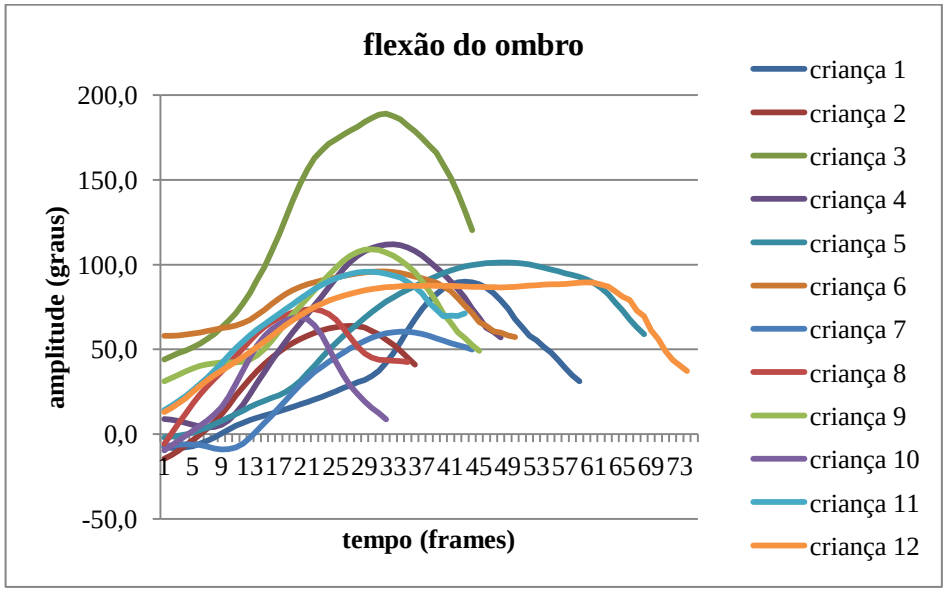

Figura 31: flexão do ombro no lançamento ao chão unilateral

As crianças iniciam o lançamento com ligeira abdução e aumentam a sua amplitude no decorrer da tarefa, atingindo o pico máximo de amplitude já na parte final. Nos últimos momentos, ocorre adução do membro até ao largar da bola. Como se observa na figura 32, a amplitude no momento inicial e final é bastante distinta entre as crianças.

Mais uma vez, a criança 3 apresenta um pico máximo de abdução notoriamente maior do que o restante grupo.

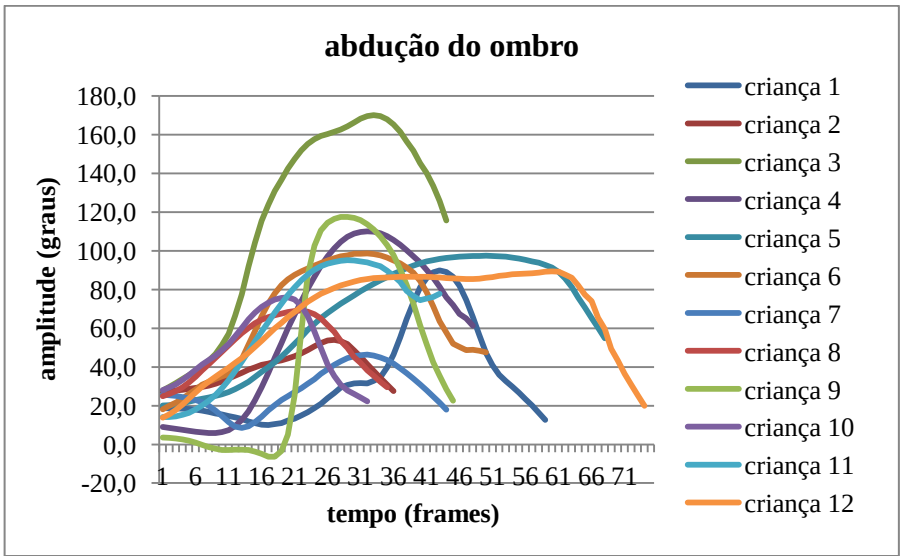

Figura 32: abdução do ombro no lançamento ao chão unilateral

Tal como se observa na figura 33, a amplitude inicial do movimento de flexão do cotovelo é, por norma, superior a 80,0 graus de flexão (apenas as crianças 3 e 9 é que apresentam amplitudes ligeiramente inferiores), depois ocorre maior flexão, atingindo amplitudes entre 94,0 e 137,8 graus, seguida de extensão, terminando o movimento, na generalidade, entre os 20,0 e os 60,0 graus de flexão.

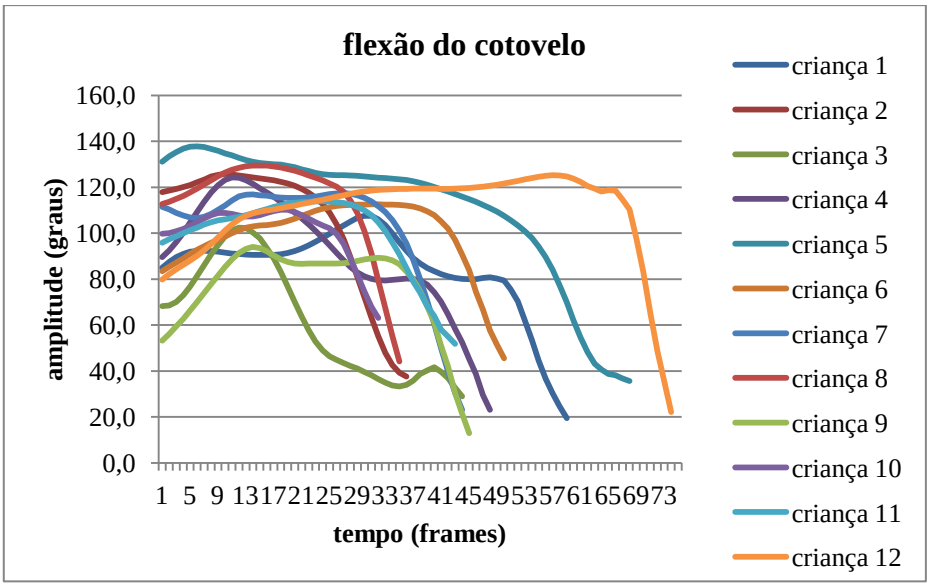

Figura 33: flexão do cotovelo no lançamento ao chão unilateral

Quando se observa a combinação entre os movimentos do ombro e cotovelo do membro que lança verificam-se dois padrões:

(1) o cotovelo mantém-se em flexão enquanto o ombro aumenta a amplitude deflexão e abdução. Nos momentos finais, o cotovelo realiza extensão, acompanhando o movimento de extensão e abdução do ombro. Este padrão é comum às crianças 2, 5, 6, 8, 10, 11 e 12, no entanto as crianças 6 e 12 revelam uma maior variação no movimento de flexão do cotovelo na fase inicial. A figura 34 abaixo apresentada refere-se à criança 2.

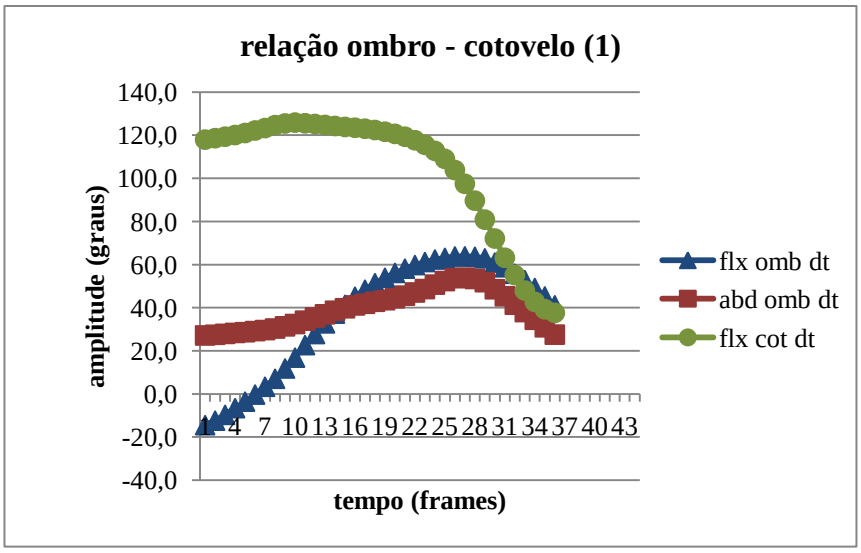

Figura 34: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao chão unilateral (1)

(2) o cotovelo tem um movimento contrário e complementar ao do ombro. Na primeira fase a flexão do cotovelo é acompanhada pela menor amplitude de flexão e abdução do ombro, mas depois, os valores invertem-se proporcionalmente. No momento de largar a bola observa-se extensão do cotovelo e adução e extensão do ombro. As crianças 3, 4 e 9 apresentam este último padrão, mostrando-se o exemplo da criança 4 na figura 35.

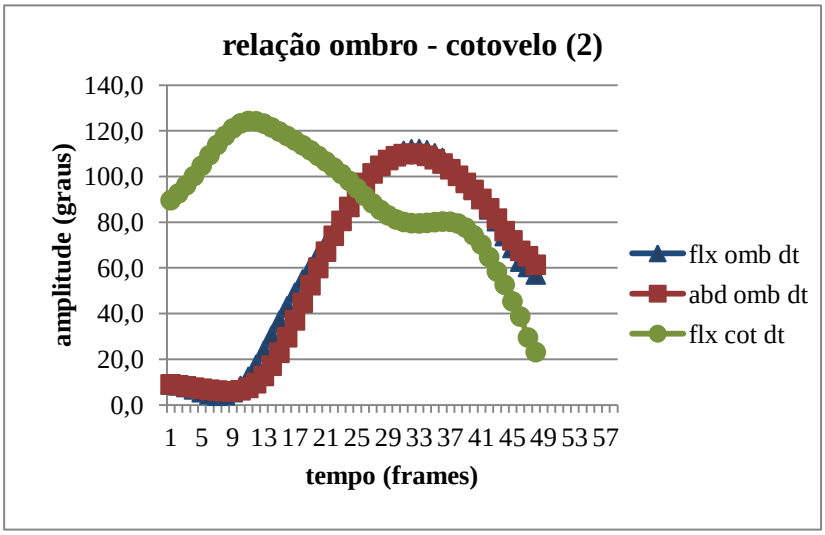

Figura 35: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao chão unilateral (2)

No tronco, o movimento que mais se destaca é a rotação, quer no segmento lombar quer no torácico, existindo dois padrões distintos de rotação de acordo com a criança:

(1) a rotação do tronco para o lado do membro que executa o lançamento e, de seguida, faz rotação para o lado oposto. Este padrão verifica-se nas crianças mais novas (2, 3 e 5).

(2) rotação do tronco para o lado oposto do membro que lança desde o início do movimento. Este padrão verifica-se nas crianças 1, 4, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

De seguida, na figura 36, compara-se a rotação torácica nas crianças 5 (mais nova) e 11 (mais velha).

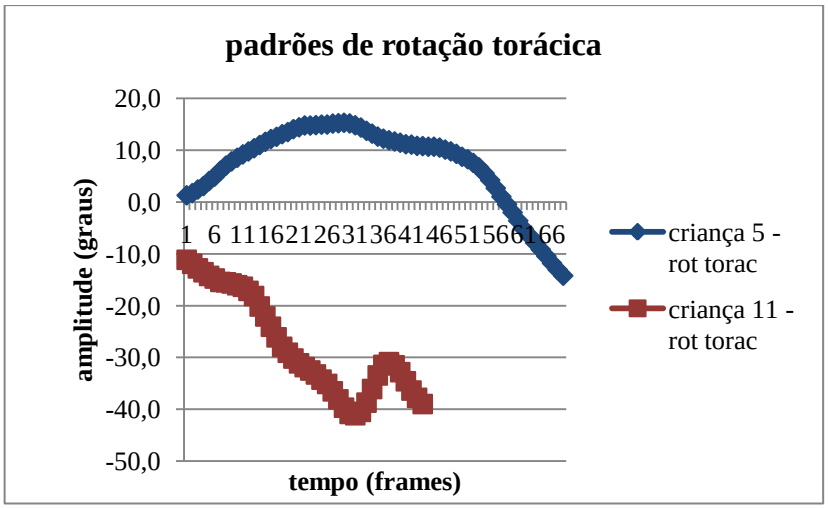

Figura 36: comparação dos padrões de rotação torácica no lançamento ao chão unilateral

No grupo, verificam-se duas exceções aos padrões acima apresentados, sendo estas as crianças 6 e 10. Na criança 6, a rotação do tronco acompanha a rotação do membro que executa o lançamento durante quase toda a tarefa, rodando para o lado oposto apenas nos momentos finais. Já a criança 10 apesar de ser uma das crianças mais novas, comporta-se como as crianças mais velhas, rodando o tronco para o lado oposto do membro que lança ao longo de toda a tarefa.

