

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE – CEFID

ROBERTA CASTILHOS DETÂNICO

ANÁLISE CINEMÁTICA DO SALTO HORIZONTAL DE CRIANÇAS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciências do Movimento Humano, do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano - Biomecânica.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo.

FLORIANÓPOLIS-SC

2008

ROBERTA CASTILHOS DETÂNICO

ANÁLISE CINEMÁTICA DO SALTO HORIZONTAL DE CRIANÇAS

Dissertação aprovada pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:

Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:

Prof. Dr. Ruy Jornada Krebs
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:

Prof. Dra. Ana Cristina de David
Universidade de Brasília – UnB

Membro:

Prof. Dr. Antônio Renato Moro
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Florianópolis, SC, 6 de março de 2008.

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais agradeço principalmente por constituírem o alicerce de tudo o que eu sou e também pelo apoio incondicional e pelo incentivo para que hoje me fosse possível estar aqui.

Ao meu irmão, pela amizade e pelo carinho de sempre.

Ao meu noivo, pelo amor, pelo companheirismo e pela compreensão.

Ao meu querido orientador e seu vasto conhecimento e sabedoria, até mesmo quando nenhuma resposta parece ser possível.

À minha grande amiga Roberta Gatti, a grande responsável pelo meu envolvimento com a vida acadêmica; foste muito importante e moras no meu coração.

Aos meus amigos queridos do Laboratório de Biomecânica: Juliane, Rê, Rudi, João, Topete, Juliana, Josi, Amandinha, Vera.

Ao professor Mário, a quem não posso deixar de agradecer pela confiança, pela paciência, pelo aprendizado e acima de tudo, pela amizade.

Aos meus amigos do Laboratório de Biomecânica Aquática: Carol, Lu, Guga, Alessandro, Marcel, Eli, Letícia, Lili, Hélio, Susana.

Às minhas amigas e irmãs Fabi e Desa, com quem convivi muitos e bons anos da minha vida em Florianópolis. Obrigada pela parceria e pela amizade de sempre!

Aos meus outros vários amigos Tai, Marcio, Jonas, Lucas, Luciana, Ale, Gabi, Carolzinha, Fê..., que em algum momento estiveram ou continuam muito presentes em minha vida.

À Solange, mãe de todos os mestrados, e à Janny, pelo trabalho que exercem na pós-graduação.

Às crianças que participaram e colaboraram com meu estudo.

Ao pessoal do Laboratório de Biomecânica da UFSM pela acolhida.

RESUMO

Título: Análise cinemática do salto horizontal de crianças.

Autor: Roberta Castilhos Detânico

Orientador: Sebastião Iberes Lopes Melo

O objetivo deste estudo descritivo exploratório foi avaliar as características cinemáticas do salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor. Especificamente: verificar o estágio de desenvolvimento motor das crianças por segmento corporal e nas diferentes fases do salto horizontal; identificar e comparar os ângulos inter segmentares do salto horizontal de crianças entre diferentes estágios; verificar a contribuição dos parâmetros angulares no desempenho do salto horizontal nos diferentes estágios. Participaram 90 crianças da Grande Florianópolis-SC, ambos os sexos, idade entre 5 e 13 anos ($8,52 \pm 2,36$ anos), cujos pais consentiram a participação na pesquisa, mediante apresentação da autorização e termo de consentimento preenchidos e assinados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC. Utilizou-se como instrumentos uma câmera de vídeo e a matriz de análise qualitativa do salto horizontal de Gallahue. Selecionou-se as variáveis: ângulo de joelho, ângulo de quadril, ângulo de tronco e ângulo de membro superiores nas fases de propulsão, de vôo e de aterrissagem do salto horizontal e distância alcançada. Após devidamente autorizadas as crianças foram encaminhadas ao Laboratório de Biomecânica da UDESC. As crianças passaram por um período de familiarização com o ambiente e equipamentos. Após o preenchimento da ficha de identificação e a demarcação dos pontos anatômicos foi realizada a aquisição dos dados antropométricos e cinemáticos, esses a uma frequência de 60 Hz. Previamente à coleta fez-se a demonstração da tarefa através de um vídeo e em seguida as crianças executaram 3 saltos horizontais válidos. Os dados cinemáticos foram filtrados com Butterworth 4ª ordem, passa baixa com frequência de corte variando entre 6 e 10 Hz. A análise dos dados constituiu-se de uma parte qualitativa e uma quantitativa: a primeira composta pela classificação dos segmentos corporais em estágios inicial, elementar e maduro; a segunda, a captura dos ângulos, ambas em instantes específicos das fases de propulsão, vôo e aterrissagem do salto, conforme sistemática de Estrázulas (2006), baseada na matriz analítica de Gallahue. Utilizou-se a estatística descritiva: distribuição de frequências, média, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo, limites inferior e superior do intervalo de 95% de confiança para a média e gráficos *Box-plot*. Para comparação entre as médias dos três estágios aplicou-se a ANOVA *One way* e para verificar entre quais estágios estas diferenças se encontravam, o *post hoc* de *Scheffé*; para

verificar a contribuição dos parâmetros angulares na performance do salto, a Regressão Linear Múltipla - Stepwise. Adotou-se $p \leq 0,05$. Na comparação dos ângulos segmentares encontraram-se diferenças estatisticamente significativas entre todos os estágios em todas as fases do salto. Conclui-se que os segmentos corporais apresentaram diferentes tempos de maturação, tendo os membros inferiores maturação mais tardia. Os ângulos de joelho, quadril, tronco e membros superiores mostraram-se bons indicadores do estágio de desenvolvimento motor. Apenas o ângulo de membro superior na fase de vôo apresentou contribuição significativa para o desempenho do salto, que pode ser decorrente da grande importância da utilização dos braços na execução do salto horizontal.

Palavras-chave: Cinemática. Desenvolvimento motor. Salto horizontal. Crianças.

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID
Mestrado em Ciências do Movimento Humano
Florianópolis, 6 de março de 2008.

ABSTRACT

Title: Kinematic analysis of the long jump of children

Author: Roberta Castilhos Detânico

Guide: Sebastião Iberes Lopes Melo

The aim of this descriptive exploratory study was to evaluate kinematic characteristics of the long jump of children in different motor development stages according to the Gallahue's analytical matrix. Specifically it aimed to verify the motor development stage of children regarding body segment and the different phases of the long jump; to identify and compare the inter-segmental angles of the long jump; to verify the contribution of angle parameters to the long jump performance in the different motor development stages. The sample was composed of 90 male and female children ranging in age from 5 to 13 years old (average age of $8,52 \pm 2,36$ years old), whose parents consented to their participation in the study through the presentation of the correct fulfilling and signature of the assent term. The study was submitted and approved by the UDESC's Research Ethics Committee. For data collection a video camera and Gallahue's analytical matrix for the long jump, which allows classifying children in three maturation stages (initial, elementary and mature) were used as instruments. The knee, trunk, hip and upper limb angle in the propulsive, flight and landing phases and the reached distance were the selected variables. After receiving authorization from the parents and school, the children were conducted to the UDESC's Biomechanics Laboratory, where they had a time to get used to the environment and the equipments. After the fulfilling of children's identification form and anatomical markers set up the acquisition of anthropometric and kinematic data to a sampling frequency of 60 Hz were carried out. Before the acquisition the task was demonstrated through a video and then the children performed 3 valid horizontal jumps. Data were filtered by a fourth-order low-pass Butterworth filter with a cut-off frequency varying between 6 and 10 Hz. Data analysis was composed of two parts: (1) a qualitative evaluation through the corporal segment's classification; and (2) a quantitative analysis of the variables through the caption of angle parameters. For both analysis it was considered the specifically instants of the propulsive, flight and landing phases of the jump, according to Estrázulas (2006) procedure. Data were characterized and analyzed through descriptive statistics (frequency distribution, mean, standard deviation, coefficient of variation, minimum and maximum, superior and inferior limits of the 95% confidence interval for mean and box-plot graphics). To compare the mean among the three stages ANOVA One Way followed by *Scheffé's post hoc* tests were used. To verify the contribution of the different angle parameters the Multiple Linear Regression was used. The confidence level of 95% was

adopted for all the tests. Statistically significant differences were found when comparing the segmental angles between all the stages in the three jump phases. In synthesis the corporal segments showed different maturation time and the lower limb were the most delayed ones. The knee, trunk, hip and upper limb angles showed to be good indicators of the motor development stages. Only the upper limb angle in the flight phase significantly contributed to the jump performance and it could be explained by the major importance of the arm movement in the horizontal jump execution.

Key-words: Kinematic. Motor development. Long jump. Children.

University of Santa Catarina State – UDESC
Center of Healthy Science and Sport – CEFID
Master in Human Movement Science
Florianópolis, March 6th, 2008.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz analítica do modelo de Gallahue (Gallahue, 1989) para a tarefa motora do salto horizontal de crianças.	30
Figura 2 - Ângulos segmentares: α - ângulo do joelho; β - ângulo do quadril; γ - ângulo do tronco; θ - ângulo do membro superior.	53
Figura 3 – Câmera Peak HSC-180.....	56
Figura 4 – Matriz analítica de Gallahue (Gallahue, 1989) para a tarefa motora do salto horizontal.	58
Figura 5 – fases do salto horizontal: a) primeira fase – fase de propulsão; b) segunda fase – fase de vôo; c) terceira fase – fase de aterrissagem.....	59
Figura 6 – Layout da sala de coleta de dados.....	62
Figura 7 - Calibrador bidimensional.	62
Figura 8 – Gráfico box-plot dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.....	74
Figura 9 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.....	74
Figura 10 – Gráfico box-plot dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.	76
Figura 11 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.	76
Figura 12 – Gráfico dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.	78
Figura 13 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.	78

Figura 14 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.....	82
Figura 15 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.....	83
Figura 16 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.....	83
Figura 17 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.	85
Figura 18 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.	86
Figura 19 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.	87
Figura 20 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.	89
Figura 21 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.	90
Figura 22 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.	90
Figura 23 – Gráfico box-plot dos ângulos do membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.	95
Figura 24 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.	95
Figura 25 – Gráfico box-plot dos ângulos do membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.....	97
Figura 26 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.....	97
Figura 27 – Gráfico box-plot dos ângulos dos membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.	99
Figura 28 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Caracterização dos sujeitos do estudo.	53
Quadro 2 – Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para os diferentes segmentos corporais considerando as três fases do salto horizontal e a faixa etária.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal membros inferiores nas três fases do salto horizontal.	70
Tabela 2 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal tronco nas três fases do salto horizontal.	71
Tabela 3 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal membros superiores nas três fases do salto horizontal.	71
Tabela 4 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de propulsão do salto horizontal.	73
Tabela 5 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de vôo do salto.	75
Tabela 6 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de aterrissagem do salto.	77
Tabela 7 – Faixas limites de ângulos de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.	79
Tabela 8 – Comparação dos ângulos do joelho entre os estágios de desenvolvimento motor em diferentes fases do salto.	80
Tabela 9 – Resultado do teste <i>post-hoc</i> de <i>Scheffé</i> para o ângulo de joelho nas três fases do salto horizontal.	80
Tabela 10 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de propulsão do salto. .	81
Tabela 11 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de vôo do salto.	84
Tabela 12 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de aterrissagem do salto.	87
Tabela 13 – Faixas limites de ângulos de quadril para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.	91

Tabela 14 – Faixas limites de ângulos de tronco para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.	91
Tabela 15 – Comparação dos ângulos segmentares do quadril entre os estágios de desenvolvimento motor.	91
Tabela 16 – Resultado do teste <i>post-hoc</i> de <i>Scheffé</i> para o ângulo de quadril nas três fases do salto horizontal.	92
Tabela 17 – Comparação dos ângulos segmentares do tronco entre os estágios de desenvolvimento motor.	92
Tabela 18 – Resultado do teste <i>post-hoc</i> de <i>Scheffé</i> para o ângulo de tronco nas três fases do salto horizontal.	93
Tabela 19 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de propulsão do salto....	94
Tabela 20 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de vôo do salto.	96
Tabela 21 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de aterrissagem do salto.....	98
Tabela 22 – Faixas limites de ângulos de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.	100
Tabela 23 – Comparação dos ângulos segmentares do membro superior entre os estágios de desenvolvimento motor.....	100
Tabela 24 – Resultado do teste <i>post-hoc</i> de <i>Scheffé</i> para o ângulo do membro superior nas três fases do salto horizontal.	101

SUMÁRIO

I	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA	17
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	20
1.3	JUSTIFICATIVA.....	20
II	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1	CRESCIMENTO FÍSICO E DESENVOLVIMENTO MOTOR DAS CRIANÇAS	22
2.2	O MODELO TEÓRICO DE DESENVOLVIMENTO MOTOR DE GALLAHUE	25
2.3	BIOMECÂNICA DO SALTO	30
2.4	ESTUDOS E TENDÊNCIAS DE ANÁLISES DO SALTO HORIZONTAL.....	35
2.4.1	Estudos com enfoque na aptidão física e performance.....	35
2.4.2	Estudos com enfoque na análise do padrão motor, crescimento e cargas.....	43
III	MÉTODO	52
3.1	CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	52
3.2	SUJEITOS DE PESQUISA.....	52
1.4	VARIÁVEIS DE ESTUDO	53
3.3	INSTRUMENTAÇÃO.....	54
3.1	Sistema de Cinemetria.....	55
3.1.2	Matriz analítica de Gallahue (1989).....	56
3.3.3	Medidas antropométricas.....	60
3.4	CONTROLE DE VARIÁVEIS.....	60

3.5	COLETA DE DADOS.....	61
3.5.1	<i>Procedimentos Preliminares</i>	61
3.5.2	<i>Preparação do sujeito</i>	62
3.5.3	<i>Aquisição dos dados</i>	63
3.6	PROCESSAMENTO DOS DADOS	64
3.7	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	65
3.8	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	66
IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1	CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR PARA OS DIFERENTES SEGMENTOS CORPORAIS EM CADA FASE DO SALTO HORIZONTAL	67
4.2	PARÂMETROS ANGULARES DOS SEGMENTOS CORPORAIS POR ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO E FASE DO SALTO HORIZONTAL.....	72
4.2.1	Caracterização e comparação do ângulo do joelho nas três fases do salto horizontal.....	72
4.2.2	Caracterização e comparação dos ângulos do quadril e do tronco nas três fases do salto horizontal.....	81
4.2.3	Caracterização e comparação do ângulo do membro superior nas três fases do salto horizontal.....	93
4.3	CONTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS ANGULARES NO DESEMPENHO DO SALTO HORIZONTAL NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR.....	101
V	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
	APÊNDICE I.....	116
	APÊNDICE II.....	137
	APÊNDICE III	138
	ANEXO I.....	139
	ANEXO II.....	140

I INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA

Este estudo tem como área temática a biomecânica do salto, com enfoque na cinemática do salto horizontal – *standing long jump* ou salto em comprimento parado – de crianças. Trata-se de um padrão motor complexo, de difícil execução, que requer um recrutamento muscular num modo de contração particular que faz suceder, em tempo extremamente breve, um ciclo alongamento-encurtamento do músculo (VIEL, 2001). Sabe-se ainda que o desenvolvimento de um padrão motor está relacionado ao desenvolvimento de níveis aceitáveis de habilidade e de uma mecânica eficiente de execução (SKINNER, 1998).

É evidente que alguns padrões de movimento otimizam o produto da performance de habilidade, enquanto outros não. Nesse sentido, as mudanças que estão ocorrendo no corpo das crianças dificultam o processo de desenvolvimento de padrões adequados para desenvolver determinada tarefa com melhor aproveitamento. Conforme crescem e amadurecem, os sistemas muscular, esquelético e nervoso permitem que as crianças produzam mais força e ao tirar proveito dos princípios de movimento e de estabilidade, as crianças descobrem padrões de movimento qualitativamente diferentes que melhoram o resultado de sua performance da habilidade (HAYWOOD e GETCHELL, 2004).

Assim, ao mesmo tempo em que as crianças desenvolvem a habilidade para correr, fortalecendo a musculatura dos membros inferiores e melhorando o equilíbrio, adquirem também as habilidades físicas para saltar. Sendo que, mais do que força suficiente para impulsionar o corpo no ar, a criança deve ser também capaz de coordenar movimentos mais

elaborados como o balanço (ECKERT, 1993).

Os estudos sobre salto horizontal envolvem três linhas básicas de pesquisa:

Enquanto elemento de desempenho e performance física os saltos verticais e horizontais representam os testes de potência muscular de membros inferiores presentes na grande maioria das baterias de testes de aptidão física (Mathews, 1980; Matsudo, 1984; Fernandes Filho, 2003), dentre as quais podem ser citadas a Eurofit e a Morris. Sob este enfoque vários estudos podem ser citados como o de Gutiérrez, Sierra e Delgado, 1995; Bordignon e Olivoto, 2004; Ré *et al.*, 2005; Zhao *et al.*, 2005; Coksevim e Caksen, 2005. Ou ainda trabalhos que buscam verificar a confiabilidade do salto em distância como preditor de potência muscular frente a outros tipos de testes (Moreira *et al.*, 2004; Maulder e Cronin, 2005; Reis *et al.*, 2006).

Já considerando a área da biomecânica, outra grande tendência de estudos dá enfoque à avaliação da performance de saltos horizontais de indivíduos atletas ou não, através de análises cinéticas e cinemáticas buscando investigar parâmetros angulares, de velocidades, de posicionamentos, de força e de pressão, como o de Jódar e Redin (1995); Costa *et al.* (1998); Trigo (2000); Perttunen *et al.* (2000); Dorst, Mota e Rocha Junior (2001); Wakai e Linthorne (2005). Sob esse enfoque de investigação, muitos estudos foram realizados com base na construção e testagem de modelos matemáticos e utilização de simulações computadorizadas, dentre os quais se podem destacar os trabalhos de Alexander (1990); Alexander (1992); Seyfarth *et al.* (1999); Seyfarth, Blickhan e Leeuwen (2000); Sorensen, Simonsen e de Bogert (2004); Chow e Hay (2005). Já outros trabalhos visando à análise do movimento dos braços na execução de saltos horizontais (DAVIES E JONES *apud* GALDI, 2000; ASHBY E HEEGAARD, 2002; WU *et al.*, 2003; ASHBY E DELP, 2006).

Contudo, verifica-se uma lacuna referente a estudos de padrões motores utilizando as análises biomecânicas para avaliar as características de execução do salto de crianças. Nesse caso, embora o salto possa ser avaliado de várias maneiras como: a idade na qual uma criança pode realizar determinados tipos de salto, a distância ou a altura atingida, a forma ou padrão do salto (Haywood e Getchell, 2004), pouco se encontra a respeito. Ou seja, o foco dos estudos tem sido predominantemente qualitativo, com base em matrizes de análise na forma de *check list*, com breves descrições e desenhos esquemáticos de diferentes tarefas motoras, sendo que em muitos deles (Copetti, 2000; Oliveira, 2002; Paim, 2003; Melo *et al.*, 2003; Melo e Gress, 2004; Gress, 2004, Gatti, 2005; Estrázulas, 2006) foi utilizado o modelo proposto por David Gallahue (1989). Enquanto em outros trabalhos foi utilizado o TGMD

(Teste de avaliação do desenvolvimento motor grosso de habilidades de locomoção e de controle de objeto) desenvolvido por Dale Ulrich (VALENTINI, 2002; BONIFACCI, 2004, LOPES, 2006). E ainda trabalhos utilizando o sistema de escore baseado na seqüência de desenvolvimento proposta por Robertson e Halverson (FERRAZ, 1992; HARRISON E KEANE, 2007). Entretanto, salienta-se que essas matrizes de análise qualitativa têm caráter puramente subjetivo, o que implica em diferentes resultados conforme o olhar do observador. O próprio autor de um desses instrumentos, professor David Gallahue chama a atenção para isso colocando que por ter caráter subjetivo é imprescindível que o avaliador tenha um bom conhecimento mecânico do movimento a ser avaliado (GALLAHUE, 2007).

Em complemento, Harrison e Gaffney (2001) expõem que enquanto as pesquisas sobre a fisiologia muscular examinam com detalhes os possíveis mecanismos da contração, as pesquisas em desenvolvimento motor ainda não se detêm com preciosismo aos mecanismos da função motora e como eles amadurecem, atendo-se predominantemente a descrições da cinemática dos padrões fundamentais de movimento através de técnicas qualitativas. Nesse sentido, Copetti (2000) comenta sobre a necessidade da busca pela compreensão da relação existente entre o nível de execução e de maturação e o desempenho quantitativo das habilidades motoras. E dando ênfase a esse tipo de investigação alguns estudos vêm sendo realizados, citando-se os de Loko *et al.* (2000); Knutzen e Martin (2002) e Quatman *et al.* (2006), que têm suporte na biomecânica.

Nesse contexto, surge uma questão a ser investigada:

Quais as características cinemáticas do salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar as características cinemáticas do salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Verificar o estágio de desenvolvimento motor das crianças por segmento corporal e nas diferentes fases do salto horizontal.
- ✓ Identificar e comparar os ângulos inter segmentares de crianças entre diferentes estágios de desenvolvimento motor durante a execução do salto horizontal;
- ✓ Verificar a contribuição dos parâmetros angulares no desempenho do salto horizontal nos diferentes estágios de desenvolvimento motor.

1.3 JUSTIFICATIVA

A aquisição dos padrões fundamentais de movimento é de grande importância para o domínio das habilidades motoras. O movimento de saltar, especificamente, é muito utilizado nas atividades do cotidiano e nas diferentes tarefas motoras integrantes das mais variadas manifestações esportivas, de forma isolada ou combinada com outras habilidades.

Sabe-se ainda que o crescimento físico das crianças ocorre em tempos diferenciados independentemente da evolução cronológica das mesmas. Esse aspecto é importante ao se avaliar e comparar as características físicas dessas crianças, visto que o desenvolvimento é determinado pela evolução biológica. Observa-se também, que a evolução da criança se faz em uma síntese harmoniosa que supõe organizados fenômenos de regulação que agem em conjunto, não sendo possível distinguir seus efeitos separadamente.

Assim, sabe-se ainda da importância de outros fatores como a tarefa e o ambiente no desenvolvimento motor das crianças, conforme expõe com propriedade o professor Jorge de Oliveira (2002, p. 41):

Para desenvolver um programa de atividades motoras, não se pode lançar mão de vários métodos pedagógicos. Com isso, o professor de educação física detém um papel importantíssimo no âmbito escolar, podendo estruturar um ambiente adequado às crianças, para que adquiram o maior número de experiências motoras, tornando, então, a educação física uma grande auxiliadora e promotora do desenvolvimento integral da criança.

Nesse sentido, torna-se de grande importância a classificação das crianças por grau de

maturação no que diz respeito à orientação da ação pedagógica do professor no âmbito da educação física.

Justifica-se também a realização desse estudo pela necessidade de se ter um instrumento ou método de avaliação de padrões motores que seja preciso e de alta reprodutibilidade, independente do avaliador, de grande utilidade para a pesquisa. Pois, conforme afirma Gallahue (1998), o instrumento de avaliação de padrões fundamentais de movimento sugerido pelo autor não pretende ser uma ferramenta de pesquisa visto que várias sequências de movimentos ainda precisam ser verificadas. De modo que o uso das análises biomecânicas na avaliação do movimento em crianças torna-se necessário e benéfico, por prover informações sobre vários aspectos da performance e da locomoção (KNUTZEN e MARTIN, 2002), contribuindo para uma análise biomecânica quantitativa dos movimentos humanos, propiciando resultados mais precisos que avaliações puramente observacionais.

Verificam-se ainda lacunas no que se refere a estudos que busquem aprofundar o conhecimento e a mensuração dos padrões de movimento puramente como habilidades motoras. Partindo dessa premissa e considerando-se o estudo de padrões motores de crianças uma linha de pesquisa de nosso grupo, o presente trabalho busca dar continuidade ao projeto, em particular à análise do salto horizontal, iniciada no estudo de Gress (2004) com parâmetros cinéticos. Seguindo a mesma temática foi realizado o trabalho de Estrázulas (2006), cujo principal objetivo foi identificar faixas de ângulos que cinematicamente representassem o movimento de salto horizontal das crianças em diferentes estágios motores.

Contudo, em virtude do baixo número amostral no estudo de Estrázulas (2006), uma das justificativas do presente trabalho centra-se na análise de um maior número de crianças a fim de possibilitar a criação e validação de uma matriz quantitativa para o referido padrão motor.

II REVISÃO DE LITERATURA

Com a finalidade de fundamentar o problema, dar suporte teórico ao método e discutir os resultados do estudo serão contemplados alguns conteúdos na literatura, que estarão organizados nesse capítulo em quatro tópicos. Esses tópicos foram assim divididos e selecionados em função do próprio tema desse estudo que reporta a duas grandes áreas: o Desenvolvimento Motor e a Biomecânica.

Desse modo, será dissertado primeiramente, de forma geral sobre o crescimento físico e o desenvolvimento motor das crianças, visto serem aspectos fundamentais na execução de tarefas motoras. Em seguida será apresentado o modelo de desenvolvimento motor proposto por Gallahue por ser este utilizado como base teórica desse estudo. E, para finalizar será abordado o estado da arte dos estudos realizados tanto com tarefas motoras de saltos como também em relação ao desenvolvimento motor de crianças, a fim de ilustrar as tendências de estudos e dar suporte à discussão dos resultados.

2.1 CRESCIMENTO FÍSICO E DESENVOLVIMENTO MOTOR DAS CRIANÇAS

Neste tópico serão abordados conceitos sobre crescimento físico e desenvolvimento motor de clássicos da literatura nesta área.

De acordo com Malina e Bouchard (1991), o período da infância é marcado pelo aumento na estatura, peso e massa muscular, sendo que a estatura e o peso são mais utilizados para medir crescimento, cujos picos têm velocidades diferentes desde a primeira infância até a idade adulta. Sabe-se que o crescimento físico durante a primeira e segunda infância segue a tendência proximal-distal, ou seja, começa do centro do corpo e segue para as extremidades.

Porém uma exceção a esta regra básica do crescimento acontece durante a puberdade quando o crescimento assume a direção oposta, ou seja, das extremidades para o centro.

Por isso, segundo Job e Pierson (1980), o corpo apresenta crescimento em diferentes dimensões, comprimento e peso. Portanto em um mesmo momento, diferentes partes do corpo podem ter velocidades de crescimento diferenciadas, sendo dependente desta velocidade de crescimento, a estatura definitiva ou as diferenças observadas entre as crianças de uma determinada idade.

Analisando as diferenças funcionais do corpo, Almeida, Ribeiro-do-Vale e Sacco (2001), afirmam que os membros inferiores do ser humano não são perfeitamente simétricos em sua forma e talvez a diferença mais evidente entre o lado direito e o esquerdo esteja no comprimento total. Essas assimetrias morfológicas resultam da constituição genética do indivíduo e também de sua interação com o ambiente durante o desenvolvimento. Diferenças funcionais entre os membros inferiores, freqüentemente favorecendo o lado direito, podem ser observadas facilmente mesmo em crianças bastante pequenas. De acordo com estes autores até em recém nascidos já foi verificada uma grande diferença interlateral na magnitude da força muscular e na coordenação motora devido às assimetrias entre as pernas.

Os estudos sobre o desenvolvimento motor, atualmente estão considerando cada vez mais o ambiente onde as crianças estão inseridas, devido à relação que apresenta com as mudanças ocorridas. E conforme Ferreira Neto (1995) o desenvolvimento motor segue uma determinada seqüência de modificações nos movimentos que difere de indivíduo para indivíduo quanto ao momento da evolução, mas não quanto à seqüência pela qual essas modificações acontecem, o qual complementa afirmando que a criança, cognitiva e fisicamente normal, progride de um estágio a outro de maneira seqüencial, influenciada tanto pela maturação quanto pela experiência.

Nesse sentido Gallahue e Ozmun (2005) e Eckert (1993) citam que a infância, usualmente, tem sido dividida em duas fases: a infância precoce – primeira infância – que vai dos 2 aos 6 anos e a infância tardia – segunda infância – dos 6 aos 10 ou 12 anos de idade aproximadamente. Anteriormente à infância precoce acontece a fase de lactância e posteriormente à infância tardia, a puberdade.

Porém, é importante salientar que nem todos os indivíduos apresentam, em termos de desenvolvimento motor como um todo, as mesmas características de mudanças de uma fase para outra, pois certos componentes em um determinado momento mudam, enquanto outros não sofrem alterações. Da mesma forma que o crescimento é dependente da evolução

biológica também o é o desenvolvimento motor desse indivíduo. Verifica-se uma concordância por parte dos autores aqui apresentados quanto à idade ideal para o aprendizado, sendo dos 6 aos 10 anos, por ser nesse período que as crianças se encontram em condições de responderem, de forma mais harmônica, aos estímulos a elas apresentados, e assim evitam-se sentimentos de frustração.

Acredita-se, assim, estar bem esclarecida a importância de conhecer a fundo as diferentes etapas de crescimento e desenvolvimento das crianças, a fim de poder situar com precisão um nível de maturação em um dado momento. Diversos fatores externos ou internos podem afetar o ritmo de crescimento e maturação das crianças e fatores menos estudados no desenvolvimento dessas, refere-se a uma série de condições sociais que limitam sua capacidade de movimento e podem alterar o desenvolvimento natural de suas capacidades ontogênicas (GUTIÉRREZ, SIERRA e DELGADO, 1995).

As ações motoras, as habilidades motoras básicas e as técnicas desportivas são o resultado de processos de aprendizagem sensorio-motor. Apesar de não estarem suficientemente esclarecidos os mecanismos neurofisiológicos desta aprendizagem, pode-se dizer que existe uma importante dependência do sistema nervoso central. Indo ao encontro dessa informação, Gutiérrez, Sierra e Delgado (1995) dizem que existe uma grande relação entre as capacidades psicomotoras e a maturação cerebral que se alcança de forma definitiva até os 20 anos e em função da evolução da maturação do SNC podemos estabelecer diferentes etapas na aquisição e na aprendizagem das habilidades motoras e marcar períodos básicos na vida da criança.

Segundo Ferreira Neto (1995), as experiências e os resultados de inúmeras investigações têm demonstrado que, em certos períodos da vida o indivíduo não pode atingir o aperfeiçoamento de suas capacidades se não for sujeito a estímulos através de variadas formas de atividade. Bem como as solicitações de aprendizagens devem estar relacionadas com a maturidade que caracteriza as diferentes etapas evolutivas, pois as crianças só atendem a estímulos que correspondam às suas necessidades, interesses e entendimento. Sendo assim, nesse período é importante que se auxilie as crianças a aumentar a competência e o controle motores em diversas atividades.

A habilidade motora, portanto, é um caminho permanente nas prestações motoras que se estabelecem através da fixação de determinados sistemas sensoriais. Esta implica em precisão e economia de esforço, aprendizagem prévia e perfeição em decorrência da economia de movimentos. Portanto o êxito depende do grau de maturação do SNC, sendo durante o

período escolar, 7 a 12 anos, que se duplica a força, se aumenta a coordenação óculo-manual, se reduz o tempo de reação motora e aumenta a exatidão e uniformidade de execução.

No sentido de avaliar o crescimento e desenvolvimento motor, Knutzen e Martin (2002), dizem que a biomecânica tem se tornado um critério significativo de exploração dessas áreas. Sabendo-se que o padrão de movimento dos membros pode ser controlado pelo programa motor, e que este padrão é influenciado significativamente por fatores mecânicos como massa, força e momento de inércia, então características anatômicas especiais da estrutura músculo-esquelética podem ser estudadas biomecanicamente para determinar cargas que podem ser acomodadas nos ligamentos, tendões, ossos e tecidos especializados do crescimento. Desta forma, definir os princípios mecânicos que facilitam a economia e eficiência do esforço é importante, pois através desse conhecimento a criança pode ser informada de como alcançar o domínio das habilidades fundamentais do esporte. Sendo também importante a comparação entre crianças mais novas e mais velhas para identificar e determinar as causas biomecânicas que levam crianças mais jovens a executarem movimentos menos econômicos em habilidades específicas como a corrida.

Pelas afirmações anteriores se tem a certeza de que o crescimento físico das crianças ocorre em tempos diferenciados independentemente da evolução cronológica das mesmas. Esse aspecto é importante ao se avaliar e comparar as características físicas dessas crianças, pois é a evolução biológica que determina o desenvolvimento delas, assim devemos considerar esse fator ao submetermos uma criança a algum tipo de avaliação física para conhecermos o seu nível maturacional num determinado período. Observa-se também, que a evolução da criança se faz em uma síntese harmoniosa que supõem organizados fenômenos de regulação que agem em conjunto, não sendo possível distinguir seus efeitos separadamente.

2.2 O MODELO TEÓRICO DE DESENVOLVIMENTO MOTOR DE GALLAHUE

Neste tópico será apresentado o modelo de desenvolvimento motor e a matriz de avaliação qualitativa propostos por Gallahue.

O modelo teórico proposto por Gallahue (Gallahue, 1989) sugere um modelo de desenvolvimento que identifica estágios específicos observados em quatro fases: fase dos

movimentos reflexos, fase dos movimentos rudimentares, fase dos movimentos fundamentais e fase dos movimentos especializados (do esporte, do trabalho, do lazer, etc). Em essência, o modelo de Gallahue parte da premissa que o alcance da fase de movimentos especializados implica necessariamente numa passagem pelas habilidades motoras básicas.

Para Gallahue e Ozmun (2005), o domínio das habilidades motoras fundamentais – movimentos locomotores e manipulativos – é básico para o desenvolvimento motor de crianças, sendo que todas as atividades locomotoras e manipulativas são consideradas movimentos estabilizadores, os quais envolvem o esforço da criança para se manter em equilíbrio contra a ação da força da gravidade. O movimento estabilizador, em sentido mais amplo, é qualquer movimento no qual algum grau de equilíbrio é necessário. Sendo assim, a estabilidade é o aspecto mais fundamental do aprendizado de movimentar-se, constituindo um elemento presente em qualquer movimento, quando analisado sob a perspectiva do equilíbrio. Através dela as crianças obtêm e mantêm um ponto de origem para as explorações que fazem no espaço.

Os movimentos manipulativos estão relacionados às tarefas de arremessar, lançar, receber, chutar e interceptar objetos, ou seja, às manipulações motoras. Já os locomotores referem-se aos movimentos realizados com o objetivo de mudar a posição do corpo considerando um ponto fixo do espaço e nesse modelo, constituem movimentos fundamentais; referem-se às ações de caminhar, correr, saltar, pular ou saltitar (GALLAHUE E OZMUN, 2005).

Embora relacionada à idade, a aquisição de habilidades motoras maduras não é dependente da idade, mas sim de numerosos fatores, da tarefa em si, do indivíduo e do ambiente. E o desenvolvimento de um “padrão motor” não está especificamente relacionado à conquista do alto grau de habilidade em um número limitado de situações motoras, porém, relaciona-se ao desenvolvimento de níveis aceitáveis de habilidade e de uma mecânica corporal eficiente (GALLAHUE E OZMUN, 2005).

Dessa forma, a criança, física e cognitivamente normal, progride seqüencialmente de um estágio a outro, influenciada pela maturação e pela experiência. Tal seqüência de progressão ao longo dos estágios inicial, elementar e maduro é a mesma para a maioria das crianças, entretanto, o ritmo em que as mudanças ocorrem varia entre as crianças está relacionado tanto à influência ambiental quanto à oportunidade à prática (GALLAHUE E OZMUN, 2005).

Nesse sentido, as diferenças entre as crianças remetem ao princípio da individualidade

biológica. Quanto ao padrão, são encontradas diferenças em todas as crianças, podendo essas estar em estágios motores diferentes para tarefas motoras diferentes. Assim, uma criança pode estar no estágio inicial para determinada habilidade e no elementar e maduro para outras.

Gallahue e Ozmun (2005) dividem a fase dos movimentos fundamentais em três estágios:

Estágio inicial – representa as primeiras tentativas da criança orientada para desempenhar uma habilidade fundamental. O movimento em si é caracterizado por elementos que faltam ou que são seqüenciados e restritos, pelo uso exagerado do corpo e por fluxo rítmico e coordenação deficiente. Tipicamente, crianças de 2 anos de idade encontram-se nesse estágio, porém é possível que para certos movimentos fundamentais a faixa etária pode ser aumentada (GALLAHUE, 1998).

Estágio elementar – este estágio envolve maior controle e melhor coordenação rítmica dos movimentos fundamentais, aprimora-se a sincronização dos elementos temporais e espaciais do movimento, porém geralmente ainda restritos ou exagerados. A observação de crianças típicas de 3 ou 4 anos de idade revela uma variedade de movimentos fundamentais nesse estágio (GALLAHUE, 1998).

Estágio maduro – caracterizado como mecanicamente eficiente, coordenado e de execução controlada. A maioria dos dados disponíveis na aquisição de padrões fundamentais de movimentos sugerem que crianças com idade entre 5 e 6 anos podem e devem estar no estágio maduro para a maioria das tarefas fundamentais. Embora algumas crianças atinjam esse estágio de maturação com uma mínima influência ambiental, para a maioria das crianças é necessário oportunidade para a prática, encorajamento e instrução em um ambiente que estimule o aprendizado. É pertinente ressaltar que na fase seguinte de desenvolvimento de movimentos especializados, um bem sucedido desempenho mecânico de execução dos movimentos é dependente de movimentos fundamentais maduros (GALLAHUE, 1998).

Nem todos os padrões motores encaixam-se precisamente em uma progressão arbitrária de três estágios. Contudo, essa abordagem de Gallahue adapta-se, precisa e adequadamente, à seqüência desenvolvimentista da maioria dos padrões motores fundamentais (GALLAHUE E OZMUN, 2005).

A partir da classificação das crianças em estágios de desenvolvimento motor, Gallahue propôs um instrumento de avaliação de padrões fundamentais de movimento que consiste de uma matriz de avaliação qualitativa, segundo a qual as crianças podem ser observadas sob uma abordagem de configuração corporal total a partir da observação dos segmentos

corporais e classificadas em estágio inicial, elementar ou maduro para diferentes tarefas motoras fundamentais (GALLAHUE, 1998; GALLAHUE E OZMUN, 2005). Entretanto, é pertinente ressaltar que o instrumento não pretende ser uma ferramenta de pesquisa, pois várias seqüências de desenvolvimento ainda precisam ser revistas. E ainda, o instrumento é eficiente e de fácil aplicabilidade para avaliar e acompanhar as alterações do desenvolvimento motor de uma criança ao longo do tempo, sendo imprescindível que o avaliador tenha um bom conhecimento mecânico do movimento a ser avaliado (GALLAHUE, 2007).

A matriz avalia diferentes tarefas motoras e contém, além de breves descrições relativas ao posicionamento dos segmentos que devem ser observados e analisados pelo avaliador, sob a forma de um *check-list*, desenhos esquemáticos de algumas etapas dos movimentos, (Figura 1). Trata-se, portanto, de uma avaliação motora das crianças puramente observacional para diferentes tarefas motoras.

I Salto em distância

A. Estágio inicial

1. Movimento limitado; braços não iniciam ação do salto
2. Durante o voo, braços se movem para os lados e para baixo, ou para trás e para cima, para manter o equilíbrio
3. Tronco se move em direção vertical; ênfase pequena na extensão do salto
4. Agachamento preparatório inconsistente em termos de flexão de pernas
5. Dificuldade de usar ambos os pés
6. Extensão limitada de tornozelos, joelhos e quadris ao impulsionar
7. Peso corporal cai para trás ao pousar

B. Estágio elementar

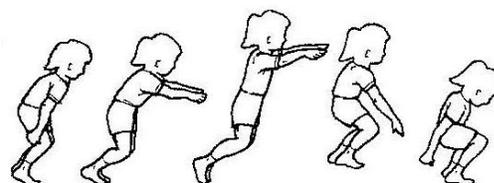
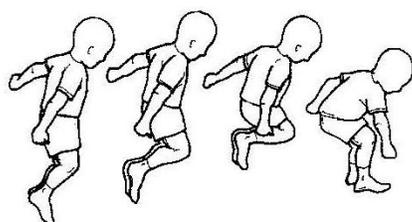
1. Braços iniciam a ação do salto
2. Braços se mantêm à frente do corpo durante agachamento preparatório
3. Braços se movem para as laterais para manter equilíbrio durante o voo
4. Agachamento preparatório mais profundo e mais consistente
5. Extensão mais completa do joelho e do quadril ao impulsionar
6. Quadris flexionados durante o voo; coxas mantidas em posição flexionada

C. Estágio maduro

1. Braços se movem para o alto e para trás durante o agachamento preparatório
2. Durante o impulso, braços se inclinam para frente com força e alcançam altura
3. Braços mantêm-se altos durante toda a ação do salto
4. Tronco inclinado em ângulo aproximado de 45 graus
5. Ênfase maior na distância horizontal
6. Agachamento preparatório profundo e consistente
7. Extensão completa de tornozelos, joelhos e quadris ao impulsionar
8. Coxas mantêm-se paralelas ao solo durante o voo; pernas pendem verticalmente
9. Peso corporal inclina-se para a frente ao pousar

II Dificuldades de desenvolvimento

- A. Uso impróprio dos braços (ou seja, falha ao usar os braços em oposição à perna de propulsão em um balanço para cima e para baixo, enquanto a perna flexiona, estende, e flexiona novamente)
- B. Giro ou torção do corpo
- C. Inabilidade de executar o impulso tanto com um pé quanto com os dois
- D. Agachamento preparatório insuficiente
- E. Movimentos restritos de braços e pernas
- F. Ângulo de impulso insuficiente
- G. Falha em estender-se totalmente ao decolar
- H. Falha em estender as pernas para a frente ao pousar
- I. Cair de costas ao aterrissar



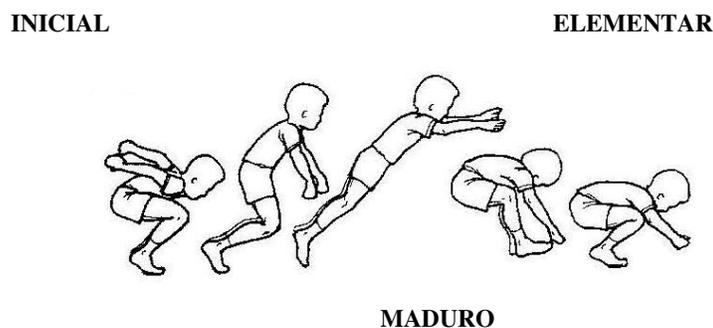


Figura 1 – Matriz analítica do modelo de Gallahue (Gallahue, 1989) para a tarefa motora do salto horizontal de crianças.

Fonte: GALLAHUE E OZMUN, 2005. p. 250 e 251.

Para a tarefa motora do salto horizontal, especificamente, Gallahue e Ozmun (2005) expõem que uma criança física e cognitivamente normal tem condições de saltar em distância a partir dos 5 anos de idade, sendo que aos 6 anos de idade já apresenta um desenvolvimento potencial para estar no estágio maduro, o que irá depender de fatores como a tarefa, o indivíduo e o ambiente.

2.3 BIOMECÂNICA DO SALTO

Neste tópico será abordada a biomecânica do salto, tipicamente caracterizada como uma atividade de impacto, com enfoque nos benefícios e malefícios dessa tarefa motora sobre as estruturas do aparelho locomotor, destacando as implicações desse em crianças.

O saltar é uma habilidade motora fundamental presente em modalidades atléticas – salto em distância, salto triplo e salto em altura – e presente de forma secundária em outras como o basquete e o voleibol. O salto em distância, enquanto tarefa ou habilidade motora, conforme Gallahue e Ozmun (2005) é um movimento explosivo, que requer o desempenho coordenado de todas as partes do corpo, sendo que o impulso e a aterrissagem devem ser feitos com os dois pés.

As fases de decolagem ou impulsão e de queda ou aterrissagem constituem as mais importantes a serem estudadas. Durante a decolagem o sujeito deve gerar uma força para cima de modo a impulsionar o corpo para o alto e o tempo de voo será fundamental para a distância coberta. Outro importante parâmetro é a velocidade horizontal de decolagem e a combinação

da velocidade horizontal e do tempo de vôo determinará a distância percorrida até o instante de aterrissagem. Portanto, isso significa que o indivíduo deve também produzir uma grande força horizontal para impulsionar o corpo com grande velocidade horizontal de decolagem (NICOL, 2001).

O grau de carga imposta ao aparelho locomotor tanto no instante de propulsão quanto na aterrissagem, apesar do curto intervalo de tempo de aplicação, pode ser excessivo para as diferentes estruturas, especialmente articulares, com destaque para a articulação do joelho (NICOL, 2001). Isso porque, em virtude da magnitude da força e do curto tempo de contato, os saltos tendem a produzir um expressivo gradiente de crescimento da força vertical (AMADIO e DUARTE, 1996). Sendo assim, pode-se caracterizar as habilidades de saltos como atividades tipicamente de impacto. Esse está associado à força de reação do solo e age sobre o aparelho locomotor humano, desencadeando reações e adaptações no sistema músculo-esquelético. De maneira geral, grande parte do desgaste e das lacerações no sistema músculo-esquelético não se deve às ações traumáticas ou doenças graves, mas sim ao efeito cumulativo da carga dinâmica (VOLOSHIN, 2004).

Por isso não é surpreendente que graves lesões e longo prazo sejam comuns em atletas e portanto, uma melhor compreensão da mecânica do salto é bastante pertinente.

Conforme aponta a literatura o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea de todo o corpo aumentam com a idade durante a infância (MALINA, 2003). Porém, para que isso ocorra é necessário um estresse mecânico mínimo para que ocorra o crescimento e fortalecimento dos ossos, sendo a atividade física um importante componente do desenvolvimento e manutenção da integridade esquelética (HAMILL e KNUTZEN, 1999). No salto horizontal, a produção de força horizontal representa um componente importante das cargas sobre o membro inferior humano.

Sabe-se que o treinamento de crianças vem sendo a cada dia mais precoce, especialmente em modalidades que assim o exigem. E, conforme Hamill e Knutzen (1999) no esqueleto em desenvolvimento ou imaturo a influência do apoio de peso e forças musculares terá um efeito mais substancial na formação do tamanho e formato dos ossos do que as mesmas forças se aplicadas num esqueleto maduro. Em adição, Enoka (2000) afirma que o esqueleto é remodelado continuamente e, de maneira geral, o conjunto de processos – crescimento, reforço e reabsorção – é denominado remodelamento e o equilíbrio entre esses processos é influenciado por diversos fatores, dentre os quais destacam-se atividade física (cargas de sobrecarga e distensão), idade e doença.

Os ossos têm estrutura e propriedades mecânicas únicas que permitem exercer algumas funções: servir de arcabouço ao sustentar os tecidos moles, prover locais de atamento muscular e facilitar a ação muscular e o movimento corporal, estando entre as estruturas mais duras do corpo (NORDIN e FRANKEL, 2003; VOLOSHIN, 2004). Funcionalmente as propriedades mecânicas mais importantes dos ossos são a resistência e a rigidez. Entretanto, os ossos apresentam determinados comportamentos sob cargas, que são afetados por suas propriedades mecânicas, características geométricas, direção da carga, modo como são aplicadas e frequência de aplicação. Em consequência, tais cargas causam uma deformação ou uma mudança nas dimensões da estrutura (NORDIN e FRANKEL, 2003).

O tecido ósseo apresenta-se altamente vascularizado, com excelente capacidade de auto-regenerar-se e de alterar sua configuração e propriedades em resposta às mudanças na demanda mecânica a ele imposta. Dessa maneira, mudanças como na densidade óssea são observadas após longos períodos de desuso e também após períodos de uso intenso (NORDIN e FRANKEL, 2003). Fazendo uma adaptação da lei de Wolff, cujo conteúdo refere-se à adaptação funcional (forma e função) de uma estrutura, pode-se dizer que as leis físicas constituem o maior fator influenciador da modelação e remodelação ósseas (NIGG e HERZOG, 1994).

Quando uma sobrecarga é suficiente para fazer com que as fibras de colágeno deslizem uma em relação às outras, essa ação gera potenciais elétricos no osso. Esse processo de geração de potenciais elétricos em razão da pressão é chamado de efeito piezoelétrico do osso. É o que as pesquisas buscam estabelecer é uma relação entre a sobrecarga mecânica experimentada pelo osso e os efeitos elétricos associados, reportando ao mecanismo básico da lei de Wolff (ENOKA, 2000). Percebe-se então, a necessidade de certos impactos mecânicos para que ocorra o aumento da massa óssea através da modelação óssea.

No que se refere às forças compressivas sabe-se que são produzidas por músculos, apoio de peso, gravidade ou alguma carga externa e são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento dos ossos (NIGG e HERZOG, 1994; HAMILL e KNUTZEN, 1999). As atividades que geram impactos mecânicos expõem o osso a esse tipo de carga, contudo, por ser o osso um material frágil, seu grau de fragilidade depende dos constituintes minerais que dão a ele a habilidade para suportar tais cargas compressivas (HAMILL e KNUTZEN, 1999). Todavia, é interessante ressaltar o osso, quando maduro, apresenta-se mais forte e rígido em compressão (NORDIN e FRANKEL, 2003).

Contudo, a carga e a sobrecarga do osso tem dois aspectos: primeiro, o estresse local

durante um ciclo e segundo, o número de repetições desse estresse. O osso necessita de um certo estresse para seu desenvolvimento, porém, esse estímulo precisa ter uma amplitude ótima para que não tenha um efeito negativo sobre o sistema músculo-esquelético (NIGG e HERZOG, 1994).

Um grande número de estudos foi realizado a fim de determinar os efeitos da atividade física na infância e adolescência sobre a densidade mineral óssea e também o nível de atividade física necessária para induzir a um efeito positivo. Entretanto, ainda não é clara a questão se existe um limiar de atividade física para a estimulação do aumento da DMO e os efeitos de estímulos de alta magnitude sobre o desenvolvimento do esqueleto.

Os estudos como o de Lee e Clark (2005) e Valdimarsson *et al.* (2005) realizados com crianças, praticantes de atividade física mostraram que os ganhos de massa óssea durante a fase de crescimento podem persistir ao longo da fase adulta e que aquelas participantes de atividades esportivas de alta intensidade na infância apresentaram maior densidade óssea em relação aos que não participaram. Pois, conforme Ganley e Sherman (2000) e Davies, Evans e Gregory (2005) a fase de crescimento na infância e adolescência representa um período crítico para a aquisição de massa óssea, pois o esqueleto parece melhor responder aos efeitos da atividade física. Um artigo escrito por Kreip, já em 1995, vai ao encontro dessa afirmação falando sobre a importância de verificar-se a densidade mineral óssea já em adolescentes que apresentem fatores de risco: baixa massa corporal, sedentarismo, baixa ingestão de cálcio, baixas taxas hormonais e doenças ou disfunções relacionadas à densidade óssea, no que diz respeito a uma atitude profilática para o envelhecimento sadio.

Assim, o sedentarismo seria um fator de risco para valores reduzidos de massa óssea, confirmado pelo estudo de Wang *et al.* (2005). E, um recente estudo de Hasselstrom *et al.* (2007) sugeriu que tanto a prática de atividades físicas habituais como de atividades físicas vigorosas estariam associadas com o nível de densidade mineral óssea do esqueleto apendicular, em crianças com idade entre 6 e 8 anos.

Percebe-se, no entanto que para que haja incrementos na densidade óssea são necessárias atividades impactantes, conforme o estudo de Henrich *et al.* (1990) que realizou comparações entre o nível de densidade óssea de mulheres jovens atletas e o esporte realizado afirmam que o treinamento pesado pode proporcionar um maior estímulo no incremento de massa mineral óssea do que o treinamento de natação. O mesmo foi observado no estudo de Courteix *et al.* (1998) comparando a densidade mineral óssea entre ginastas e nadadoras profissionais no período pré-púbere.

Muitos outros estudos fazendo uma comparação entre grupos controle e ginastas complementam essa afirmação, visto ser a ginástica uma modalidade esportiva tipicamente de alto impacto. Assim, os estudos de Bass *et al.* (1998), Lehtonen-Veromaa *et al.* (2000) e Jaffré *et al.* (2001, 2003) e os estudos longitudinais de Nichol *et al.* (1994); Taaffe *et al.* (1997), Courteix *et al.* (2000), Scerpella *et al.* (2003) e Nurmi-Lawton *et al.* (2004) demonstram os benefícios que a atividade física intensa traz em relação aos incrementos de massa óssea, ressaltando inclusive um aumento de massa óssea lombar durante as temporadas de treinamento em ginastas na fase colegial. E ainda os benefícios residuais dos incrementos das taxas de massa óssea na infância ao longo da idade adulta. No estudo de Jaffré *et al.* (2003) foi possível verificar alterações também nas propriedades da micro-arquitetura óssea.

Em adição, Bricout (2003) ao realizar uma revisão de literatura sobre os efeitos do treinamento intensivo de ginástica com meninas jovens ainda em fase maturacional, expõe que se existem efeitos deletérios ao aparelho locomotor são poucos e em decorrência de treinamentos inapropriados e excessivos. No entanto, Daly *et al.* (2002) afirma que a baixa estatura e o atraso maturacional em alguns atletas jovens tanto podem refletir na escolha de uma modalidade esportiva específica para esse biótipo como também o treinamento prolongado e intensivo de algumas atividades esportivas combinada com a baixa ingestão de cálcio podem sim reduzir o crescimento e a maturação, conforme sugerem algumas evidências.

Nessa mesma linha de pesquisa, um recente trabalho realizado na Universidade do Estado do Michigan, com atletas universitárias do sexo feminino de diferentes modalidades esportivas – ginástica, softball, corrida, track, hóquei sobre grama, futebol, crew e natação e mergulho – apontou que as corredoras apresentaram DMO total e em locais específicos significativamente mais baixa do que as ginastas e atletas de softball, à exceção da DMO das pernas, em que as nadadoras e mergulhadoras apresentaram as menores taxas de DMO. Reafirmando então, a importância de atividades físicas de alto impacto na estimulação osteogênica (MUDD, FORNETTI e PIVARNIK, 2007).

Por outro lado, parece que esportes de alto impacto ou em atividades físicas que envolvem carga dinâmica de alto impacto e fadiga do sistema músculo-esquelético humano levam ao desenvolvimento de distúrbios articulares como a osteoartrite e fraturas ósseas por estresse. Desse modo, as ondas de choque geradas pelo impacto, embora imperceptíveis, desempenham um papel importante e contraditório no processo de crescimento ósseo e no desenvolvimento de diversas disfunções músculo-esqueléticas (VOLOSHIN, 2004).

Nesse sentido, tratando-se especificamente de jovens e crianças, e levando em consideração o paradoxo malefício-prejuízo dos impactos nessas populações, cabe aos profissionais e pesquisadores da área da saúde identificar, quantificar e criar meios de adequação das cargas e proteção do aparelho locomotor.

2.4 ESTUDOS E TENDÊNCIAS DE ANÁLISES DO SALTO HORIZONTAL

Sabe-se que o saltar é um movimento locomotor natural das tarefas diárias, além de estar presente na maioria dos esportes e jogos. O salto horizontal, enquanto tarefa motora fundamental é um movimento que requer coordenação motora complexa dos segmentos superiores e inferiores do corpo. Contudo, é também largamente utilizado em provas de aptidão física como um teste para medir força explosiva, cujo objetivo é medir a potência dos membros inferiores.

Assim, serão abordados neste tópico, estudos sobre saltos, especialmente o salto horizontal, buscando apresentar tanto os estudos que dão ênfase à questão da aptidão e performance física como também os trabalhos com foco na análise de cargas, padrão e execução do movimento. De modo que seja possível verificar-se o estado da arte dessa temática, bem como as tendências de pesquisa.

2.4.1 Estudos com enfoque na aptidão física e performance

Trata-se de um teste que tem uma boa reprodutibilidade e validade frente a outros testes como o salto com contra-movimento e o salto sem contra-movimento.

Com relação à aptidão física, vários estudos abordam a temática ao utilizar o salto horizontal como ferramenta para avaliar indiretamente a potência de membros inferiores, como o de Bordignon e Olivoto (2004), Zhao *et al.* (2005) e o de Coksevim e Caksen (2005).

No estudo de Bordignon e Olivoto (2004) o objetivo foi analisar o nível de aptidão física de crianças com idade entre 8 e 10 anos. As crianças foram submetidas a testes de salto horizontal parado, flexão de braços e abdominal. Ao comparar os dados com outros estudos em crianças de mesma faixa etária os autores observaram que as crianças por eles analisadas estão sofrendo as conseqüências do mundo moderno no que diz respeito à diminuição da

prática regular de atividades físicas.

No estudo de Ré *et al.* (2005) participaram 268 jovens, do sexo masculino, com idade entre 10 e 16 anos frequentadores de um programa de iniciação esportiva. O objetivo foi comparar o desempenho motor e características antropométricas de jovens em diferentes estágios maturacionais em faixas etárias específicas e verificar a contribuição relativa conjunta de características antropométricas, das idades cronológica e biológica e de medidas de desempenho motor nos resultados dos testes de agilidade e velocidade. Como indicador de maturação biológica foi utilizada a avaliação dos estágios de maturação sexual proposta por Tanner, através de auto-avaliação. Como indicadores do crescimento físico foi mensurada a estatura e a massa e calculado o IMC. E, em relação ao nível de desempenho motor foram realizados testes de resistência aeróbia, agilidade, velocidade, flexibilidade do quadril, força muscular abdominal e força explosiva de membros inferiores, sendo esta última qualidade física mensurada através do salto horizontal.

Através de análises de regressão verificaram que a idade cronológica e a estatura contribuíram significativamente na explicação da variabilidade do salto horizontal. Observaram ainda que em jovens de faixa etária semelhante, aqueles em estágios maturacionais mais adiantados tenderam a apresentar uma maior massa corporal e estatura, mas não apresentaram diferenças significantes na maioria das comparações entre as variáveis de desempenho motor nos diferentes grupos considerados.

Com o intuito de verificar a confiabilidade dos testes de salto horizontal foram desenvolvidos alguns trabalhos. O estudo de Moreira *et al.* (2004) buscou observar: as possíveis alterações a dinâmica das distintas manifestações de força medidas por quatro diferentes tipos de saltos (salto vertical com contramovimento, salto horizontal, salto horizontal triplo consecutivo para a perna direita e salto horizontal triplo consecutivo para a perna esquerda) em distintas etapas da temporada (oito momentos distintos) para um grupo de basquetebolistas de alto nível submetidos ao sistema de treinamento em bloco (cargas concentradas). A partir dos resultados observaram que as cargas concentradas de competição exerceram diferentes efeitos para as medidas de força explosiva vertical e horizontal.

Dentro da mesma temática, ao questionar a larga utilização de testes bilaterais de salto vertical como preditores de potência muscular, o estudo de Maulder e Cronin (2005) buscou verificar a confiabilidade do teste de salto horizontal na predição da potência muscular de membros inferiores, de modo unilateral para identificar possíveis assimetrias, bem como a relação entre testes de salto e testes de corrida para predizer a melhor performance funcional.

Os resultados demonstraram que as avaliações com teste horizontal para predição de potência de membros inferiores pareceu um método de fácil aplicabilidade, confiável e válido para mensuração da potência unilateral de membro inferior.

Já no estudo de Reis *et al.* (2006) o objetivo foi investigar a relação entre a prestação no salto em comprimento e no salto triplo e o desempenho em testes de corrida, de impulsão e de força isométrica, em que participaram 45 estudantes de Educação Física do sexo masculino, praticantes de diversas modalidades esportivas. Foram submetidos a testes de campo e laboratoriais – teste de 20m, impulsão horizontal a pés juntos, triplo salto com apoios alternados e partida parada, testes de força isométrica, Squat jump, Countermovement jump, Drop jump. Buscando uma equação de predição do rendimento com base nos testes realizados foram estabelecidas regressões lineares múltiplas. O conjunto dos seis testes tidos como variáveis independentes (20m + IH + TS + SJ + CMJ + DJ) permitindo explicar 42% da variância do resultado no salto triplo. O poder preditivo máximo foi obtido c/ 20m + TS para o salto em comprimento (49%) e 51% para o salto triplo. Isso demonstra que os testes de velocidade máxima e de triplo salto com apoios alternados e partida parada podem ser utilizados para prever a prestação de iniciantes nos saltos triplos e em comprimento com um erro de 4 e 6%, respectivamente.

Dentre os estudos que privilegiam puramente a análise da performance encontra-se o trabalho de Trigo (2000), cujo objetivo foi analisar a biomecânica do salto horizontal de um atleta olímpico de atletismo, objetivando realizar análise biomecânica de cada fase do salto, visando à determinação dos principais parâmetros mecânicos que interferem no rendimento do atleta e que possam oferecer subsídios para fundamentar um programa de treinamento específico. Este autor observou que a extensão do salto dependia diretamente dos seguintes parâmetros mecânicos: velocidade da corrida de aceleração, intensidade da força de impulsão na tábua, ângulo formado entre a perna de impulsão e a horizontal no momento da extensão completa do membro inferior na impulsão, controle da posição do centro de gravidade na fase aérea e capacidade de frenagem na contração excêntrica da fase de queda.

O estudo de Dorst, Mota e Rocha Junior (2001) fez uma análise cinemática do salto em distância em atletas da categoria mirim, com idade entre 12 e 13 anos. A partir de filmagens tridimensionais dos movimentos de salto foram analisadas as variáveis: distância do salto, comprimento do passo, ângulo de vôo, ângulo do joelho, velocidade horizontal do CG, velocidade horizontal e vertical de impulsão e velocidade resultante de impulsão. A partir dos resultados os autores destacaram que as variáveis que apresentaram correlação

significativamente positiva com a distância de alcance do salto foram: o comprimento do passo para o antepenúltimo e penúltimo passo antes do vôo, ângulo do joelho no contato na impulsão, velocidade horizontal no antepenúltimo, penúltimo e último passo, velocidade horizontal de impulsão e velocidade resultante de impulsão.

Jódar e Redin (1995) analisaram do ponto de vista cinético e cinemático o salto horizontal de 64 sujeitos, candidatos a ingressar no Instituto Nacional de Educação Física de Leon. Tiveram como objetivo determinar parâmetros de eficácia e descrever os diferentes modelos utilizados. Apresentando a fase de vôo como importante pela missão de preparar uma aterrissagem correta e, com respeito à estrutura corporal citam ter encontrado certa correlação entre a estatura e o pico máximo de força vertical, mas não entre a estatura e o pico máximo de força antero-posterior. Verificaram ainda a existência de 2 picos de força vertical na fase propulsiva nas curvas de força de 56,5% dos sujeitos, o que estaria associado a execução de saltos pouco eficientes, possivelmente em decorrência de descoordenação entre os movimentos dos membros superiores e inferiores. Ao final, os autores expõem ser o salto horizontal uma tarefa muito técnica e por isso de difícil execução. Não consideraram, portanto, um bom indicador de uma qualidade física como a força explosiva do membro inferior.

Também no atletismo, os autores Costa *et al.* (1998) examinaram as diferenças de sexo na distribuição de carga nas articulações durante a fase de saída do salto horizontal, sendo o salto horizontal definido pelo máximo deslocamento horizontal do corpo na saída e amplamente dependente da habilidade do atleta em gerar velocidade horizontal durante a aproximação enquanto posiciona o corpo precisamente em preparação para a fase de saída do salto, hipotetizou-se que decatletas masculinos e heptatletas femininos selecionaram diferentes estratégias de controle articular durante a fase de saída do salto horizontal. Os resultados mostraram que as estratégias de saída diferiram-se entre os decatletas e heptatletas, verificando que os heptatletas mantiveram a velocidade horizontal do centro de massa total na saída, entretanto, os decatletas tenderam reduzir a velocidade horizontal em favor do aumento da velocidade vertical do centro de massa total na saída, possibilitando concluir que a estratégia de distribuição da carga usada pelos heptatletas e decatletas durante a saída parece ser similar.

O objetivo do estudo de Wakai e Linthorne (2005) foi identificar o ângulo ideal de projeção que propicie a máxima distância de alcance no salto horizontal a partir de uma posição parada. Cinco sujeitos do sexo masculino, fisicamente ativos, executaram inúmeros

saltos máximos com diferentes ângulos de decolagem. Os movimentos foram registrados através de filmagem bidimensional para posterior análise. O instante de decolagem foi definido como sendo o primeiro quadro em que é clara a perda de contato do pé do saltador com o solo. A distância total alcançada foi considerada como sendo o resultado da soma de três fatores principais: decolagem, vôo e aterrissagem e a dependência de cada componente do ângulo de decolagem foi sistematicamente investigada. Os resultados mostraram que a distância de vôo foi fortemente afetada pela diminuição da velocidade de decolagem e pelo aumento do ângulo de decolagem. O ângulo de decolagem considerado como ideal é aquele em que a combinação dos três fatores produz a maior distância alcançada no salto. Para tanto foram utilizadas expressões matemáticas para verificar as relações entre as variáveis do salto e o ângulo de decolagem. Assim, embora o ângulo de decolagem ideal calculado (19-27°) tenha sido menor que o ângulo preferencialmente utilizado pelos saltadores (31-39°), a diferença entre as distâncias do salto foi relativamente pequena. Isso significa que a distância do salto não sofreu grande influência do ângulo de decolagem, o que implica em dizer que erros relativamente grandes no ângulo de decolagem podem ser tolerados. E ainda, a perda de distância de salto devido a variações no ângulo de decolagem foi menor do que devido a variações na velocidade de decolagem. Os autores verificaram então, que parece ser muito mais importante atingir altas velocidades de decolagem do que alcançar um ângulo de decolagem específico na performance do salto em distância.

A fim de compreender as características das cargas mecânicas impostas ao aparelho locomotor e o papel da função neuromuscular durante a execução do salto triplo, no estudo de Perttunen *et al.* (2000) foi realizada uma análise biomecânica do salto de 7 atletas de nível nacional, na Finlândia. Foram adquiridos os dados de força, distribuição de pressão plantar e sinal eletromiográfico de 3 a 6 tentativas de cada atleta, sendo utilizadas para fins de análise as 3 execuções em que o atleta atingiu as maiores distâncias de salto. Os maiores valores de forças de reação vertical e horizontal do solo ocorreram no segundo contato com o solo (step), quando os picos de força observados foram 10 vezes maiores que os encontrados na marcha normal, normalizados pelo peso corporal. E ainda, através de regressão múltipla verificaram que o pico máximo de força de reação vertical do solo no instante de amortecimento e o pico máximo de força de reação horizontal do solo na propulsão são as melhores forças de reação do solo para predizer a distância que será alcançada no salto triplo.

Sabe-se da importância do movimento dos braços na execução do salto horizontal, no que diz respeito à performance, porém, apesar de vários estudos abordarem tal situação o

mecanismo exato de como a velocidade de decolagem é gerada a partir do movimento dos braços ainda não foi estabelecido. Algumas teorias são discutidas: 1) da preensão para trás, que sugere que sem a habilidade de balançar os braços para remediar a rotação excessiva para frente que impediria a aterrissagem apropriada, o saltador teria que limitar a ativação dos extensores dos membros inferiores durante a fase propulsiva; 2) o aumento do torque articular que sugere que o movimento dos braços gera uma força para baixo e para trás inicialmente no ombro, refletindo para o resto do corpo, durante a fase de propulsão, que diminui a velocidade das articulações dos extensores dos membros inferiores e permite maior produção de torque muscular; 3) a transferência de energia, que sugere que os músculos que cruzam o ombro e o cotovelo trabalham e produzem energia que é transferida para o resto do corpo, sendo que tal energia torna-se importante no aumento do deslocamento vertical e horizontal e no aumento da velocidade de decolagem do centro de gravidade.

Partindo desse pressuposto, no estudo de Ashby e Delp (2006) foi desenvolvida uma simulação de controle ideal a fim de encontrar as ativações do torque articular que maximizam a performance de salto com e sem a utilização dos braços. O resultado das simulações foi utilizado para avaliar as três teorias para o aumento da velocidade de decolagem do centro de gravidade em saltos com e sem a utilização dos braços.

Para isso foi desenvolvido um modelo bidimensional constituído de cinco segmentos e sete graus de liberdade. Os resultados confirmam que o movimento de balanço dos braços realça a performance do salto horizontal em virtude do incremento de deslocamento vertical e horizontal e da velocidade de decolagem do CG. As três teorias foram testadas e realmente contribuem para a melhoria da performance, sendo que os mecanismos descritos pelas teorias trabalham juntos no desenvolvimento da maior velocidade de decolagem. Contudo, o mecanismo que diz respeito à transferência de energia para o sistema a partir do trabalho realizado pela movimentação do ombro, sugerido pela terceira teoria foi o que apresentou maior contribuição significativa.

Nesse sentido, Ashby e Heegaard (2002) exploraram a hipótese que o balanço dos braços melhoram a performance do salto, citam que o balanço em adição a força para baixo do corpo quando os extensores do quadril e joelho estão na melhor posição para exercer a força de reação vertical do solo, tal força vagarosamente contrai esses músculos, seguido pelo desenvolvimento da maior força muscular, portanto o movimento dos braços tem benefícios adicionais como a redução da força de impacto na aterrissagem e redução da desestabilização da força de reação horizontal do solo, ao manter o balanço nas fases da saída, vôo e chegada

parecem ser mais desafiantes na posição do salto horizontal que na posição do salto vertical. Observou-se nos resultados que os sujeitos saltaram 36 cm a mais com os braços em movimento do que sem movimento dos braços. Através desses achados afirmam que durante qualquer atividade do corpo humano, o movimento dos braços pode ser usado para regular ou manter o balanço durante toda transferência do momento angular dos braços para o resto do corpo.

Nessa mesma linha o trabalho de Davies e Jones apud Galdi (2000) objetivou analisar 3 tipos de salto (em distância, vertical com contra-movimento e agachado) para avaliar a contribuição do balanço do braço na sua execução. Concluíram que os testes podem ser usados como medida de força do músculo da perna e podem ser bem exatos, se a contribuição dos braços no impulso, for excluída, portanto nada puderam concluir sobre a contribuição dos braços nos diferentes saltos.