Nota-se que a rotação do tronco à direita aumenta quando a abdução do ombro também aumenta, tal como se pode ver na figura 37 apresentada de seguida (criança 2). Apenas as crianças 1 e 12 (mais velhas) é que não apresentam qualquer relação entre estes segmentos.

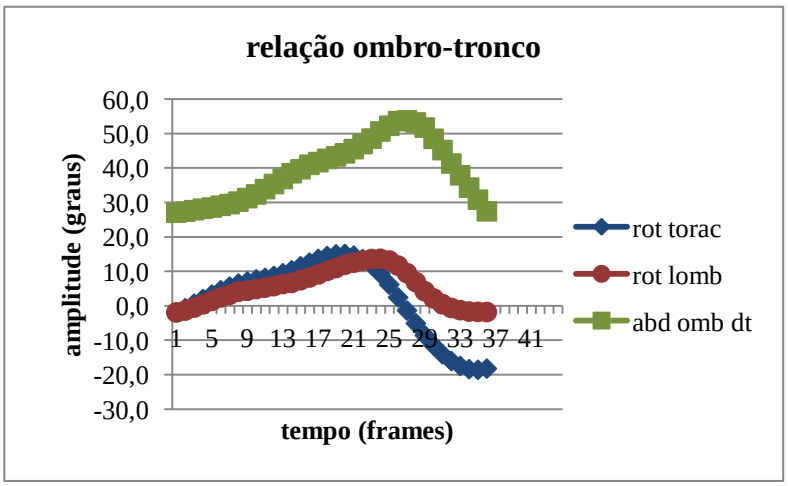

Figura 37: relação entre a abdução do ombro e a rotação do tronco no lançamento ao chão unilateral

Mais uma vez, ao nível da pélvis, predominam os movimentos de anteversão/retroversão, verificando-se oscilações, na generalidade, inferiores a 15,0 graus. A figura 38 apresenta os dados relativos à anteversão da pélvis em todo o grupo. Destaca-se apenas a criança 3 (uma das raparigas mais novas), pois esta apresenta uma maior variação do movimento relativamente ao restante grupo.

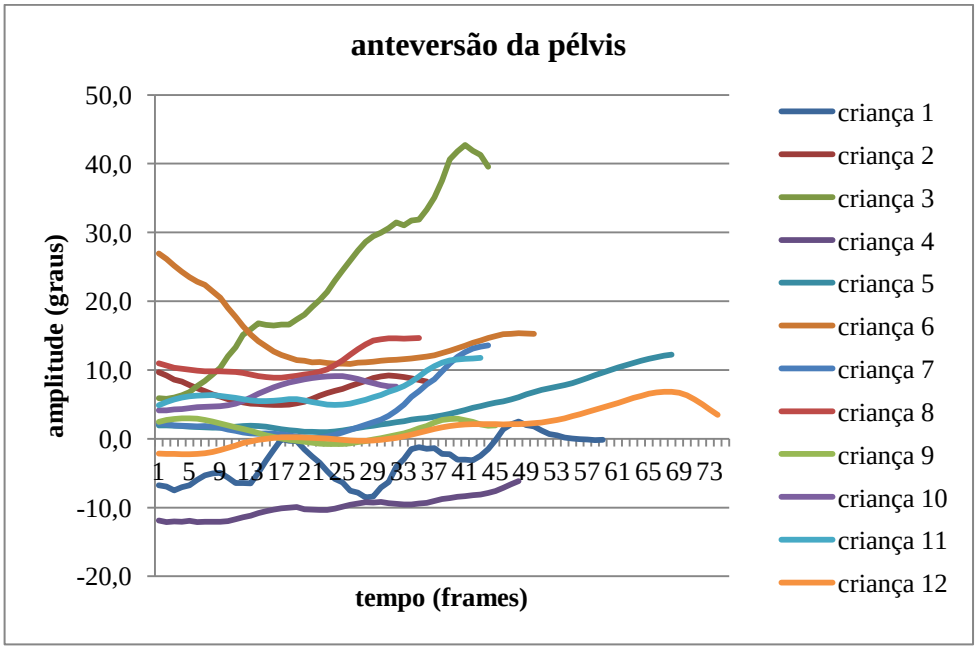

Figura 38: anteversão da pélvis no lançamento ao chão unilateral

Ao contrário do que sucede no lançamento ao chão bilateral, nesta tarefa não se verifica qualquer relação entre a flexão do ombro, anteversão da pélvis e extensão lombar, nem mesmo relação entre a anteversão da pélvis e extensão lombar.

Em jeito de síntese da análise do lançamento ao chão unilateral pode-se afirmar que ao nível do ombro e cotovelo não se observam grandes diferenças relativamente à tarefa bilateral, no entanto não se estabelecem relações com a idade ou sexo das crianças.

Nesta tarefa evidencia-se dois padrões de combinação do ombro e cotovelo, sendo que num o cotovelo mantém-se estável em flexão na fase inicial da tarefa, enquanto no outro o cotovelo tem um movimento contrário ao do ombro.

Ao nível do tronco, as crianças mais novas tendem a rodar o tronco inicialmente para o lado do membro que lança e só depois para o lado oposto, contrastando com as restantes crianças que rodam para o lado oposto ao longo de toda a tarefa. Em todas as crianças verificou-se que a rotação do tronco aumenta quando a abdução do ombro também aumenta.

Na pélvis observam-se oscilações ligeiras na amplitude de anteversão/retroversão. Ao contrário do que sucede na tarefa bilateral, não se verifica a relação entre a flexão do ombro, anteversão da pélvis e extensão do tronco.

5. Lançar ao alvo

Nesta tarefa, as crianças lançam a bola de ténis por cima ao alvo, com a mão preferida. O alvo encontra-se ao nível dos olhos das crianças e a 1,5 metros de distância.

No lançar ao alvo, o movimento do membro superior não difere muito do lançamento unilateral ao chão. Na generalidade, a flexão aumenta no decorrer da tarefa, existindo em algumas crianças uma ligeira extensão nos momentos finais. No momento de largar a bola surgem, na maioria das crianças, amplitudes entre os 60,0 e os 120,0 graus de flexão. Este comportamento pode ser observado nos dados apresentados de seguida (figura 39).

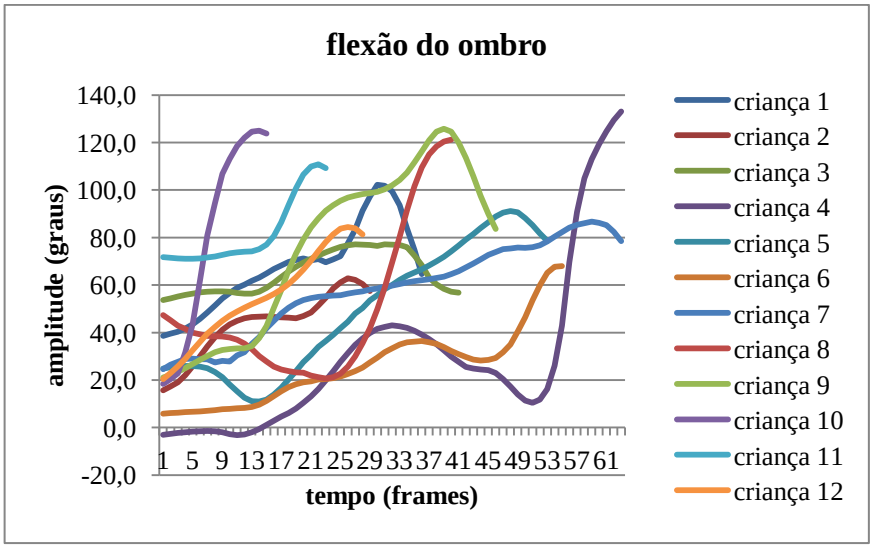

Figura 39: flexão do ombro no lançamento ao alvo

Os dados relativos ao movimento de abdução são apresentados na figura seguinte (figura 40). Note-se que a maioria das crianças inicia o movimento muito próximo dos 0,0 graus, com exceção das crianças 2 e 9 que apresentam cerca de 20,0 graus e da criança 11 que revela pouco mais que 60,0 graus. A abdução tende a aumentar no decorrer da tarefa e a maioria dos meninos realiza uma ligeira adução nos momentos finais. As amplitudes finais são sempre superiores a 60,0 graus de abdução, com exceção da criança 2 (próxima dos 0,0 graus).

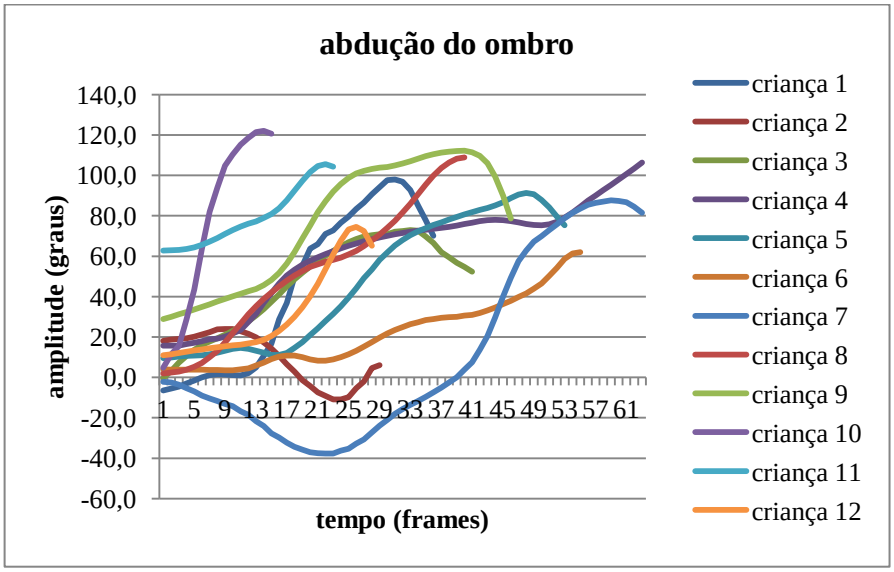

Figura 40: abdução do ombro no lançamento ao alvo

No cotovelo, a variação do movimento não é muito diferente da que se observa no lançamento ao chão, notando-se que as crianças aumentam ligeiramente a flexão do cotovelo no decorrer da tarefa, realizando extensão nos momentos finais (ver figura 41). O máximo de extensão ocorre, por norma, no momento de largar a bola (momento final).

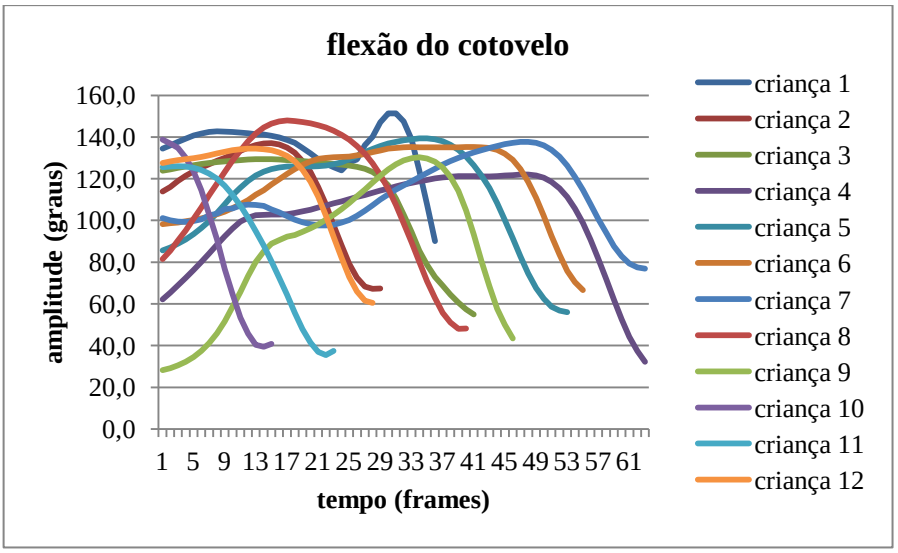

Figura 41: flexão do cotovelo no lançamento ao alvo

Quando se observa o movimento do membro superior, tornam-se evidentes dois padrões de combinação ombro/cotovelo, apresentando semelhanças com os observados no lançamento ao chão unilateral:

(1) na fase inicial observa-se flexão e abdução do ombro de modo a elevar o membro, acompanhado por flexão gradual do cotovelo. Antes do pico de flexão e abdução do ombro, nota-se movimento de extensão do cotovelo, e posteriormente adução e extensão ligeira do ombro (ver figura 42). Este padrão é comum à maioria das crianças, encontrando-se diferenças apenas na amplitude dos movimentos executados e no momento em que iniciam a fase de extensão do cotovelo e de extensão e adução do ombro.