Buscando preencher uma carência até então existente, o objetivo do estudo de Wu *et al.* (2003) foi investigar os efeitos do movimento dos braços e o ângulo inicial da articulação do joelho e ainda, investigar as características da performance do sexo feminino para o salto em distância. Foram feitas análises cinéticas e cinemáticas (2D) de 34 sujeitos do sexo feminino com idade média de 19 anos. A cada sujeito foi solicitado que executasse 3 saltos horizontais máximos em cada condição: partindo com flexão de joelhos de 45 e 90 graus e com e sem a utilização dos braços. Para efeitos de análise foram utilizadas as médias das 3 tentativas em cada uma das condições. Com relação à trajetória do centro de massa, o movimento executado com o balanço dos braços possibilitou um incremento na performance do salto pelo deslocamento anterior do centro de massa na posição inicial do salto. Para a condição inicial de flexão de joelhos de 90° foram feitas algumas considerações: a velocidade de decolagem 11% maior, entretanto, não houve diferenças significativas para o ângulo de decolagem entre as diferentes condições analisadas; o tempo de aplicação de força pelos músculos dos membros inferiores foi relativamente maior; foram identificadas as maiores médias para as distâncias do salto, bem como maiores valores de impulsos vertical e horizontal, quando utilizado o balanço dos membros superiores. A partir dos resultados os autores expõem que o movimento pendular dos braços previamente ao salto gera um momento angular que é transferido para o restante do corpo. E ainda, não foram verificadas correlações significativas entre a performance do salto e os dados antropométricos, ou seja, maior massa muscular ou membro inferior mais comprido não teve boa relação com uma maior distância alcançada no salto.

No que diz respeito à criação e utilização de modelos matemáticos podem-se listar alguns trabalhos.

O estudo direcionado à performance do salto horizontal de Seyfarth *et al.* (1999), propôs um modelo mecânico que descreve quantitativamente a dinâmica do centro de gravidade durante a fase de saída do salto horizontal, apresentando um certo ângulo de ataque da perna que possa otimizar a performance do salto, para atingir esta otimização requer relativamente um mínimo de rigidez da perna, portanto a estratégia usada pelo atleta depende da sua habilidade de gerar essa rigidez, onde diferenças na rigidez podem ser compensadas pela mudança do ângulo de ataque da perna. Como a conservação da energia cinética é uma estratégia essencial para uma boa performance a maior velocidade angular de saída foi acompanhada pela menor velocidade de saída e conseqüentemente uma menor distância do salto.

Dando continuidade a essa linha de pesquisas, em um estudo posterior, Seyfarth, Blickhan e van Leeuwen (2000) buscaram testar uma série de modelos cujos componentes são importantes para descrever a dinâmica e a técnica ideal para o salto em distância.

Para Sorensen, Simonsen e de Bogert (2004), a principal proposta de muitos estudos de qualquer categoria tem sido estabelecer relações entre vários parâmetros do salto, velocidade de aproximação ou ângulo de saída, performance, comprimento do salto. Assim, buscaram desenvolver um modelo de interesse para estudos da dinâmica de saída e otimização da performance do salto horizontal, bem como para estudos da função muscular e mecanismos de lesões. Em conclusão verificaram que a otimização do modelo foi muito similar ao saltador real, sendo então considerado válido para estudos da função muscular durante a saída do salto horizontal bem como para descrever a dinâmica de saída desse salto.

Alexander expõe que atletas de salto em distância atingem velocidades maiores na preparação para o salto do que os saltadores em altura. A fim de analisar, compreender e prever a melhor técnica de tais movimentos, em um estudo de 1990 apresenta a criação de um modelo matemático simples constituído de apenas dois segmentos rígidos: tronco e pernas, sendo que a massa concentra-se no segmento do tronco.

Em outro estudo, em 1992, o autor busca mostrar que a utilização de modelos simples contribui significativamente para a compreensão do movimento humano. Para isso utilizou um modelo anteriormente construído. O autor acredita que quanto mais simples o modelo, mais fácil de descobrir e fazer suposições sobre quais as características essenciais para a observação dos efeitos. Concluiu que, para a análise dos movimentos de saltos e lançamentos

o modelo pareceu bastante útil no descobrimento dos princípios básicos que governam a seqüência de ações musculares.

O estudo de Chow e Hay (2005) teve como objetivo verificar a interação da velocidade de aproximação, da força explosiva (através da componente vertical da força de reação do solo) e das mudanças do momento angular através da análise do CG de saltadores durante a fase de preparação do salto horizontal utilizando uma técnica de simulação computadorizada. Para isso foi utilizado um modelo bidimensional de um pêndulo invertido. Concluíram que a distância de salto é mais sensível às mudanças da velocidade de aproximação do que às da componente vertical da força de reação do solo, entretanto não são fatores independentes na predição da performance.

2.4.2 Estudos com enfoque na análise do padrão motor, crescimento e cargas

Os estudos apresentados até o momento visam, na sua maioria, incrementar a performance do atleta, tanto adultos como crianças, sendo poucos os estudos científicos interessados em analisar a performance da técnica de salto enquanto padrão motor fundamental e determinar a relação causa-efeito entre crescimento, desenvolvimento e lesão, em virtude das cargas de impacto associadas a essa tarefa motora.

No trabalho de Copetti (2000), em que foram avaliadas 98 crianças com idade entre 5 e 7 anos utilizando a matriz qualitativa de Gallahue para os padrões fundamentais de movimentos estabilizadores, locomotores e manipulativos, para o salto horizontal embora tenha sido verificada uma melhora na execução com o aumento da idade, praticamente todas as crianças foram classificadas no estágio elementar. O mesmo foi observado em estudos anteriores de análise qualitativa de padrões de saltos em crianças, citados no trabalho de Copetti (2000). Tais resultados demonstram a exigência de um grau de coordenação elevado para a execução desse movimento.

O autor expõe ainda que a variável sexo não se caracteriza como um elemento de grande expressão quando observado o nível de maturação dos padrões fundamentais. Desse modo, espera-se que os meninos e meninas apresentem níveis similares na realização das mesmas habilidades de movimento. Contudo, se a análise convergir para o desempenho motor na execução dos padrões fundamentais de movimento, fica evidente nesse estudo que

os movimentos que se caracterizam por maiores exigências de vigor na execução, como correr, saltar horizontalmente e arremessar apresentam melhores resultados para os meninos.

O estudo de Paim (2003) teve como objetivo verificar o desenvolvimento motor de crianças pré-escolares com idade de 5 e 6 anos. A amostra foi composta por 46 crianças de ambos os sexos. Para isso foi utilizada a matriz de Gallahue para a avaliação qualitativa de três movimentos: estabilizador de equilíbrio com os olhos abertos, manipulativo de receber e agarrar com as duas mãos e locomotor de saltar na horizontal. Verificou que 70% das crianças de 5 anos e 70% das de 6 anos estavam no estágio elementar para a atividade do salto horizontal. Estando, portanto, dentro da fase de desenvolvimento para tal tarefa motora, conforme o modelo de Gallahue. Com relação aos sexos 80% das meninas encontravam-se no estágio elementar, seguido por 14% no inicial e 6% no maduro, enquanto que apenas 54% dos meninos encontravam-se no estágio elementar, seguido de 28% no estágio inicial e 18% no maduro. Em média, os sujeitos com 6 anos apresentam escores superiores em relação aos de 5 anos. De modo que o autor conclui que o produto do desenvolvimento motor está relacionado com as experiências e vivências individuais de cada criança. Quanto maior o número de experiências motoras de qualidade maior será o desempenho nas tarefas motoras realizadas.

Considerando as implicações e aplicações dos padrões motores fundamentais na educação física escolar, o objetivo do ensaio de Oliveira (2002) foi fazer uma análise dos padrões fundamentais e apresentar algumas tarefas que os aprimorem, enriquecendo com movimentos variados as atividades corriqueiras de crianças da pré-escola e escola. Para tanto foi feita uma análise da seqüência de desenvolvimento dos padrões motores de correr, saltar, arremessar, agarrar, chutar e quicar, conforme Gallahue e Robertson que classificam as crianças em estágios inicial, elementar e maduro. A escolha de tais padrões foi feita por serem considerados padrões que normalmente têm apresentado pouca eficiência mecânica nas crianças ao ingressarem nas escolas, visto que aos sete anos de idade os padrões motores fundamentais já deveriam estar no estágio maduro. O autor coloca que as fases pré-escolar e escolar são consideradas como de rápidos progressos motores. O ensaio permitiu expor que ao chegarem no período escolar, geralmente as crianças se encontram no estágio inicial ou elementar de determinados padrões motores, quando já deveriam estar no estágio maduro, conforme a seqüência de desenvolvimento motor. Isso demonstra a necessidade de se trabalhar adequadamente nas aulas de educação física. E por isso, McClenaghan e Gallahue *apud* Oliveira dão exemplos de algumas atividades que podem ser realizadas como forma de estímulo à prática de movimentos locomotores e manipulativos. Portanto, propõem uma

revisão das propostas dos parâmetros curriculares nacionais para as primeiras séries do ensino fundamental.

Preocupados com as fases de crescimento e desenvolvimento motor Knutzen e Martin (2002) objetivaram identificar a transição dos estágios para determinar quais os padrões devem auxiliar o movimento na próxima fase, permitindo esclarecer o padrão de movimento como uma função do envolvimento em que o movimento é aperfeiçoado. Para isto utilizaram um modelo rígido: cabeça e pescoço, antebraço e mão, braço superior, tronco, coxa, perna e pé, através deste determinaram a força propulsiva de saída, programaram a trajetória do centro de gravidade na saída, controlaram o corpo durante o vôo e o equilíbrio na aterrissagem. A potência articular muscular foi calculada no pescoço, cotovelo, ombro, quadril, joelho e tornozelo, usando momentos, velocidade angular e trabalho mecânico. Em complemento, Horitia *et al. apud* Knutzen e Martin (2002), em um estudo realizado por eles concluíram que crianças demonstraram uma forma habilidosa na fase propulsiva do salto, mas uma função imatura na fase de vôo.

Ao verificar que a maioria dos estudos envolvendo análises biomecânicas do salto horizontal tem enfoque na fase de propulsão ou no padrão geral do movimento, no estudo de Horita, Kitamura e Kohno (1991) o objetivo foi comparar a função articular através da análise dos momentos articulares e a configuração corporal precisa para o salto horizontal a partir de posição estática em crianças e adultos. Para tanto foram feitas análises cinemática e cinética do salto horizontal (*standing long jump*) de 20 homens praticantes de voleibol, com idade média de 20 anos e 8 crianças com 6 anos de idade. Foi solicitado que os sujeitos executassem 3 saltos horizontais com movimento preparatório, sem que fosse dado qualquer instrução ou demonstração do movimento. Foram adquiridos dados de força e cinemática para posteriores análises. A partir dos resultados os autores concluíram que as crianças já apresentam uma forma de execução madura e um padrão articular funcional durante a fase propulsora do salto. Entretanto, a função e a forma de execução imatura ainda permanecem na fase preparatória do movimento e na fase de vôo após a decolagem.

Como a melhora da habilidade motora está associada às mudanças no período da adolescência em ambos os sexos, Loko *et al.* (2000) fizeram um estudo com o objetivo de identificar a estabilização das curvas da habilidade motora em garotas de 10 a 17 anos. A habilidade motora foi testada em 902 garotas, as quais executaram uma corrida rápida de 30m, um salto horizontal parado, um salto vertical, um arremesso de bola pesando 2 kg, um salto quádruplo parado, a força isométrica dos músculos posteriores, a flexão do tronco a

frente e 1 minuto de bicicleta ergométrica na maior velocidade possível. As maiores diferenças nos resultados dos testes de habilidades motoras ocorreram entre 10-11, 11-12 e 12-13 anos, que coincide com as maiores diferenças no peso e estatura para a mesma idade. A diferença nos resultados da maioria dos testes da habilidade motora estabilizou entre as idades de 13 e 14 anos. As diferenças positivas nos resultados permaneceram entre os grupos de 14-15 e 15-16 anos (excluindo a corrida e o salto horizontal). A estabilização final das habilidades motoras ocorreu nas idades de 16 e 17 anos. A falta de diferenças significativas entre os grupos de 16 e 17 anos indicou a estabilização final das habilidades motoras neste testadas.

Baseados na premissa de que os diferentes aspectos da constituição física influenciam a capacidade de desenvolvimento motor, porém, em graus que variam consideravelmente de acordo com o sexo, faixa etária, característica antropométrica analisada e tarefa motora testada, Ferreira e Böhme (1998) realizaram um estudo com o intuito de analisar a influência do fator biológico adiposidade corporal sobre as diferenças sexuais no desempenho motor de crianças em tarefas que envolvem o deslocamento de todo o corpo. Participaram do estudo 72 crianças (36 de cada sexo) com idade entre 7 e 9 anos. Realizaram medições de dobras cutâneas e dois testes: teste de flexão e extensão dos braços em suspensão na barra e teste de salto em distância parado. Puderam verificar que a adiposidade corporal apresentou diferença entre os sexos, indicando que já nessa faixa etária, o grupo feminino apresenta maior adiposidade corporal. E quanto ao desempenho motor verificaram que os meninos apresentaram resultados significativamente melhores, quando comparados às meninas. Concluíram então que a adiposidade corporal influenciou de modo desfavorável a capacidade de desempenho motor de ambos os sexos.

Buscando avaliar características morfo-funcionais e psicomotoras que compõem a base do rendimento esportivo, Gutierrez, Sierra e Delgado (1995) realizaram um estudo com 106 crianças com idade de 5 e 6 anos. As crianças foram divididas em dois grupos: aqueles que praticavam alguma atividade desportiva extra-classe sob orientação profissional e aqueles que praticavam apenas atividades de lazer. Dentre os testes realizados foi escolhido o teste do salto em distância com ambos os pés, a partir de posição estática, para a avaliação da força dos membros inferiores. Não encontraram diferenças significativas entre as crianças dos dois grupos analisados, o que pode ser devido à pouca idade e também ao baixo nível de treinamento a que estavam submetidas as crianças do primeiro grupo.

No estudo de Melo *et al.* (2003) foi feita a análise dinâmica do salto horizontal através

da caracterização da força de reação do solo em crianças, de ambos os sexos, classificadas no estágio inicial de maturação para a tarefa motora avaliada, conforme modelo de Gallahue. A partir dos resultados e dos fundamentos da teoria do professor Gallahue foi possível concluir que a variabilidade dos dados confirma o estágio inicial das crianças, caracterizado pela dificuldade de domínio do próprio corpo. Verificaram ainda correlação entre a taxa de flexão dos membros inferiores na preparação para o salto e a taxa de impulsão no final do movimento e não identificaram diferenças significativas entre os gêneros para as variáveis dinâmicas analisadas.

No estudo de Melo e Gress (2004) foi feita uma análise biomecânica do salto horizontal de 26 crianças de ambos os sexos, com idade entre 5 e 6 anos. A partir da utilização de uma plataforma de força, uma câmera de vídeo e a matriz observacional de Gallahue foram feitas análises cinéticas e cinemáticas das crianças, classificadas como pertencentes ao estágio elementar para a tarefa do salto horizontal. Os autores concluíram que as crianças apresentam dificuldades no gerenciamento motor da tarefa, embora qualitativamente encontram-se no mesmo estágio maturacional. (variabilidade nas variáveis); a taxa de flexão dos membros inferiores na preparação para o salto e a taxa de impulsão no final deste movimento parece ser um indicador da maturação do salto. Não verificaram diferenças entre os gêneros feminino e masculino.

Ainda avaliando desenvolvimento motor Gress (2004), em seu estudo avaliou as características dinâmicas do salto horizontal em crianças com idade entre 6 e 9 anos, considerando o estágio maturacional. Os resultados apresentaram, conforme esperado, maior ênfase horizontal nas crianças do estágio maduro quando comparadas às do estágio elementar, em relação aos dados de força. Além disso, os meninos encontraram-se num estágio mais avançado do que as meninas para a tarefa motora estudada.

Outros instrumentos são utilizados na avaliação qualitativa e monitoramento do progresso de padrões motores, podendo-se citar o TGMD (Teste de avaliação do desenvolvimento motor grosso de habilidades de locomoção e de controle de objeto) desenvolvido pelo professor Dale Ulrich. O trabalho de mestrado de Lopes (2006) dividiu-se em dois momentos, sendo que no segundo o objetivo foi analisar a relação entre a atividade física habitual e as habilidades motoras fundamentais, e a coordenação motora em crianças de ambos os sexos com idades de 6 e 7 anos. Para isso utilizou-se do TGMD, que se subdivide em avaliação locomotora, onde se encontra o salto horizontal parado e avaliação do controle de objetos. O autor concluiu que os sujeitos, de uma forma geral, apresentaram resultados baixos em termos de

habilidades motoras fundamentais e coordenação motora, indícios de possíveis insuficiências do desenvolvimento coordenativo e do pobre desenvolvimento das habilidades motoras fundamentais.

Seguindo na linha de avaliações motoras, o objetivo do estudo de Harrison e Keane (2007) foi avaliar os efeitos da prática variável e fixa no desenvolvimento da habilidade de saltar nas crianças na fase fundamental do desenvolvimento usando técnicas qualitativas de análise. Vinte e quatro crianças, com idade entre 5 e 6 anos, participaram do estudo e foram divididas em dois grupos: 1) intervenção com a prática de diferentes tipos de saltos e 2) intervenção com a prática única do salto vertical. Foi realizado o pré-teste; após seis semanas de intervenção, o pós-teste e ainda, 1 semana depois, o teste de retenção. Os testes consistiram da execução de 3 tentativas da tarefa motora do salto horizontal. A análise consistiu da avaliação qualitativa da tarefa, usando um sistema de *score* baseado na seqüência de desenvolvimento de Robertson e Halverson (1984). Esse modo de avaliação é realizado a partir da análise quadro a quadro dos vídeos e observação dos movimentos dos segmentos corporais do tronco, pernas e braços nas três fases do salto. A partir de um *checklist* e de desenhos esquemáticos é atribuído a cada segmento valores de 1 a 4, conforme a qualidade de performance do salto.

Os resultados indicam que o grupo que recebeu exercícios variados apresentou uma evolução significativa na execução da tarefa motora de salto quando comparado ao grupo I. Isso demonstra a importância da natureza da intervenção, e no caso, a prática de diferentes experiências motoras mostrou-se mais efetiva na melhora do nível motor das crianças.

Seguindo essa linha de pesquisa, o estudo de Harrison e Moroney (2007) teve como objetivo comparar a performance de crianças e adultos no salto vertical com contramovimento, com e sem o movimento dos braços, a fim de verificar a influência maturacional na execução do movimento. Para tanto, participaram do estudo 10 mulheres ($22,1 \pm 1,2$ anos) e 10 meninas ($6,6 \pm 3,0$ anos) e foi mensurada a força de reação do solo, sendo que a performance foi determinada pela duração da fase de vôo. Os resultados indicaram que a ação dos braços melhorou significativamente e de modo similar a performance tanto de adultos como de crianças, demonstrando que a utilização dos braços é igualmente efetiva para ambos os grupos. E ainda, que a coordenação e o controle da performance para o salto vertical com relação à ação dos braços deve atingir um nível maduro acerca de 6 anos de idade.

Os impactos constituem importante fator a ser considerado tanto no que se refere ao crescimento ósseo como também ao aumento do risco de lesões. Assim, a fase de

aterrissagem após saltos constitui um dos momentos de maior risco de lesões, as quais podem ser causadas pelo acúmulo de microtraumatismos no decorrer do tempo da prática esportiva gerados pelos altos impactos sofridos. A biomecânica preventiva no esporte refere-se tanto à análise como à formação da carga mecânica. A análise da carga mecânica significa identificar os limites de desgaste do corpo humano e da carga mecânica que este é capaz de suportar, assim como das características das diferentes modalidades esportivas em relação às suas cargas mecânicas. Já a formação da carga mecânica visa à diminuição do desgaste do aparelho locomotor, relacionada à construção de calçados e superfícies apropriadas e técnica adequada de movimento (FANTINI e MENZEL, 2003).

Nesse sentido o estudo de Fantini e Menzel (2003), realizado com não-atletas e atletas de voleibol e basquetebol do sexo masculino com idade entre 13 e 15 anos e profissionais (18 a 30 anos), analisou a fase de aterrissagem de saltos verticais máximos. Apesar de existir uma tendência dos jogadores profissionais de voleibol realizarem impactos ligeiramente menores, os resultados não confirmam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação ao impacto máximo. Nesse e em outros estudos com atletas e não-atletas jovens como o de Seegmiller e McCaw (2003) e Ongarato *et al.* (2005) afirmam que impactos nas aterrissagens acima de 5 vezes o peso corporal significam um aumento do risco de lesões por microtraumatismos, em virtude do grande número de repetições desses movimentos em sessões de treinamentos e em competições. E concluíram que estes altos valores têm como um dos principais fatores de influência uma técnica não apropriada de movimento.

Ainda preocupados com a fase de aterrissagem do movimento de salto vertical em jovens atletas em diferentes períodos maturacionais, Quatman *et al.* (2006) realizaram um estudo longitudinal com 16 meninas e 17 meninos atletas, em que buscaram comparar modificações na altura do salto vertical e da força de aterrissagem no solo em meninos e meninas atletas em diferentes períodos maturacionais: na puberdade e na pós-puberdade. Para isso utilizaram duas plataformas de força extensométricas a uma frequência de amostragem de 1200 Hz e uma câmera a frequência de 240 Hz, cuja função foi verificar a altura atingida medida pelo deslocamento do quadril. Os sujeitos saltaram de uma altura de 31 cm com um pé sobre cada plataforma e ao mesmo tempo e a seguir realizaram um salto visando à máxima altura vertical (drop vertical jump). A força foi normalizada pelo peso corporal e o gradiente de propulsão foi calculado pela razão entre o pico máximo de força e o tempo a partir do tempo de contato. Os resultados mostraram que os meninos alcançaram resultados de altura máxima significativamente melhores no período pós-púbere, o que permaneceu inalterado

para as meninas. Ainda, tanto os meninos como as meninas apresentaram diminuição da carga na fase pós-púbere comparado à púbere. Entretanto, em ambos os períodos as meninas apresentaram diferenças significativas, sobressaindo-se aos meninos no que se refere aos valores de carga.

Fry e Hawkins (2001) buscaram desenvolver um método para investigar as interações entre crescimento e as cargas impostas nos tecidos específicos durante o salto. Este método foi usado para testar as hipóteses de que o estirão de crescimento causa alongamento do músculo e modifica as propriedades de inércia do membro aumentando a tensão no tendão e na epífise óssea. Como o salto é um movimento comum que está associado a muitas atividades das crianças, são os tecidos das extremidades os locais mais propensos a lesões sobre-uso em crianças. Para este estudo foi considerado um modelo de extremidade do músculo-esquelético para simular o movimento do salto, foram coletados os resultados da cinética, cinemática e ativação muscular em um adolescente executando esforço máximo no salto vertical. Os momentos articulares e a curva de carga sobre o tecido serão comparados entre o modelo de simulação do pré e pós-estirão de crescimento para testar a existência das hipóteses do estudo. Acredita-se que estas simulações do movimento e crescimento resultarão num aumento de carga no tendão e na epífise óssea encontrada no estirão de crescimento. Espera-se que cargas muito altas resultem modificações das propriedades de inércia no membro que requer grande esforço muscular para produzir a mesma altura do salto. A vantagem é que esta aproximação foi válida para identificar fatores que contribuem e não contribuem para lesões de adolescentes, além da fácil aplicação e custo baixo do estudo deste fenômeno in-vivo.

Em adição, Malina e Bouchard (2002) expõem que de acordo com estudos realizados com crianças americanas, o desempenho no salto horizontal sem impulso para meninas aumenta linearmente com a idade até os 12 anos, depois atinge atingem um platô e diminuem um pouco. No caso dos meninos o desempenho aumenta linearmente até os 13 anos, depois sofre um aumento acentuado, indicando o estirão adolescente. Para o salto vertical as tendências para a idade e as diferenças sexuais são semelhantes, porém o aumento é menos acentuado e parece não apresentar aceleração acentuada na adolescência. Quanto ao desempenho das meninas belgas para este mesmo salto, há uma melhora entre os 13 e 18 anos.

Considerando o fator expectativa, que parece agir como um modulador do estresse ao qual o aparelho locomotor é submetido em uma queda, o estudo de Abilel *et al.* (1999) buscou

analisar parâmetros dinâmicos e eletromiográficos, provenientes de quedas esperadas e inesperadas, procurando compreender os mecanismos envolvidos em tais situações. Para isso realizaram coletas em uma plataforma de força e com um eletromiógrafo, com um sujeito do sexo masculino sadio. Os resultados apontaram que a pré-atividade muscular apresentou-se com maior magnitude nas quedas inesperadas, apesar das diferenças entre os tempos de pré-atividade não terem sido expressivamente diferentes. Verificaram, portanto, a existência de um complexo mecanismo de controle voltado para a proteção do aparelho locomotor em condições em que a carga externa apresenta magnitudes expressivas, como ocorre em quedas inesperadas.

Percebe-se uma grande quantidade de pesquisas preocupadas em adquirir subsídios para incrementar a performance de atletas, apresentando testes para classificar a capacidade de saltar, mas nenhum fornece informações de como comparar as variáveis qualitativas com as quantitativas de forma prática. Contudo, exames de causa e efeito dos problemas do movimento usando combinação da abordagem cinética e cinemática estão ocorrendo com maior frequência e também os estudos com interesse em identificar o padrão dessa habilidade motora em crianças.

Pelas pesquisas citadas neste trabalho observam-se várias vertentes de interesse no que diz respeito ao salto horizontal, em especial a performance. Desta forma, analisar o salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor poderá contribuir para o melhor entendimento das fases desse complexo padrão motor.

III MÉTODO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Este estudo foi caracterizado primeiramente como descritivo de cunho exploratório, pois procurou descrever as características cinemáticas do salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor. De cunho exploratório por se tratar de uma abordagem nova de um tema ainda pouco discutido e analisado.

Pode-se ainda dizer que esse estudo teve algumas características de um estudo correlacional quando se utilizou a análise de regressão a fim de verificar a contribuição dos diferentes ângulos na performance do salto.

Teve como delimitação avaliar as características cinemáticas do salto horizontal de crianças de ambos os sexos, com idade entre 5 e 13 anos, em diferentes estágios de desenvolvimento motor, segundo o modelo proposto por Gallahue (Gallahue, 1989), estudantes da Grande Florianópolis-SC, Brasil.

3.2 SUJEITOS DE PESQUISA

Participaram deste estudo 90 crianças da Grande Florianópolis-SC-Brasil, de ambos os sexos, idade entre 5 e 13 anos, cujos pais consentiram a participação na pesquisa, mediante apresentação da autorização e termo de consentimento devidamente preenchidos e assinados.

Os sujeitos foram selecionados de forma casual sistemática, a partir de listagem fornecida pela escola. Foi utilizado como critério de inclusão a participação e prática das aulas

de educação física escolar, conforme consta na ficha de identificação das crianças (APÊNDICE II), preenchida pelo pesquisador previamente à coleta de dados.

A fim de melhor caracterizar as crianças do estudo fez-se a separação em faixas etárias e em relação ao sexo, conforme pode ser visualizado no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Caracterização dos sujeitos do estudo.

Faixa etária	Meninas	Meninos	Total
5-6 anos	12	11	23
7-8 anos	12	9	21
9-10 anos	13	12	25
11-13 anos	11	10	21
Total	48	42	90

1.4 VARIÁVEIS DE ESTUDO

Foram selecionadas para estudo as seguintes variáveis:

- Variáveis antropométricas: estatura, massa e comprimento do membro inferior.
- Variáveis cinemáticas: ângulo do joelho, ângulo do quadril, ângulo do tronco, ângulo do membro superior e distância alcançada.

Os ângulos selecionados podem ser melhor visualizados na Figura 2:

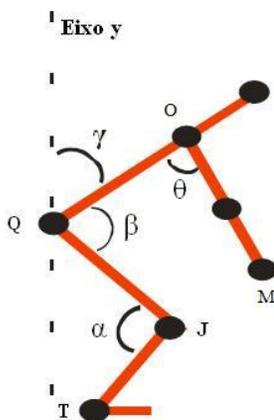


Figura 2 - Ângulos segmentares: α - ângulo do joelho; β - ângulo do quadril; γ - ângulo do tronco; θ - ângulo do membro superior.

Ângulo do joelho - α

Conceitualmente definido pelo ângulo interno formado pela coxa e perna.

Operacionalmente mensurado através do ângulo relativo formado entre o segmento de reta QJ e o segmento JT. Calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus.

Ângulo do quadril - β

Conceitualmente definido pelo ângulo interno formado pelo tronco e coxa.

Operacionalmente mensurado pelo ângulo relativo formado entre o segmento de reta OQ e o segmento QJ. Calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus.

Ângulo do tronco - γ

Conceitualmente definido pelo ângulo externo formado entre o segmento do tronco e o eixo vertical y.

Operacionalmente mensurada pelo ângulo absoluto formado entre o segmento de reta OQ e o eixo vertical imaginário. Calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus.

Ângulo do membro superior - θ

Conceitualmente definida pelo ângulo de afastamento (anterior ou posterior) do membro superior (OM) em relação ao tronco (OQ).

Operacionalmente mensurada pelo ângulo relativo formado entre o membro superior e o tronco no plano sagital. Calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus.

Distância do salto - d

Conceitualmente definida pela máxima distância alcançada no salto horizontal. É considerada uma variável indicativa de desempenho na tarefa motora do salto horizontal.

Operacionalmente identificada pela distância entre o ponto inicial do calcanhar (na fase de propulsão) até o ponto final do mesmo (fase de aterrissagem). Calculado no sistema Peak Motus. Essa variável será normalizada pelo comprimento do membro inferior, sendo expressa por “cmi” (comprimento do membro inferior).

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes instrumentos: a) para as variáveis cinemáticas foi utilizado o sistema de aquisição de imagens *Peak Motus*; b) para classificação do padrão de desenvolvimento da criança no salto horizontal foi utilizada a matriz de avaliação qualitativa sugerida por Gallahue (Gallahue, 1989); c) para mensuração

das variáveis antropométricas foi utilizado uma balança, um estadiômetro e uma fita métrica.

3.1 Sistema de Cinemetria

O sistema de cinemetria utilizado foi o *Peak Motus*, que consiste em um sistema de videografia computadorizada para o registro de movimentos bidimensionais e tridimensionais. É composto por quatro câmeras de vídeo de alta frequência *Peak HSC-180*, que possibilitam optar por taxas de aquisição de 60 ou 180 Hz. Estas câmeras são ligadas a quatro vídeos cassetes *SVHS AG-5700* (Panasonic) e este a uma unidade de vídeo e eventos permitindo assim, a sincronização de múltiplas câmeras no tempo e a sincronização entre sinais de vídeo e outros sinais analógicos. Esta unidade possibilita, ainda, o ajuste do temporizador (*timer*) das câmeras e a taxa de aquisição das imagens nas coordenadas espaciais x, y e z. A digitalização pode ser automática ou manual (MOTUS, 1996).

O sistema Peak Motus utiliza para a reconstrução 3D da imagem o método DLT (Direct Linear Transformation), proposto por Abdel-Aziz, cujo objetivo é realizar uma transformação linear direta das coordenadas do sistema de referência de calibração (coordenadas X e Y conhecidas) para as coordenadas no espaço-objeto. Este sistema exige pelo menos duas câmeras não-paralelas que estejam sincronizadas previamente através de um operador de sincronismo (MOTUS, 1996).

O sistema permite utilizar-se de diferentes tipos de calibradores – paralelepípedo, haste, cônicos, piramidais, em forma de L – conforme a exigência dos dados a serem adquiridos.



Figura 3 – Câmera Peak HSC-180.

3.1.2 Matriz analítica de Gallahue (1989)

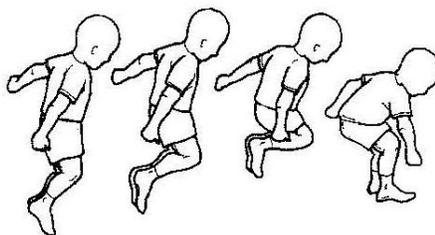
A matriz de avaliação qualitativa para o salto horizontal proposta por Gallahue (Gallahue, 1989) é composta por dois elementos: uma série de breves descrições relativas ao posicionamento dos segmentos corporais que devem ser observados e analisados pelo avaliador, sob a forma de um *check-list* e desenhos esquemáticos de algumas etapas dos movimentos. Trata-se, portanto, de uma avaliação motora das crianças puramente observacional, de cunho subjetivo para diferentes tarefas motoras.

As crianças podem apresentar classificações diferenciadas para os diferentes segmentos corporais. Entretanto, para efeitos de classificação da criança para a tarefa motora analisada, de acordo com Gallahue e Ozmun (2005), é considerado o estágio mais inferior (mais atrasado) em que se encontrar qualquer um dos segmentos corporais.

A matriz pode ser melhor visualizada na Figura 4, a seguir.

SALTO HORIZONTAL	
A. ESTÁGIO INICIAL	
1.	Movimento limitado; braços não iniciam ação do salto.
2.	Durante o vôo, braços se movem para os lados e para baixo, ou para trás e para cima, para manter o equilíbrio.
3.	Tronco se move em direção vertical; ênfase pequena na extensão do salto.
4.	Agachamento preparatório inconsistente em termos de flexão de pernas
5.	Dificuldade de usar ambos os pés

6.	Extensão limitada de tornozelos, joelhos e quadris ao impulsionar.
7.	Peso corporal cai para trás ao pousar
B. ESTÁGIO ELEMENTAR	
1.	Braços iniciam a ação do salto
2.	Braços se mantêm na frente do corpo durante agachamento preparatório
3.	Braços se movem para as laterais para manter o equilíbrio durante o vôo
4.	Agachamento preparatório mais profundo e mais consistente
5.	Extensão mais completa do joelho e do quadril ao impulsionar
6.	Quadris flexionados durante o vôo; coxas mantidas em posição flexionada.
C. ESTÁGIO MADURO	
1.	Braços se movem para o alto e para trás durante o agachamento preparatório.
2.	Durante o impulso, braços se inclinam para frente com força e alcançam altura.
3.	Braços mantêm-se altos durante toda a ação do salto.
4.	Tronco inclinado em ângulo aproximado de 45 graus.
5.	Ênfase maior na distância horizontal
6.	Agachamento preparatório profundo e consistente
7.	Extensão completa de tornozelos, joelhos e quadris ao impulsionar.
8.	Coxas mantêm-se paralelas ao solo durante o vôo; pernas pendem verticalmente.
9.	Peso corporal inclina-se para frente ao pousar.
DIFICULDADES DE DESENVOLVIMENTO:	
a	Uso impróprio dos braços (ou seja, falha ao usar os braços em oposição à perna de propulsão em um balanço para cima e para baixo, enquanto a perna flexiona, estende, e flexiona novamente).
b	Giro ou rotação do corpo.
c	Inabilidade de executar o impulso tanto com um pé quanto com os dois.
d	Agachamento preparatório insuficiente.
e	Movimentos restritos de braços e pernas.
f	Ângulo de impulso insuficiente.
g	Falha em estender-se totalmente ao decolar.
h	Falha em estender as pernas para frente ao pousar.
i	Cair de costas ao aterrissar.



INICIAL

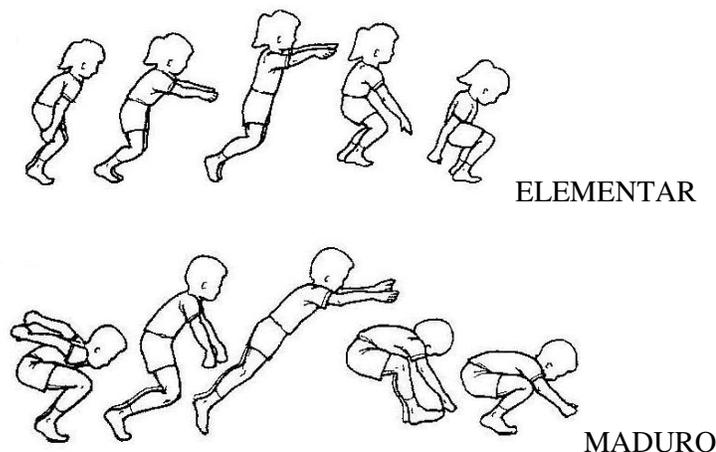
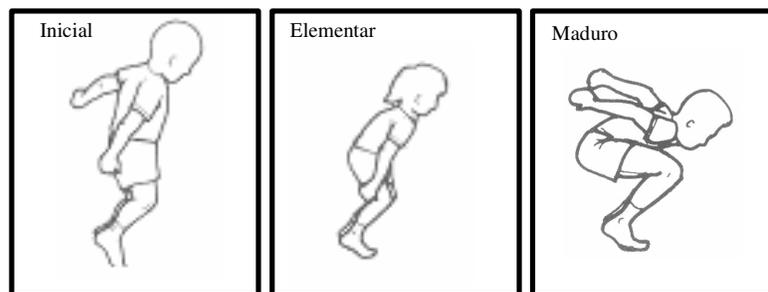


Figura 4 – Matriz analítica de Gallahue (Gallahue, 1989) para a tarefa motora do salto horizontal.
 Fonte: GALLAHUE E OZMUN, 2005. p. 250 e 251.

Baseado em uma detalhada análise observacional de inúmeras execuções de saltos, a partir da matriz analítica de Gallahue (Gallahue, 1989), acima exposta, foi criada no estudo de Estrázulas (2006) uma sistemática para a avaliação qualitativa e quantitativa dessa tarefa motora, através da qual será possível identificar os instantes do salto horizontal de modo mais detalhado e obter maior precisão para as futuras quantificações dos parâmetros cinemáticos.

Para tanto, foram selecionadas e destacadas da matriz analítica 3 instantes fundamentais que melhor representassem a tarefa motora do salto horizontal, sendo um em cada fase do salto – de propulsão, de voo e de aterrissagem – conforme pode ser melhor visualizado na Figura 5 a seguir.



a) Primeira fase – fase de propulsão

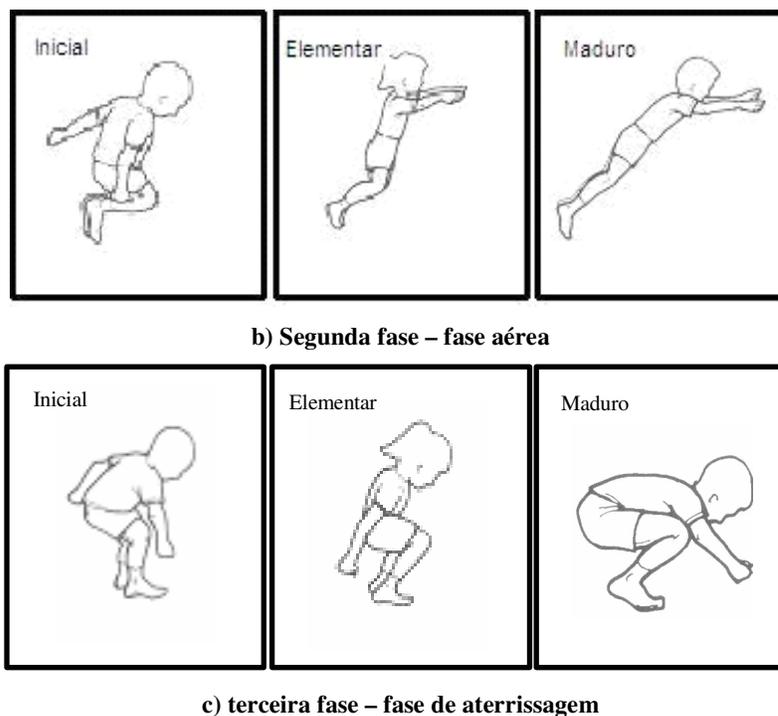


Figura 5 – fases do salto horizontal: a) primeira fase – fase de propulsão; b) segunda fase – fase de voo; c) terceira fase – fase de aterrissagem.

Fonte: ESTRÁZULAS (2006).

Para efeitos de análises, tanto qualitativa como quantitativa, em que os diferentes segmentos corporais são classificados em estágios e capturados os valores angulares correspondentes, foram considerados especificamente os seguintes instantes em cada uma das fases acima destacadas:

1) *Fase de propulsão:* dois instantes de análise:

- máxima extensão do ombro, em que foi capturado o ângulo de membro superior;
- máxima flexão de joelhos, em que foram capturados os ângulos de joelho, quadril e tronco;

2) *Fase de voo:* início da fase de voo, correspondente ao instante de 0,33s após a perda de contato com o solo, tempo que se refere ao terceiro quadro após a perda de contato, quando adquirido a uma frequência de amostragem de 60Hz. Foram capturados os ângulos de joelho, quadril, tronco e membro superior;

Torna-se importante destacar que na fase de voo a posição analisada foi no instante de 0,33s após a perda de contato por dois aspectos: análise do estudo piloto e descrição contida na matriz de análise de Gallahue, que mostram figuras na subida da fase de voo, que foram as analisadas no estudo (ESTRÁZULAS, 2006).

3) *Fase de aterrissagem*: máxima flexão de joelho, em que foram capturados os ângulos de joelho, quadril, tronco e membro superior;

Para a análise qualitativa, para a classificação em estágios foi avaliado o posicionamento dos segmentos corporais: membros inferiores, tronco e membros superiores.

Através dessa sistemática a classificação geral da criança em um dos estágios: inicial, elementar ou maduro, é dada em função da moda, ou seja, do estágio que tiver o maior número de ocorrências na classificação segmentária. Quando ocorrer o empate entre estágios a criança é classificada no estágio elementar.

3.3.3 Medidas antropométricas

Para a realização das medições antropométricas das crianças foram utilizados:

- a) um estadiômetro com escala de medida de 0,1 cm para a determinação da estatura;
- b) uma balança antropométrica com resolução de 100 g para a determinação da massa corporal;
- c) uma trena com escala de medida de 0,1 cm para a verificação do comprimento dos membros inferiores.

3.4 CONTROLE DE VARIÁVEIS

Com a finalidade de assegurar a qualidade do estudo, foram controladas as seguintes variáveis durante o procedimento de coleta:

- a) **Vestuário**: todos os sujeitos executaram o movimento de salto horizontal utilizando um short e uma camiseta de cor escura, a fim de destacar os marcadores reflexivos.
- b) **Calçado**: todos os sujeitos executaram o movimento do salto horizontal descalços a fim de padronizar as coletas de dados.
- c) **Ambiente de coleta**: a coleta das medidas antropométricas e dos dados cinemáticos foram realizadas em ambiente de laboratório, com piso plano e regular e livre de qualquer risco à integridade física. Em todos os momentos o pesquisador estava presente.
- d) **Temperatura**: a temperatura no local foi verificada, através de termômetro ambiente, no início da coleta de dados e controlada para que estivesse sempre entre 18° e 23°

graus Celsius, determinadas por Pollock e Wilmore (1993) como uma faixa de segurança que não interfere nas condições físicas do avaliado.

e) Demonstração: foi projetado um vídeo padrão com a demonstração da tarefa motora do salto horizontal anteriormente à aquisição dos dados cinemáticos. Pois conforme testado no estudo piloto (APÊNDICE I) não foi encontrado diferenças significativas antes e após a demonstração, optando-se pela demonstração a fim de padronizar a instrução do salto.

f) Prática de Educação Física: na ficha de identificação consta um item em que foi questionado à criança se participava das aulas de educação física escolar, pois essas crianças já devem ter sido submetidas a exame médico na escola, autorizando a prática de atividades físicas.

3.5 COLETA DE DADOS

3.5.1 Procedimentos Preliminares

Foram tomados os seguintes procedimentos anteriormente à aquisição dos dados:

- Submissão e aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC, sob referência nº 023/06 (ANEXO II);
- Contato com a direção da escola através da apresentação verbal do projeto a fim de requerer a autorização para as coletas de dados em horário de aula;
- Envio do termo de consentimento livre e esclarecido para os pais por intermédio das crianças;
- Agendamento das coletas no laboratório de biomecânica e com a direção da escola;
- Organização do local de coleta: a coleta ocorreu em um ambiente equivalente a um cômodo grande de aproximadamente 65 m², para a aquisição dos dados, com um pequeno compartimento na entrada, local onde foram identificadas e preparadas as crianças (Figura 6).

No dia da coleta de dados a sala principal foi modificada através de uma decoração com motivos de desenhos animados, a fim de tornar o ambiente o mais agradável possível, visto se tratar de uma sala de teto e paredes pretas, própria para aquisições de dados dessa natureza.

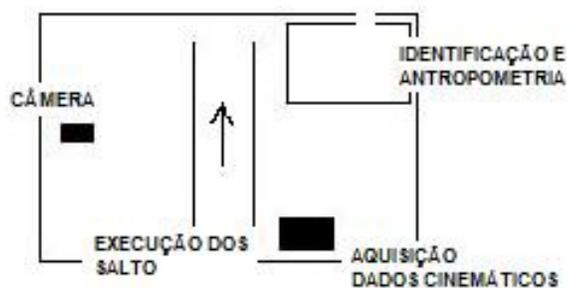


Figura 6 – Layout da sala de coleta de dados.

- Calibração do sistema: para a calibração do sistema *Peak Motus* utilizou-se um calibrador em forma de bastão com comprimento de 136 cm, apoiado sobre um tripé, por ser suficiente para uma aquisição bidimensional (ilustrado na Figura 7 abaixo).



Figura 7 - Calibrador bidimensional.

3.5.2 Preparação do sujeito

No dia da coleta de dados as crianças foram conduzidas até o Laboratório de Biomecânica do CEFID/UEDESC por um dos pesquisadores integrantes do projeto, onde passaram por um período de familiarização com o ambiente e adaptação com os instrumentos e com os pesquisadores, que consistiu em circular pela sala de coleta e conhecer os equipamentos como a câmera.

A seguir foram realizadas as demarcações com marcadores reflexivos nos pontos articulares de interesse para o estudo (ombro, punho, quadril, joelho e tornozelo), conforme o modelo antropométrico adaptado de Kalfhues *apud* Riehle (1976):

Cabeça: articulação temporo-mandibular,

Ombro: 4,9 cm do canto superior distal do acrômio;
Cotovelo: 1,1 cm da fenda lateral proximal da articulação do cotovelo;
Punho: 1,1 cm da ponta distal do processo estilóide do rádio;
Quadril: 0,3 cm da ponta distal do trocânter;
Joelho: 2,6 cm da fenda proximal da articulação do joelho;
Tornozelo: 1,3 cm da ponta distal do maléolo lateral.

3.5.3 Aquisição dos dados

Primeiramente, foi preenchida, pelo pesquisador, a ficha de identificação, em que as crianças receberam códigos contendo a idade e um número da ordem de coleta para assegurar um posterior anonimato dos sujeitos (APÊNDICE II).

Num segundo momento foi realizada a avaliação antropométrica que consistiu nas seguintes medições: da massa corporal; da estatura, definida a partir do vértex à região plantar; e do comprimento dos membros inferiores das crianças, definido pela distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e o maléolo medial do membro inferior direito (VIEL, 2001), registradas na ficha de dados de identificação (APÊNDICE II). E, em seguida, a coleta de dados cinemáticos.

Para a aquisição dos dados cinemáticos foram realizadas filmagens bidimensionais utilizando-se uma câmera a uma frequência de 60 Hz, acoplada a um tripé localizado perpendicularmente ao plano do movimento do salto, a uma distância mínima para que o movimento fosse visualizado na íntegra e preenchesse todo o campo visual da câmera.

A escolha da frequência de amostragem foi fundamentada nos seguintes pontos: 1) primeiro porque a frequência de amostragem comumente utilizada para análise cinemática de movimentos de seres humanos é entre 60 e 180 Hz, podendo aumentar para movimentos com maiores velocidades, como por exemplo, na tacada do golfe. Através da busca por estudos com movimentos de saltos, encontrou-se frequência de amostragem a partir de 50 Hz (JÓDAR e REDIN, 1995; AMADIO, 1998; SEYFARTH *et al.*, 1999; ESTRÁZULAS, 2006); 2) segundo, porque no estudo de Estrázulas (2006) foram verificadas e testadas duas frequências de amostragem para a tarefa motora do salto horizontal com crianças: 60 e 180 Hz (ANEXO A); 3) A partir daí, Estrázulas (2006) confirmou que a análise de salto horizontal de crianças pode ser realizada a uma frequência de 60 Hz, não comprometendo a identificação de

eventos importantes nas curvas de ângulos.

Na seqüência fez-se a demonstração da tarefa, pois, conforme testado e comprovado no estudo piloto a demonstração da tarefa não apresentou qualquer interferência na execução do movimento (APÊNDICE I). Foi então realizada a demonstração do movimento à criança através de um vídeo padrão, e em seguida, ao comando de voz do pesquisador (“pode saltar”) iniciou-se a aquisição das imagens, quando a criança executou três saltos horizontais, considerados válidos, ou seja, dentro do espaço delimitado e iniciando e finalizando com ambos os pés. O número de tentativas válidas foi testado no estudo piloto (APÊNDICE I).

3.6 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Após a digitalização, os dados brutos foram filtrados com filtro Butterworth de 4ª ordem, passa-baixa com frequência de corte entre 6 e 10 Hz, conforme verificado no estudo piloto (APÊNDICE I), para gerar uma suavização da curva e tentar eliminar possíveis ruídos de falha de instrumento e principalmente erros de digitalização.

Para fins de análise foi utilizada apenas a terceira tentativa de cada criança. Pois, após ter-se comparado os parâmetros angulares entre as tentativas para todas as variáveis, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias, adotando-se, portanto, a terceira tentativa de cada criança para a análise dos dados.

A análise dos dados foi composta de duas etapas:

1ª) *Análise qualitativa*: consistiu na verificação das características de posicionamento dos segmentos corporais – membros inferiores, tronco-quadril e membros superiores – nos quatro instantes selecionados de acordo com Estrázulas (2006) e classificação isolada de tais segmentos corporais nos estágios motores: inicial, elementar e maduro, considerando as descrições propostas na matriz analítica de Gallahue (Gallahue, 1989).

O avaliador preencheu a ficha de avaliação qualitativa (APÊNDICE III), fazendo inicialmente a classificação dos segmentos corporais e em seguida a classificação geral da criança de acordo com a sistemática proposta por Estrázulas (2006) e descrita no item 3.1.2 deste capítulo.

A fim de permitir uma maior confiabilidade dos dados em relação à avaliação qualitativa foram realizadas duas avaliações com intervalo de 4 semanas utilizando-se as 3 tentativas de salto de 10 crianças, totalizando a análise de 30 saltos horizontais. A correlação

intra avaliador obtida foi de $R=0,96$.

2^a) *Análise quantitativa*: consiste na captura dos valores de ângulos nos instantes selecionados de acordo com Estrázulas (2006), descrita no item 3.1.2 deste capítulo.

É importante ressaltar que o ângulo de tronco com sinal negativo foi utilizado para diferenciar o posicionamento do tronco em relação ao eixo vertical, sendo nesse caso, posterior ao eixo vertical, denotando desequilíbrio para trás. E, da mesma forma, o ângulo de membro superior com sinal negativo indicam que, a partir da posição neutra, ou seja, a partir da linha do tronco, os membros superiores encontram-se em extensão.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Na caracterização dos valores de ângulos dos diferentes segmentos corporais e nas diferentes fases do salto horizontal utilizou-se a estatística descritiva: distribuição de freqüências, média (\bar{X}), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV%), mínimo (Min), máximo (Max) e limites inferior e superior do intervalo de 95% de confiança para a média, complementada por gráficos do tipo *box-plot* para uma visualização conjunta da distribuição dos dados nos estágios inicial, elementar e maduro.

Para análise dos diferentes estágios, primeiramente foram utilizados os testes de Shapiro Wilk e de Kolmogorov-Smirnov para atestar-se da normalidade ou não dos dados. Após comprovada a normalidade foi aplicado o teste ANOVA *One way* para comparação entre as médias dos três grupos estudados: estágios inicial, elementar e maduro para todas as variáveis analisadas. Quando encontrado diferença estatisticamente significativa para um $p \leq 0,05$ foi aplicado o teste de *post hoc* de *Scheffé* para se verificar entre quais estágios de desenvolvimento motor estas diferenças se encontravam.

Para verificar a contribuição dos diferentes parâmetros angulares no desempenho dos saltos horizontais utilizou-se a Regressão Linear Múltipla, método *Stepwise*.

Considerando-se os pressupostos à análise de regressão linear, foi inicialmente verificada a homocedasticidade dos dados através da prova de Levene. Assim, foi comprovada a homogeneidade de variâncias nos grupos. Em seguida foi realizada a análise dos resíduos, em que apresentaram distribuição normal e atenderam aos critérios de linearidade. Foram desconsiderados os pontos discrepantes para fins de análise.

O nível de confiança adotado para todos os testes foi de 95%.

3.8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma limitação desse estudo foi a utilização do laboratório para a aquisição dos dados, que é um ambiente não habitual para as crianças, podendo ocasionar a execução de saltos diferentes daqueles executados em situações reais, o que pode estar relacionado a alterações no padrão de movimento das mesmas. Além de ser uma situação de avaliação em que estão sendo observados, o que pode gerar algum tipo de constrangimento.

Pode-se considerar ainda como limitação a utilização de análise bidimensional do movimento, o que, em alguns momentos do salto causou certo prejuízo, em especial aos dados relativos a estágios mais inferiores de desenvolvimento motor, em que as crianças apresentam desequilíbrios e utilizam também o plano frontal para executar o movimento.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de responder aos objetivos específicos do estudo este capítulo foi organizado em tópicos com os respectivos resultados e discussões. Desse modo, primeiramente fez-se a caracterização da amostra quanto aos estágios de desenvolvimento motor em cada fase do salto horizontal e para os diferentes segmentos corporais analisados. Na seqüência, são apresentados e comparados os parâmetros angulares obtidos para os diferentes segmentos corporais nas três fases do salto horizontal. E, para finalizar, serão apresentados os resultados referentes à contribuição dos diferentes parâmetros angulares na performance do salto horizontal.

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR PARA OS DIFERENTES SEGMENTOS CORPORAIS EM CADA FASE DO SALTO HORIZONTAL

Respondendo ao primeiro objetivo específico, “verificar o estágio de desenvolvimento motor das crianças por segmento corporal e nas diferentes fases do salto horizontal”, neste tópico será apresentada a caracterização qualitativa dos sujeitos do estudo quanto aos estágios de desenvolvimento motor para os diferentes segmentos corporais, de forma global e em seguida a distribuição detalhada dos estágios para cada segmento corporal nas três fases do salto horizontal.

Através do Quadro 2, a seguir, pode-se verificar a transição de um estágio para outro e a não similaridade de uma criança quanto a uma mesma variável nas três fases do salto,

considerando as faixas etárias. Assim, uma criança pode pertencer a um, dois ou três estágios, em virtude de apresentar classificações diferentes para os segmentos corporais diferentes nas três fases do salto horizontal.

Quadro 2 – Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para os diferentes segmentos corporais considerando as três fases do salto horizontal e a faixa etária.

SEGMENTOS CORPORAIS	ESTÁGIOS		FAIXAS ETÁRIAS				TOTAL SUJEITOS	
			5-6 anos	7-8 anos	9-10 anos	11-13 anos		
<i>MEMBROS INFERIORES</i>	1 ESTÁGIO	I	0	1	1	0	21 (23,33%)	
		E	7	1	4	2		
		M	1	1	2	1		
	2 ESTÁGIOS	I/E	5	1	1	3	49 (54,45%)	
		I/M	1	2	1	2		
		E/M	6	10	11	6		
	3 ESTÁGIOS	I/E/M	3	5	5	7	20 (22,22%)	
	TOTAL			-	-	-	-	90 (100%)
	<i>TRONCO</i>	1 ESTÁGIO	I	2	1	1	0	25 (27,78%)
E			2	5	0	1		
M			4	4	3	2		
2 ESTÁGIOS		I/E	6	4	8	8	57 (63,33%)	
		I/M	0	0	2	2		
		E/M	6	6	9	6		
3 ESTÁGIOS		I/E/M	3	1	2	2	8 (8,89%)	
TOTAL			-	-	-	-	90 (100%)	
<i>MEMBROS SUPERIORES</i>		1 ESTÁGIO	I	4	1	2	1	19 (21,11%)
	E		1	0	0	0		
	M		2	3	4	1		
	2 ESTÁGIOS	I/E	5	4	7	3	54 (60,00%)	
		I/M	5	6	3	3		
		E/M	4	5	3	6		
	3 ESTÁGIOS	I/E/M	2	2	6	7	17 (18,89%)	
	TOTAL			23 (25,56%)	21 (23,33%)	25 (27,78%)	21 (23,33%)	90 (100%)

I: estágio inicial; E: estágio elementar; M: estágio maduro.

Ao se analisar os dados do Quadro 2, inicialmente é possível verificar que houve uma homogeneidade na distribuição das crianças nas faixas etárias consideradas. E ainda que a maioria das crianças encontra-se em dois estágios de desenvolvimento motor para os três

segmentos corporais, com valores de 54,45% para membros inferiores; 63,33% para tronco e 60,00% para membros superiores, ao considerar-se a classificação por segmento corporal nas três fases do salto horizontal.

Para as crianças classificadas em um único estágio verifica-se para os segmentos tronco e membros superiores um maior número de crianças no estágio maduro (13 e 10, respectivamente), enquanto para os membros inferiores um maior número no estágio elementar (14). Embora com um número de sujeitos inferior, o mesmo foi observado no estudo de Estrázulas (2006).

Ao se analisar as crianças classificadas em dois estágios de desenvolvimento motor percebe-se uma maior concentração na transição do estágio elementar para o maduro para os segmentos membros inferiores (33) e tronco (27) seguida pela transição inicial-elementar para membros superiores (19). E, ao contrário, poucas crianças encontram-se na faixa de transição inicial-maduro para os três segmentos corporais (6, 4 e 17), o que é esperado visto que o padrão seqüencial de desenvolvimento prevê a passagem pelo estágio elementar. Tais resultados também vão ao encontro do obtido no estudo de Estrázulas (2006). Já para as crianças que apresentam segmentos corporais classificados nos estágios inicial, elementar e maduro observa-se um maior percentual concentrado nos membros inferiores (22,22%).

Os resultados apresentados no Quadro 2 demonstram que existem diferenças no tempo de desenvolvimento motor dos segmentos corporais quando analisados em separado. Apontam certo atraso no desenvolvimento motor das crianças, visto que há maior concentração de crianças classificadas em dois ou três estágios dos 9 aos 13 anos, enquanto que verifica-se uma maior concentração de crianças classificadas em um único estágio até os 8 anos de idade. Estes dados contrariam Gallahue e Ozmun (2005), quando citam que crianças com idade próxima a 9 anos já deveriam encontrar-se no estágio maduro para a tarefa motora do salto horizontal.

Da mesma forma, em outros trabalhos foi também identificado certo atraso no desenvolvimento de habilidades básicas. No ensaio de Oliveira (2002) foram realizadas, conforme Gallahue e Robertson, análises da seqüência dos padrões motores fundamentais de desenvolvimento: correr, saltar, arremessar, agarrar, chutar e quicar, para os quais têm sido observado pouca eficiência mecânica nas crianças ao ingressarem nas escolas, visto que aos sete anos de idade os padrões motores fundamentais já deveriam estar no estágio maduro. O ensaio permitiu confirmar tal afirmação e o autor apontou a necessidade de se trabalhar adequadamente nas aulas de educação física.

No estudo de Lopes (2006) com crianças de 6 e 7 anos, o autor concluiu que, de uma forma geral, os sujeitos apresentaram resultados baixos em termos de habilidades motoras fundamentais e coordenação motora, indícios de possíveis insuficiências do desenvolvimento coordenativo e do pobre desenvolvimento das habilidades motoras fundamentais. Corroborando com tais afirmações verifica-se o mesmo comportamento dos resultados no presente estudo, considerando-se a idade média das crianças analisadas, apontando atrasos no desenvolvimento motor das crianças para esta tarefa motora.

Salienta-se ainda que conforme os resultados obtidos verificou-se que os segmentos corporais tem diferentes tempos de aquisição de estágios mais avançados, e demonstram uma maturação motora mais tardia dos membros inferiores em relação aos outros segmentos corporais, não sendo encontrada a explicação para tal comportamento nas descrições de Gallahue e Ozmun (2005). Entretanto, pode-se explicar pelo desenvolvimento céfalo-caudal (Gessel apud Go Tani, 2008) ou ainda por possível inatividade ou sobrepeso das crianças analisadas, variáveis essas que não foram verificadas.

Num segundo momento da caracterização qualitativa dos sujeitos do estudo, foi detalhada a classificação em estágios por segmento corporal nas três fases do salto horizontal, de acordo com as Tabelas 1, 2 e 3, a seguir.

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal membros inferiores nas três fases do salto horizontal.

Fase salto		Propulsão	Vôo	Aterrissagem	Total
Segmento - Estágio					
<i>Inicial</i>		9 (10,0%)	12 (13,33%)	23 (25,56%)	44 (16,30%)
Membros	<i>Elementar</i>	54 (60,0%)	44 (48,89%)	37 (41,11%)	135 (50,00%)
Inferiores	<i>Maduro</i>	27 (30,0%)	34 (37,78%)	30 (33,33%)	91 (33,70%)
Total		90 (100%)	90 (100%)	90 (100%)	270 (100%)

A partir da Tabela 1 pode-se verificar que para os membros inferiores 50% das classificações concentram-se no estágio elementar, considerando-se as três fases do salto, seguido do maduro (33,70%) e do inicial (16,30%).

Em relação às fases do salto horizontal, também verifica-se o predomínio do estágio elementar tanto para a fase de propulsão (60,0%), como para a de vôo (48,89%) e a de aterrissagem (41,11%).

Quanto à distribuição dos estágios para o segmento corporal de membros inferiores, os resultados do presente estudo foram semelhantes aos obtidos no estudo de Estrázulas (2006).

Tabela 2 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal tronco nas três fases do salto horizontal.

Fase salto		Propulsão	Vôo	Aterrissagem	Total
Segmento - Estágio					
Tronco	<i>Inicial</i>	19 (21,11%)	26 (28,89%)	17 (18,89%)	62 (22,96%)
	<i>Elementar</i>	33 (36,67%)	40 (44,44%)	36 (40,0%)	109 (40,37%)
	<i>Maduro</i>	38 (42,22%)	24 (26,67%)	37 (41,11%)	99 (36,67%)
Total		90 (100%)	90 (100%)	90 (100%)	270 (100%)

Ao observar-se os resultados apresentados na Tabela 2, referente ao segmento corporal tronco, verifica-se também que a maioria das classificações realizadas nas três fases do salto concentram-se no estágio elementar (40,37%), seguidas pelo maduro (36,67%) e pelo inicial (22,96%).

Em relação às fases do salto, percebe-se que para a fase de propulsão e de aterrissagem houve predomínio do estágio maduro (42,22 e 41,11%, respectivamente), enquanto para a fase aérea do estágio elementar (44,44%).

Para o segmento corporal do tronco, os resultados obtidos no estudo foram semelhantes ao trabalho de Estrázulas (2006) apenas na fase propulsiva do salto.

Tabela 3 - Caracterização dos sujeitos do estudo quanto ao estágio de desenvolvimento motor para o segmento corporal membros superiores nas três fases do salto horizontal.

Fase salto		Propulsão	Vôo	Aterrissagem	Total
Segmento - Estágio					
Membros Superiores	<i>Inicial</i>	23 (25,56%)	45 (50,0%)	30 (33,33%)	98 (36,30%)
	<i>Elementar</i>	20 (22,22%)	25 (27,78%)	28 (31,11%)	73 (27,04%)
	<i>Maduro</i>	47 (52,22%)	20 (22,22%)	32 (35,56%)	99 (36,66%)
Total		90 (100%)	90 (100%)	90 (100%)	270 (100%)

Observando-se a Tabela 3 verifica-se que ao contrário dos demais segmentos corporais (membros inferiores e tronco), para os membros superiores foi obtido praticamente o mesmo percentual de classificações no estágio inicial (36,30%) e maduro (36,66%), seguidos pelo estágio elementar (27,04%).

Já em relação às fases do salto, verifica-se predomínio do estágio maduro nas fases propulsiva (52,22%) e de aterrissagem (35,56%) e do estágio inicial (50,0%) na fase de vôo.

Os resultados das Tabelas 2 e 3 corroboram com o exposto por Horita, Kitamura e Kohno (1991), que em um estudo realizado concluíram que crianças demonstraram uma forma habilidosa na fase propulsiva do salto, mas uma função imatura na fase de vôo após a decolagem.

Numa análise geral, retomando ao exposto por Gallahue e Ozmun (2005) quando alertam para a importância da oportunização à prática, cita-se o estudo de Harrison e Keane (2007), cujos resultados indicaram que o grupo que recebeu exercícios variados apresentou uma evolução significativa na execução da tarefa motora de salto quando comparado ao grupo que recebeu apenas exercícios de salto, demonstrando a importância da natureza da intervenção, e no caso, a prática de diferentes experiências motoras mostrou-se mais efetiva na melhora do nível motor das crianças.

Em síntese, a partir dos dados expostos no Quadro 2 e nas Tabelas 1, 2 e 3 observa-se que os segmentos corporais apresentam diferentes tempos de maturação, sendo que os membros inferiores parecem apresentar uma maturação mais tardia em relação aos demais segmentos.

Em relação aos segmentos corporais percebe-se o predomínio do estágio elementar para os membros inferiores e para o tronco, enquanto para os membros superiores houve predomínio do estágio maduro. Já em relação às fases do salto horizontal pode-se identificar uma diversificação na distribuição dos estágios, não seguindo nenhum padrão quanto à classificação.

4.2 PARÂMETROS ANGULARES DOS SEGMENTOS CORPORAIS POR ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO E FASE DO SALTO HORIZONTAL

O segundo objetivo específico do estudo foi identificar e comparar os ângulos intersegmentares de crianças entre diferentes estágios de desenvolvimento motor durante a execução do salto horizontal. Para tal caracterizou-se e comparou-se os parâmetros angulares dos segmentos corporais entre os estágios de desenvolvimento motor – inicial, elementar e maduro – nas três fases do salto horizontal.

A fim de facilitar a leitura e compreensão esse tópico foi dividido em subtópicos, contemplando a análise quantitativa de cada segmento corporal a partir das variáveis angulares correspondentes, quais sejam: a) membros inferiores: ângulo de joelho; b) tronco: ângulos de quadril e de tronco; c) membros superiores: ângulo de membro superior.

4.2.1 Caracterização e comparação do ângulo do joelho nas três fases do salto horizontal

A variável ângulo de joelho foi selecionada para representar o posicionamento dos membros inferiores enquanto segmentos corporais e refere-se ao ângulo interno do joelho, sendo analisada nas três fases de execução do salto horizontal – propulsão, vôo e aterrissagem, cujos resultados estão apresentados na Tabela 4, 5 e 6.

Tabela 4 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de propulsão do salto horizontal.

Estágio	n	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	9	111,71	5,80	5,19	105,10	122,40	107,26	116,17
<i>Elementar</i>	54	98,46	5,12	5,20	89,70	110,20	97,06	99,85
<i>Maduro</i>	27	83,53	5,60	7,90	61,90	91,10	80,92	86,14

Na Tabela 4 pode-se observar os maiores valores médios para o estágio inicial ($111,71 \pm 5,80^\circ$) seguidos do estágio elementar ($98,46 \pm 5,12^\circ$) e do maduro ($83,53 \pm 5,60^\circ$).

Em termos de homogeneidade observa-se que todos os estágios apresentaram baixa variabilidade, variando de 5,19% a 7,90% que, segundo classificação de Gomes (1990) compreende coeficientes de variação inferiores a 10%, média variabilidade entre 10% e 20%, alta variabilidade entre 20% e 30% e muito alto quando superiores a 30%.

Os valores médios obtidos vão ao encontro do exposto por Gallahue, pois as crianças em estágio inicial tendem a apresentar um “agachamento preparatório inconsistente em termos de flexão de pernas”, enquanto no estágio elementar já apresentam um “agachamento preparatório mais profundo e mais consistente” e no maduro, “profundo e consistente” (GALLAHUE e OZMUN, 2005, p. 250).

Na comparação dos resultados obtidos com os de Estrázulas (2006), cujo estudo foi realizado com uma amostra de 33 crianças, constata-se valores muito semelhantes para os três estágios motores: $111,43 \pm 4,88^\circ$ para o estágio inicial; $99,18 \pm 6,02^\circ$ para o elementar e $81,63 \pm 10,70^\circ$ para o maduro.

De modo semelhante, no estudo de Wu *et al.* (2003) foi verificada a performance do salto horizontal parado partindo de uma flexão de joelhos de aproximadamente 45 e 90 graus, sendo que os resultados mostraram as maiores distâncias alcançadas quando os sujeitos encontravam-se na primeira condição. No presente estudo, embora com valores superiores, os valores de ângulos estariam de acordo com o referido na literatura em termos de flexão de joelhos, pois as maiores médias foram identificadas no estágio maduro.

A distribuição dos dados e as diferenças encontradas entre os grupos podem ser

melhor visualizadas no gráfico *box plot* ou gráfico de caixas e bigodes das Figuras 8, 10 e 12, a seguir. Nesse gráfico aparece a mediana (traço preto dentro das caixas), o intervalo de 95% de confiança para a média (caixas), e os valores mínimo e máximo (“bigodes”). As caixas verdes representam o estágio inicial; as azuis, o estágio elementar; e as vermelhas, o maduro.

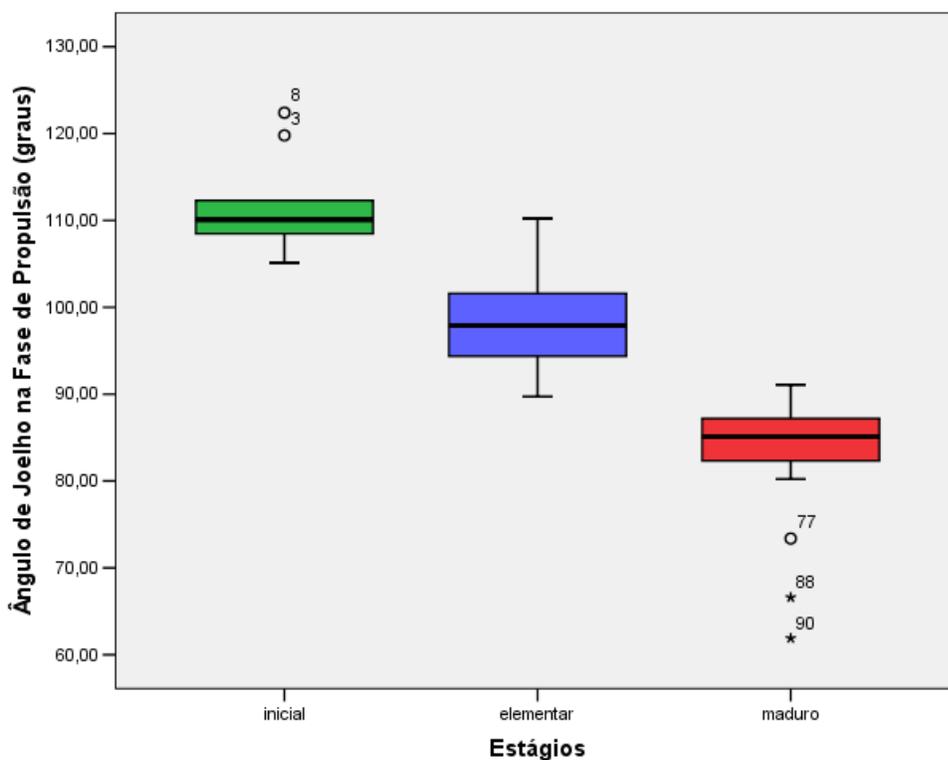


Figura 8 – Gráfico box-plot dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.