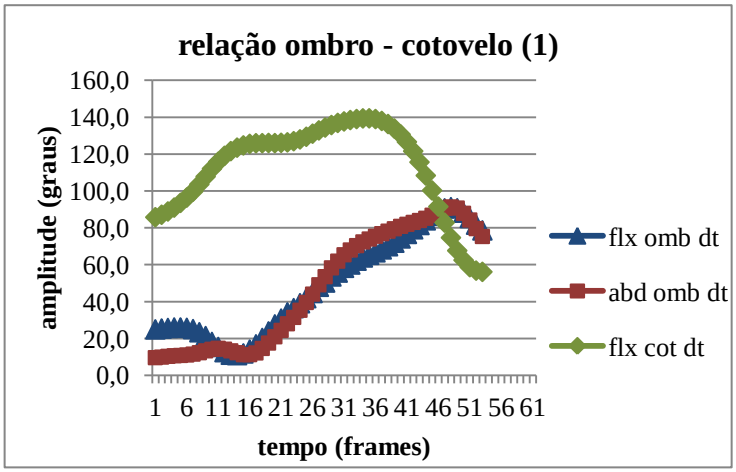

Figura 42: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao alvo (1)

(2) na fase inicial nota-se abdução e flexão do ombro, mas o cotovelo, que inicia a tarefa com uma flexão acentuada, vai realizando extensão progressiva. Depois, no momento de largar a bola, a extensão do cotovelo e flexão e abdução do ombro mantêm-se estáveis, não existindo alterações na sua amplitude. Este padrão verifica-se nas crianças 10 e 11, sendo utilizado o exemplo da criança 10 na figura seguinte (figura 43).

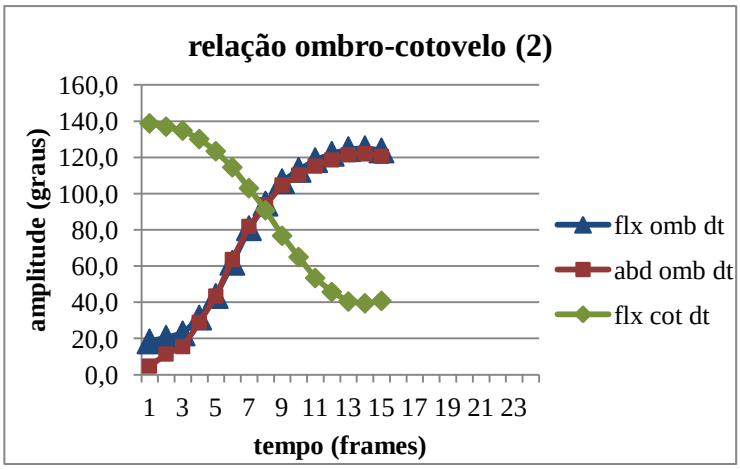

Figura 43: relação entre o ombro e cotovelo no lançamento ao alvo (2)

No tronco, o movimento que mais se destaca é a rotação, quer no segmento lombar quer no torácico, verificando-se dois padrões distintos de rotação de acordo com a criança. Algumas crianças realizam primeiramente rotação do tronco para o lado do membro que lança e depois para o lado oposto, sendo este padrão comum às crianças 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Já as crianças 3, 5, 11 e 12 rodam o tronco para o lado oposto durante quase toda a tarefa, rodando ligeiramente para o lado do membro que lança apenas nos momentos finais. A criança 1 apresenta um comportamento semelhante, só que a rotação para o lado do membro que lança é realizada momentos antes e com maior amplitude. A figura abaixo apresentada (figura 44) compara a rotação torácica nas crianças 2 e 12. Estes padrões não se encontram relacionados com a idade ou sexo da criança.

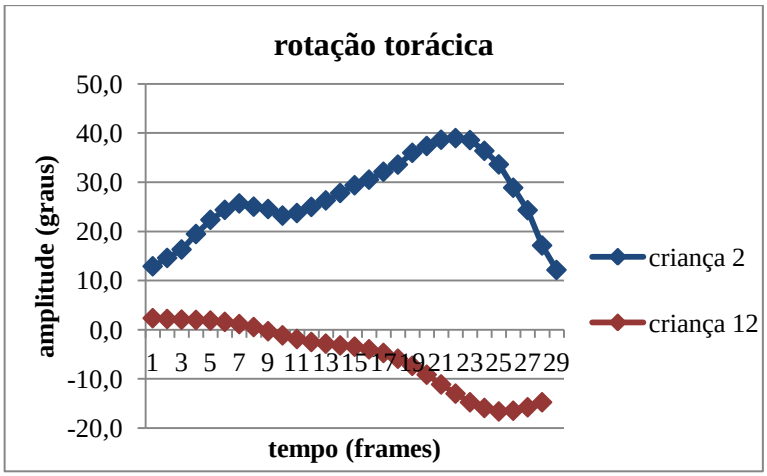

Figura 44: diferenças na direção da rotação torácica no lançamento ao alvo

Neste movimento observa-se uma grande variação, mais marcada a nível torácico. As crianças que mais vezes praticam exercício físico são as que apresentam uma menor variação ao nível do tronco, sendo evidente na comparação das crianças 1 e 8. Como se pode observar na figura seguinte (figura 45), a criança 8 (pratica desporto) apresenta uma variação total de 15,0 graus e a criança 1 (não pratica desporto) uma variação total de 66,9 graus.

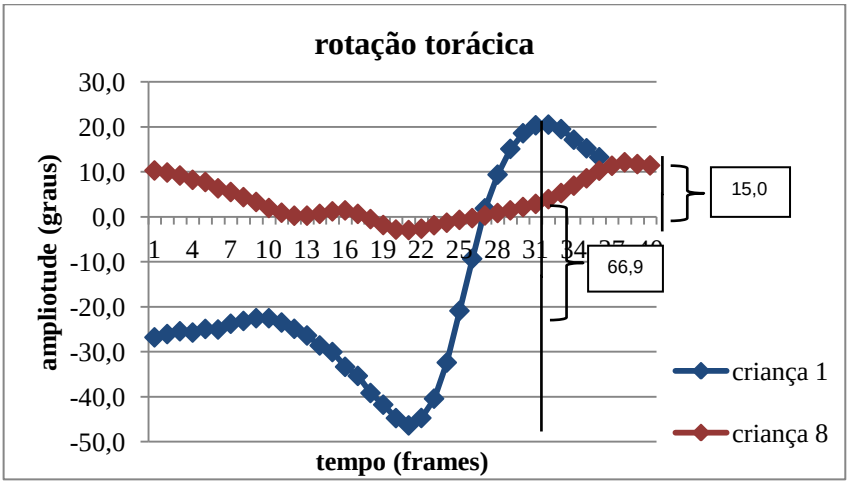

Figura 45: diferenças na amplitude da rotação torácica tendo em conta a frequência de prática desportiva no lançamento ao alvo

Na pélvis, estão presentes os movimentos de anteversão/retroversão e de inclinação. Como se pode observar nas figuras 46 e 47 abaixo apresentadas, este segmento mantém-se estável na maioria das crianças, sofrendo oscilações ligeiras, por norma não superiores a 15 graus.

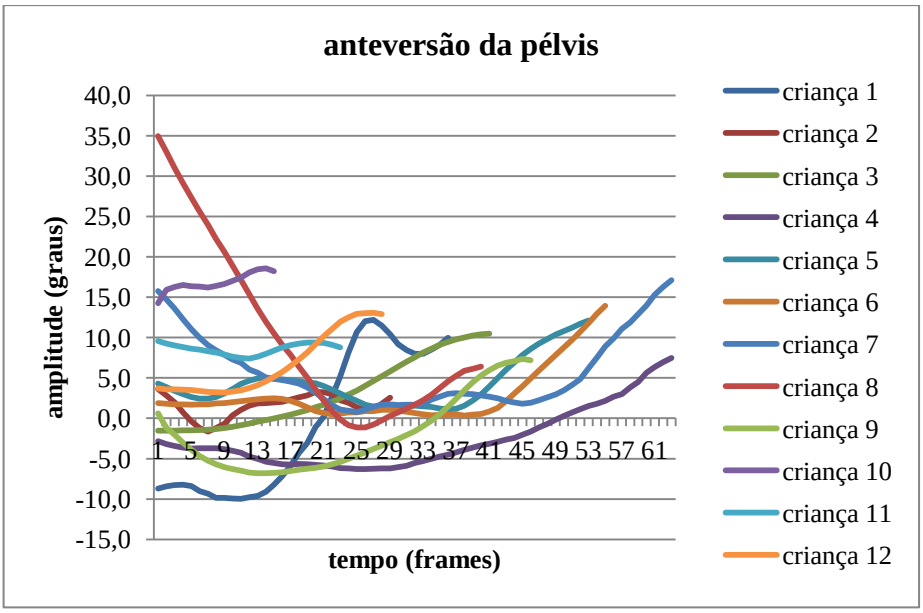

Figura 46: anteversão da pélvis no lançamento ao alvo

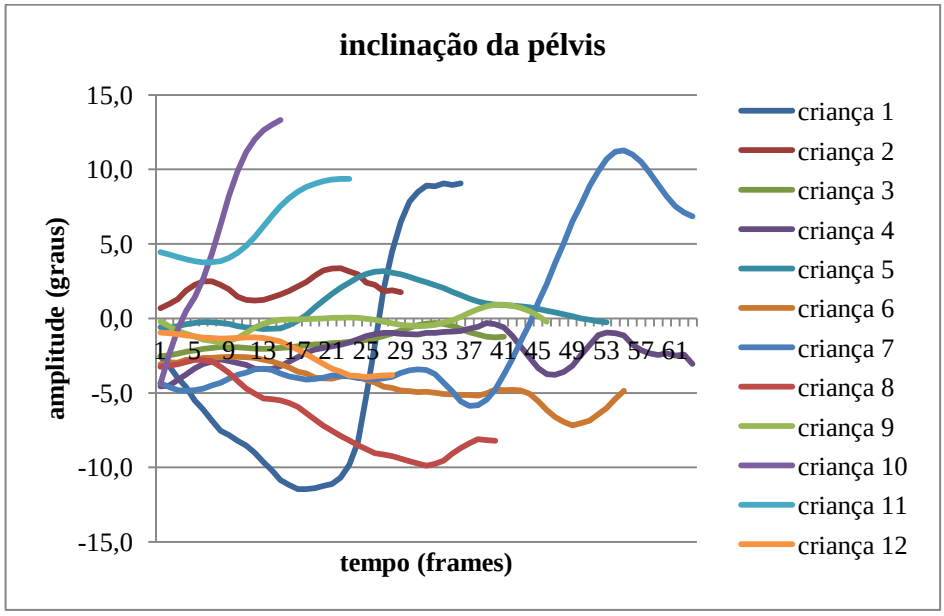

Figura 47: inclinação da pélvis no lançamento ao alvo

As crianças 2, 4 e 5 destacam-se do grupo por apresentarem mais movimentações ao nível pélvis, não apresentando um movimento tão fluente como os restantes. A título de exemplo, comparam-se as crianças 3 e 5 no movimento de anteversão da pélvis (figura 48), sendo evidente uma maior instabilidade na criança 5.