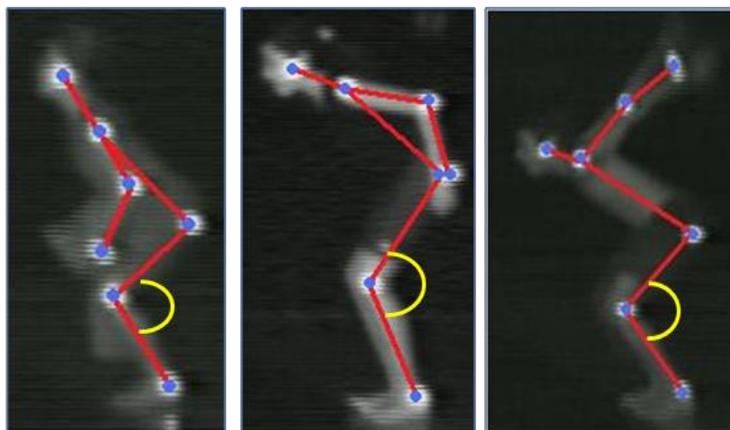


Figura 9 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.

Ao se analisar a Figura 9 percebe-se que à medida que aumenta o nível maturacional tende a aumentar a flexão de membros inferiores. Verifica-se também, a partir da visualização do gráfico da Figura 8, que os intervalos de 95% de confiança a partir da média não se cruzam, o que significa que não há um sombreamento de dados entre os estágios. Fato este que permite se traçar os limites de ângulos entre os grupos, os quais podem ser calculados através da média aritmética entre o menor valor do intervalo de confiança de um grupo e o maior valor do grupo seguinte.

Assim, o limite entre inicial e elementar é de 106,62° e entre elementar e maduro é de 90,39°, ou seja, ângulos de joelho de até 90,39° caracterizam o estágio maduro; desse valor a 106,62°, o estágio elementar; e ângulos maiores, o estágio inicial para a fase de propulsão do salto (Tabela 7).

Na Tabela 5, a seguir, estão apresentados os ângulos de joelho durante a fase de vôo do salto.

Tabela 5 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de vôo do salto.

Estágio	N	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	12	107,86	5,99	5,56	91,62	113,32	104,05	111,67
<i>Elementar</i>	44	130,65	8,78	6,72	118,57	150,20	127,98	133,32
<i>Maduro</i>	34	154,42	10,14	6,57	140,31	182,90	150,88	157,95

Observa-se na Tabela 5 os maiores valores médios de ângulo de joelho para o estágio maduro ($154,42 \pm 10,14^\circ$), seguido pelo elementar ($130,65 \pm 8,78^\circ$) e inicial ($107,86 \pm 5,99^\circ$). Verifica-se também uma homogeneidade nos estágios representada pela baixa variabilidade, com valores entre 5,56% (inicial) e 6,72% (elementar).

Analisando-se tais resultados é possível observar que nesse instante do salto, ao contrário da propulsão, a extensão de pernas é maior no estágio maduro, decrescendo para os estágios mais inferiores, de acordo com Gallahue e Ozmun (2005).

Em adição, sabe-se que, juntamente com outros fatores, a extensão de pernas precedida de um agachamento preparatório profundo são fundamentais para um maior alcance do salto, pois segundo Viel (2001), trata-se de um ciclo de alongamento-encurtamento do músculo responsável pela potência do movimento de saltar.

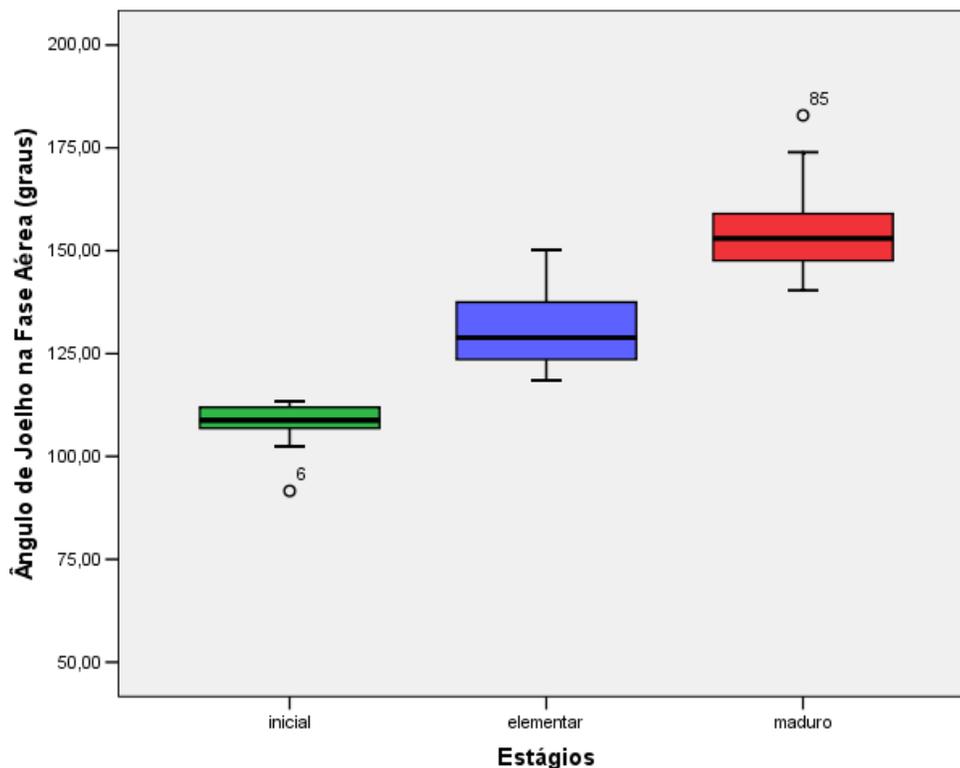


Figura 10 – Gráfico box-plot dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.

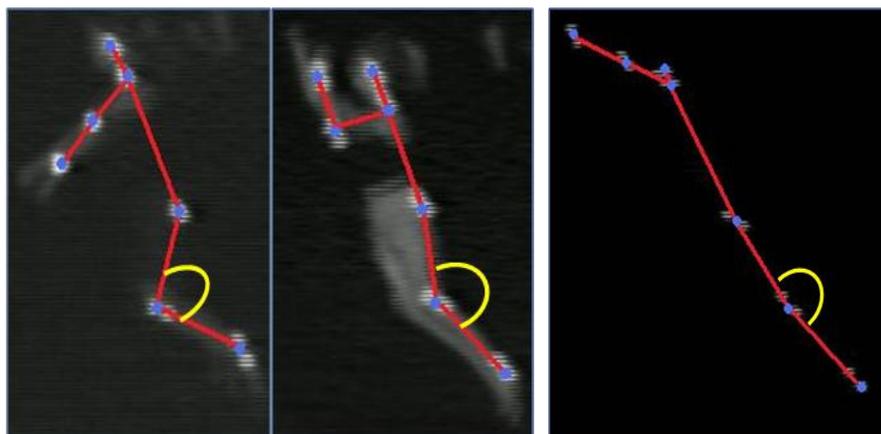


Figura 11 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.

Pela observação do gráfico ilustrado na Figura 10 verifica-se que não ocorre o sobreposição dos dados sendo possível traçar limites entre os grupos. De modo que valores de ângulos de joelho de até $118,69^\circ$ caracterizam o estágio inicial; entre $118,69^\circ$ e $142,97^\circ$, o estágio elementar e acima desse valor o estágio maduro para a fase de vôo do salto (Tabela x).

O gráfico aqui mostrado apresenta semelhanças quanto à hierarquia dos estágios em

relação ao estudo de Estrázulas (2006), contudo nesse houve sombreamento entre os estágios elementar e maduro e os valores médios de ângulos obtidos pelo autor foram ligeiramente maiores: $123,80 \pm 9,72^\circ$ para estágio inicial, $147,03 \pm 9,52^\circ$ para o elementar e $159,62 \pm 10,2^\circ$ para o maduro.

Em síntese, na fase de vôo as crianças em estágios mais avançados de maturação tendem a estender mais os membros inferiores, conforme pode ser visualizado na Figura 11, acima.

Na sequência, na Tabela 6 seguem as angulações de joelho na fase final do salto horizontal.

Tabela 6 – Caracterização do ângulo de joelho na fase de aterrissagem do salto.

Estágio	N	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	23	106,43	7,65	7,19	95,87	124,90	103,12	109,74
<i>Elementar</i>	37	87,07	7,39	8,49	71,38	102,00	84,60	89,53
<i>Maduro</i>	30	46,83	18,55	39,61	14,63	74,30	39,90	53,73

Ao se observar a Tabela 6 verificam-se os maiores valores médios para o estágio inicial ($106,43 \pm 7,65^\circ$) e os menores valores para o estágio maduro ($46,83 \pm 18,55^\circ$). Salienta-se a alta variabilidade encontrada no estágio maduro (39,61%), confirmada pela grande distância entre os valores mínimo e máximo para esse estágio em relação aos demais. Isso significa que diferentes crianças utilizam diferentes amplitudes para amortecer a queda.

Ao comparar-se com o estudo de Estrázulas (2006) verifica-se que este obteve valores médios maiores, com ângulos de $111,76 \pm 8,99^\circ$ para o estágio inicial, $96,01 \pm 6,39^\circ$ para o elementar e $66,64 \pm 20,83^\circ$ para o maduro.

Sabe-se que a fase de aterrissagem após saltos constitui um dos momentos de maior risco de lesões, pois o grau de carga imposta ao aparelho locomotor, tanto no instante de propulsão quanto na aterrissagem, apesar do curto intervalo de tempo de aplicação, pode ser excessivo para as diferentes estruturas do aparelho locomotor, conforme expõem Nicol (2001) e Fantini e Menzel (2003).

Desse modo, pode-se afirmar que as crianças do estágio maduro estão minimizando tais efeitos em virtude de uma melhor técnica de aterrissagem representada pela maior flexão de joelhos, cuja articularção é fundamental para acomodar e dissipar as cargas na aterrissagem (Figura 13).

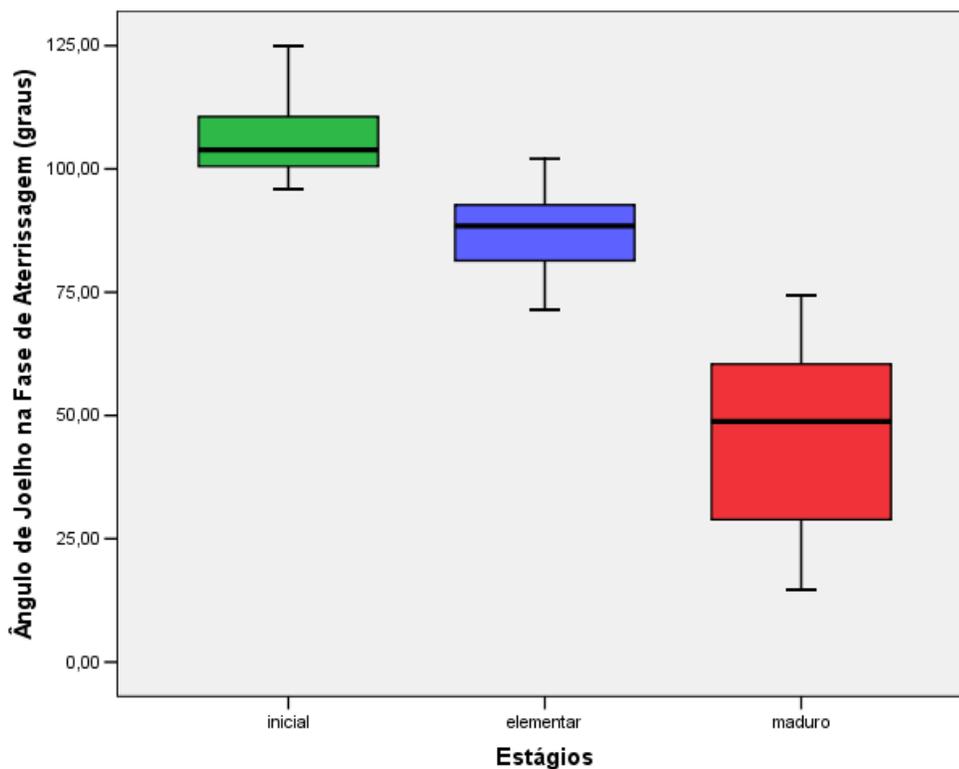


Figura 12 – Gráfico dos ângulos de joelho dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.

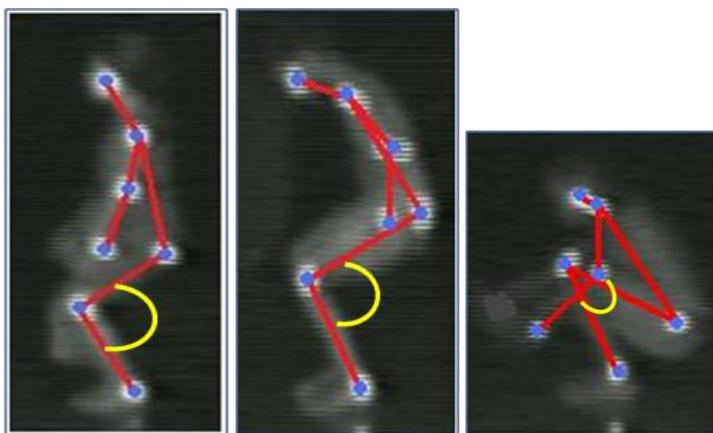


Figura 13 – Posicionamento de membros inferiores e ângulo de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.

Analisando-se a Figura 12 salienta-se a alta variabilidade identificada para o grupo no estágio maduro representada pela caixa vermelha, equivalente a 39,61% (Tabela 6), visivelmente maior comparada às outras duas, o que demonstra estratégia individual ou dificuldades em função das características antropométricas e de composição corporal.

Novamente verifica-se através dos gráficos da Figura 12, que não há sobreposição dos valores de um estágio para outro, o que permite identificar as faixas de valores características de cada estágio. Assim, na fase de aterrissagem do salto, angulações de joelho de até 69,17° designam o estágio maduro; desse valor até 96,33°, o estágio elementar e acima disso, o estágio inicial (Tabela 7).

No estudo de Estrázulas (2006) esse gráfico apresentou-se de forma muito semelhante, inclusive quanto à alta variabilidade no grupo do estágio maduro (31,26%) para esse instante do salto.

Após identificar os intervalos de confiança para a média entre os estágios foi feita a comparação dos parâmetros angulares relativos aos diferentes segmentos corporais entre os estágios inicial, elementar e maduro para as três fases do salto.

Em síntese, os resultados apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6 e nos gráficos das Figuras 8, 10 e 12, acima, demonstram com clareza a possibilidade de se definir faixas de valores médios para a variável ângulo de joelho para os diferentes estágios de maturação motora para a tarefa do salto horizontal, nas três fases do salto, conforme pode ser observado de forma resumida na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Faixas limites de ângulos de joelho para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.

		Ângulo de joelho (graus)		
Estágios	Fases	Fase de propulsão	Fase de vôo	Fase de aterrissagem
<i>Inicial</i>		Acima de 106,63 °	Até 118,69 °	Acima de 96,34 °
<i>Elementar</i>		90,40 – 106,62 °	118,70 – 142,97 °	69,18 – 96,33 °
<i>Maduro</i>		Até 90,39 °	Acim a de 142,98 °	Até 69,17 °

Na Tabela 8 constam os resultados das comparações entre os ângulos de joelho. Quando identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos foi aplicado o teste de *post-hoc* a fim de localizar tais diferenças (Tabela 9).

Tabela 8 – Comparação dos ângulos do joelho entre os estágios de desenvolvimento motor em diferentes fases do salto.

Fase do salto	Causa da variação	G1	Quadrados médios	F	p
<i>Propulsão</i>	Entre grupo	2	3352,98	104,62	0,000*
	Dentro grupo	87	32,05		
<i>Vôo</i>	Entre grupo	2	11130,18	136,31	0,000*
	Dentro grupo	87	81,66		
<i>Aterrissagem</i>	Entre grupo	2	25377,95	166,90	0,000*
	Dentro grupo	87	152,06		

$p \leq 0,05$

Tabela 9 – Resultado do teste *post-hoc* de Scheffé para o ângulo de joelho nas três fases do salto horizontal.

Fase do salto	$\bar{X} \pm s$			Diferenças encontradas	p
	Inicial	Elementar	Maduro		
<i>Propulsão</i>	111,71±5,80	98,46±5,12	83,53±5,60	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Vôo</i>	107,86±5,99	130,65±8,78	154,42±10,14	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Aterrissagem</i>	106,43±7,65	87,07±7,39	46,83±18,55	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*

$p \leq 0,05$

A partir dos dados apresentados nas Tabelas 8 e 9 verifica-se que houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,000$) entre todos os estágios em todas as fases do salto horizontal.

Utilizando-se do mesmo tipo de comparação, Estrázulas (2006) encontrou também diferenças estatisticamente significativas entre os três estágios motores em todas as fases do salto para a variável ângulo de joelho.

De modo geral, além de ser possível a identificação de faixas de valores de ângulos entre os estágios a partir da variável ângulo de joelho, verificou-se na fase de propulsão e de aterrissagem uma semelhança, visto que hierarquicamente, o estágio inicial apresentou os maiores valores médios de ângulos e o maduro os menores. Já na fase de vôo ocorreu o contrário. Em outras palavras, nas fases de propulsão e aterrissagem à medida que aumentou o nível de maturação aumentou a flexão de joelhos, enquanto que durante a fase de vôo à

medida que aumentou o estágio maturacional aumentou também a extensão dos membros inferiores.

4.2.2 Caracterização e comparação dos ângulos do quadril e do tronco nas três fases do salto horizontal

Por descreverem o posicionamento do segmento corporal tronco, juntas, as variáveis ângulo de quadril e de tronco caracterizam a movimentação do tronco ao longo da execução do salto horizontal, sendo que o primeiro refere-se ao ângulo interno formado entre os segmentos corporais da coxa e do tronco enquanto o segundo refere-se ao ângulo absoluto formado entre o segmento corporal do tronco e o eixo vertical y.

Assim, neste subtópico do capítulo estão descritos e comparados os ângulos do quadril e do tronco entre os três estágios motores de modo simultâneo em cada uma das três fases do salto horizontal.

Na Tabela 10 são apresentados os parâmetros angulares do quadril e do tronco na fase de propulsão do salto.

Tabela 10 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de propulsão do salto.

Variável	Estágio	n	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
QUADRIL	<i>Inicial</i>	19	100,76	10,20	10,12	82,52	123,00	95,84	105,68
	<i>Elementar</i>	33	87,77	7,55	8,60	68,74	105,50	85,09	90,44
	<i>Maduro</i>	38	73,69	12,17	16,51	44,40	102,98	69,69	77,69
TRONCO	<i>Inicial</i>	19	48,02	2,96	6,16	37,90	51,60	46,60	49,45
	<i>Elementar</i>	33	57,36	3,86	6,73	52,10	64,50	55,99	58,73
	<i>Maduro</i>	38	69,81	6,18	8,86	60,52	91,81	67,78	71,84

Pode-se verificar na Tabela 10 que para o ângulo de quadril, os maiores valores médios foram obtidos pelo estágio inicial ($100,76 \pm 10,20^\circ$), seguidos pelo estágio elementar ($87,77 \pm 7,55^\circ$) e pelo maduro ($73,69 \pm 12,17^\circ$). Já para o ângulo de tronco observa-se os maiores valores médios para o estágio maduro ($69,81 \pm 6,18^\circ$) e os menores valores médios para o estágio inicial ($48,02 \pm 2,96^\circ$).

Com relação à variabilidade verifica-se o menor coeficiente de variação de 6,16% para o ângulo de tronco do estágio elementar e o maior de 16,51% para o ângulo de quadril do

estágio maduro. Tais valores de CV% significam uma variabilidade de baixa à média (GOMES, 1990).

No confronto com a literatura, Estrázulas (2006) obteve valores médios superiores para os ângulos de quadril: $127,66 \pm 27,86^\circ$ para o estágio inicial, $95,00 \pm 8,67^\circ$ para o elementar e $76,28 \pm 14,21^\circ$ para o maduro. Contudo, para ângulo de tronco observa-se uma semelhança entre os valores médios do estudo e os de Estrázulas (2006), cujos ângulos foram de $42,31 \pm 4,45^\circ$, $53,96 \pm 4,25^\circ$ e $64,52 \pm 8,31^\circ$ para os estágios inicial, elementar e maduro, respectivamente.

O resultado das distribuições entre os estágios para o ângulo de quadril na fase de propulsão pode ser melhor visualizado no gráfico das Figura 14, a seguir.

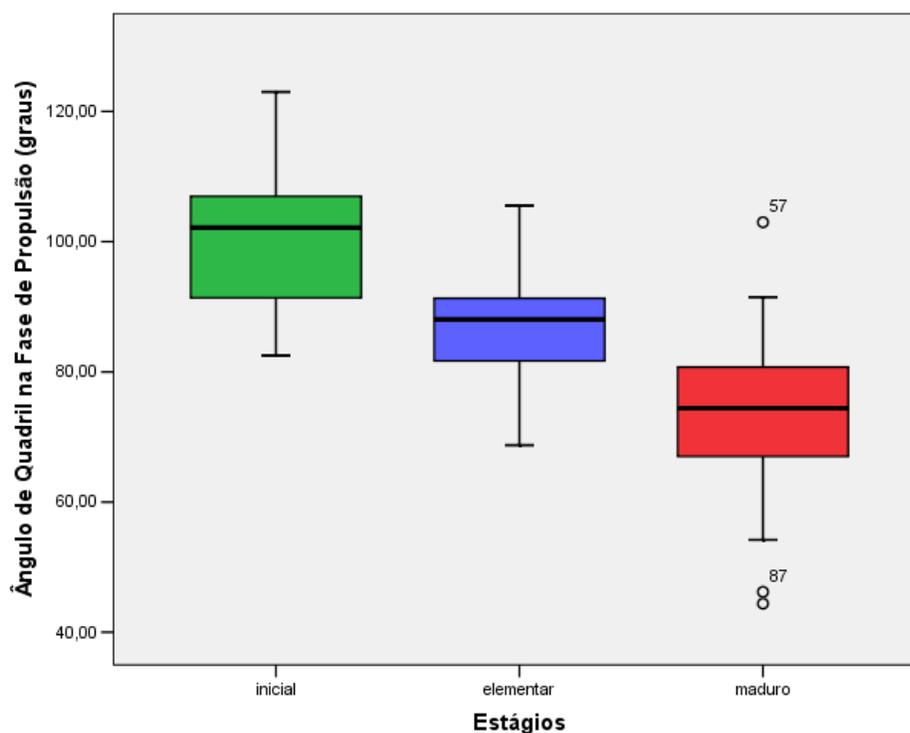


Figura 14 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.

A partir da observação do gráfico da Figura 14 embora perceba-se grande proximidade entre os blocos, é possível calcular os limites entre os grupos: até $81,39^\circ$ para o estágio maduro; desse valor até $93,14^\circ$ para o estágio elementar e acima para o estágio inicial (Tabela 13).

Os valores médios observados para os três estágios (Tabela 10) e visualizados no gráfico (Figura 14) estão de acordo com o exposto na matriz analítica de Gallahue, em que

descreve para o estágio maduro uma maior inclinação do tronco à frente, o que é resultado de uma maior flexão de quadril combinada a um maior ângulo do tronco em relação ao eixo vertical. Para o estágio inicial o contrário e para o elementar angulações intermediárias (GALLAHUE e OZMUN, 2005). Tais posicionamentos ficam evidenciados na Figura 16, a seguir.

Do mesmo modo, o gráfico da Figura 15 ilustra a distribuição dos estágios motores para a variável ângulo de tronco na fase de propulsão do salto.

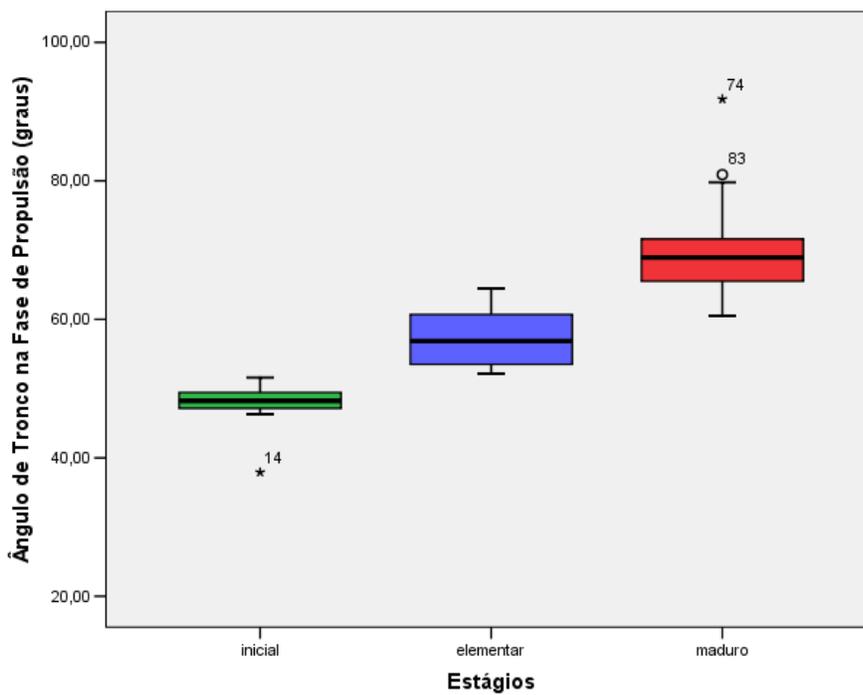


Figura 15 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.

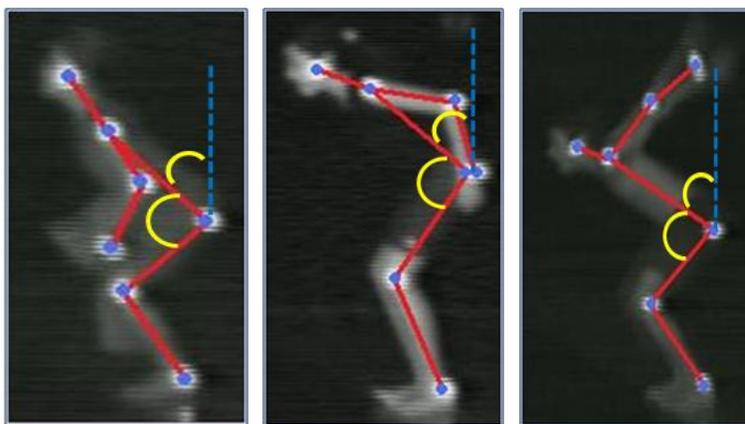


Figura 16 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.

A partir da observação da Figura 15 distingue-se com clareza a faixa de valores angulares de tronco que definem cada um dos estágios motores na fase de propulsão do salto, considerando-se o intervalo de confiança para a média. Assim, o limite entre inicial e elementar é de 52,67° e entre elementar e maduro de 63,92° (Tabela 14).

Em relação à variabilidade, no estudo de Estrázulas (2006), cujos valores obtidos foram de 21,82%, 9,13% e 18,63% para inicial, elementar e maduro, respectivamente para ângulo de quadril e de 10,52%, 7,88% e 12,88% para inicial, elementar e maduro, respectivamente para o ângulo de tronco, verifica-se uma variabilidade maior para os três estágios maturacionais comparado a este estudo.

O instante da fase de vôo analisado no presente estudo refere-se ao início do vôo, em que o segmento corporal do tronco parece ser determinante no que diz respeito à direção do salto. Na Tabela 11 estão expostos os valores de ângulos de quadril e de tronco nessa fase do salto.

Tabela 11 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de vôo do salto.

Variável	Estágio	n	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
QUADRIL	<i>Inicial</i>	26	186,48	10,83	5,81	169,06	205,50	182,11	190,86
	<i>Elementar</i>	40	172,59	13,33	7,73	142,89	202,50	168,32	176,85
	<i>Maduro</i>	24	161,05	15,27	9,48	128,56	190,40	154,60	167,50
TRONCO	<i>Inicial</i>	26	8,72	5,06	58,01	-5,70	16,90	6,68	10,76
	<i>Elementar</i>	40	19,20	3,78	19,72	13,74	27,00	17,99	20,41
	<i>Maduro</i>	24	30,77	4,15	13,47	23,65	42,10	29,02	32,52

Os resultados apresentados na Tabela 11 apontam valores médios de ângulo de quadril ligeiramente maiores para o estágio inicial (186,48±10,83°), seguidos pelo estágio elementar 172,59±13,33°) e do maduro (161,05±15,27°). Identificam-se ainda os menores valores médios de ângulo de tronco para o estágio inicial (8,72±5,06°) e os maiores para o estágio maduro (30,77±4,15°). Para ambas as variáveis para o estágio elementar foram obtidas angulações intermediárias aos outros dois estágios.

No que diz respeito à homogeneidade intra-grupo, para a variável ângulo de quadril podem ser observadas variabilidades baixas para os três estágios, com valores entre 5,81 para o estágio inicial e 9,48% para o emaduro. Já para a variável ângulo de tronco, variabilidade

média para o estágio elementar (19,72%) e maduro (13,47%) e muito alta para o estágio inicial (58,01%).

Comparando-se com o estudo de Estrázulas (2006), embora com apenas 33 sujeitos, verificam-se valores muito próximos tanto para os ângulos de quadril como para os de tronco, sendo que os valores médios para o quadril foram de $186,51 \pm 11,08^\circ$ para os estágios inicial, $172,64 \pm 12,14^\circ$ para o elementar e maiores para o estágio maduro ($180,81 \pm 20,25^\circ$). Em relação aos ângulos de tronco, valores médios ligeiramente maiores para os estágios inicial e elementar: $9,29 \pm 5,04^\circ$ e $20,12 \pm 5,47^\circ$, respectivamente e ligeiramente menor para o estágio maduro: $29,58 \pm 6,53^\circ$.

Os valores de ângulos das Tabelas 10 e 11 demonstram maior extensão de quadril, bem como maior proximidade entre o tronco e o eixo vertical no estágio inicial, indicando uma tendência à verticalização do movimento nesse grupo, o que contraria o objetivo do salto horizontal. Em adição, no estágio maduro percebe-se maior ênfase na distância (GALLAHUE e OZMUN, 2005).

Verifica-se então, conforme Figura 16, abaixo, que do estágio inicial para o elementar há maior inclinação do tronco à frente, podendo-se deduzir que conforme a evolução do estágio a preparação para o salto, quanto ao segmento corporal do tronco torna-se mais consistente, o que está de acordo com o exposto por Gallahue e Ozmun (2005).

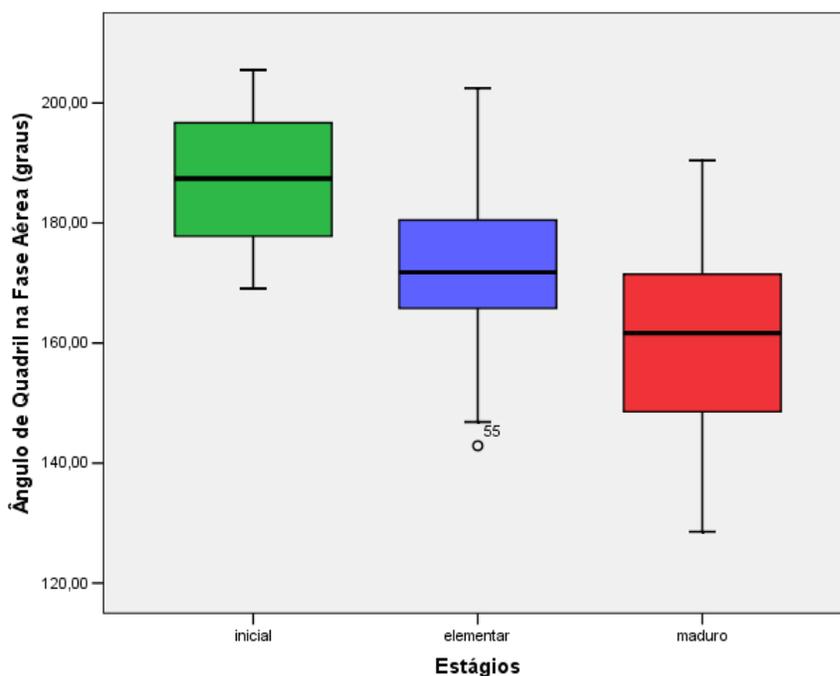


Figura 17 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.

Visualizando-se o gráfico em caixas da Figura 17 e o desenho esquematizado na Figura 18, é possível observar que há o sobreposição entre os intervalos de confiança para a média dos estágios inicial, elementar e maduro (Tabela 13). Isso nos permite afirmar que embora o ângulo de quadril na fase de vôo do salto seja um bom indicador de estágio de desenvolvimento motor, não é suficientemente sensível para discriminar limites entre os três estágios.

Tais resultados de certa forma corroboram com o obtido no estudo de Estrázulas (2006), cujos parâmetros angulares apresentaram-se de forma irregular para essa variável na fase de vôo, não havendo qualquer tipo de hierarquia entre os estágios. Já no presente estudo, apesar de verificar-se uma menor flexão de quadril à medida que aumenta o estágio maturacional, ou seja, uma hierarquia crescente, observa-se o sobreposição entre os estágios.

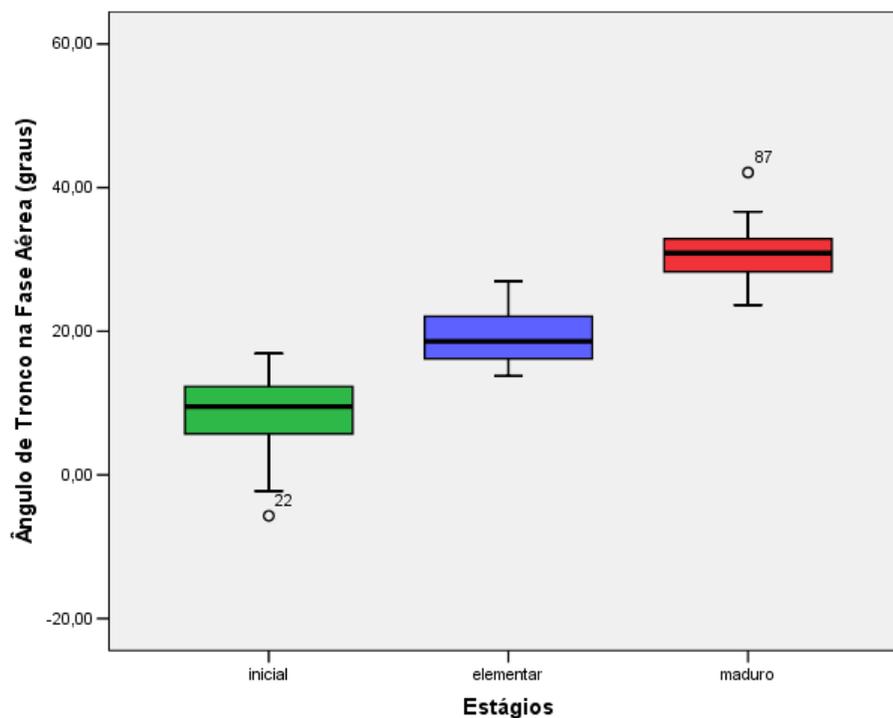


Figura 18 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.

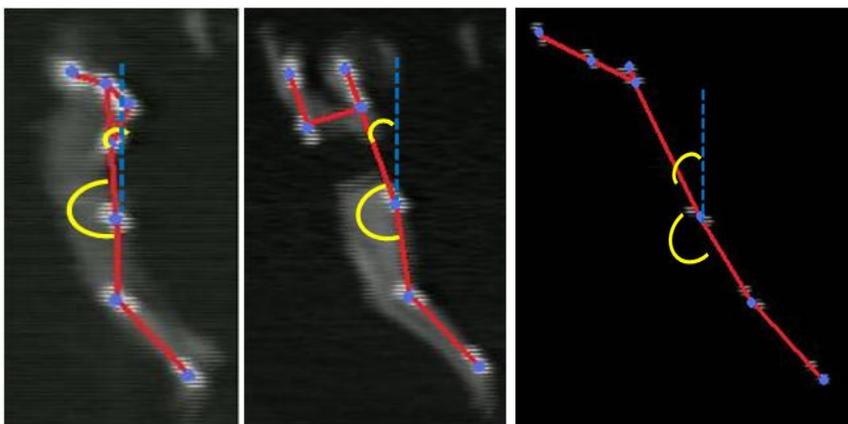


Figura 19 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.

Da mesma forma, para os ângulos de tronco na fase de vôo, nos intervalos de 95% de confiança para a média não ocorreu o sombreamento dos dados, sendo possível identificarem-se as três faixas de valores correspondentes a cada um dos estágios: entre inicial e elementar de $13,55^\circ$ e entre elementar e maduro de $26,76^\circ$ (Figura 18 e Tabela 14). E ainda, pode-se observar o posicionamento dos segmentos corporais na Figura 19.

Novamente comparando-se os ângulos de quadril com os de Estrázulas (2006), cuja variabilidade menor foi de 5,94% para o estágio inicial e 11,20% para o maduro foi possível identificar menores percentuais. Já para os ângulos de tronco identificou-se no estudo de Estrázulas valores percentuais mais altos, sendo a menor variabilidade de 22,08% para o estágio maduro e a maior de 54,15% para o estágio inicial.

Na Tabela 12, a seguir são apresentados os dados referentes aos ângulos de quadril e de tronco na aterrissagem do salto horizontal.

Tabela 12 – Caracterização do ângulo de quadril e de tronco na fase de aterrissagem do salto.

Variável	Estágio	n	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>QUADRIL</i>	<i>Inicial</i>	17	100,35	23,83	23,75	31,88	126,20	88,10	112,60
	<i>Elementar</i>	36	79,35	16,08	20,27	45,20	111,20	73,90	84,79
	<i>Maduro</i>	37	45,38	17,10	37,68	7,50	90,40	39,68	51,08
<i>TRONCO</i>	<i>Inicial</i>	17	10,57	7,23	68,39	-2,70	19,99	6,86	14,29
	<i>Elementar</i>	36	34,28	9,12	26,61	20,00	51,39	31,19	37,37
	<i>Maduro</i>	37	48,72	10,18	20,88	31,86	71,41	45,33	52,11

Os resultados da Tabela 12 mostram para a variável ângulo de quadril os maiores

valores médios para o estágio inicial ($100,35 \pm 23,83^\circ$) e os menores para o estágio maduro ($45,38 \pm 17,10^\circ$). Ao contrário disso, para a variável ângulo de tronco observam-se os maiores valores médios para o estágio maduro ($48,72 \pm 10,18^\circ$) e os menores valores para o estágio inicial ($10,57 \pm 7,23^\circ$). Tanto para o ângulo de quadril como para o de tronco os valores médios para o estágio elementar encontram-se entre aqueles obtidos para o estágio inicial e maduro.

Comparando-se com a literatura constata-se que os valores médios obtidos por Estrázulas (2006) foram em geral maiores, sendo de $110,08 \pm 13,36^\circ$ para inicial, $86,14 \pm 25,22^\circ$ para elementar e $52,24 \pm 18,03^\circ$ para o maduro tratando-se do quadril e de $12,74 \pm 9,59^\circ$ para inicial, $28,60 \pm 10,77^\circ$ para elementar e $51,68 \pm 11,52^\circ$ para maduro tratando-se do ângulo de tronco em relação à vertical.

Observa-se ainda para essa fase do salto variabilidade alta e muito alta, com valor máximo para o estágio inicial no ângulo de tronco, com CV% de 68,39%.

Confrontando com a literatura, verifica-se que as altas variabilidades encontradas no estágio inicial para algumas variáveis (Tabelas 11 e 12) corroboram com o exposto no estudo de Melo *et al.* (2003), em que foi feita a análise dinâmica do salto horizontal de crianças. A partir dos resultados do referido estudo e dos fundamentos da teoria de Gallahue (1989) os autores concluíram que a variabilidade dos dados confirma o estágio inicial das crianças, caracterizado pela dificuldade de domínio do próprio corpo.

No momento da aterrissagem no salto horizontal, segundo a descrição da matriz criada por Gallahue (1989), crianças em estágios mais avançados tendem à inclinar-se à frente, enquanto no estágio inicial o peso corporal tende à cair para trás (GALLAHUE e OZMUN, 2005). Os parâmetros angulares de quadril e de tronco para tal fase do salto, obtidos no presente estudo para os estágios inicial, elementar e maduro estão de acordo com tal informação.

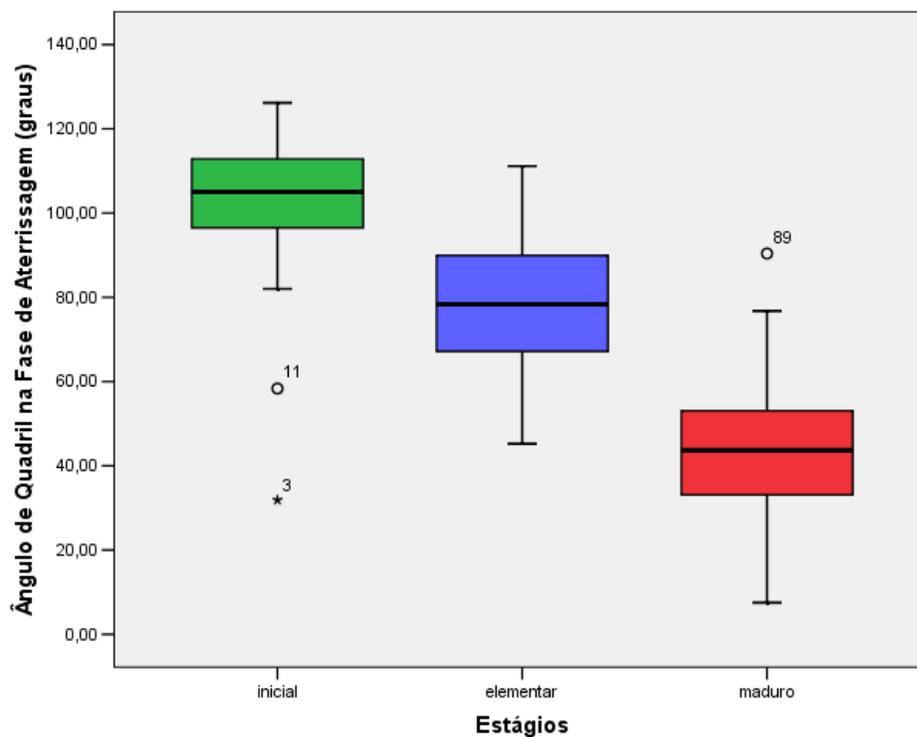


Figura 20 – Gráfico box-plot dos ângulos de quadril dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.

Na fase de aterrissagem, conforme observa-se na Figura 20, ao contrário da fase de vôo, o ângulo de quadril parece ser um bom indicador de desenvolvimento motor, pois é possível identificar-se com clareza os limites entre um grupo e outro para um intervalo de confiança de 95%. Sendo então, o valor de 62,24° o limite entre maduro e elementar e de 93,25° entre elementar e inicial (Tabela 13).

Em adição, verifica-se que do estágio inicial para o maduro observa-se gradualmente um maior grau de flexão, tanto de joelhos como de quadril no momento da aterrissagem do salto, denotando a melhora da técnica nos estágios mais avançados (Figura 22).

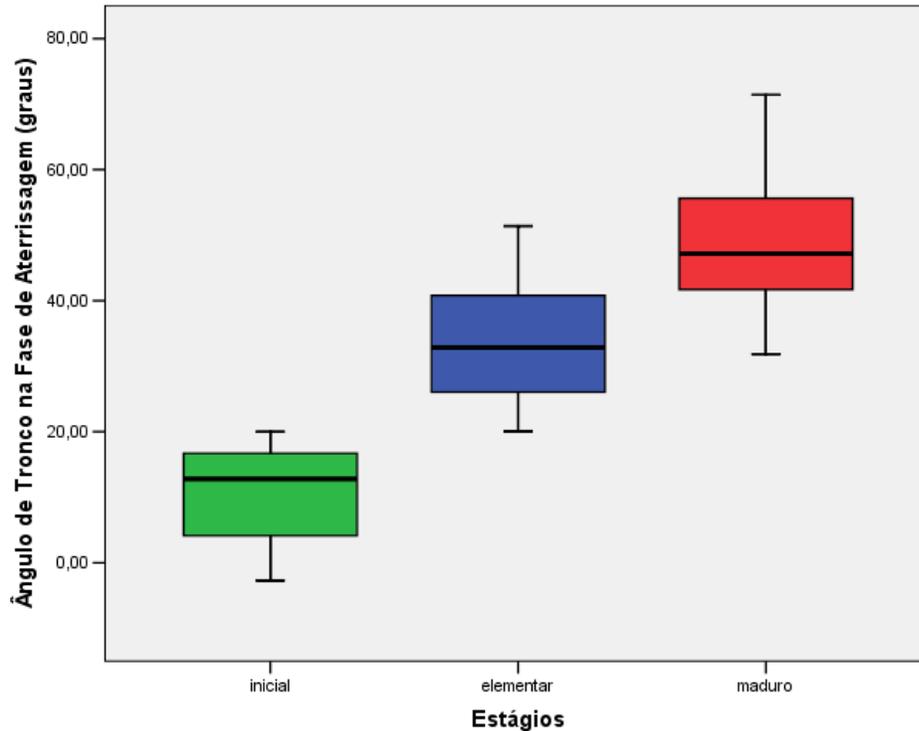


Figura 21 – Gráfico box-plot dos ângulos de tronco dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.

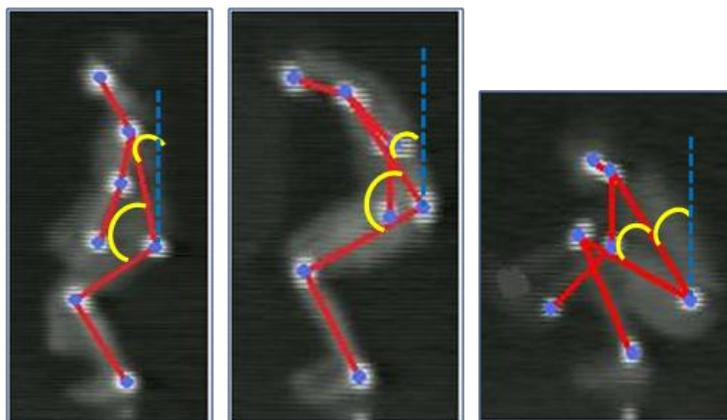


Figura 22 – Posicionamento do tronco e ângulos de quadril e tronco para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.

A partir da observação do gráfico da Figura 21 também é possível identificar-se a separação entre os três estágios motores para o intervalo de confiança de 95%, especialmente entre o inicial e elementar. Assim, ângulos até $22,12^\circ$ caracterizam o estágio inicial; entre $22,12^\circ$ e $41,65^\circ$, o estágio elementar e acima de $41,65^\circ$, o estágio maduro (Tabela 14).

Nas Tabelas 13 e 14, a seguir, é apresentado o resumo das faixas limites de ângulos de quadril e tronco, respectivamente nas três fases do salto horizontal para os três estágios

maturacionais.

Tabela 13 – Faixas limites de ângulos de quadril para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.

Ângulo de quadril (graus)				
Estágios	Fases	Fase de propulsão	Fase de vôo	Fase de aterrissagem
<i>Inicial</i>		Acima de 93,15 °	–	Acima de 93,26 °
<i>Elementar</i>		81,40 – 93,14 °	–	62,25 – 93,25 °
<i>Maduro</i>		Até 81,39 °	–	Até 62,24 °

Tabela 14 – Faixas limites de ângulos de tronco para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.

Ângulo de tronco (graus)				
Estágios	Fases	Fase de propulsão	Fase de vôo	Fase de aterrissagem
<i>Inicial</i>		Até 52,67 °	Até 13,55 °	Até 22,12 °
<i>Elementar</i>		52,68 – 63,92 °	13,56 – 26,76 °	22,13 – 41,65 °
<i>Maduro</i>		Acima de 63,93 °	Acima de 26,77 °	Acima de 41,66 °

Após a caracterização dos parâmetros angulares foi feita a comparação das médias dos ângulos de quadril e de tronco entre os estágios de desenvolvimento motor, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 15 e 16 e 17 e 18, respectivamente.

Tabela 15 – Comparação dos ângulos segmentares do quadril entre os estágios de desenvolvimento motor.

Fase do salto	Causa da variação	G1	Quadrados médios	F	p
<i>Propulsão</i>	Entre grupo	2	4908,67	46,55	0,000*
	Dentro grupo	87	105,45		
<i>Vôo</i>	Entre grupo	2	4069,53	23,25	0,000*
	Dentro grupo	87	175,05		
<i>Aterrissagem</i>	Entre grupo	2	20598,70	62,52	0,000*
	Dentro grupo	87	329,46		

$p \leq 0,05$

Observa-se na Tabela 15 que foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os ângulos do quadril nas três fases do salto horizontal. Foi então aplicado o teste de *post-hoc* para identificar onde estão tais diferenças (Tabela 16).

Tabela 16 – Resultado do teste *post-hoc* de Scheffé para o ângulo de quadril nas três fases do salto horizontal.

Fase do salto	$\bar{X} \pm s$			Diferenças encontradas	P
	Inicial	Elementar	Maduro		
<i>Propulsão</i>	100,76±10,20	87,77±7,55	73,69±12,17	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Vôo</i>	186,48±10,83	172,59±13,33	161,05±15,27	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,005*
<i>Aterrissagem</i>	100,35±23,83	79,35±16,08	45,38±17,10	Inicial x elementar	0,001*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*

$p \leq 0,05$

O resultado do teste de *post-hoc* apresentado na Tabela 16 aponta diferenças estatisticamente significativas entre todos os estágios em todas as fases do salto horizontal.

No estudo de Estrázulas (2006), para o ângulo de quadril houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos apenas nas fases de propulsão e de aterrissagem. Enquanto na fase de vôo houve diferença apenas entre as crianças do estágio inicial e elementar, reforçando a grande semelhança entre os estágios elementar e maduro nesse instante do salto no que diz respeito ao posicionamento do segmento do tronco. Assim, para a fase de vôo pode-se observar grande proximidades entre os dados de Estrázulas (2006) e os obtidos no estudo, conforme pode ser evidenciado pelo sombreamento visualizado no gráfico da Figura 17.

Foi realizada também a comparação das médias entre os estágios para a variável ângulo de tronco, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 – Comparação dos ângulos segmentares do tronco entre os estágios de desenvolvimento motor.

Fase do salto	Causa da variação	Gl	Quadrados médios	F	p
<i>Propulsão</i>	Entre grupo	2	3286,97	139,60	0,000*
	Dentro grupo	87	23,55		
<i>Vôo</i>	Entre grupo	2	3033,22	165,60	0,000*
	Dentro grupo	87	18,32		
<i>Aterrissagem</i>	Entre grupo	2	8539,13	99,38	0,000*
	Dentro grupo	87	85,93		

$p \leq 0,05$

Os resultados da Tabela 17 apontam diferenças estatisticamente significativas para as

três fases do salto, sendo então feito o teste de *post-hoc* para verificar onde estão as diferenças (Tabela 18).

Tabela 18 – Resultado do teste *post-hoc* de Scheffé para o ângulo de tronco nas três fases do salto horizontal.

Fase do salto	$\bar{X} \pm s$			Diferenças encontradas	P
	Inicial	Elementar	Maduro		
<i>Propulsão</i>	48,02±2,96	57,36±3,86	69,81±6,18	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Vôo</i>	8,72±5,06	19,20±3,78	30,77±4,15	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Aterrissagem</i>	10,57±7,23	34,28±9,12	48,72±10,18	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*

p ≤ 0,05

Após a aplicação do *post-hoc* pode-se verificar que houve diferenças estatisticamente significativas entre todos os estágios de desenvolvimento motor em todas as fases do salto horizontal.

Do mesmo modo, Estrázulas (2006) também obteve diferença estatisticamente significativa entre todos os estágios, nas três fases, ou seja, na fase de propulsão, de vôo e na aterrissagem o estágio inicial se diferiu do elementar e maduro e o elementar também se difere do maduro.

De modo geral, na comparação entre os três estágios observa-se que do estágio inicial para o maduro há um melhor posicionamento do tronco das crianças, ressaltando-se que na fase de vôo uma das deficiências do salto, conforme citado pelo autor da matriz, diz respeito à dificuldade de extensão do corpo, como foi observado nos estágios inicial e elementar deste estudo (GALLAHUE e OZMUN, 2005).

Sinteticamente, observa-se que em todas as fases do salto as crianças dos estágios mais avançados utilizam melhor o segmento corporal do tronco buscando o maior alcance horizontal do salto, o que fica evidenciado pela maior flexão de quadril e pelo maior ângulo do tronco em relação ao eixo vertical em todos os instantes.

4.2.3 Caracterização e comparação do ângulo do membro superior nas três fases do salto

horizontal

O ângulo de membro superior é determinado pelo ângulo formado entre o membro superior e o tronco, no plano sagital. Foi utilizado no presente estudo para caracterizar a movimentação para frente e para trás dos membros superiores ao longo da execução do salto horizontal.

Abaixo, a Tabela 19 são exibidos os dados que caracterizam a movimentação do membro superior na fase de propulsão do salto.

Tabela 19 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de propulsão do salto.

Estágio	n	\bar{X}	s	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	23	2,88	12,35	429,21	28,20	-14,90	8,22	-2,46
<i>Elementar</i>	20	-28,07	11,71	41,71	-12,26	-55,44	-22,59	-33,55
<i>Maduro</i>	47	-69,51	14,62	21,03	-40,27	-94,57	-65,21	-73,80

A partir do exposto na Tabela 19 verificam-se os maiores valores médios de ângulo, em módulo, para o estágio maduro ($-69,51 \pm 14,62^\circ$), seguidos pelo estágio elementar ($-28,07 \pm 11,71^\circ$) e pelo inicial ($2,88 \pm 12,35^\circ$).

Comparando-se com Estrázulas (2006), cujos valores médios foram de $17,23 \pm 7,34^\circ$ para estágio inicial, $-2,67 \pm 18,08^\circ$ para elementar e $-53,08 \pm 20,26^\circ$ para maduro, percebe-se uma grande diferença entre os dados, havendo concordância entre os valores apenas para o estágio maduro.

Verificam-se também valores de variabilidade alta e muito alta para os três estágios de desenvolvimento: inicial (429,21%), elementar (41,71%) e maduro (21,03%) com destaque para o estágio inicial, cuja variabilidade muito alta também foi encontrada no estudo de Melo *et al.* (2003) em crianças classificadas no estágio inicial para a tarefa motora do salto horizontal. Em relação ao estudo de Estrázulas (2006), a variabilidade obtida pelo autor foram maiores, variando entre 38,17% para o estágio maduro e 677,17% para o elementar.

É pertinente expor que os valores negativos de ângulos obtidos indicam que, a partir da posição neutra, os membros superiores projetam-se em extensão para trás, evidenciando a utilização dos braços no início do movimento do salto horizontal nos estágios elementar e maduro, conforme afirma Gallahue e Ozmun (2005).

Sabe-se da importância do movimento dos braços na execução do salto horizontal, no que diz respeito à performance, conforme verificado nos estudos Wu *et al.* (2003) e de Ashby e Heegaard (2002), sendo que nesse observaram que os sujeitos saltaram 36 cm a mais com os

braços em movimento do que sem movimento dos braços. E também Ashby e Delp (2006) realizaram a simulação do movimento de salto horizontal com e sem a utilização dos braços através de um modelo bidimensional, cujos resultados confirmam que o movimento de balanço dos braços realça a performance do salto horizontal em virtude do incremento de deslocamento vertical e horizontal e da velocidade de decolagem do CG.

O gráfico ilustrado na Figura 23, a seguir, evidencia de forma muito clara a possibilidade de se delimitar as faixas de ângulos do membro superior para cada um dos estágios, para o nível de confiança de 95%.

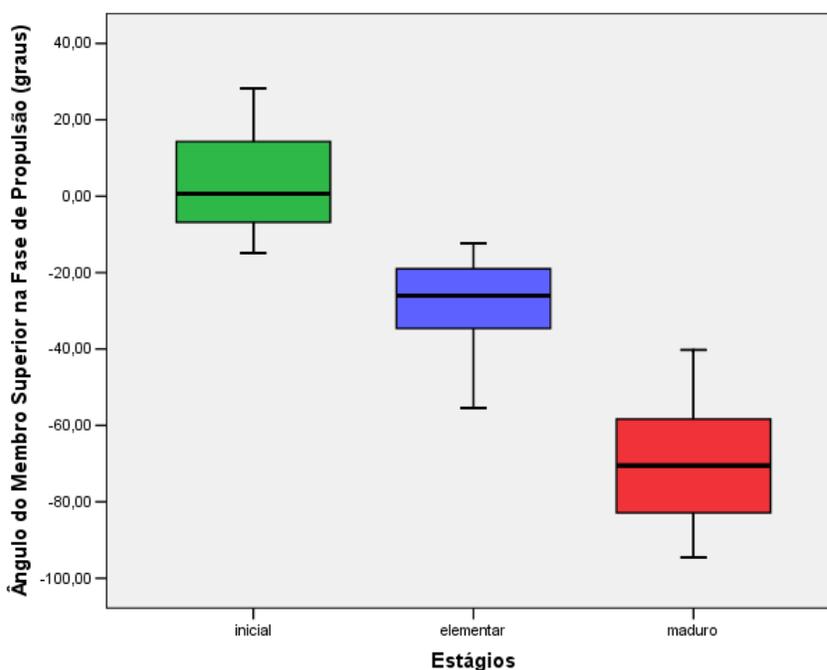


Figura 23 – Gráfico box-plot dos ângulos do membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de propulsão.

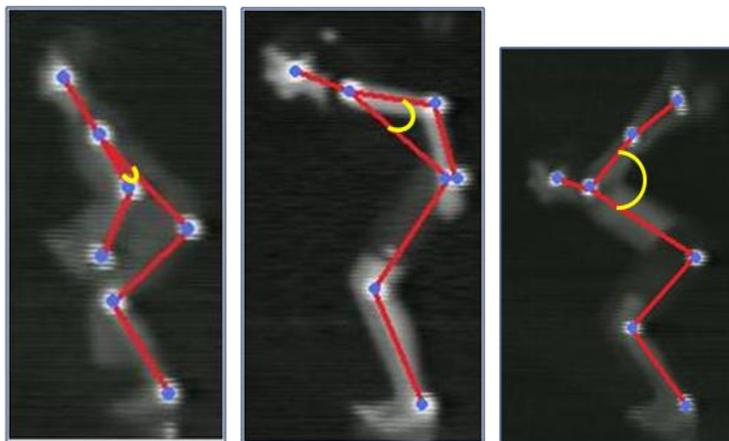


Figura 24 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de propulsão.

Pela análise da Figura 23 foi possível identificar os limites entre os estágios para a fase de propulsão, sendo que angulações de até $-49,38^\circ$ caracterizam o estágio maduro; deste até $-12,52^\circ$, o estágio elementar e valores de ângulos menores, em módulo, o estágio inicial (Tabela 22).

Confrontando com a literatura, no estudo de Estrázulas (2006), esta representação gráfica mostra um leve sombreamento entre os estágios inicial e elementar e uma grande distância entre o estágios elementar e maduro, diferente do que pode ser percebido na Figura 16, o que pode ter ocorrido em função da amostra do estudo ser de apenas 33 crianças.

Na Tabela 20, podem ser visualizados os ângulos do membro superior na fase aérea do salto.

Tabela 20 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de vôo do salto.

Estágio	n	\bar{X}	S	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	45	-5,07	12,62	248,92	1,57	-47,47	-1,28	-8,86
<i>Elementar</i>	25	73,39	39,55	53,89	15,75	217,23	57,06	89,71
<i>Maduro</i>	20	131,48	20,74	15,78	105,00	183,09	121,77	141,18

A partir da observação da Tabela 20 identifica-se novamente os maiores valores médios de ângulos, em módulo, para o estágio maduro ($131,48 \pm 20,74^\circ$), tendo o estágio elementar ($73,39 \pm 39,55^\circ$) e o inicial ($-5,07 \pm 12,62^\circ$) na seqüência.

Contrariando o que foi obtido no estudo, no trabalho de Estrázulas (2006) não foram apresentados os dados referentes à essa fase do salto para a variável ângulo de membro superior, pois o autor expõe que conforme o estudo piloto não foi possível observar qualquer tipo de padrão conforme o estágio de desenvolvimento motor, e não poderia auxiliar na concretização dos objetivos.

Quanto à homogeneidade dos grupos, para os estágios inicial (248,92%) e elementar (53,89%) verifica-se uma variabilidade muito alta e para o maduro (15,78%), média.

Nessa fase do salto horizontal, nos estágios inicial e elementar os membros superiores são movidos também para as laterais, como forma de manutenção do equilíbrio do corpo no espaço. Já no estágio maduro os membros superiores tendem a manter-se estendidos à frente do corpo, desde a preparação até a finalização do movimento (GALLAHUE e OZMUN, 2005). Os resultados encontrados vão ao encontro de tal informação, conforme pode ser confirmado pelos valores de ângulos que aumentam conforme aumenta o estágio motor.

A distribuição em estágios para o ângulo de membros superiores na fase de vôo pode

ser melhor visualizada no gráfico da Figura 25.

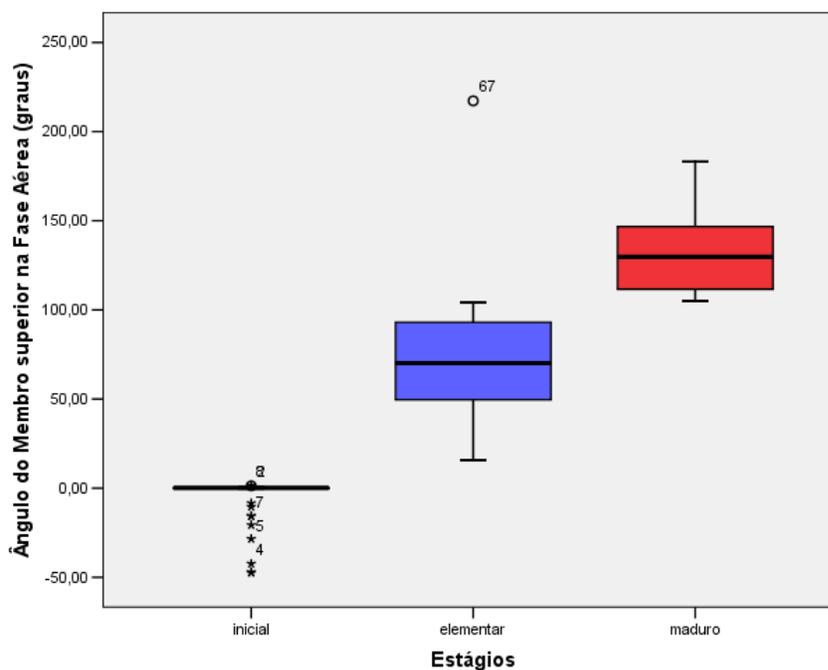


Figura 25 – Gráfico box-plot dos ângulos do membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de vôo.

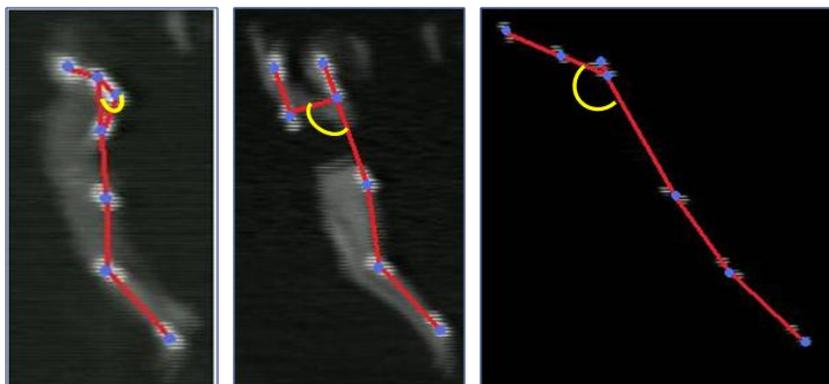


Figura 26 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de vôo.

A partir da Figura 25 é possível identificar, para o intervalo de confiança para a média, valores limites de ângulos, que são de $32,96^\circ$ entre o estágio inicial e o elementar e de $105,74^\circ$ entre o estágio elementar e o maduro, para essa fase do salto horizontal (Tabela 22).

No confronto com a literatura, pode-se dizer que os resultados de ângulos obtidos foram condizentes com a matriz qualitativa de Gallahue, cujas descrições expõem que: no estágio inicial, “durante o vôo, braços se movem para os lados e para baixo, ou para trás e para cima, para manter o equilíbrio; no estágio elementar, “braços se movem para as laterais para manter o equilíbrio do corpo” e no maduro, “durante o impulso, braços se inclinam para

frente com força e alcançam altura” (GALLAHUE e OZMUN, 2005).

E ainda, pelos resultados de ângulos encontrados para o estágio inicial pode-se inferir que a maioria das crianças permaneceu com os braços ao longo do corpo ou abduzidos, o que não foi possível mensurar em virtude de uma filmagem bidimensional, no plano ântero-posterior.

Na fase de aterrissagem do salto horizontal a classificação qualitativa é um tanto confusa para esse segmento corporal no que diz respeito aos estágios inicial e elementar. Ambos apresentam um movimento descoordenado, sendo que a diferença é que no estágio inicial as crianças têm dificuldade de aterrissar com os braços juntos. E ainda, observa-se que para o estágio elementar há maior tendência de permanecer com os braços ao longo do corpo enquanto que no inicial há tendência de desequilíbrio para trás. No estágio maduro, contudo, fica visível o posicionamento à frente do corpo buscando manter o equilíbrio do corpo na posição agachada. Por esta razão estas características foram utilizadas como critério de classificação e a partir daí capturados os ângulos, conforme exposto na Tabela 21, a seguir.

Tabela 21 – Caracterização do ângulo de membro superior na fase de aterrissagem do salto.

Estágio	N	\bar{X}	S	CV%	Mín	Máx	Intervalo de 95% confiança para média	
<i>Inicial</i>	30	-4,33	12,82	296,21	10,62	-37,40	0,46	-9,11
<i>Elementar</i>	28	28,89	11,21	38,81	13,23	51,18	24,54	33,23
<i>Maduro</i>	32	81,18	19,55	24,08	34,88	123,50	74,14	88,23

A partir das informações da Tabela 21 identificam-se valores médios, em módulo, maiores para o estágio maduro ($81,18 \pm 19,55^\circ$), seguido pelo estágio elementar ($28,89 \pm 11,21^\circ$) e pelo inicial ($-4,33 \pm 12,82^\circ$).

Em comparação aos valores médios obtidos no estudo de Estrázulas (2006), verificam-se valores bem diferentes ($34,87 \pm 26,08^\circ$; $17,31 \pm 22,59^\circ$ e $77,09 \pm 31,18^\circ$ para os estágios inicial, elementar e maduro, respectivamente), sendo que o autor obteve valores médios maiores para o estágio inicial e menores para os estágios elementar e maduro.

Verifica-se também coeficientes de variação muito alto para os estágios inicial (296,2%) e elementar (38,81%) e alto para o maduro (24,08%).

Confrontando com o estudo de Loko *et al.* (2000), é possível compreender melhor o alto CV% identificado neste grupo de crianças (5 a 13 anos) para algumas variáveis, pois estes autores buscaram identificar a estabilização das curvas da habilidade em garotas de 10 a 17 anos concluindo que a estabilização final das habilidades motoras ocorreu nas idades de 16

e 17 anos.

O gráfico abaixo, da Figura 27, ilustra as faixas de ângulos de membros superiores na aterrissagem do salto.

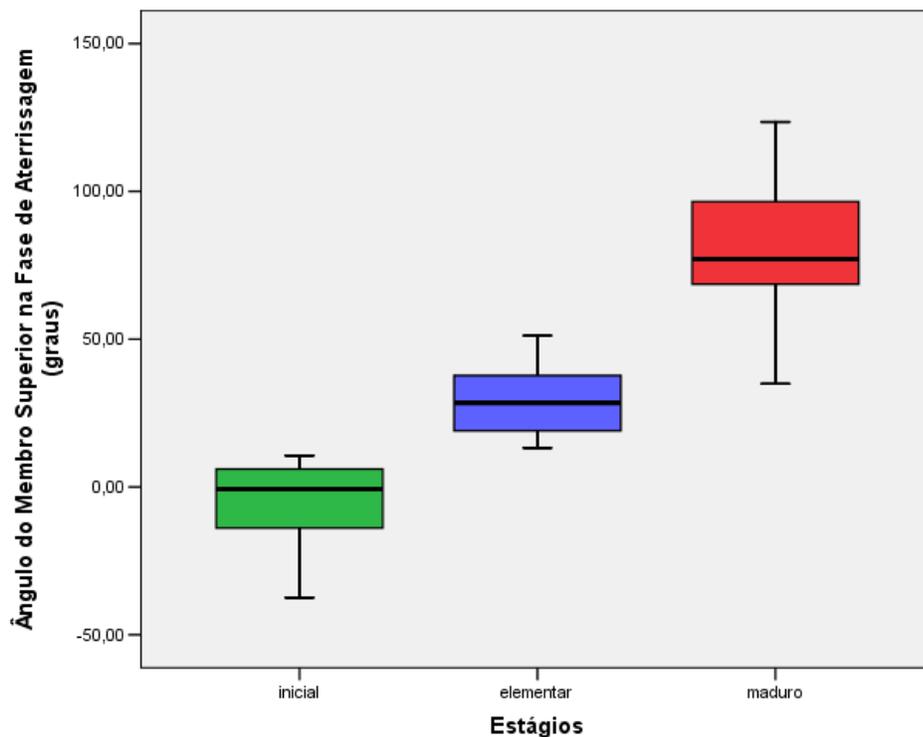


Figura 27 – Gráfico box-plot dos ângulos dos membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor durante a fase de aterrissagem.