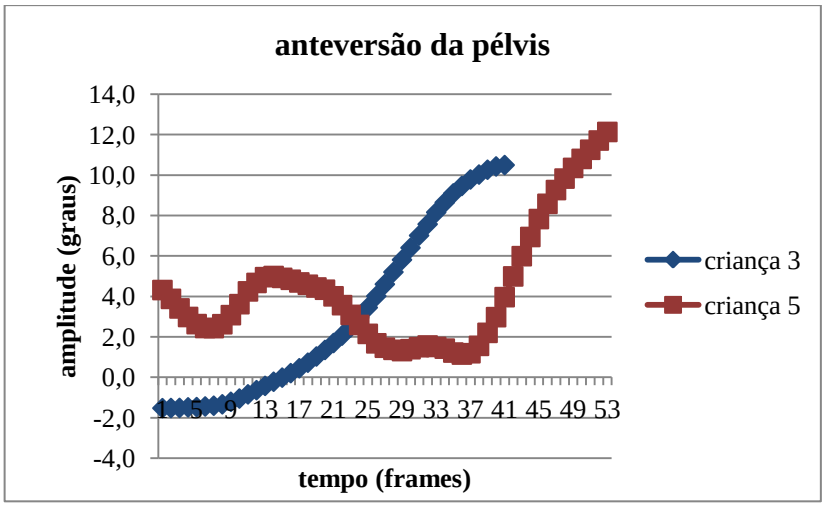

Figura 48: diferenças na estabilidade da pélvis no lançamento ao alvo

Em jeito de síntese da análise do lançamento ao alvo pode-se referir que, de uma forma geral, este lançamento não difere muito do lançamento ao chão unilateral. Notam-se dois padrões distintos de combinação do ombro e cotovelo, sendo que o mais comum é no qual os movimentos do cotovelo acompanham os movimentos do ombro (flexão do cotovelo com flexão e abdução do ombro e extensão do cotovelo com extensão e adução do ombro). No segundo padrão o cotovelo apresenta um comportamento oposto ao do ombro, verificando-se extensão do cotovelo e flexão e abdução do ombro durante toda a tarefa.

No tronco observa-se uma rotação mais marcada a nível torácico, verificando-se dois padrões de rotação: rotação do tronco para o lado do membro que lança numa fase inicial e para o lado oposto na fase final; e rotação para o lado oposto durante quase toda a tarefa, com rotação para o lado do membro que lança apenas nos momentos finais. Note-se que as crianças que mais vezes praticam exercício físico são as que apresentam uma menor variação ao nível dos movimentos do tronco.

O facto de este lançamento ser ao alvo requer uma maior precisão dos movimentos, revelando-se mais exigente para as crianças. Em consequência, os participantes utilizam mais movimentos posturais compensatórios, sendo o único em que se verificam movimentos de anteversão e de inclinação da pélvis. No entanto, as variações são ligeiras na maioria das crianças.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO

Com este estudo pretendeu-se encontrar padrões motores em crianças entre os nove e os dez anos de idade, com desenvolvimento normal, que traduzam o desempenho de uma tarefa motora funcional, com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage*®. Por outro lado, tentou-se perceber se o sistema poderia revelar-se um contributo para a prática da terapia ocupacional, possibilitando a obtenção de dados que possam ser utilizados na clínica. Para tal, recorreu-se às tarefas de lançamento propostas pelo BOTMP, tendo-se obtido informação sobre as amplitudes de movimento dos diversos segmentos (ombro, cotovelo, tronco e pélvis) no decorrer das tarefas (fase de execução). As tarefas consistiram no lançamento por baixo uni e bilateral, lançamento ao chão uni e bilateral e lançamento ao alvo (unilateral).

Na primeira questão de investigação tentou-se verificar se existia um padrão único de movimento dos membros superiores e do tronco durante os lançamentos de uma bola, semelhante ao adulto, em crianças com nove e dez anos de idade, tal como é referido na literatura atual. Assim, verificou-se que, no que se refere aos membros superiores, os lançamentos por baixo apresentaram, na generalidade, um padrão semelhante ao descrito na literatura, em que o ombro inicia o movimento em flexão, realiza extensão na fase preparatória (balanço) e flexão na fase de execução, com o cotovelo a realizar extensão na última fase (R Bartlett, 2000). Apenas na extensão do cotovelo se verificam diferenças, uma vez que surgiu de forma gradual desde o início da tarefa, ocorrendo ainda uma ligeira flexão nos momentos finais e a amplitude de abdução vai aumentando no decorrer da tarefa, no lançamento por baixo unilateral.

Os lançamentos ao chão e ao alvo apresentaram um padrão de movimento semelhante, observando-se um aumento da flexão dos ombros e cotovelo no decorrer da tarefa e extensão nos momentos finais. Nos lançamentos unilaterais acrescenta-se que a abdução aumentou ao longo da tarefa, ocorrendo, no lançamento ao alvo, uma ligeira adução nos momentos finais. Tanto quanto é do conhecimento dos autores, não existem dados relativamente a estes tipos de lançamento, notando-se que a investigação nesta área se foca essencialmente no lançamento por cima (Haywood & Getchell, 2009). Apesar de, neste estudo, o lançamento ao alvo ser realizado por cima (Bruininks, 1978), as crianças podem não ter executado efetivamente um lançamento desse tipo. Os estudos que analisam esta competência recorrem, por norma, a lançamentos com máxima velocidade (Bird &

Steinhauser, 1999) e/ou distância (Silva, Junior, & Toloka, 2009), sendo que, neste estudo, a distância foi de 3 metros no lançamento ao chão e de 1,5 metros no lançamento ao alvo. No entanto, se se comparar os dados obtidos com o estágio maduro do padrão de lançamento por cima apresentado por Gallahue & Ozmun (2002) – segundo os autores, as crianças atingem este nível a partir dos seis anos – encontram-se algumas semelhanças no movimento do membro superior. Os autores referem que as crianças inclinam o membro para trás na fase preparatória (flexão do cotovelo e ombro), realizando extensão na parte final da tarefa, sendo estas as semelhanças com o padrão encontrado neste estudo.

Quando se analisou o movimento do membro superior nas tarefas unilaterais, observou-se padrões de combinação entre os movimentos do ombro e cotovelo. Nos dois padrões encontrados no lançamento por baixo, verificou-se que o segmento mais proximal (ombro) iniciava o movimento momentos antes do segmento mais distal (cotovelo), observando-se a sequência de proximal para distal descrita na literatura (Hatsopoulos, Olmedo, & Takahashi, 2011). Esta sequência tornou-se mais evidente após a fase de balanço. Na fase de balanço, a ativação dos segmentos pareceu ocorrer em simultâneo.

Apesar de não se encontrarem estudos que analisem estes aspetos no lançamento por baixo, situações similares já foram observadas em lançamentos por cima. Um estudo realizado com adultos do sexo masculino analisou esta sequência em lançamentos com máxima velocidade ao alvo (Hirashima, Kadota, Sakurai, Kudo, & Ohtsuki, 2002). Os autores verificaram uma sequência de ativação muscular dos flexores horizontais do ombro para os extensores do cotovelo na fase inicial do lançamento. No presente estudo, a sequência de ativação muscular parece só ocorrer na fase de execução do lançamento, estando ausente na fase inicial (fase de balanço). Note-se que Hatsopoulos et al. (2011) refere que, na sequência de ativação muscular, a velocidade implementada pelos segmentos proximais contribuem para a maximização da velocidade dos segmentos distais. Como a maior velocidade e aceleração é implementada na fase de execução (R Bartlett, 2000), considera-se possível que, na amostra em estudo, a sequência de ativação muscular tenha ocorrido apenas nesta fase.

Pelo contrário, nos lançamentos ao alvo e unilateral ao chão, verificaram-se situações em que o ombro e cotovelo pareciam iniciar o movimento em simultâneo e outras em que o movimento do cotovelo precedia o do ombro. Um estudo que se baseou na análise de lançamentos por cima ao alvo obteve resultados similares (Tillaar & Ettema, 2004). Nesse

trabalho, não se observou o princípio da sequência de proximal para distal em todos os lançamentos, verificando-se situações em que o movimento de extensão do cotovelo surgia primeiro que o movimento de rotação interna do ombro (Tillaar & Ettema, 2004). Destaca-se que os participantes eram sete jogadores masculinos de andebol, nos quais, devido à prática desportiva, se espera que haja um padrão mais eficiente de movimento (Gallahue & Ozmun, 2002).

No que se refere ao movimento do tronco e às tarefas bilaterais, verificou-se que em todo o grupo predominaram os movimentos de flexão e extensão ao nível do tronco, tal como indica um estudo realizado com oito adultos saudáveis (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999). Esse estudo verificou a ação do tronco em movimentos rápidos e bilaterais de flexão, extensão e abdução dos ombros. Apesar de a tarefa ser distinta das que se analisaram neste estudo, os movimentos realizados são similares, tendo-se verificado a presença de movimentos de flexão e extensão do tronco.

Nos lançamentos unilaterais, as crianças recorreram principalmente a movimentos de rotação ao nível do tronco. Os estudos realizados com crianças com nove e dez anos confirmam estes resultados, pois verificaram que nesta idade já predominam os movimentos de rotação do tronco nos lançamentos unilaterais (Chiu, Tu, & Lee, 2008; Teixeira & Gasparetto, 2002).

No lançamento por baixo, dez das doze crianças rodaram o tronco para o lado oposto ao membro que lança a bola desde o início da tarefa, coincidindo com o padrão indicado por Bartlett (2000). No que se refere ao lançamento unilateral ao chão, a maioria das crianças rodou o tronco, desde o início da tarefa, para o lado contralateral ao membro que lança a bola, apresentando um comportamento semelhante ao lançamento por baixo unilateral.

Já no lançamento ao alvo, existiram dois padrões de rotação: crianças que rodaram o tronco para o lado do membro que lança numa fase inicial e para o lado oposto na fase final; e outras que rodaram para o lado oposto durante quase toda a tarefa, oscilando ligeiramente para o lado do membro que lança nos últimos momentos. Um estudo analisou a rotação do tronco efetuada no lançamento de bolas de basebol ao alvo, em nove adultos do sexo masculino, com dominância do lado direito. Nesse estudo verificou-se uma ativação inicial do músculo oblíquo externo esquerdo e só depois do oblíquo externo direito (Hirashima, et al., 2002). Como o oblíquo externo esquerdo está envolvido na

rotação do tronco à direita e o oblíquo externo direito na rotação à esquerda, nota-se que os dados são equivalentes a um dos padrões que se encontrou no lançamento ao alvo: rotação inicial para o lado do membro que lança e depois rotação para o lado oposto. Por outro lado, o outro padrão de rotação encontrado no presente estudo poderá ser justificado pelo lançamento e distância exigidos. Note-se que, no estudo de Hirashima et al. (2002) o alvo se encontrava a uma distância de 8 metros, enquanto que na amostra em estudo, o alvo estava a 1,5 metros da criança. Os mesmos autores referem que a rotação inicial para o lado do membro que lança permite um alongamento muscular, contribuindo para o aumento da força e energia do lançamento. Como a distância do lançamento analisado foi significativamente menor, os participantes provavelmente não necessitaram de implementar tanta força e energia, podendo justificar a rotação inicial para o lado oposto desde o início tarefa em algumas crianças. Porém, estes factos não justificam a ligeira rotação para o lado do membro que lança nos momentos finais.

O lançamento ao alvo foi o único lançamento em que surgiram movimentos de anteversão e de inclinação da pélvis, verificando-se, assim, mais movimentos posturais compensatórios. O facto de esta tarefa requerer uma maior precisão dos movimentos, revelando-se mais exigente para as crianças, pode justificar este comportamento. Num estudo realizado por Berrigan, Simoneau, Martin, & Teasdale (2006), foi pedido a doze adultos que, na posição de pé, empurrassem um pequeno objeto com uma palheta sobre uma mesa, rumo a alvos de diferentes tamanhos. Quanto menor foi o tamanho do alvo, ou seja quanto maior a precisão do movimento, maiores foram as oscilações do centro de massa. Como houve mais oscilações do centro de massa, à partida existiu uma maior variação e variabilidade nos movimentos do tronco e pélvis. Apesar da tarefa e idade dos participantes serem diferentes das que se analisaram, a componente precisão é comum, permitindo avançar que estes resultados vão de encontro aos do presente estudo, no entanto apenas se encontrou variabilidade nos movimentos da pélvis e não nos do tronco.