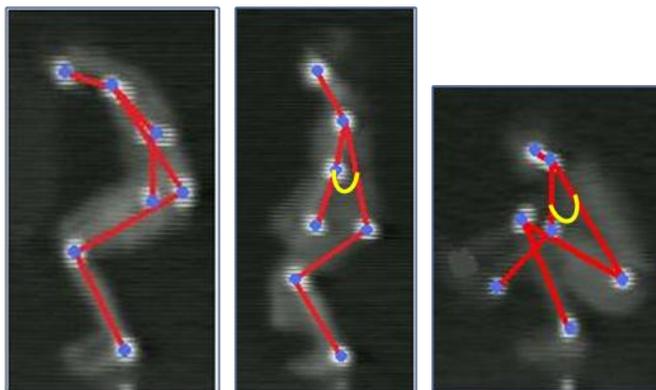


Figura 28 – Posicionamento dos membros superiores e ângulo de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro durante a fase de aterrissagem.

Analisando-se o gráfico da Figura 27, observa-se que nos intervalos de 95% de confiança para a média não ocorreu sobreposição, sendo então possível também nessa fase

do salto, a identificação de parâmetros limites entre os estágios. De modo que valores de ângulos de até 16,83° caracterizam o estágio inicial; entre 16,83° e 53,69°, o estágio elementar e acima desse valor, o estágio maduro (Tabela 22).

A Tabela 22, a seguir contém um resumo das faixas de ângulos de membro superior dos três estágios de desenvolvimento motor para as três fases do salto horizontal.

Tabela 22 – Faixas limites de ângulos de membro superior para os estágios inicial, elementar e maduro nas três fases do salto horizontal.

Ângulo de membro superior (graus)				
Estágios	Fases	Fase de propulsão	Fase de vôo	Fase de aterrissagem
<i>Inicial</i>		Acima de -12,51 °	Até 32,96 °	Até 16,83 °
<i>Elementar</i>		-49,37 – -12,52 °	32,97 – 105,74 °	16,84 – 53,69 °
<i>Maduro</i>		Até -49,38 °	Acima de 105,75 °	Acima de 53,7 °

Após a caracterização, verificou-se se houve diferenças estatisticamente significativas entre os estágios nas três fases do salto horizontal, conforme disposto nas Tabelas 23 e 24.

Tabela 23 – Comparação dos ângulos segmentares do membro superior entre os estágios de desenvolvimento motor.

Fase do salto	Causa da variação	Gol	Quadrados médios	F	p
<i>Propulsão</i>	Entre grupo	2	42877,96	236,27	0,000*
	Dentro grupo	87	181,48		
<i>Vôo</i>	Entre grupo	2	141067,26	232,74	0,000*
	Dentro grupo	87	606,11		
<i>Aterrissagem</i>	Entre grupo	2	57763,51	251,16	0,000*
	Dentro grupo	87	229,99		

$p \leq 0,05$

A partir dos resultados da Tabela 23 verifica-se que houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em todas as fases do salto. Buscando identificar-se tais diferenças utilizou-se o teste de *post-hoc* de *Scheffé* (Tabela 24).

Tabela 24 – Resultado do teste *post-hoc* de Scheffé para o ângulo do membro superior nas três fases do salto horizontal.

Fase do salto	$\bar{X} \pm s$			Diferenças encontradas	p
	Inicial	Elementar	Maduro		
<i>Propulsão</i>	2,88±12,35	-28,07±11,71	-69,51±14,62	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Vôo</i>	-5,07±12,62	73,39±39,55	131,48±20,74	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*
<i>Aterrissagem</i>	-4,33±12,82	28,89±11,21	81,18±19,55	Inicial x elementar	0,000*
				Inicial x maduro	0,000*
				Elementar x maduro	0,000*

p ≤ 0,05

Os resultados da Tabela 24 apontam que houve diferenças estatisticamente significativas entre todos os estágios de desenvolvimento motor nas três fases do salto horizontal.

No trabalho de Estrázulas (2006), em que também foi realizado esse tipo de comparação entre os estágios, houve também diferença estatisticamente significativa entre o estágio inicial e maduro, e entre o elementar e maduro, entretanto não ocorreu diferença significativa para o p estipulado entre o estágio inicial e elementar. O autor atribuiu tal resultado à grande variabilidade nos grupos inicial e elementar.

4.3 CONTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS ANGULARES NO DESEMPENHO DO SALTO HORIZONTAL NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR

Respondendo ao terceiro objetivo do estudo, que foi “verificar a contribuição dos diferentes parâmetros angulares no desempenho do salto horizontal”, foi construída uma equação de regressão para cada um dos estágios de desenvolvimento motor.

Para a classificação das crianças em estágios utilizou-se como critério a moda, ou seja, a criança foi classificada no estágio no qual apresentou o predomínio de classificações quando considerada a análise dos segmentos corporais isoladamente. No caso de empate entre os estágios, a criança foi classificada no estágio elementar.

Considerou-se como variável dependente a distância alcançada no salto, normalizada

pele comprimento do membro inferior das crianças; como variáveis independentes os ângulos de joelho, quadril, tronco e membros superiores nas fases de propulsão e de vôo do salto.

Desse modo, foram obtidas as seguintes equações para os estágios inicial, elementar e maduro:

$$Y = X_1 + a \pm (EP)$$

Onde:

Y= distância alcançada

X₁= angulo de membros superiores na fase de vôo (α MSV)

a= intercepto

EP = erro padrão

$$\text{DIST\^A} \text{NCIA INICIAL} = 1,12 (\alpha\text{MSV}) + 1,13 \pm (0,92)$$

R-quadrado ajustado = 0,74

$$\text{DIST\^A} \text{NCIA ELEMENTAR} = 0,004 (\alpha\text{MSV}) + 1,51 \pm (0,08)$$

R-quadrado ajustado = 0,14

$$\text{DIST\^A} \text{NCIA MADURO} = 0,003 (\alpha\text{MSV}) + 1,90 \pm (0,12)$$

R-quadrado ajustado = 0,13

Analisando as equações acima se constatou que das oito variáveis consideradas apenas o ângulo de membros superiores na fase de vôo foi incluído no modelo para os três estágios de desenvolvimento motor por ter apresentado uma correlação estatisticamente significativa com a variável dependente.

Esse resultado pode ser explicado por duas razões:

Primeiro por uma falha na escolha das variáveis selecionadas para a construção do modelo, pois não foram analisadas no presente estudo importantes variáveis relativas à decolagem do salto e à potência muscular de membros inferiores, que são variáveis dinâmicas. Tal hipótese corrobora com o encontrado no estudo de Wakai e Linthorne (2005), cujo objetivo foi identificar o ângulo ideal de decolagem para atingir a máxima distância no salto horizontal. Os autores confirmaram a grande importância da velocidade atingida na decolagem do salto;

Segundo, considerando o modelo em questão, a significativa contribuição dos membros superiores na distância final alcançada pode ser explicada pela própria natureza do movimento avaliado visto ser imprescindível o balanço dos braços para que o sujeito alcance o objetivo final do salto. Tal afirmação tem base científica no estudo de Ashby e Delp (2006) cujos resultados confirmam que o movimento de balanço dos braços realça a performance do salto horizontal em virtude do incremento de deslocamento vertical e horizontal e da velocidade de decolagem do CG.

Ao se observar ainda o valor do R-quadrado ajustado das equações acima verifica-se que para o estágio inicial 74% da variabilidade obtida na distância do salto pode ser explicada pela variabilidade do ângulo de membro superior na fase de vôo. Enquanto que para os estágios elementar e maduro apenas 14 e 13% da variabilidade pode ser explicada pelo modelo, respectivamente para os estágios elementar e maduro. Os outros 26%, 86% e 87%, possivelmente sejam relativos à influência de outras importantes variáveis e fatores, dentre os quais pode-se destacar a potência de membros inferiores e o nível maturacional das crianças, já que a tarefa motora de salto exige grande utilização de potência da musculatura inferior combinada com um alto grau de coordenação intersegmentar, como expõe Eckert (1993).

Quanto ao R quadrado obtido para o estágio inicial supõe-se que seja resultado da pouca utilização dos membros superiores por essas crianças, o que as diferenciou consideravelmente das demais.

V CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se o referencial teórico analisado, os resultados obtidos e as limitações do estudo, podem-se fazer as seguintes considerações e conclusões:

Quanto à caracterização dos estágios de desenvolvimento motor das crianças por segmento corporal e nas diferentes fases do salto horizontal:

De forma geral, os segmentos corporais apresentaram diferentes tempos para a aquisição de um padrão maduro de movimento, sendo que os membros inferiores parecem apresentar um desenvolvimento mais tardio em relação aos demais segmentos.

Em relação aos segmentos corporais, separadamente, percebe-se o predomínio do estágio elementar para os membros inferiores e para o segmento tronco, enquanto para os membros superiores houve predomínio do estágio maduro. Já em relação às fases do salto horizontal pode-se identificar uma diversificação na distribuição dos estágios, não seguindo nenhum padrão quanto à classificação.

Quanto à caracterização e comparação dos ângulos inter segmentares entre os estágios de desenvolvimento motor

Para a variável ângulo de joelho, nas fases de propulsão e aterrissagem à medida que aumentou o nível de maturação aumentou a flexão de joelhos, enquanto que durante a fase de vôo à medida que aumentou o estágio maturacional aumentou também a extensão dos membros inferiores.

Em todas as fases do salto as crianças dos estágios mais avançados utilizam melhor o segmento corporal do tronco buscando o maior alcance horizontal do salto, o que fica

evidenciado pela maior flexão de quadril e pelo maior ângulo do tronco em relação ao eixo vertical em todos os instantes.

De modo geral, observa-se que do estágio inicial para o maduro há gradualmente um maior grau de flexão, tanto de joelhos como de quadril e conseqüentemente de tronco, no momento da aterrissagem do salto, denotando a melhora da técnica de execução nos estágios mais avançados.

Os ângulos de joelho, quadril, tronco e membros superiores mostraram ser bons indicadores do estágio de desenvolvimento motor, entretanto, o ângulo de quadril na fase de vôo não foi suficientemente sensível para definir as faixas limites de ângulos entre os estágios para a tarefa do salto horizontal.

Quanto à contribuição dos diferentes parâmetros angulares no desempenho do salto horizontal:

Para cada um dos estágios de desenvolvimento motor foi possível verificar que das oito variáveis independentes utilizadas para compor o modelo, apenas o ângulo de membro superior na fase de vôo apresentou contribuição significativa para o desempenho do salto horizontal. Tal situação pode ser decorrente da grande importância da utilização dos braços na execução do salto horizontal, e ainda por não ter sido considerado outras variáveis como a potência de membros inferiores, ângulo de *take-off* e velocidades e acelerações lineares e angulares.

Em síntese, as crianças parecem apresentar um desenvolvimento motor tardio e com certo atraso, considerando-se a distribuição dos estágios nas diferentes faixas etárias. Isso demonstra a importância da intervenção do professor de Educação Física no que diz respeito à natureza, à variedade e à qualidade das atividades ministradas, dada a relevância destas no desenvolvimento motor.

O movimento dos membros superiores é determinante na classificação das crianças em estágios de desenvolvimento motor para a tarefa motora do salto horizontal.

Conclui-se, com suporte nos resultados do estudo, que foi possível elaborar os primeiros indicadores angulares para uma matriz de análise quantitativa para o salto horizontal, a partir dos parâmetros angulares analisados para os segmentos corporais de membros superiores, inferiores e tronco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABILEL, B. S.; SERRÃO, J. C.; SÁ, M. R.; AMADIO, A. C. Características dinâmicas e eletromiográficas de aterrissagens em situações esperadas e inesperadas – resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 1999.

ALEXANDER, R. M. Optimum Take-Off Techniques for High and Long Jumps. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**. v.329. n.1252. p. 3-10. jul. 1990. Disponível em: <[http://links.jstor.org/sici?sici=0962-8436\(19900730\)329%3A1252%3C3%3AOTTFA%3E2.0.CO%3B2-X](http://links.jstor.org/sici?sici=0962-8436(19900730)329%3A1252%3C3%3AOTTFA%3E2.0.CO%3B2-X)>. Acesso em 20 nov 2007.

ALEXANDER, R. M. Simple models of walking and jumping. **Human Movement Science**. v. 11, p. 3-9, 1992.

ALMEIDA, M. J.; RIBEIRO-DO-VALLE, L. E. e SACCO, I.C.N. Assimetria interlateral da atividade muscular dos membros inferiores no salto vertical. **Revista Brasileira de Biomecânica**, São Paulo, n. 2, p. 69 –78, maio. 2001.

AMADIO, A. C. Análise biomecânica do salto triplo – introdução aos princípios fundamentais da investigação e análise do movimento esportivo. **Revista Paulista de Educação Física**. v. 2, n. 2, p. 17-20, 1998.

AMADIO, A. C. e DUARTE, M. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratório de biomecânica – EEFUSP, 1996. 162 p.

ASHBY, B. M. e DELP, S. L. Optimal control simulation reveal mechanisms by which arm movement improves standing long jump performance. **Journal of Biomechanics**. v. 39, p.

1726-1734, 2006.

ASHBY, B. M. e HEEGAARD, J. H. Role of arm motion in the standing long jump. **Journal of Biomechanics**. v. 35, p. 1631-1637, 2002.

BASS, S.; PEARCE, G.; BRADNEY, M.; HENDRICH, E.; DELMAS, P. D.; HARDING, A. e SEEMAN, E. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. **Journal Bone Miner Res.** v. 13. n.3. p. 500-507. 1998.

BIRD, M.; HILLS, L. e HUDSON, J. L. Intersegmental coordination: an exploration of context. In: BIOMECHANICS IN SPORTS, 9. **Anais...** International Society of Biomechanics in Sports. 1991.

BORDIGNON, O. e OLIVOTO, R. Diagnóstico do nível de aptidão física em crianças escolares de ambos os sexos com idade cronológica entre 8 a 10 anos. **Educación Física e Deportes – Revista Digital**. Buenos Aires. Ano 10, n. 77, Out. 2004. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd77/criancas.htm>>. Acesso em: 15 abr 2007.

BRICOUT, V. A. Effects of gymnastic on growth and pubertal maturation in young girls. **Science & Sports**. v. 18. p. 65–73. 2003.

CHALLIS, J. H. An investigation of the influence of bi-lateral deficit on human jumping. **Human Movement Science**. v. 17, p. 307-325, 1998.

CHOW, J. W.; HAY, J. G. Computer Simulation of the Last Support Phase of the Long Jump. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 37, n. 1, p. 115-123, 2005.

COKSEVIM, B.; CAKSEN H. Evaluation of exercise performance in healthy Turkish adolescents. **International Journal Neuroscience**. v. 115, n. 7, p. 1033-1039, 2005.

COPETTI, F. Nível de maturação dos padrões fundamentais de movimentos e o desempenho motor em pré-escolares. **Cinergis – Revista do Departamento de Educação física e Saúde**. v.1. n.1. p.51-80. jan-jun, 2000.

COSTA, K.; McNITT-GRAY, J. L.; REQUEJO, P.; MATHIYAKOM, W.; EAGLE, J. & MARCINIAK J. Gender differences in multijoint load distribution during the take-off phase the long jump. Canadá, 1998. Disponível em <<http://www.asbweb.org/conference/1990s/1998/147/index.html>> Acesso em: 21 mar 2006.

COURTEIX, D.; LESPESSAILLES, E.; LOISEAU PERES, S.; OBERT, P.; GERRNAIN, P. e BENHARNOU, C. L. Effect of Physical Training on Bone Mineral Density in Prepubertal Girls: A Comparative Study Between Impact-Loading and Non-impact-Loading Sports. **Osteoporos International**. v. 8. p. 152-158. 1998.

DALY, R. M.; BASS, S.; CAINE, D. e HOWE, W. Does training affect growth? **The Physician and sportsmedicine**. v. 30. n. 10. Oct. 2002.

DAVIES, J. H.; EVANS, B. A. J. e GREGORY, J. W. Bone mass acquisition in healthy children. **Arch Dis Child** . v. 90. p.373–378. 2005. Disponível em: <<http://adc.bmj.com/cgi/content/full/90/4/373>.> Acesso em: 26 nov 2007.

DORST, L. M.; MOTA, C. B.; ROCHA JR, I. C. Análise de variáveis cinemáticas no salto em distância em atletas da categoria mirim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 9, v. 2. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2001.

ECKERT, H. M. **Desenvolvimento motor**. São Paulo: Manole, 1993. 490 p.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000. 450p.

ESTRÁZULAS, J. A. **Características biomecânicas do salto horizontal de crianças em diferentes estágios de desenvolvimento motor**. 2006. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

ESTRÁZULAS, J. A.; GATTI, R. G. O.; DETÂNICO, R. C.; KREBS, R. J; MELO, S. I. L. Características angulares e cinéticas dos estágios de desenvolvimento motor no salto horizontal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 11. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2005.

FANTINI, C. e MENZEL, H. Análise de impactos de aterrissagens após saltos máximos em diferentes grupos de atletas e não-atletas. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 9, v. 2. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2003.

FERNANDES FILHO, J. **A prática da avaliação física: testes, medidas e avaliação física em escolares, atletas e academias de ginástica**. 2.ed., rev. e atual. Rio de Janeiro: Shape, 2003. 268 p.

FERRAZ, O. L. Desenvolvimento do padrão fundamental de movimento correr em crianças: estudo semi-longitudinal. **Revista Paulista de Educação Física**. v. 6. n. 1. p. 26-34. jan.-jun.1992.

FERREIRA, M. e BÖHME, M. T. S. Diferenças sexuais no desempenho motor de crianças: influência da adiposidade corporal. **Revista Paulista de Educação Física**. v. 2, n. 2, p. 181-192, 1998.

FERREIRA NETO, C. A. **Motricidade e jogo na infância**. Rio de Janeiro: Sprint, 1995.

FRY, M.; HAWKINS, D. Risk factor for overuse injuries in children: a modeling e movement simulation approach. Papers of the 25th Annual Meeting of the American Society of

Biomechanics University of California at San Diego. August 8-11, 2001. Disponível em: <<http://asb-biomech.org/onlineabs/abstracts2001/author.html>> Acesso em: 10 jun. 2006.

GALDI, E. H. G. Pesquisas com salto vertical: uma revisão. **Revista Treinamento Desportivo**. v. 5, n. 2, p. 51-61, 2000.

GALLAHUE, D. **Understanding motor development: infants, children, adolescents**: 2.ed. Indiane, Benchmark, 1989.

GALLAHUE, D. L. Motor Development: a descriptive and analytical perspective. In: SOUZA, V.B. A., *et. al.* **Discutindo o desenvolvimento infantil**. Santa Maria: Pallotti, 1998, p. 65-90

GALLAHUE, D. e OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor**: bebês, crianças, adolescentes e adultos. 3. ed São Paulo: Phorte, 2005. 585 p.

GALLAHUE, D. L. Assessing children's motor behavior: considerations for motor, fitness, physical active, and alternative assessment. In: KREBS, R. J. e FERREIRA NETO, C. A. Org. **Tópicos em desenvolvimento motor na infância e adolescência**. – Livro da SIEC. Rio de Janeiro: LECSU, 2007. p. 167 – 85.

GANLEY, T. e SHERMAN, C. Exercise and children's health. **The Physician and sportsmedicine**. V.28. n.2. Feb. 2000.

GATTI, R. G. O. **Características biomecânicas do salto vertical de crianças**. 2005. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Degaspari, 1990.

GRESS, F. A. G. **Características dinâmicas do salto horizontal de crianças com idade entre 6 e 9 anos**. 2004. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2004.

GUTIÉRREZ, A.; SIERRA, A. e DELGADO, M. Evaluación de las características morfofuncionales y psicomotrices en una muestra de 106 niños de 5 y 6 años. **Archivos de Medicina del Deporte**. v. 12, n. 50, p. 425 – 433, nov-dez. 1995.

HAMILL, J. e KNUTZEN, K. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999. 532 p.

HARA, M.; SHIBAYAMA, A.; TAKESHITA, D.; FUKASHIRO, S. The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. **Journal of Biomechanics**. v. 39, p. 2503-2511, 2006.

HARRISON, A. J. e GAFFNEY, S. Motor development and gender effects on stretch-

shortening cycle performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 4. n. 4. P. 406-15. 2001.

HARRISON, A. J. e KEANE, N. Effects of variable and fixed practice on the development of jumping ability in young children. International Symposium on Biomechanics in Sports, 25. **Proceedings...** Ouro Preto: Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

HARRISON, A. J. e MORONEY, A. Arm augmentation of vertical jump performance in young girls and adult females. International Symposium on Biomechanics in Sports, 25. **Proceedings...** Ouro Preto: Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

HASSELSTROM, H.; KARLSSON, K. M.; HANSEN, S. E.; GRONFELDT, V.; FROBERG, K. e ANDERSEN, L. B. Peripheral Bone Mineral Density and Different Intensities of Physical Activity in Children 6-8 Years Old: The Copenhagen School Child Intervention Study. **Calcified Tissue International**. v. 80. p. 31-38. 2007.

HAYWOOD, K. M. e GETCHELL, N. **Desenvolvimento motor ao longo da vida**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 344 p.

HENRICH, C. H.; GOING, S.B.; PAMENTER, R.W.; PERRY, C.D.; BOYDEN, T.W.; LOHMAN, T.G. Bone mineral content of cyclically menstruating female resistance and endurance trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 22. n. 5. p. 558-563. oct.1990.

HORITA, T.; KITAMURA, K. e KOHNO, N. Body configuration and joint moment analysis during standing long jump in 6-yr-old children and adult males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 23, n. 9, p. 1068-1072, Sep. 1991.

JAFFRÉ, C.; COURTEIX, D.; DINE, G.; DELAMARCHE, P. e BENHAMOU, C. L. Activité physique et remodelage osseux: étude chez une population de jeunes gymnastes. **Science & Sports**. v. 16. p. 321-322. 2001.

JAFFRÉ, C.; BENHAMOU, C. L. e COURTEIX, D. Bone properties assessment by ultrasonic image in young female gymnasts after repositioning the region of interest. **Science & Sports**. v. 18. p. 37-39. 2003.

JOB, J. C. e PIERSON, M. **Endocrinologia pediátrica e crescimento**. São Paulo: Manole, 1980.

JÓDAR, X.A. e REDIN, M. I. La detente horizontal. Estudio cinemático y cinético de 64 casos en las pruebas de ingreso en el I.N.E.F. de León. **Archivos de Medicina Del Deporte**. Pamplona, v. 7, n. 46, p. 93 – 104, março/abril. 1995.

KNUTZEN, K. M. e MARTIN, L. Using biomechanics to explore children's movement. **Pediatric Exercise**. v.14, n.7, p. 222-247, 2002.

KREIP, R. E. Bone mineral density in adolescents. **Pediatr Ann**. v. 24. n. 6. Jun 1995. p.

308-315.

LEE, E. M. e CLARK M. K. Influence of lifetime sports activity based on a ground reaction force on bone mineral density in korean adults. **Taehan Kanho Hakhoe Chi**. v. 35. n. 3. p. 621-630. Jun. 2005.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J. e de CLERCQ, D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **Journal of Biomechanics**. v. 37, p. 1929-1940, 2004.

LEHTONEN-VEROMAA, M.; MÖTÖNEN, T.; SVEDSTRO, E.; HAKOLA, K.; HEINONEN, O. J. e VIIKARI, J. Physical activity and bone mineral acquisition in peripubertal girls. **Scand J Med Sci Sports**. v.10. p. 236–243. 2000.

LOKO, J.; AULE, R.; SIKKUT, T.; ERELINE, J. e VIRU, A. Motor performance status in 10 to 17 years old Estonian girls. **Journal of medicine science and sports**. v.10. n. 2. p. 109-113. apr. 2000.

LOPES, L. C. O. **Atividade física, recreio escolar e desenvolvimento motor – estudos exploratórios em crianças do 1º ciclo do ensino básico**. 2006. 94f. Dissertação (Mestrado em Estudos da Criança) – Instituto de Estudos da Criança - Universidade do Minho, Portugal. 2006.

MALINA, R. M. Crescimento e maturação e desempenho. In: GARRETT Jr., W. E.; KIRKENDAL, D. T. e cols. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 911 p.

MALINA, R. M. E BOUCHARD, C. **Growth, maturation and physical activity**. Champaign: Human Kinectics, 1991.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do Crescimento à Maturação**. São Paulo: Roca, 2002. 480p.

MATHEWS, D. K. **Medida e avaliação em educação física**. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 452 p.

MATSUDO, V. K. R.; **Testes em ciências do esporte** - Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul. 3.ed. São Paulo: Burti, 1984. 150 p.

MAULDER, P. e CRONIN, J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. **Physical Therapy in Sport**. V. 6. p. 74–82. 2005.

MELO, S. I. L.; GRESS, F. A. G.; ROESLER, H.; HAUPENTAL, A.; FAQUIN, A.; SERAFIN, F. Características dinâmicas do salto horizontal de crianças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10. **Anais...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2003.

MELO, S. I. L. e GRESS, F. A. G. Salto horizontal crianças: uma abordagem biomecânica. **Temas sobre Desenvolvimento**. v. 13, n. 74, p. 14-18, Jun. 2004.

MOREIRA, A.; OLIVEIRA, P. R. de.; OKANO, A. H.; SOUZA, M. de e ARRUDA, M. de. A dinâmica de alteração das medidas de força e o efeito posterior duradouro de treinamento em basquetebolistas submetidos ao sistema de treinamento em bloco. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 10. n. 4. p. 243-50. Jul/Ago, 2004.

MOTUS – Motion Measurement System. **Peak Start Manual**. Englewood – USA: 1996.

MUDD, L. M.; FORNETTI, W. e PIVARNIK, Bone mineral Density in Collegiate Female Athletes: Comparisons Among Sports. **Journal of Athletic Training**. v. 42. n. 3. p. 403–408. 2007.

NICHOL, D. L.; SANBORN, C. F.; BONNICK, S. L.; BEN EZRA, V.; GENCH, B e DIMARCO, N. M. The effect of gymnastics training on bone mineral density. **Med Sci Sports Exercise**. v. 26. p.1220-1225. 1994.

NORDIN, M. e FRANKEL, V. **Biomecânica básica do sistema musculoesquelético**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 401p.

NICOL, A. C. Saltar. In: DURWARD, B. R.; BAER, G. D. & ROWE, P. J. **Movimento Funcional Humano – Mensuração e Análise**. São Paulo: Manole, 2001, p. 136-145.

NIGG, B. M. e HERZOG, W. **Biomechanics of the Musculo-Skeletal System**. Chichester: Jonh Wiley e Sons Ltd. 1994. 578 p.

NURMI-LAWTON, J. A.; BAXTER-JONES, A. D.; MIRWALD, R. L.; BISHOP, J. A.; TAYLOR, P.; COOPER, C. e NEW, S. A. Evidence of Sustained Skeletal Benefits From Impact-Loading Exercise in Young Females: A 3-Year Longitudinal Study. **Journal of Bone and Mineral Research**. v. 19. n. 2. 2004.

OLIVEIRA, J. A.de. Padrões fundamentais: implicações e aplicações na educação física infantil. **Revista Interação**. Ano 2. v. 6. n. 6. p.37-42. dez. 2002.

ONGARATTO, L.; CASTRO, F. A. S.; MAINIERI, A. S. e LOSS, J. F. Forças de reação do solo na aterrissagem dos movimentos de bandeja e rebote em atletas adultos de basquetebol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 11. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2005.

PAIM, M. C. C. Desenvolvimento motor de crianças pré-escolares entre 5 e 6 anos. **Educación Física e Deportes – Revista Digital**. Buenos Aires. Ano 8, n. 58, Mar. 2003. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com>> Acesso em: 20 abr 2007.

PERTTUNEN, J.; KYROLAINEN, H.; KOMI, P. V.; HEINONEN, A. Biomechanical loading in the triple jump. **Journal of Sports Sciences**. v. 18, p 363, mai 2000.

POLLOCK, M. L. J. H. e WILMORE, M. L. R. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação**

e **prescrição para prevenção e reabilitação**. 2 ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993. 718 p.

QUATMAN, C. E.; FORD, K. R. *et. al.* Maturation leads to gender differences in landings force and vertical jump performance. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 34, n. 5, p. 806-813, 2006.

RÉ, A.H.N.; BOJIKIAN, L.P.; TEIXEIRA, C. P. e BÖHME, M. T. S. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. São Paulo, v.19, n.2, p.153-62, abr./jun. 2005.

REIS, V. M.; CABRAL, R.; CARNEIRO, A. L.; SILVA, A. J.; AIDAR, F. J. Relação entre a prestação no salto em comprimento e no triplo salto e o desempenho em testes de corrida, impulsão e força isométrica. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 8, n. 2, p. 27-31, 2006.

RIEHLE, H. **Introdução na Biomecânica do Esporte**. I parte. Universidade de Santa Maria, 1976. Notas de aula.

ROBERTON, M.A. e HALVERSON, L.E. **Developing children: their changing movement**. Philadelphia: Lee e Febinger. 1984.

RODACKI, A. L. F.; FOWLER, N. E. The specificity of two training programmes on vertical jump coordination. **Brazilian Journal of Biomechanics**. ano 3, n. 4, p. 27-34, 2002.

RODACKI, A. L. F.; FOWLER, N. E. e BENNETT, S. J. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 34, n. 1, p. 105-116, 2002.

RODANO, R. e SQUADRONE, R. Stability of Selected Lower Limb Joint Kinetic Parameters During Vertical Jump. **Journal of Applied Biomechanics**. v. 18, p. 83-89, 2002.

SCERPELLA, T. A.; DAVENPORT, M.; MORGANTI, C. M.; KANALEY, J. A. e JOHNSON, L. M. Dose Related Association of Impact Activity and Bone Mineral Density in Pre-pubertal Girls. **Calcif Tissue Int**. v.72. p. 24-31. 2003.

SEEGMILLER, J. C. e McCRAW, S. T. Ground Reaction Forces Among Gymnasts and Recreational Athletes in Drop Landings. **Journal of Athletic Training**. v. 38. n. 4. p. 311-314. dec. 2003.

SEYFARTH, A.; FRIEDRICH, A.; WANK, V.; BLICKHAN, R. Dynamics of the long jump. **Journal of Biomechanics**. v. 32, p. 1259-1267, 1999.

SEYFARTH, A.; BLICKHAN, R. e Van LEEUWEN, J. L. **The Journal of Experimental Biology**. v. 203. p.741-750. 2000.

SKINNER, S. Desenvolvimento da marcha. In: ROSE, J.; GAMBLE, J. **Marcha humana**. 2. ed. São Paulo: Premier, 1998. p. 129-145.

SORENSEN, H.; SIMONSEN, E.B.; VAN DEN BOGERT; A.J. A simulation model of the

long jump takeoff.

TAAFE, D. R.; ROBINSON, T. L.; SNOW, C. M. e MARCUS, R. High-impact exercise promotes bone gain in web-trained female athletes. **J. Bone Miner Res**; v.2. p. 255-260. 1997.

TOMIOKA, M.; OWINGS, T. M. e GRABINER, M. D. Lower Extremity Strength and Coordination are Independent Contributors to Maximum Vertical Jump Height. **Journal of Applied Biomechanics**. v. 17, n. 3, p. 181-187, 2001.

TRIGO, J.R. Análise biomecânica do salto à distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA-FIEP, 15. Foz do Iguaçu, 2000. **Anais...** Foz do Iguaçu: FIEP, 2000. p. 95.

VALDIMARSSON, O.; SIGURDSSON, G.; STEINGRÍMSDÓTTIR, L.; KARLSSON, M. K. Physical activity in the post-pubertal period is associated with maintenance of pre-pubertal high bone density – a 5-year follow-up. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 15, p. 280-286, 2005.

VALENTINI, N. C. A influência de uma intervenção motora no desempenho motor e na percepção de competência de crianças com atrasos motores. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo. v. 16. n. 1. p. 61-99. jan/jun. 2002. ISSN 0102-7549.

VANRENTERGHEM, J.; LESS, A.; LENOIR, M.; AERTS, P.; CLERCQ, D. de. Performing the vertical jump: movement adaptations for submaximal jumping. **Human Movement Science**. v. 22, p. 713-727, 2004.

VIEL, E. **A marcha humana, a corrida e o salto** – biomecânica, investigações, normas e disfunções. São Paulo: Manole, 2001. 277 p.

VINT, P. F.; HINRICH, R. N. Differences Between One-Foot and Two-Foot Vertical Jump Performances. **Journal of Applied Biomechanics**. v. 12, n. 3, p. 338-358, 1996.

VOLOSHIN, A. S. Propagação do impacto e seus efeitos sobre o corpo humano. In: ZATSIORSKY, V.M. **Biomecânica no esporte** – performance do desempenho e prevenção de lesão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

WAKAI, M. e LINTHORNE, N. P. Optimum take-off angle in the standing long jump. **Human Movement Science**. v. 24, n. 1, p. 81-96, 2005.

WANG, Q. J.; SUOMINEN, H.; NICHOLSON, P. H. F.; ZOU, L. C.; ALENZ, M.; KOISTINEN, A.; CHENG, S. Influence of physical activity and maturation status on bone mass and geometry in early pubertal girls. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 15, p. 100-106, 2005.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2 ed. Ontario: John Wiley & Sons, 1990. 277 p.

WU, W-L.; WU, J-H.; LIN, H-T.; WANG, G-J. Biomechanical analysis of the standing long

jump. **Biomedical Engineering – applications, basis e communications.** v. 15, n. 5, oct. 2003.

YU, B.; LIN, C-F; GARRETT, W. E.; Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. **Clinical Biomechanics.** v. 21, p. 297-305, 2006.

ZHAO, D. C.; JI, C. Y.; MA, J.; LIAO, W. K.; ZHANG, B.; HU, P. J. Analysis of motor performance status in students of Han nationality in fifteen provinces in China. **Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi.** v. 39, n. 6, p. 385-387, 2005.

APÊNDICE I

ESTUDO PILOTO

I OBJETIVOS

Objetivo Geral

Organizar, experimentar e determinar os parâmetros metodológicos do estudo.

Objetivos Específicos

- Testar os filtros a serem utilizados para os dados cinemáticos;
- Verificar a interferência da demonstração da tarefa na classificação qualitativa dos diferentes segmentos corporais e na análise quantitativa na execução do salto horizontal;
- Identificar o número ideal de tentativas.

II MÉTODO

2.1 Local e data

O estudo piloto foi realizado nos meses de junho e julho de 2007 no Laboratório de Biomecânica do CEFID/UDESC.