Nos lançamentos por baixo e lançamento ao chão bilateral notou-se que, quando existiu anteversão da pélvis, o segmento lombar do tronco realizou extensão, verificando-se essa relação em todas as crianças. Apesar de não haver, até onde os autores conhecem, estudos que tratem estes aspetos em tarefas similares, já existem dados para a população adulta relativamente ao lançar por cima e a atividades como o andar e correr. Nestes estudos, verifica-se uma relação complementar entre os movimentos da pélvis e do segmento lombar, existindo extensão do tronco com anteversão da pélvis e flexão do

tronco com retroversão da pélvis (Schache, Blanch, Rath, Wrigley, & Bennell, 2002; Shiratori & Latash, 2000).

Nos lançamentos bilaterais notou-se não só uma relação entre os movimentos do tronco e pélvis, mas também entre estes e os movimentos do ombro. No lançamento por cima, quando as crianças realizaram flexão dos ombros, verificou-se anteversão da pélvis e extensão do segmento lombar, tal como no estudo realizado por Shiratori & Latash (2000). Nesse estudo, foi pedido a oito adultos que, na posição de pé, realizassem movimentos rápidos de extensão e flexão do ombro, tendo-se analisado a ativação de músculos do tronco e membros inferiores. Verificou-se que quando existe flexão dos ombros, o músculo eretor da espinha (extensor do tronco) e o bicípite femoral (extensor da anca) são ativados. A ativação do bicípite femoral relaciona-se com o aumento da anteversão da pélvis, uma vez que a amplitude de anteversão da pélvis tende a agravar com o aumento da extensão da anca (C. L. Lewis, Sahrman, & Moran, 2007).

No lançamento por baixo bilateral, a relação entre ombros, tronco e pélvis modificou, verificando-se que a anteversão da pélvis e extensão lombar aumentam na fase de extensão dos membros. No estudo de Shiratori & Latash (2000) o comportamento também diferiu com a extensão do ombro verificando-se, no início do movimento de extensão, a ativação do reto abdominal (flexor do tronco) e do reto femoral (flexor da anca), e na segunda metade do movimento, a ativação do músculo eretor da espinha (extensor do tronco) e do bicípite femoral (extensor da anca). Ou seja, inicialmente ocorreu flexão do tronco e retroversão da pélvis e, numa segunda fase, extensão do tronco e anteversão da pélvis, notando-se semelhanças com o este estudo apenas na segunda fase do movimento. Note-se, no entanto, que no estudo de Shiratori & Latash (2000) o movimento de extensão dos ombros iniciou com os membros no seu máximo de flexão, enquanto na tarefa em análise, a extensão iniciou com o membro ligeiramente fletido. Assim, no momento em que a amplitude de extensão dos ombros é equivalente à do presente estudo, a relação entre os ombros, tronco e pélvis é semelhante à encontrada nesta tarefa.

Na segunda questão de investigação procurou-se apurar se o recurso à análise de movimento através do sistema *BioStage®* encontrava diferenças entre os sexos, idades e/ou frequência de prática de exercício físico no padrão de movimento utilizado nos lançamentos.

Nas tarefas bilaterais, os rapazes revelaram um movimento mais simétrico dos membros superiores relativamente às raparigas. Um estudo realizado com 70 crianças entre os seis e os dez anos também analisou o movimento de lançar no membro dominante e não dominante, tendo obtido resultados semelhantes (Teixeira & Gasparetto, 2002). Nesse estudo, as crianças lançaram uma bola semelhante à de ténis o mais rápido possível para uma zona específica, mas sem alvo definido. Apesar de, em todas as crianças, o lançamento do membro dominante revelar um nível desenvolvimental superior ao do membro não dominante, nas raparigas existiram maiores diferenças entre os membros do que nos rapazes. Outro estudo, realizado em Portugal e que envolveu 118 crianças (59 com dominância à direita e 59 com dominância à esquerda) entre os sete e os dez anos, também aponta no mesmo sentido (Rodrigues, Carneiro, Cabral, Vasconcelos, & Barreiros, 2011). Nesse estudo, as crianças tiveram que realizar duas tarefas: (1) acionar um botão, colocado na mão, com o polegar, no momento em que o último LED acendia; (2) acionar cinco sensores numa sequência pré-estabelecida, tendo que acionar o quinto sensor no momento em que o último LED acendia. Cada tarefa foi realizada cinco vezes com cada mão, tendo-se apurado a assimetria entre as crianças. Mais uma vez, os rapazes obtiveram um melhor desempenho do que as raparigas, com um menor número de erros, notando-se que a assimetria manual poderá estar relacionada com o sexo das crianças. Destaca-se, no entanto, que apesar do estudo de Rodrigues et al. (2011) também analisar as diferenças de simetria entre as crianças, encontra-se relacionado com a precisão e velocidade do movimento, avaliando aspetos distintos dos analisados neste estudo.

Nos lançamentos por baixo, verificou-se que as crianças do sexo feminino realizaram uma maior amplitude de balanço, ou seja uma maior extensão na fase inicial do movimento, comparativamente com as crianças do sexo masculino. Apesar de não existirem, até onde se tem conhecimento, estudos relativos a esta componente no lançar, são diversos os estudos que comparam o lançamento por cima em rapazes e raparigas da mesma idade, verificando que os rapazes apresentam um padrão mais evoluído do lançamento (Carvalhal & Vasconcelos-Raposo, 2007; Ehl, Roberton, & Langendorfer, 2005; Lorson, 2003; Okely & Booth, 2004; Runion, Roberton, & Langendorfer, 2003; Silva, et al., 2009; Teixeira & Gasparetto, 2002). Em termos de produto de lançamento, os rapazes também têm revelado uma maior distância (Carvalhal & Vasconcelos-Raposo, 2007; Silva, et al., 2009) e velocidade (Ehl, et al., 2005; Runion, et al., 2003) nos lançamentos. Podemos relacionar estes dados com o princípio do "mínimo de energia

utilizada" (Engelbrecht, 2001). Este conceito pode ser visto como um mecanismo de adaptação na aquisição de competências que reduz, por exemplo, a execução de movimentos desnecessários durante a aprendizagem da competência de lançar (R Bartlett, 2000). Desta forma, como as raparigas recorreram a uma maior amplitude de movimento do que os rapazes, apresentaram também um gasto superior de energia. A minimização da energia despendida é considerada uma evolução em termos desempenho, sendo uma das características de uma competência proficiente (R Bartlett, 2000; Schmidt & Wrisberg, 2008). Assim, tendo em conta que os rapazes recorreram a amplitudes inferiores, pode-se considerar que estes apresentariam um lançamento mais evoluído e eficiente. Apesar de estes aspetos serem distintos dos que se analisaram no presente estudo, verificou-se que as raparigas se mostram menos evoluídas do que os rapazes, confirmando o que vem a ser descrito na literatura.

No que se refere ao fator idade, mais uma vez, considera-se que se pode aplicar o conceito do "mínimo de energia utilizada" (Engelbrecht, 2001), uma vez que as diferenças entre as idades estão relacionadas com a necessidade de recorreram a maiores amplitudes e variação no movimento. Notou-se que, em diversas tarefas, as crianças mais novas apresentaram uma maior variação nos movimentos do ombro, com amplitudes máximas superiores às encontradas nas crianças velhas. Ao nível do tronco, também foram as crianças mais novas que apresentaram uma maior instabilidade ao nível do tronco e pélvis, revelando mais movimentações do que as crianças mais velhas. Para além disso, no lançamento unilateral necessitaram de rodar o tronco inicialmente para o lado do membro que lança e só depois para o lado oposto, contrastando com as restantes crianças que rodaram para o lado oposto ao longo de toda a tarefa. Estes comportamentos apresentaram um gasto superior e "desnecessário" de energia. Deste modo, segundo este princípio, os lançamentos das crianças mais novas possivelmente seriam menos eficientes e apresentariam um padrão de lançamento menos evoluído do que as mais velhas (R Bartlett, 2000; Schmidt & Wrisberg, 2008).

Na literatura não se encontram estudos que analisem o fator idade em crianças com idades tão próximas, no entanto nas comparações que existem entre crianças de diferentes idades verifica-se uma maior evolução e eficiência nas crianças mais velhas, estando de acordo com os resultados obtidos. Acrescenta-se que o estudo realizado por Teixeira & Gasparetto (2002) com 70 crianças entre os quatro e os dez anos obteve os mesmos resultados, observando que as crianças mais velhas apresentavam um maior índice de

desenvolvimento na tarefa de lançar por cima. Esta diferença também se verificou na comparação das crianças com oito e dez anos.

Gallahue & Ozmun (2002) revelaram que aos seis anos surge um padrão maduro no lançamento por cima, no entanto um estudo realizado com crianças com nove anos apresentou resultados distintos. Nesse estudo apurou-se o nível desenvolvimental da ação dos segmentos envolvidos na tarefa de lançar por cima, em 40 crianças do sexo feminino com nove anos de idade. Os resultados demonstraram que, na generalidade, as crianças apenas atingiram o nível desenvolvimental máximo na ação do passo, estando a ação dos restantes segmentos um nível abaixo do nível máximo (Chiu, et al., 2008). De acordo com o autor, existem quatro níveis para o balanço do membro e três para a ação do braço, antebraço e rotação do tronco (Burton, 1992 cit. in Chiu, etal., 2008). Assim, considerando que as crianças com nove anos ainda não apresentam uma evolução completa da competência de lançar, isso pode explicar a variabilidade de comportamentos e as ligeiras diferenças que se verificaram entre as idades, nas crianças deste estudo. Segundo a teoria do Sistemas, no decorrer do desenvolvimento, as crianças vão ganhando um maior controlo sobre os graus de liberdade das diversas articulações, diminuindo progressivamente o número de graus de liberdade necessários para a execução de uma tarefa (Rosenbaum, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Desta forma, são formados os padrões motores, refletindo o aumento do controlo motor e a melhor coordenação no desempenho de tarefas motoras (Gallahue & Ozmun, 2002). Como neste estudo as crianças mais novas apresentaram um maior número de graus de liberdade comparativamente com as restantes, possivelmente ainda não terão desenvolvido por completo o padrão de lançamento. No entanto, sendo as diferenças entre as crianças, ligeiras, pode-se pensar que, no final dos nove anos, a competência está totalmente desenvolvida.

Tal como sucedeu quando se analisaram os fatores idade e sexo, a prática de exercício físico também parece influenciar o grau de economia do movimento, com as crianças que não praticavam exercício a serem menos económicas do que as que tinham uma prática desportiva frequente. As crianças que não praticavam exercício físico apresentaram uma maior instabilidade ao nível dos movimentos do tronco e pélvis, contrastando com as restantes crianças. Note-se que as crianças que praticavam mais vezes exercício foram as que revelaram maior estabilidade nestes segmentos. Acrescenta-se que, no lançamento por baixo unilateral, duas das crianças que não praticavam exercício rodaram o tronco primeiramente para o lado do membro que lança e só depois para o lado

contralateral, enquanto que as restantes rodaram para o lado oposto desde o início da tarefa.

Como a variação e amplitude dos movimentos se encontram relacionados com a maturação do padrão motor (R Bartlett, 2000; Schmidt & Wrisberg, 2008), pode-se supor que as crianças que não praticavam exercício teriam padrões de lançamentos menos evoluídos, enquanto que as crianças que praticavam mais vezes exercício seriam as mais evoluídas. Um estudo realizado com 40 raparigas com média de 8,9 anos de idade demonstrou que a prática de exercício influencia o desenvolvimento das competências motoras, obtendo resultados que vão de encontro aos obtidos neste estudo (Bakhtiari, Shafinia, & Ziaee, 2011). Os autores procuraram perceber a influência de um programa de exercício físico (oito semanas, três vezes por semana, 45 minutos cada sessão) no desenvolvimento motor, tendo aplicado o *Test of Gross Motor Development*. Verificou-se que o grupo experimental obteve uma evolução significativa nas competências de manipulação comparativamente com o grupo de controlo. Desta forma, pode-se verificar que a competência de lançar (manipulativa) pode melhorar com a prática de exercício físico, apontando no mesmo sentido deste estudo. Um outro estudo também obteve resultados semelhantes na análise da relação entre a atividade física e a proficiência motora. A amostra foi constituída por 72 crianças entre os oito e os dez anos, tendo-se recorrido ao BOTMP como um dos instrumentos. Os dados obtidos mostraram uma relação positiva entre a proficiência motora e a prática de atividade física e uma relação negativa entre a proficiência motora e o sedentarismo (Wrotniak, Epstein, Dorn, Jones, & Kondilis, 2006). Tal como no presente estudo, as crianças que se envolviam em atividades físicas extracurriculares organizadas apresentaram-se mais evoluídas em termos motores.

Na análise dos dados verificou-se que a criança 5 foi a que apresentou um maior tempo de duração dos lançamentos, revelando este comportamento em todas as tarefas. Segundo Schmidt & Wrisberg (2008) atingir o objetivo da tarefa no mínimo tempo possível contribui para a proficiência de uma competência. Deste modo, a criança 5 parece apresentar uma menor proficiência na competência de lançar, necessitando de um maior tempo que as restantes na sua execução. Note-se que esta criança é a única que apresenta dois dos fatores que parecem influenciar a maturação da competência de lançar: idade inferior e ausência de prática de exercício físico, podendo estes factos justificar a exceção do seu comportamento.

A última questão de investigação inquiriu se o *BioStage*® poderia ser uma ferramenta útil para a prática da terapia ocupacional, nomeadamente pelo que pode acrescentar de mais-valia na análise de atividades funcionais.

Neste estudo recorreu-se ao sistema *BioStage*® como forma de analisar atividades funcionais, tendo em consideração que a análise deste tipo de atividades se encontra patente no processo de terapia ocupacional. O presente estudo focou-se na análise das componentes motoras das tarefas, sendo uma das vertentes que compõem a análise de atividades pois, segundo Creek (2010), dependendo do objetivo, a análise pode debruçar-se sobre aspetos distintos da atividade, não sendo necessário ter em consideração todos os seus componentes.

Neste sentido, tentou-se realizar uma análise cinemática das tarefas de lançamento, obtendo-se informação sobre o comportamento dos diversos segmentos do corpo. Note-se que este tipo de sistemas fornece, em tempo real, uma análise quantitativa das tarefas em 3D, podendo-se obter evidência preliminar sobre a utilização destas tecnologias (Parsons, et al., 2009). Neste estudo, o *BioStage*® pareceu analisar tarefas/atividades motoras de forma bastante detalhada, objetiva e muito próxima da realidade, o que poderá ser útil na prática da terapia ocupacional.

Segundo a AOTA (2008), só quando se termina uma análise de uma atividade, é que se percebem as suas exigências, podendo-se a partir daí fazer a comparação com as competências e habilidades específicas da pessoa. Este sistema pareceu bastante eficaz neste processo, pois permite analisar os componentes motores envolvidos no desempenho de diversas atividades diárias e perceber mais eficazmente as suas reais exigências.

Como se observou, o *BioStage*® permitiu obter dados relativos às amplitudes dos diversos segmentos, identificando padrões de comportamento e de combinação entre estes, no decorrer das tarefas. Deste modo, tornou-se possível perceber com maior rapidez e de forma mais simples que componentes são recrutadas em determinadas tarefas, bem como a sequência e grau de envolvimento dos mesmos. Esta informação pode ajudar no processo de avaliação em terapia ocupacional, pois para perceber o que está na base das dificuldades no desempenho de uma tarefa, é importante avaliar os componentes motores exigidos pela mesma (Mulligan, 2003). Note-se, ainda, que os padrões motores são um exemplo de componentes motores e refletem as competências motoras de uma criança (Jane Case-smith, 1995). Assim, como a informação obtida acerca dos padrões motores pareceu ser

mais precisa e detalhada do que a obtida com qualquer outro método comummente utilizado, à partida este sistema também permitirá avaliar as competências motoras de forma mais objetiva e fiável. Mesmo em situações em que as alterações nas componentes podem ser mínimas, o sistema parece capaz de as detetar, mostrando-se um método de avaliação bastante sensível. Sabendo-se exatamente as componentes que podem estar comprometidas e tendo-se conhecimento de qual seria um comportamento dito normal, poder-se-á planear e implementar uma intervenção mais direcionada às reais necessidades da criança. Os resultados da intervenção também podem ser mensuráveis, obtendo-se, assim, dados precisos sobre a evolução do desempenho ocupacional da criança.

O facto de o *BioStage*® gerar dados no decorrer da tarefa é outra das vantagens. Na avaliação do desempenho motor, utilizam-se métodos estandardizados e não estandardizados, sendo que a observação é um dos principais métodos na análise de atividades (Richardson, 2010). Com a observação (método não estandardizado) obtêm-se dados no decorrer da tarefa, no entanto a informação é bastante subjetiva, comparativamente com os dados quantitativos gerados pelo sistema.

Já relativamente aos instrumentos estandardizados, o *BioStage*® parece destacar-se destes por medir o processo do desempenho motor e fazer uma avaliação durante o tempo de duração de determinada tarefa. Apesar dos instrumentos que avaliam as competências motoras também providenciarem dados quantitativos (Richardson, 2010), por norma não se focam tanto no processo de execução de uma tarefa, avaliando essencialmente o produto do seu desempenho. Ou seja, avaliam principalmente o resultado da tarefa e não tanto o movimento desde o início da tarefa até ao seu término, não sendo aplicáveis na análise de tarefas ou atividades.

Outra vantagem deste sistema é o facto de permitir fazer avaliações mais contextualizadas, sendo um dos princípios da terapia ocupacional (AOTA, 2008). Como o sistema apresenta a tecnologia da realidade virtual e esta permite alterar os ambientes do sistema, podem-se simular contextos mais parecidos com os vivenciados pelas crianças (Schultheis & Rizzo, 2001). Esta possibilidade de alteração do contexto vai contribuir para a execução de movimentos mais naturais por parte das crianças (Schultheis & Rizzo, 2001) e, provavelmente, para uma análise mais fiável dos mesmos.

Destaca-se, ainda, que os dados do sistema são gerados *frame* a *frame*, permitindo aceder a informação bastante precisa relativamente a cada momento da tarefa. Esta

característica possibilita saber exatamente em que fase da tarefa ocorre um determinado comportamento. Deste modo, é possível realizar uma fragmentação da atividade, sendo um dos processos subjacentes à análise de uma atividade em terapia ocupacional (AOTA, 2008; Creek, 2010).

Todavia, este sistema também apresenta algumas desvantagens, podendo dificultar o seu acesso por parte dos terapeutas ocupacionais e crianças a quem estes prestam apoio. Como o *BioStage*® necessita de uma instalação precisa e relativamente demorada, isto dificulta a sua portabilidade. Deste modo, é necessário que as crianças se desloquem até ao local onde o sistema se encontra instalado, não permitindo transportar o sistema até ao seu contexto (ex. escola, casa, etc.). Acrescenta-se, também, que o elevado custo do sistema pode comprometer a sua utilização, restringindo, de certa forma, o número de profissionais e crianças que poderão usufruir do *BioStage*®.

CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível analisar os movimentos que ocorrem durante o desempenho de uma tarefa motora funcional, nomeadamente o lançar, através do sistema de captura de movimento *BioStage*®. Com este sistema foi possível identificar padrões de movimento similares entre as crianças, notando-se, no entanto, uma ligeira variabilidade no comportamento motor das mesmas. Apurou-se, ainda, que estes padrões podem diferir conforme a idade, sexo ou frequência de prática desportiva das crianças.

Verificou-se que existe combinação de movimentos entre os segmentos do ombro e cotovelo nas tarefas unilaterais, bem como uma relação entre os movimentos do ombro e os do tronco e pélvis nos lançamentos por baixo e lançamento ao chão bilateral. As crianças mais novas, as do sexo feminino e as que não praticavam qualquer desporto revelaram ainda uma menor economia do movimento, apresentando, por norma, uma maior variação e amplitude dos movimentos e/ou maior instabilidade ao nível do tronco e pélvis.

O *BioStage*® providenciou uma análise bastante detalhada sobre os movimentos das crianças no decorrer das tarefas, revelando que pode ser uma ferramenta utilizada na análise de atividades funcionais. Deste modo, parece existir uma base para suportar a premissa de que este sistema pode ser uma mais-valia para a prática da terapia ocupacional, podendo ser um contributo para uma análise mais precisa, objetiva e fundamentada das atividades. Note-se que este sistema providencia dados quantitativos sobre a análise das tarefas, tendo-se mostrado um avanço relativamente à análise de atividades usualmente realizada de forma empírica.

Acrescenta-se que, como o *BioStage*® pode ser utilizado com ambientes virtuais, permitindo a alterar o contexto onde decorre a tarefa, proporciona uma análise de atividades em contextos mais parecidos com os experienciados pelas crianças. Assim, para além de permitir quantificar os dados recolhidos, torna todo o processo mais motivador e desafiante para a crianças, contribuindo para o sucesso da análise.

Face ao exposto, verifica-se que foi possível responder às questões de investigação, podendo-se considerar que o objetivo de estudo foi atingido.

Este estudo apresenta algumas limitações que se passam a enunciar. Apesar de se terem encontrado padrões de comportamento entre as crianças, o facto de a amostra ser

constituída apenas por doze participantes, não permite a generalização destes dados para a população de crianças com nove e dez anos. Para além disso, a variabilidade entre os constituintes da amostra era pouca, existindo um número reduzido de crianças que se pudessem considerar como "as mais novas" ou as "mais velhas", comprometendo, de certa forma, as diferenças encontradas. Deste modo, seria importante, em estudos futuros, aumentar o número de elementos da amostra, de forma a possibilitar a generalização dos resultados, bem como alargar este estudo a outras faixas etárias. Assim, poder-se-ia não só obter dados sobre o desenvolvimento das competências, mas também ter uma base mais consistente sobre as diferenças encontradas entre as idades. Formar um grupo de crianças que realizam exercício físico e outro de crianças que não praticam, também poderia ser interessante para se comprovar as suas reais diferenças. O mesmo poderia ser realizado com dois grupos que diferissem no sexo das crianças. Comparar um grupo de crianças com dez anos e outro de adultos, também poderia ser útil para verificar se realmente com esta idade o padrão de lançamento se encontra totalmente desenvolvido e, se não, quais seriam os últimos componentes a serem desenvolvidos.

Como a análise das tarefas se realizou apenas num único momento, os resultados encontrados podem ter sido influenciados, uma vez que não se comprovou se o padrão apresentado por cada criança era realmente um padrão consistente. Para além disso e uma vez que a competência de lançar exige a utilização de todo o corpo (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009), o facto de se ter optado por analisar apenas os membros superiores, tronco e pélvis condicionou a análise dos lançamentos, tornando-a menos completa. De forma a completar a análise efetuada, seria importante, em estudos posteriores, alargar o número de segmentos analisados, utilizando-se também os dados relativos aos membros inferiores. Salienta-se que seria útil que essa análise fosse realizada em estudos longitudinais, de modo a comprovar a consistência dos padrões encontrados.

No que se refere aos instrumentos utilizados, o facto de o *BioStage®* apenas capturar crianças com altura igual ou superior a 1,40 m condicionou a seleção das mesmas para o estudo, não se obtendo uma amostra heterogénea. Para além disso, como o *BioStage®* apenas captura o movimento da crianças e não os objetos utilizados, dificultou a perceção de quando as crianças largavam efetivamente a bola nos lançamentos. Desta forma, foi necessário prever-se o momento de largar a bola com base nos movimentos das mãos e antebraços, trazendo alguma subjetividade à análise efetuada. Recorrer a uma câmara de

filmar, em estudos futuros, poderia ser uma opção válida para solucionar esta situação, de forma a complementar a informação obtida pelo sistema.

Acrescenta-se que, na redução dos dados, quando se selecionou o lançamento aparentemente mais coordenado, utilizou-se o método de observação, tendo sido, também, um procedimento um pouco subjetivo. Note-se que, utilizar os dados relativos à cotação do *BOTMP* para auxiliar na escolha do lançamento mais coordenado pode ser uma forma de diminuir esta subjetividade em estudos posteriores.

Outra limitação do estudo foi a dificuldade do sistema em capturar os movimentos de abdução do ombro, nos lançamentos bilaterais, não tendo sido possível analisá-los neste estudo. Assim, não se obteve informação que poderia ter sido útil para uma análise mais precisa das tarefas em questão. Associar a eletromiografia ao *BioStage®* eventualmente seria uma opção interessante em estudos futuros, podendo-se revelar útil para solucionar esta falha do sistema. Deste modo, iria-se perceber exatamente que músculos estariam a ser recrutados quando as crianças realizavam determinados movimentos, incluindo, à partida, os músculos responsáveis pela abdução do ombro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adanza, E. G., & Martinez, F. N. (2002). *Methods of Research for the Health Professions*. Quezon: Rex Printing Company Incorporation.

Adolph, K. E., Vereijken, B., & Shrout, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Development, 74*(2), 475–492.

Association, A. O. T. (2008). Occupational therapy practice framework: Domain and process (2a ed.). *American Journal of Occupational Therapy, 62*, 625–683.

Austad, H., & Meer, A. L. H. (2007). Prospective dynamic balance control in healthy children and adults. *Experimental Brain Research, 181*, 289–295.

Babbie, E. R. (2010). *The Practice of Social Research* (12 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Bakhtiari, S., Shafinia, P., & Ziaee, V. (2011). Effects of selected exercises on elementary school third grade girl student's motor development. *Asian Journal of Sports Medicine, 2*(1), 51-56.

Balakrishnan, T., & Rao, C. S. (2007). Interrater reliability of bilateral coordination of Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) & performance of indian children compared with USA norms. *The Indian Journal of Occupational Therapy, XXXVIII*(3), 55–60.

Bartlett, R. (2000). Principles of Throwing. In B. V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in sport*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Bartlett, R. (2007). *Introduction to sports biomechanics: analysing human movement patterns* (2 ed.). New York: Routledge.

Bass-Haugen, J., Mathiowetz, V., & Flinn, N. (2008). Optimizing Motor Behavior using the Occupational Therapy Task-Oriented Approach. In M. V. Radomski & C. A. T. Latham (Eds.), *Occupational Therapy for Physical Dysfunction*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Berg, K. E., & Latin, R. W. (2008). *Essentials of research methods in health, physical education, exercise science, and recreation* (3 ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Berrigan, F., Simoneau, M., Martin, O., & Teasdale, N. (2006). Coordination between posture and movement: interaction between postural and accuracy constraints. *Experimental Brain Research, 170*, 255-264.

Bird, M., & Steinhauser, R. (1999). Skill level changes of segmental contrlbutions to ball velocity in the overhand throw. *Truman State University, Kirksville, Missouri, USA.* , 349-355.

Bowling, A. (2002). *Research methods in health: Investigating heath and health services* (2 ed.). New York: Open University Press.

Bradley, N. S., & Westcott, S. L. (2006). Motor Control: Developmental Aspects of Motor Control in Skill Acquisition. In S. K. Campbell, D. W. V. Linden & R. J. Palisano (Eds.), *Physical Therapy for Children* (3 ed.). Missouri: Elsevier Incorporation.

Bruininks, R. H. (1978). *Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency – Examiner's Manual*. Minnesota: American Guidance Service.

Burton, A. W., & Rodgerson, R. W. (2003). The development of throwing behaviour. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. Kamp & S. J. Bennett (Eds.), *Development of Movement Co-ordination in Children: applications in the fields of Ergonomics, Health Sciences and Sport.* London: Taylor & Francis Group.

Campbell, S. K. (2006). The Child's Development of Functional Movement. In S. K. Campbell, D. W. V. Linden & R. J. Palisano (Eds.), *Physical Therapy for Children* (3 ed.). Missouri: Elsevier Incorporation.

Carvalhal, M. I. M., & Vasconcelos-Raposo, J. (2007). Diferenças entre géneros nas habilidades: correr, saltar, lançar e pontapear. *Motricidade, 3*(3), 44-56.

Case-smith, J. (1995). The Relationship among sensoriomotor components, fine motor skill, and functional performance in preschool children. *The American Journal of Occupational Therapy, 49*(7), 645-652.

Case-Smith, J. (2010). Development of Childhood Occupations. In J. Case-Smith & J. C. O'Brien (Eds.), *Occupational Therapy for Children* (6 ed.). Missouri: Mosby Elsevier Incorporation.

Charlesworth, R. (2011). *Understanding Child Development* (8 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Chiu, W. H., Tu, R. H., & Lee, D.-R. (2008). *The critical factors of over-arm throwing performance for girls aged 9 by using longitudinal research (one year)*. Paper presented at the ISBS Conference.

Choi, Y. (2010). *Changes in Throwing Pattern and Perceptual Judgment as the Function of Task Variations for Young Children.* West Virginia University, Morgantown

Chui, M. M. Y., Ng, A. M. Y., Fong, A. K. H., L.S.Y., L., & Ng, M. F. (2007). Differences in the fine motor performance in Hon Kong and the United States on Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy, 17*(1), 1–9.

Coluccini, M., Maini, E. S., Martelloni, C., Sgandurra, G., & Cioni, G. (2007). Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture 25*, 493-501.

Cowden, J. E., & Torrey, C. C. (2007). *Motor development and movement activities for preschoolers and infants with delays: a multisensory approach for professionals and families* (2 ed.). Springfield: Charles C. Thomas Publisher Ltd.

Creek, J. (2010). *The Core Concepts of Occupational Therapy: A Dynamic Framework for Practice*. London: Jessica Kingsley Publishers.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (2 ed.). California: Sage Publications.

Dalton, T. C. (2009). Arnold Gesell and the Maturation Controversy. In J. Valsiner (Ed.), *Thinking in psychological science: ideas and their makers*. New Jersey: Transaction Publishers.

Duger, T., Bumin, G., Uyanik, M., Aki, E., & Kayihan, H. (1999). The assessment of Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in children. *Pediatric Rehabilitation, 3*(3), 125-131.

Edwards, W. H. (2011). *Motor Learning and Control: from theory to practice* (1 ed.). Belmont: Cengage Learning

Ehl, T., Roberton, M. A., & Langendorfer, S. J. (2005). Does the throwing "gender gap" occur in Germany? *American Alliance for Health, Physical Education and Dance, 76*(4), 488-493.

Eliasson, A. C., & Gordon, A. M. (2000). Impaired force coordination during object release in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology, 42*, 228–234.

Engelbrecht, S. E. (2001). Minimum principles in motor control. *Journal of Mathematical Psychology, 45*, 497-542.

Exner, C. E. (2010). Evaluation and Interventions to Develop Hand Skills. In J. Case-Smith & J. C. O'Brien (Eds.), *Occupational Therapy for Children* (6 ed.). Missouri: Mosby Elsevier Incorporation.

Fairbrother, J. T. (2010). *Fundamentals of Motor Development*. Champaign: Human Kinetics.

Faria, M. C. M. (2009). *Jogo de arremesso como contexto primordial de desenvolvimento e a aderência de adolescentes às atividades físicas.* Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP.

Feintuch, U., Raz, L., Hwang, J., Josman, N., Katz, N., Kizony, R., et al. (2006). Integrating Haptic-Tactil Feedback into a Video-Capture-Based Virtual Environment for Rehabilitation. *CYBERPSYCHOLOGY & BEHAVIOR, 9*(2), 129-132.

Filipcic, T. (2010). A comparison of time characteristics in ball catching between children with and without Down's Syndrome. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica 40*(1), 61–67.

Fisher, A. (2006). Overview of performance skills and client factors. In H. Pendleton & W. Schultz-Krohn (Eds.), *Pedretti's occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction*. St. Louis: Mosby Elsevier.

Flegel, J., & Kolobe, T. H. A. (2002). Predictive validity of the Test of Infant Motor Performance as measured by the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency at school age. *Physical Therapy, 82*(8), 763-771.

Fleischauer, M. A., & Sherwood, D. E. (2008). Development of motor error detection capability in an underhand throwing task. In N. P. Beaulieu (Ed.), *Physical Activity and Children: New Research*. New York: Nova Science Publishers Incorporation.

Forrester, L. W., Phillips, S. J., & Clark, J. E. (1993). Locomotor coordination in infancy: the transition from walking to running. In G. J. P. Savelsbergh (Ed.), *The Development of coordination in infancy*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2002). *Understanding Motor Development: infants, children, adolescents, adults* (5 ed.). Wisconsin: McGraw-Hill Companies.

Geerts, W. K., Einspieler, C., Dibiasi, J., Garzarolli, B., & Bos, A. F. (2003). Development of manipulative hand movements during the second year of life. *Early Human Development, 75*, 91-103.

Gerring, J. (2007). *Case study research: principles and practices*. New York: Cambridge University Press.

Goodwin, C. J. (2010). *Research in Psychology: Methods and Design* (6 ed.). Danvers: John Wiley & Sons Incorporation.

Griffiths, F. (2009). *Research Methods for Health Care Practice*. London: Sage Publications.

Haas, B. (2010). Motor Control. In T. E. C. Kell (Ed.), *Human Movement: An Introductory Text* (6 ed.). London: Churchill Livingstone/Elsevier.

Hallemansa, A., Clercqb, D., Ottenc, B., & Aerts, P. (2005). 3D joint dynamics of walking in toddlers: A cross-sectional study spanning the first rapid development phase of walking. *Gait & Posture, 22*, 107–118.

Hatsopoulos, N. G., Olmedo, L., & Takahashi, K. (2011). Proximal-to-Distal Sequencing Behavior and Motor Cortex. In F. Danion & M. L. Latash (Eds.), *Motor Control: theories, experiments, and applications*. Oxford: Oxford University Press Inc.

Haywood, K. M., & Getchell, N. (2009). *Life Span Motor Development* (5 ed.). Champaign: Human Kinetics.

Hirashima, M., Kadota, H., Sakurai, S., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2002). Sequential muscle activity and its functional role in upper extremity and trunk during overarm throwing. *Journal of Sports Sciences, 20*(4), 301-310.

Hodges, P., Cresswell, A., & Thorstensson, A. (1999). Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental Brain Research, 124*, 69-79.

Hof, P., Kamp, J., & Savelsbergh, G. J. P. (2008). The relation between infants' perception of catchableness and the control of catching. *Developmental Psychology, 44*(1), 182–194.

Holden, M. K. (2005). Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. *CYBERPSYCHOLOGY & BEHAVIOR, 8*(3), 187-219.

Hopkins, B., Beek, P. J., & Kalverboer, A. F. (1993). Theorical issues in the longitudinal study of motor development. In A. F. Kalverboer, B. Hopkins & R. Geuze (Eds.), *Motor Development in early and later childhood: longitudinal approaches*. Cambridge: University Press.

Horak, F. B. (1991). *Assumptions underlying motor control for neurological rehabilitation.* Paper presented at the II-STEP Conference, Alexandria.

Hutzler, Y. (2007). Systematic Ecological Modification Approach. In W. E. Davis & G. D. Broadhead (Eds.), *Ecological task analysis and movement*. Champaign: Human Kinetics.

Inc., I. S. T. (2011). *The MotionMonitorTM: software user's guide (Revision 5.0)*. Chicago: Organic Motion.

Johnson, B., & Christensen, L. (2010). *Educational Research: Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches* (4 ed.). London: Sage Publications.

Kizony, R., Raz, L., Katz, N., Weingarden, H., & Weiss, P. L. (2005). Video-capture virtual reality system for patients with paraplegic spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Research & Development, 42*(5), 595-608.

Kurtz, L. A. (2008). *Understanding motor skills in children with dyspraxia, ADHD, autism, and other learning disabilities: a guide to improving coordination*. London: Jessica Kingsley Publishers.

Lewis, C. L., Sahrman, S. A., & Moran, D. W. (2007). Anterior hip joint force increases with hip extension, decreased gluteal force, or decreased ilipsoas force. *Journal of Biomechanics, 40*(16), 3725-3731.

Lewis, S. R., Duff, S. V., & Gordon, A. M. (2002). Manual asymmetry during object release under varying task constraints. *American Journal of Occupational Therapy, 56*, 391–401.

Lisot, J. A., & Cavalli, M. O. (1995). O Teste de Proficiência Motora de Bruininks-Oseretsky: uma análise descritiva. *Movimento, 2*(2), 46-58.

Lorson, K. M. (2003). *The influence of the three instructional strategies on the performance of the overarm throw.* Ohio State University, Ohio.

Maroco, J. (2007). *Análise estatística - com utilização do spss* (3 ed.). Lisboa: Edições Sílabo.

McBurney, D. H., & White, T. L. (2009). *Research Methods* (8 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Michaels, C., & Panozzo, C. (2010). Organic Motion Announces Availability of BioStage® v1.0: New Cross-Disciplinary Life Sciences Platform to be Unveiled During IDMAA 2010.

Motion, O. (2010). BioStage®: intelligent motion capture for the life sciences. In O. Motion (Ed.).

Mulligan, S. (2003). *Occupation Therapy Evaluation for Children: A Pocket Guide*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

O'Brien, J., & Williams, H. (2010). Application of motor control/motor learning to practice. In J. Case-Smith & J. C. O'Brien (Eds.), *Occupational Therapy for Children* (6 ed.). Missouri: Mosby Elsevier Incorporation.

Okely, A. D., & Booth, M. L. (2004). Mastery of fundamental movement skills among children in New South Wales: prevalence and sociodemographic distribution. *Journal Science Medical Sport, 7*(3), 358-372.

Pangab, A. W. Y., & Fongc, D. T. P. (2009). Fundamental motor skill proficiency of HongKong children aged 6-9 years. *Research in Sports Medicine, 17*(3), 125–144.

Parsons, T. D., Rizzo, A. A., Rogers, S., & York, P. (2009). Virtual reality in paediatric rehabilitation: A review. *Developmental Neurorehabilitation, 12*(4), 224-238.

Piek, J. P. (2006). *Infant motor development*. Champaign: Human Kinetics.

Rajamanickam, M. (2001). *Statistical Methods In Psychological And Educational Research*. New Dehli: Concept Publishing Company.

Ratanapinunchai, J., & Silsupadol, P. (2001). Factors influencing self-selected throwing styles of young children under the maximum distance thrown effort. *Bull Chiang Mai Association Medical Science, 34*(3), 190–201.

Rathus, S. A. (2011). *Childhood: Voyages in Development* Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Ribeiro, J. L. P. (2008). *Metodologia de investigação em psicologia e saúde* (2 ed.). Porto: Legis.

Richardson, P. K. (2010). Use of Standardized Tests in Pediatric Practice. In J. Case-Smith & J. C. O'Brien (Eds.), *Occupational Therapy for Children* (6 ed.). Missouri: Mosby Elsevier Incorporation.

Rodgers, M. M. (2003). Musculoskeletal Considerations in Production and Control of Movement. In P. C. Montgomery & B. H. Connolly (Eds.), *Clinical Applications for Motor Control*. Thorofare: SLACK Incorporated.

Rodrigues, P. C., Carneiro, S. C. M., Cabral, I., Vasconcelos, M. O., & Barreiros, J. M. (2011). Efeito da complexidade da tarefa, idade e género na assimetria motora funcional de crianças destrímanas e sinistrómanas. *Motricidade, 7*(4), 63-71.

Rosenbaum, D. A. (2010). *Human Motor Control* (2 ed.). London: Academic Press.

Runion, B. P., Roberton, M. A., & Langendorfer, S. J. (2003). Forceful overarm throwing: a comparison of two cohorts measured 20 years apart. *American Alliance for Health, Physical Education and Dance, 74*(3), 324-330.

Savelsbergh, G., Rosengren, K. S., Kamp, J., & Verheul. (2003). Catching action development. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. Kamp & S. J. Bennett (Eds.), *Development of Movement Co-ordination in Children: applications in the fields of Ergonomics, Health Sciences and Sport*. London: Taylor & Francis Group.

Schache, A. G., Blanch, P., Rath, D., Wrigley, T., & Bennell, K. (2002). Three-dimensional angular kinematics of lumbar spine and pelvis during running. *Human Movement Science, 21*, 273-293.

Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance: a situation-based learning approach* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.

Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M. F. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research, 146*, 142–154.

Schultheis, M. T., & Rizzo, A. A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 46*(3), 296-311.

Shiratori, T., & Latash, M. (2000). The roles of proximal and distal muscles in antecipatory postural adjustments under asymetrical perturbations and during standing rollerskates. *Clinical Neurophysiology, 111*, 613-623.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice* (3 ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Sigelman, C. K., & Rider, E. A. (2009). *Life-Span Human Development* (6 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Silva, S. B. d., Junior, G. d. B. V., & Toloka, R. E. (2009). Arremessar por cima do ombro e a distância percorrida pelo implemento. *Revista braslileira de Educação Física e Esporte, 23*(4), 309-318.

Sim, J., & Wright, C. (2000). *Research in health care: concepts, designs and methods*. Cheltenham: Stanley Thomes Publishers Ltd.

Simons, H. (2009). *Case Study Research in Practice*. London: SAGE Publications Ltd.

Slentz, K., & Krogh, S. (2001). *Early childhood development and its variations*. New Jersey: Lawrence Eribaum Associates, Incorporations.

Spaulding, S. J. (2005). *Meaningful Motion: Biomechanics for Occupational Therapists*. London: Elsevier Limited.

Steinberg, L., Bornstein, M. H., Vandell, D. L., & Rook, K. S. (2011). *Lifespan Development: Infancy Through Adulthood*. Belmont: Wadsworth Cengage Learning.

Stout, J. L. (2006). Gait: Development and Analysis. In S. K. Campbell, D. W. V. Linden & R. J. Palisano (Eds.), *Physical Therapy for Children* (3 ed.). Missouri: Elsevier Incorporation.

Sundermier, L., Woollacott, M. H., Roncesvalles, N., & Jensen, J. (2001). The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. *Experimental Brain Research, 136*, 340–350.

Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. California: Sage Publications.

Teixeira, L. A., & Gasparetto, E. R. (2002). Lateral Asymmetries in the Development of the Overarm Throw. *Journal of Motor Behavior, 34*(2), 151-160.

Tenenbaum, G., & Driscoll, M. P. (2005). *Methods of research in sport sciences: quantitative and qualitative approaches*. Oxford: Meyer & Meyer Sport.

Thelen, E., & Adolph, K. E. (1992). Arnold L. Gesell: The Paradox of Nature and Nurture. *Developmental Psychology, 28*(3), 368–380.

Thomas, J. R., & Thomas, K. T. (2009). Motor Behavior. In S. J. Hoffman (Ed.), *Introduction to Kinesiology: studying physical activity* (3 ed.). Champaign: Humana Kinetics.

Tillaar, R. v. d., & Ettema, G. (2004). A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *Journal of Sports Science and Medicine, 3*, 211-219.

Trombly, C. A. (2002). Conceptual Foundations for Practice. In C. A. Trombly & M. V. Radomski (Eds.), *Occupational Therapy for physical dysfunction* (5 ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Utley, A., & Astill, S. (2008). *Motor Control, Learning and Development*. New York: Taylor & Francis Group.

Vansant, A. F. (2003). Motor Control, Motor Learning, and Motor Development. In P. C. Montgomery & B. H. Connolly (Eds.), *Clinical applications for motor control*. New Jersey: SLACK Incorporated.

Vaughan, C. L. (2003). Theories of bipedal walking: an odyssey. *Journal of Biomechanics, 36*, 513–523.

Venetsanou, F., Kambas, A., Aggeloussis, N., Serbezis, V., & Taxildaris, K. (2007). Use of the Bruininks–Oseretsky Test of Motor Proficiency for identifying children with motor impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*, 846–848.

Venetsanou, F., Kambas, A., Aggeloussis, N., Serbezis, V., & Taxildaris, K. (2009). Motor assessment of preschool aged children: a preliminary investigation of the validity of the Bruininks–Oseretsky test of motor proficiency – Short form. *Human Movement Science, 28*, 543–550.

Vlasic, D., Adelsberger, R., Vannucci, G., Barnwell, J., Gross, M., Matusik, W., et al. (2007). Practical motion capture in everyday surroundings. *ACM Transactions on Graphics, 26*(3).

Walsh, M., & Wigens, L. (2003). *Introduction to research: Foundations in nursing and health care*. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd.

Watt, S. J., Bradshaw, M. F., Clarke, T. J., & Elliot, K. M. (2003). Binocular vision and prehension in middle childhood. *Neuropsychologia, 41*, 415–420.

Weiss, P. L., Sveistrup, H., Rand, D., & Kizony, R. (2009). Video capture virtual reality: A decade of rehabilitation assessment and intervention. *Physical Therapy Reviews, 14*(5), 307-321.

Westergaarda, G. C., Liv, C., Haynieb, M. K., & Suomib, S. J. (2000). A comparative study of aimed throwing by monkeys and humans. *Neuropsychologia, 38*, 1511–1517.

Whitall, J. (2003). Development of locomotor co-ordination and control in children. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. Kamp & S. J. Bennett (Eds.), *Development of Movement Co-ordination in Children: applications in the fields of Ergonomics, Health Sciences and Sport*. London: Taylor & Francis Group.

Woollacott, M. H., & Shumway-Cook, A. (1994). Maturation of feedback control of posture and equilibrium. In E. Fedrizzi, G. Avanzini & P. Crenna (Eds.), *Motor Development in Children*. London: John Libbey & Company Ltd.

Wrotniak, B. H., Epstein, L. H., Dorn, J. M., Jones, K. E., & Kondilis, V. A. (2006). The Relationship Between Motor Proficiency and Physical Activity in Children. *Pediatrics, 118*, e1758.

Yin, R. K. (2012). *Applications of Case Study Research* (3 ed.). London: SAGE Publications, Inc.

Zoia, S., Pezzetta, E., Blason, L., Scabar, A., Carrozzi, M., Bulgheroni, M., et al. (2006). A comparison of the reach-to-grasp movement between children and adults: a kinematic study. *Developmental Neuropsychology, 30*(2), 719–738.

ANEXOS

ANEXO 1

Declaração de consentimento informado

Declaração de consentimento informado

Conforme alei 67/98 de 26 de Outubro e a "Declaração de Helsínquia" da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008)

Designação do Estudo: Parametrização do comportamento motor em crianças entre os seis e os dez anos de idade.

Eu, abaixo-assinado _____, na qualidade de representante legal de _____:

Fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a parametrizar o comportamento motor de crianças entre os seis e os dez anos de idade com desenvolvimento normal, através da aplicação do teste de avaliação de competências motoras - *Bruininks-OseretskyTestof Motor Proficiency* - no sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage* ®.

Sei que neste estudo está prevista a realização de análise do movimento com base nos instrumentos supracitados, tendo-me sido explicado em que consistem. Também sei que os dados apenas podem ser recolhidos no Porto Interactive and Rehabilitation Center nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pelo que é necessária a deslocação até este local.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a autorizar a participação ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome dos Investigadores e Contactos: Diana Lima (966551995), Teresa Ferreira (934124055)

Data Assinatura

___/___/_____ _____

ANEXO 2

Protocolo de atuação – *BioStage*®

Protocolo de atuação – *BioStage* ®

- Cada criança é avaliada individualmente e num único momento.
- Um observador aplica o teste (avaliador 1) e o outro permanece no computador a monitorizar o programa (avaliador 2), indicando os momentos de início e término de cada uma das tarefas.

1. O avaliador marca três pontos na superfície do equipamento, conforme a figura 1.

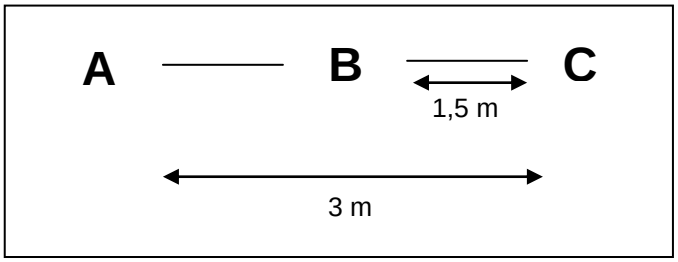

Figura 1 – Pontos de referência.

2. Os avaliadores calibram o equipamento conforme o manual de utilização.

3. A criança retira o calçado e veste uma camisola de manga comprida escura e meias da mesma cor.

4. A criança coloca-se no centro do equipamento (ponto C) e o avaliador 1 coloca-se no ponto A, ambos na posição de pé.

5. A criança permanece imóvel cerca de 10 segundos na posição "T" (pés juntos, ombros a 90° de flexão e de abdução e cotovelos em extensão).

6. A criança permanece imóvel cerca de 10 segundos na posição anatómica.

7. O avaliador 1 lança a bola de ténis para a criança, fazendo ressaltar a mesma no chão. A criança recebe a bola com as duas mãos e lança-a da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.

8. O avaliador 1 lança a bola de ténis para a criança, fazendo ressaltar a mesma no chão. A criança recebe a bola com a mão preferida e lança-a com a mesma mão para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.

9. O avaliador 1 lança a bola de ténis por baixo para a criança, esta recebe-a com as duas mãos e lança-a da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.

10. O avaliador 1 lança a bola de ténis por baixo para a criança utilizando uma mão. A criança recebe a bola com a mão preferidae lança-a com a mesma mão e da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.

11. O avaliador 1 coloca-se no ponto B e posiciona um alvo ao nível dos olhos da criança.

12. A criança lança a bola de ténis por cima, de modo a acertar no centro do alvo (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.