2.2 Sujeitos do estudo

Participaram do estudo piloto 11 crianças com idade entre 5 e 12 anos, estudantes da rede de ensino público de Florianópolis-SC, cujos pais consentiram a participação no estudo, mediante apresentação da autorização e termo de consentimento devidamente preenchidos e assinados.

Os sujeitos do estudo foram selecionados de forma casual sistemática, a partir de listagem fornecida pela escola. Foi utilizado como critério de inclusão a participação e prática das aulas de educação física escolar, conforme consta na ficha de identificação das crianças, preenchida previamente à coleta de dados pelo pesquisador.

2.3 Procedimentos

- Aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC, referência nº 023/06;
- Contato com a direção da escola;
- Envio do consentimento livre e esclarecido para os pais;
- Agendamento das coletas;
- Organização do local de coleta;
- Preparação dos sujeitos: consiste na demarcação com marcadores reflexivos nos pontos articulares de interesse para o estudo (ombro, punho, quadril, joelho e tornozelo), conforme o modelo antropométrico adaptado de Kalfhues *apud* Riehle (1976):
 - Cabeça: articulação temporo-mandibular,
 - Ombro: 4,9 cm do canto superior distal do acrômio;
 - Cotovelo: 1,1 cm da fenda lateral proximal da articulação do cotovelo;
 - Punho: 1,1 cm da ponta distal do processo estilóide do rádio;
 - Quadril: 0,3 cm da ponta distal do trocânter;
 - Joelho: 2,6 cm da fenda proximal da articulação do joelho;
 - Tornozelo: 1,3 cm da ponta distal do maléolo medial.
- Aquisição dos dados: antropométricos e cinemáticos.

2.4 Aquisição dos dados

Para a aquisição dos dados cinemáticos foi utilizada uma câmera a uma frequência de amostragem de 60 Hz, acoplada a um tripé localizado perpendicularmente ao plano do movimento do salto, a uma distância mínima para que o movimento fosse visualizado na íntegra e preencha todo o campo visual da câmera (ESTRÁZULAS, 2006).

Ao chegar ao Laboratório de Biomecânica as crianças passaram por um período de familiarização com o ambiente e com os pesquisadores. A seguir, foi feito o preenchimento da ficha de identificação dos sujeitos e a aquisição das medidas antropométricas de massa, estatura e comprimento do membro inferior.

Foram então marcados os pontos anatômicos com marcadores reflexivos e para a aquisição dos dados cinemáticos primeiramente, foi instruído à criança para que executasse os saltos sem demonstração, explicando-se a tarefa: “saltar para frente, com os pés juntos, tentando alcançar a maior distância possível”. Ao comando de voz do pesquisador (“pode saltar”) foi iniciada a aquisição das imagens, quando a criança realizou cinco saltos horizontais, considerados válidos, ou seja, dentro do espaço delimitado e iniciando e finalizando com ambos os pés.

Num segundo momento, foi demonstrada a tarefa à criança através de um vídeo e em seguida, ao comando de voz do pesquisador (“pode saltar”) foi iniciada a aquisição das imagens, quando a criança realizou cinco saltos horizontais, considerados válidos, ou seja, dentro do espaço delimitado e iniciando e finalizando com ambos os pés.

2.5 Processamento e análise dos dados

Primeiramente os dados cinemáticos foram digitalizados e filtrados.

Para a filtragem dos dados foram testados diferentes tipos de filtros para que fosse escolhido o filtro que melhor descrevesse os parâmetros angulares sem que ocorressem perdas de dados.

A análise dos dados consistiu de duas etapas, sendo que tanto para ambas utilizou-se a sistemática validada no estudo de Estrázulas (2006):

1^a) *Análise qualitativa*: verificação das características dos segmentos corporais – joelho, tronco-quadril e membros superiores – nos quatro instantes selecionados de acordo com Estrázulas (2006) e classificação isolada de tais segmentos corporais nos estágios motores: inicial, elementar e maduro, considerando as descrições propostas na matriz analítica de Gallahue (Gallahue, 1989).

2^a) *Análise quantitativa*: consiste na captura dos valores de ângulos nos 4 instante selecionados de acordo com Estrázulas (2006).

III RESULTADOS

3.1 Filtragem dos dados

O processo de filtragem dos dados é utilizado a fim de gerar uma suavização da curva e tentar eliminar possíveis ruídos de falha de instrumento e principalmente erros de digitalização.

Para identificar o melhor filtro a ser utilizado foi feito primeiramente, um levantamento na literatura, em estudos de análise cinemática realizados com movimentos de saltos, conforme exposto no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Filtros e frequências de corte de estudos de análise cinemática de saltos.

Estudo	f aquisição	Filtro utilizado	f de corte
Bird, Hills e Hudson (1991)	1/1000 s	Butterworth 4 ^a ordem - passa-baixa	6 Hz
Horita, Kitamura e Kohno (1991)	200 Hz	Butterworth – passa- baixa	3 Hz
Vint e Hinrichs (1996)	60 Hz	Butterworth 4 ^a ordem	3,25 a 9,75 Hz
Challis (1998)	50 Hz	Butterworth – passa- baixa	5 a 6,5 Hz
Seyfarth <i>et al.</i> (1999)	50 Hz	-	-
Dorst, Mota e Rocha Jr. (2001)	180 Hz	-	-
Tomioka, Owings e Grabiner (2001)	60 Hz	Passa-baixa	10 Hz
Rodacki e Fowler (2002)	100 Hz	-	-
Rodano e Squadrone (2002)	100 Hz	Passa-baixa	2 a 8,7 Hz
Rodacki, Fowler e Bennett (2002)	100 Hz	Spline	-
Fantini e Menzel (2003)	125 Hz	Filtro passa-baixa	8 e 10 Hz
Wu <i>et al.</i> (2003)	60 Hz	Spline	6 Hz
Lees, Vanrenterghem e de Clercq	240 Hz	Butterworth 4 ^a ordem	7 Hz

(2004)			
Vanrenterghem et al. (2004)	240 Hz	Butterworth 4ª ordem	5 a 8 Hz
Estrázulas <i>et al.</i> (2005)	60 Hz	-	-
Wakai e Linthorne (2005)	50 Hz	Butterworth 2ª ordem	5 Hz
Quantman <i>et al.</i> (2006)	240 Hz	-	-
Yu <i>et al.</i> (2006)	120 Hz	Butterworth	6 a 17 Hz
Hara <i>et al.</i> (2006)	200 Hz	Butterworth 4ª ordem	5 Hz

Conforme pode ser observado no Quadro 1, acima, dentre os inúmeros trabalhos que estudam a cinemática de saltos a maioria deles utiliza o filtro Butterworth de 4ª ordem com frequências de corte que variam de 2 a 17 Hz, dependendo da frequência de aquisição dos dados.

Na identificação da frequência de corte para dados cinemáticos considera-se ainda a análise residual que, segundo Winter (1990) trata-se do melhor método a ser utilizado, descrito como a diferença entre o sinal filtrado e o não-filtrado. Os estudos de Lees, Vanrenterghem e de Clercq (2004), Vanrenterghem et al. (2004), Hara *et al.* (2006) baseiam-se na análise residual para filtrar os dados cinemáticos e ainda descrevem no método a análise qualitativa da curva de dados filtrados, buscando a melhor correção para os erros de digitalização.

Após a filtragem dos dados pelo sistema Peak Motus, que utiliza a análise residual (Winter, 1990), foi realizada a análise qualitativa das curvas geradas para todas as coordenadas brutas dos diferentes segmentos corporais. Assim, foram feitas algumas alterações na frequência de corte de algumas coordenadas, quando necessário, buscando a melhor correção dos erros decorrentes da digitalização dos dados.

Ao final das verificações e testagens, com base na literatura pesquisada e na análise residual e qualitativa das curvas, foi identificado como o melhor filtro para os dados do presente estudo o Butterworth de 4ª ordem, passa baixa a uma frequência de corte variando entre 6 e 10 Hz.

3.3 Demonstração da tarefa

Atendendo ao segundo objetivo do estudo piloto foi verificado se a demonstração da tarefa motora às crianças previamente à execução altera a análise qualitativa e quantitativa dos

diferentes segmentos corporais.

Assim, primeiramente foram verificadas as modificações de classificação referentes à análise qualitativa, conforme pode ser observado nas Tabelas 1, 2 e 3 a partir da frequência de distribuição dos estágios de classificação motora para os diferentes segmentos corporais nas execuções dos saltos antes e após a demonstração da tarefa motora.

Tabela 1: Frequência de distribuição dos estágios maturacionais após análise qualitativa do segmento corporal Joelho antes e depois da demonstração.

<i>Variável-Fase</i>	<i>Demonstração</i>	<i>Inicial</i>	<i>Elementar</i>	<i>Maduro</i>	<i>p</i>
Joelho	Antes	-	32	23	0.549
Propulsão	Depois	-	35	20	
Joelho	Antes	-	34	21	0.727
Vôo	Depois	-	36	19	
Joelho	Antes	5	27	23	0.481
Queda	Depois	4	25	26	

* $p \leq 0,05$

Tabela 2: Frequência de distribuição dos estágios maturacionais após análise qualitativa do segmento corporal quadril-tronco antes e depois da demonstração.

<i>Variável-Fase</i>	<i>Demonstração</i>	<i>Inicial</i>	<i>Elementar</i>	<i>Maduro</i>	<i>p</i>
Quadril-Tronco	Antes	-	13	42	0.625
Propulsão	Depois	-	11	44	
Quadril-Tronco	Antes	01	42	12	0.250
Vôo	Depois	-	46	09	
Quadril-Tronco	Antes	09	25	21	0.581
Queda	Depois	07	29	19	

* $p \leq 0,05$

Tabela 3: Frequência de distribuição dos estágios maturacionais após análise qualitativa dos membros superiores antes e depois da demonstração.

<i>Variável-Fase</i>	<i>Demonstração</i>	<i>Inicial</i>	<i>Elementar</i>	<i>Maduro</i>	<i>p</i>
Pêndulo Braço	Antes	-	08	47	0.687
Propulsão	Depois	-	06	49	
Pêndulo Braço	Antes	14	28	13	0.791
Vôo	Depois	09	36	10	

Pêndulo Braço	Antes	05	26	24	0.096
Queda	Depois	04	18	33	

* $p \leq 0,05$

Ao observar os dados das Tabelas 1, 2 e 3 acima, verifica-se que dos 3 segmentos corporais analisados durante as fases de propulsão, de vôo e aterrissagem do salto horizontal não houve diferença estatisticamente significativa entre as distribuições, identificando-se proporções semelhantes entre os estágios inicial, elementar e motor, ao considerar-se a execução do salto horizontal antes e após a demonstração.

Embora não significativa, pode-se verificar que após a demonstração houve modificações qualitativas dos estágios para a maioria das variáveis, entre os três estágios. Contudo, para o estágio inicial a demonstração parece ser mais representativa, visto que após a demonstração a frequência de segmentos corporais nesse estágio diminuiu em todos os casos analisados.

Em complemento, foi verificada a influência da demonstração da tarefa na análise quantitativa dos parâmetros angulares, tanto quando foram consideradas 3 tentativas como também para 5 tentativas, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 4 e 5, a seguir.

Tabela 4: Comparação dos valores médios dos parâmetros angulares em todas as fases do salto executado antes e após demonstração da tarefa, considerando 3 tentativas.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Demonstração</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>DP</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	Antes	11	98.62	7.60	1.222	0.250
		Depois	11	96.90	7.31		
OP	Quadril	Antes	11	87.31	10.93	1.826	0.098
		Depois	11	84.53	11.30		
SÃ	Tronco	Antes	11	62.35	6.14	-0.580	0.575
		Depois	11	63.13	6.34		
O	Braço	Antes	11	-61.20	23.38	0.720	0.488
		Depois	11	-64.50	22.85		
V	Joelho	Antes	11	144.70	16.14	1.562	0.149
		Depois	11	126.40	43.54		
Ô	Quadril	Antes	11	179.61	11.11	-0.034	0.974
		Depois	11	179.67	13.87		
O	Tronco	Antes	11	28.63	13.75	1.501	0.164
		Depois	11	19.92	8.67		
Q	Joelho	Antes	11	136.86	45.11	1.195	0.260
		Depois	11	119.23	40.15		
UE	Quadril	Antes	11	77.37	24.82	1.089	0.302
		Depois	11	72.88	20.62		
D	Tronco	Antes	11	71.56	36.26	1.434	0.182
		Depois	11	65.46	33.65		
A	Braço	Antes	11	34.07	18.82	0.257	0.802
		Depois	11	33.55	17.96		
		Antes	11	41.60	44.45	-0.740	0.476
		Depois	11	47.31	37.30		

*p≤0,05

 \bar{X} **Tabela 5:** Comparação dos valores médios dos parâmetros angulares em todas as fases do salto executado antes e após demonstração da tarefa, considerando 5 tentativas.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Demonstração</i>	<i>n</i>		<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	Antes	11	99.03	8.25	1.151	0.276
		Depois	11	97.52	7.17		
O	Quadril	Antes	11	87.82	10.62	2.258	0.048*
		Depois	11	84.62	11.15		
U	Tronco	Antes	11	62.09	6.22	-0.850	0.415
		Depois	11	63.19	6.80		
LS	Braço	Antes	11	-57.63	22.54	1.102	0.296
		Depois	11	-63.00	23.97		
V	Joelho	Antes	11	144.22	15.34	2.161	0.056*
		Depois	11	138.55	18.09		
Ô	Quadril	Antes	11	179.34	11.47	-0.003	0.998
		Depois	11	179.34	14.02		
O	Tronco	Antes	11	29.01	14.02	1.599	0.141
		Depois	11	19.73	8.56		
	Braço	Antes	11	134.87	41.16	1.161	0.273
		Depois	11	118.85	38.58		
Q	Joelho	Antes	11	77.69	23.78	1.309	0.220
		Depois	11	72.44	19.70		
U	Quadril	Antes	11	70.88	35.71	0.678	0.513
		Depois	11	68.20	34.12		
E	Tronco	Antes	11	34.42	19.05	0.372	0.717
		Depois	11	33.78	19.55		
D	Braço	Antes	11	40.46	42.52	-1.274	0.231
		Depois	11	48.20	38.02		
A		Antes	11	40.46	42.52	-1.274	0.231
		Depois	11	48.20	38.02		

*p≤0,05

Ao observarmos os dados das Tabelas 4 e 5 pode-se verificar que houve diferença estatisticamente significativa para apenas 2 variáveis: quadril na fase de propulsão (p=0,048) e joelho na fase de voo (p=0,056), quando comparados os valores médios obtidos na execução de 5 tentativas. Para as demais variáveis a demonstração da tarefa não teve influência significativa para os parâmetros angulares analisados.

Com base nos resultados obtidos tanto em relação à análise qualitativa como também à quantitativa, a demonstração parece não ter grande relevância na execução de tarefas motoras como o salto horizontal, pois a execução do movimento está relacionada a fatores intrínsecos como o nível de maturação das crianças e a alta complexidade motora exigida na execução de tarefas de saltos. Portanto, poderá ou não ser adotada previamente à execução dos saltos.

3.3 Número de tentativas

Respondendo ao terceiro objetivo do estudo piloto primeiramente foi verificada a variabilidade intra-sujeito para todas as variáveis analisadas e em seguida a variabilidade inter-sujeitos através da comparação entre os valores médios e entre a variabilidade média dos sujeitos em todas as variáveis analisadas.

Para a verificação da variabilidade intra-sujeito foi feita a média para as 5 tentativas adquiridas e também para 3 tentativas, excluindo-se os extremos inferior e superior, para todas as variáveis estudadas nos diferentes instantes analisados. Foram utilizados apenas os dados referentes aos saltos executados sem demonstração da tarefa por ser suficiente para identificação do número de tentativas. Tais resultados podem ser visualizados nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

abilidade intra-sujeito para os valores médios de ângulos de joelho nas três fases do salto para cada sujeito analisado, considerando-se 3 e 5 tentativas na execução do salto.

<i>PROPULSÃO</i>				<i>VÔO</i>				<i>ATERRISSAGEM</i>			
5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas	
<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>	<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>	<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>	<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>	<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>	<i>X±DP</i>	<i>CV%</i>
±2.50	2.60	95.82±0.96	1.00	147.38± 7.34	4.98	149.48±0.94	0.63	105.58±12.03	11.40	102.66±5.10	4.97
±2.73	2.97	99.08± 1.28	1.41	153.29± 16.95	11.06	157.07±8.83	5.62	109.57±10.31	9.41	106.79±4.90	3.88
±4.74	4.31	106.85± 2.21	2.07	157.80± 9.11	5.77	159.29±3.53	2.21	70.05±12.08	17.25	66.83±6.21	9.29
±6.64	5.92	110.88± 0.28	0.25	176.60± 3.40	1.93	176.73±2.84	1.61	77.07±7.66	9.93	79.01±3.73	4.72
±3.74	3.80	97.78± 1.28	1.31	129.16± 10.46	8.10	128.69±6.69	5.20	31.20±3.59	11.49	30.79±2.90	9.41
±5.62	5.23	107.32±3.98	3.71	153.74± 12.25	7.97	155.89±14.03	9.00	45.38±27.87	61.41	37.74±11.35	30.09
±5.32	5.17	103.67± 3.74	3.61	140.79± 10.86	7.71	139.72±9.75	6.98	79.97±18.91	23.64	87.03±3.45	3.97
±6.94	7.34	95.01± 6.65	7.00	130.81± 3.14	2.40	130.29±1.96	1.50	101.48±6.49	6.39	102.82±1.92	1.87
±1.82	1.89	95.85± 1.14	1.18	124.52± 12.09	9.71	126.31±3.67	2.90	77.93±10.04	12.88	80.07±4.87	6.08
±5.77	6.10	94.31± 1.71	1.81	135.74± 10.26	7.56	131.43±0.71	0.54	74.59±13.30	17.84	73.57±11.35	15.43
±9.80	11.52	86.24± 5.53	6.41	136.57± 10.32	7.56	136.79±7.14	5.22	81.77±8.58	10.49	83.80±4.22	5.03

Ao analisar os dados da Tabela 6, acima, verifica-se de modo geral, uma variabilidade baixa para os ângulos de joelho para a maioria dos sujeitos nas três fases do salto com valores entre 0,25 e 9,71%, à exceção de 11 casos em que a variabilidade ficou entre média e muito alta, principalmente na fase de aterrissagem do salto.

Tabela 7: Variabilidade intra-sujeito para os valores médios de ângulos de quadril nas três fases do salto para cada sujeito analisado, considerando-se 3 e 5 tentativas na execução do salto.

	<i>PROPULSÃO</i>				<i>VÔO</i>				<i>ATERRISSAGEM</i>			
	5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas	
S	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%
1	87.85±4.30	4.90	87.78±2.88	3.28	182.09±8.64	4.74	182.51±5.14	2.81	121.68±7.68	6.31	122.86±1.14	0.93
2	77.46±4.82	6.22	75.67±0.72	0.95	192.67±9.94	5.16	192.18±7.85	4.08	137.89±25.46	18.46	139.16±10.19	7.32
3	88.27±4.07	4.94	82.63±2.29	2.77	171.85±6.87	4.00	174.25±1.59	0.91	48.49±8.50	17.53	49.68±3.15	6.34
4	101.86±8.07	7.92	100.74±5.40	5.36	200.34±8.10	4.05	199.65±7.63	3.82	93.09±12.41	13.34	93.79±6.97	7.43
5	94.36±4.03	4.27	94.82±3.10	3.27	169.64±7.24	4.27	170.21±5.98	3.51	24.79±4.76	19.21	26.05±2.22	8.51
6	103.76±6.66	6.41	105.81±2.50	2.37	192.62±10.11	5.25	192.83±2.67	1.89	32.56±5.38	16.52	32.18±4.34	13.48
7	97.20±7.88	8.11	94.31±1.15	1.22	172.30±10.16	5.90	170.92±3.80	2.22	44.81±16.92	37.76	43.58±10.67	24.50
8	91.94±4.64	5.05	91.05±1.38	1.52	163.75±3.40	2.07	163.73±2.57	1.57	85.47±31.87	37.28	88.95±15.33	17.23
9	75.06±2.94	3.92	74.22±0.50	0.67	174.39±9.14	5.24	176.63±0.78	0.44	67.08±18.00	26.84	70.43±6.11	8.67
10	76.38±2.84	3.72	76.67±2.13	2.78	172.66±9.92	5.75	173.37±1.57	0.91	58.43±11.07	18.95	62.28±1.18	1.89
11	77.93±6.76	8.67	76.77±4.99	6.50	180.39±10.38	5.75	179.40±6.92	3.86	65.37±21.40	32.73	58.21±2.06	3.54

Ao observar-se os resultados apresentados na Tabela 7 acima, verifica-se variabilidade baixa para os ângulos de quadril para a maioria dos sujeitos em todas as fases do salto, com valores de CV% entre 0,44 e 8,67%, sendo que na fase de aterrissagem do salto foram obtidas variabilidades de médias a muito altas, especialmente quando consideradas as 5 tentativas.

Tabela 8: Variabilidade intra-sujeito para os valores médios de ângulos de tronco nas três fases do salto para cada sujeito analisado, considerando-se 3 e 5 tentativas na execução do salto.

S	<i>PROPULSÃO</i>				<i>VÔO</i>				<i>ATERRISSAGEM</i>			
	5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas	
	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%
1	58.53±3.37	5.76	58.92±2.51	4.27	44.46±32.27	72.58	39.07±29.60	75.76	10.79±9.02	83.62	11.95±8.21	68.73
2	62.44±2.91	4.66	62.87±1.09	1.73	60.84±35.37	58.13	61.84±30.55	49.40	-6.03±12.72	210.78	-8.20±4.23	51.57
3	74.20±4.46	6.01	74.27±3.30	4.45	34.71±4.32	12.43	35.71±2.97	8.31	54.41±12.41	22.81	51.63±7.10	13.75
4	53.92±6.47	11.99	54.89±3.97	7.23	11.15±7.28	65.29	12.03±4.95	41.12	23.95±7.99	33.36	25.10±6.49	25.87
5	65.66±4.20	6.40	65.95±3.97	6.01	33.87±2.84	8.40	33.71±2.09	6.20	40.46±6.71	16.58	42.10±3.18	7.55
6	64.35±7.37	11.46	63.16±3.59	5.68	23.75±7.29	30.67	24.56±5.35	21.79	54.73±16.98	31.02	50.33±8.88	17.65
7	56.77±5.05	8.89	57.10±0.54	0.94	27.55±6.02	21.86	27.51±5.06	18.40	53.25±14.87	27.93	52.55±3.80	7.24
8	54.78±4.20	7.67	54.71±3.13	5.72	21.86±5.05	23.12	21.30±3.97	18.63	28.83±20.46	70.97	26.93±12.50	46.41
9	69.53±3.87	5.56	70.50±1.78	2.52	17.33±1.05	6.07	17.31±0.72	4.17	37.35±6.81	18.22	37.37±4.23	11.32
10	62.91±3.84	6.11	62.49±2.92	4.67	24.81±7.83	31.57	23.16±2.57	11.11	42.51±9.88	22.07	41.52±3.43	8.25
11	59.88±7.68	12.83	60.95±4.87	7.99	18.79±4.20	22.34	18.76±2.95	15.74	38.33±15.09	39.37	43.51±1.33	3.05

Ao observar-se os resultados apresentados na Tabela 8 acima, verifica-se variabilidades consideravelmente mais altas do que nas variáveis anteriores, sendo que na fase de propulsão são encontradas as menores variabilidades e as maiores na fase de aterrissagem do salto.

Tabela 9: Variabilidade intra-sujeito para os valores médios de ângulos de pêndulo de braço nas três fases do salto para cada sujeito analisado, considerando-se 5 e 3 tentativas na execução do salto.

	<i>PROPULSÃO</i>				<i>VÔO</i>				<i>ATERRISSAGEM</i>			
	5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas		5 tentativas		3 tentativas	
S	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%	X±DP	CV%
1	-53.62±5.13	9.57	-53.47±2.68	5.02	131.94±14.61	11.08	129.99±9.99	7.68	-2.98±8.21	275.61	-5.05±3.98	78.76
2	-68.33±14.33	20.97	-70.43±3.56	5.06	162.48±6.20	3.82	163.07±4.61	2.83	141.64±5.79	4.09	141.80±2.59	1.82
3	-15.85±5.84	36.88	-15.69±2.10	13.36	132.04±30.81	23.34	133.00±21.00	15.79	59.69±35.19	58.94	69.18±7.12	10.29
4	-93.39±3.41	3.65	-92.94±2.94	3.17	152.37±1.76	1.16	152.47±0.86	0.56	47.19±25.70	54.45	45.42±20.58	45.31
5	-47.77±74.44	155.84	-79.66±2.71	3.40	113.13±12.45	11.01	113.23±7.17	6.33	68.68±31.66	46.09	79.77±7.78	9.75
6	-70.81±8.47	11.96	-72.75±3.51	4.82	84.15±40.45	48.07	76.97±11.74	15.26	63.65±25.40	39.91	62.51±23.77	38.03
7	-86.72±9.08	10.47	-88.48±3.83	4.33	91.20±19.98	21.91	91.78±12.77	13.91	2.56±28.03	1096.4	3.38±22.80	674.39
8	-55.77±16.07	28.82	-60.41±6.17	10.21	73.81±25.00	33.87	76.65±17.01	22.20	2.11±8.01	378.84	0.83±0.75	90.30
9	-31.78±14.94	47.03	-33.78±8.37	24.77	202.40±53.48	26.42	212.64±11.62	5.46	29.31±45.71	155.93	17.97±14.60	81.28
10	-62.73±8.38	13.36	-60.95±5.53	9.07	178.40±83.90	47.03	192.94±8.26	4.28	12.23±12.01	98.23	7.98±1.63	20.46
11	-47.14±26.20	55.58	-44.70±20.79	46.52	161.71±11.57	7.16	162.69±9.37	5.76	21.01±45.11	214.73	33.83±8.07	23.85

Ao observar-se os dados da Tabela 9 verifica-se uma aleatoriedade na distribuição das variabilidades para os ângulos do pêndulo do braço para todos os sujeitos, sendo possível identificar os maiores CV% na fase de aterrissagem do salto, principalmente quando analisadas as 5 tentativas de execução.

A Tabela 10, abaixo apresenta uma síntese dos resultados encontrados para a variabilidade intra sujeito.

Tabela 10 – Síntese da variabilidade intra-sujeito.

Fase	Segmento	5 Tentativas			3 Tentativas		
		Min		Max	Min	\bar{X}	Max
PROPU LSÃO	Joelho	1.89	5.17	11.52	0.25	2.71	7.00
	Quadril	3.72	5.83	8.67	0.67	2.79	6.50
	Tronco	4.66	7.94	12.83	1.73	4.65	7.99
	Braço	3.65	35.83	155.84	3.17	11.79	46.52
VÔO	Joelho	1.93	6.79	11.06	0.54	3.76	9.00
	Quadril	2.07	4.74	5.90	0.44	2.32	4.08
	Tronco	6.07	32.04	72.58	4.17	24.60	75.76
	Braço	1.16	21.35	48.07	0.56	9.10	22.20
ATERR ISSAG EM	Joelho	6.39	17.47	61.41	1.87	8.61	30.09
	Quadril	6.31	22.27	37.76	0.93	9.08	24.50
	Tronco	16.58	14.11	210.78	3.05	14.39	68.73
	Braço	4.09	170.19	1096.45	1.82	83.34	674.39

De forma geral, observando-se os dados da Tabela 10 verifica-se que os CV% médios encontrados na análise intra-sujeito foram predominantemente baixos, sendo poucos os casos de alta variabilidade, tanto quando consideradas 3 como também 5 tentativas. Os valores mais altos foram identificados nos ângulos do membro superior. Observa-se também que as maiores variabilidades ocorreram quando se consideraram as 5 tentativas.

Identificada a variabilidade intra-sujeito foram comparados os valores médios angulares de joelho, quadril, tronco e pêndulo do braço nos instantes analisados nas 3 fases do salto obtidos a partir de 3 e 5 execuções, antes e após demonstração da tarefa (Tabelas 11 e 12) e também foi realizada a comparação da variabilidade média dos sujeitos referente aos parâmetros angulares em todas as fases do salto, antes e após demonstração da tarefa (Tabelas

13 e 14), possibilitando a verificação da variabilidade inter-sujeitos.

Tabela 11: Variabilidade inter-sujeitos para os valores médios das variáveis angulares em todos os instantes analisados com 5 e 3 tentativas executadas sem demonstração da tarefa.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Tentativas</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	3	11	98.62	7.60	-1.224	0.249
		5	11	99.03	8.25		
OP	Quadril	3	11	87.31	10.93	-1.279	0.230
		5	11	87.82	10.62		
UL	Tronco	3	11	62.34	6.14	1.287	0.227
		5	11	62.09	6.22		
SÃ	Braço	3	11	-61.20	23.38	-1.235	0.245
		5	11	-57.63	22.54		
V	Joelho	3	11	144.70	16.14	0.740	0.476
		5	11	144.22	15.34		
Ô	Quadril	3	11	179.61	11.11	0.743	0.475
		5	11	179.34	11.47		
O	Tronco	3	11	28.63	13.75	-0.680	0.512
		5	11	29.01	14.02		
	Braço	3	11	136.86	45.11	1.129	0.285
		5	11	134.87	41.16		
Q	Joelho	3	11	77.37	24.82	-0.272	0.791
		5	11	77.69	23.78		
UE	Quadril	3	11	71.56	36.26	0.745	0.474
		5	11	70.88	35.71		
D	Tronco	3	11	34.07	18.82	-0.439	0.670
		5	11	34.42	19.05		
A	Braço	3	11	41.60	44.45	0.523	0.612
		5	11	40.46	42.52		

* $p \leq 0,05$

Tabela 12: Variabilidade inter-sujeitos para os valores médios das variáveis angulares em todos os instantes analisados com 5 e 3 tentativas executadas com demonstração da tarefa.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Tentativas</i>	<i>n</i>	<i>X</i>	<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	3	11	96.90	7.31	-1.804	0.101
		5	11	97.52	7.17		
OP	Quadril	3	11	84.53	11.30	-0.283	0.783
		5	11	84.62	11.15		
UL	Tronco	3	11	63.13	6.34	-0.148	0.885
		5	11	63.19	6.80		
SÃ	Braço	3	11	-64.50	22.85	-1.789	0.104
		5	11	-63.00	23.97		
V	Joelho	3	11	126.40	43.54	-1.003	0.339
		5	11	138.55	18.09		
Ô	Quadril	3	11	179.67	13.87	0.916	0.381
		5	11	179.35	14.02		
O	Tronco	3	11	19.92	8.67	0.605	0.559
		5	11	19.73	8.56		
	Braço	3	11	119.23	40.15	0.171	0.868
		5	11	118.85	38.58		
Q	Joelho	3	11	72.88	20.62	0.345	0.737
		5	11	72.44	19.70		
UE	Quadril	3	11	65.46	33.65	-3.037	0.013*
		5	11	68.20	34.12		
D	Tronco	3	11	33.55	17.96	-0.233	0.820
		5	11	33.78	19.55		

A	Braço	3	11	47.31	37.30	-0.517	0.617
		5	11	48.20	38.02		

* $p \leq 0,05$

Ao observarmos os dados expostos nas Tabelas 11 e 12 acima, verifica-se que na comparação dos valores médios das variáveis analisadas com 3 e 5 tentativas, houve diferença estatisticamente significativa em apenas um dos casos, para o segmento corporal do quadril na fase de queda do salto realizado com demonstração ($p=0,013$).

Tais valores médios de ângulos demonstram ser indiferente a aquisição de 3 ou 5 tentativas válidas para a tarefa motora do salto horizontal, no que diz respeito aos valores médios obtidos para os parâmetros angulares.

Nas Tabelas 13 e 14 a seguir, pode-se visualizar os resultados da comparação da variabilidade dos sujeitos entre a aquisição de 3 e 5 tentativas, antes e após a demonstração da tarefa.

Tabela 13: Variabilidade inter-sujeitos para a variabilidade das variáveis angulares em todos os instantes analisados com 5 e 3 tentativas executadas sem demonstração da tarefa.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Tentativas</i>	<i>n</i>	<i>CV%</i>	<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	3	11	2.70	2.24	-4.600	0.001*
		5	11	5.17	2.67		
OP	Quadril	3	11	2.79	1.81	-5.516	0.000*
		5	11	5.83	1.76		
UL	Tronco	3	11	4.65	2.21	-4.753	0.001*
		5	11	7.94	2.90		
SÃ	Braço	3	11	11.79	13.14	-1.841	0.095
		5	11	35.83	43.16		
V	Joelho	3	11	3.76	2.80	-3.741	0.004*
		5	11	6.79	2.81		
Ô	Quadril	3	11	2.32	1.35	-4.705	0.001*
		5	11	4.74	1.11		
O	Tronco	3	11	24.60	22.07	-3.036	0.013*
		5	11	32.04	23.08		
Q	Braço	3	11	9.10	6.68	-2.885	0.016*
		5	11	21.35	16.40		
UE	Joelho	3	11	8.61	8.04	-3.336	0.008*
		5	11	17.47	15.35		
D	Quadril	3	11	9.08	6.97	-5.773	0.000*
		5	11	22.27	10.10		
A	Tronco	3	11	23.76	21.93	-2.152	0.057*
		5	11	52.43	56.78		
	Braço	3	11	97.66	193.79	-2.978	0.014*
		5	11	220.30	312.74		

* $p \leq 0,05$

Tabela 14: Variabilidade inter-sujeitos para a variabilidade das variáveis angulares em todos os instantes

analisados com 5 e 3 tentativas executadas com demonstração da tarefa.

<i>Fase</i>	<i>Segmento</i>	<i>Tentativas</i>	<i>n</i>	<i>CV%</i>	<i>DP</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PR	Joelho	3	11	3.42	2.11	-4.103	0.002*
		5	11	4.73	2.44		
OP	Quadril	3	11	3.05	1.51	-2.772	0.020*
		5	11	5.33	2.98		
UL	Tronco	3	11	4.89	3.50	-2.328	0.042*
		5	11	6.42	3.82		
SÃ	Braço	3	11	6.66	7.36	-2.546	0.029*
		5	11	17.55	20.33		
V	Joelho	3	11	14.02	28.71	0.737	0.478
		5	11	7.64	3.71		
Ô	Quadril	3	11	2.64	1.46	-4.436	0.001*
		5	11	5.00	2.08		
O	Tronco	3	11	90.80	248.76	-1.426	0.184
		5	11	119.98	316.36		
	Braço	3	11	21.65	35.95	-2.174	0.055*
		5	11	36.99	42.65		
Q	Joelho	3	11	16.38	15.55	-2.555	0.029*
		5	11	24.49	19.95		
UE	Quadril	3	11	13.78	14.41	-4.025	0.002*
		5	11	28.41	17.22		
D	Tronco	3	11	35.30	53.95	-3.111	0.011*
		5	11	50.41	57.32		
A	Braço	3	11	58.46	61.01	-1.275	0.231
		5	11	107.50	135.58		

* $p \leq 0,05$

Ao observar os resultados expostos nas Tabelas 13 e 14, acima, verifica-se que houve diferença estatisticamente significativa para a maioria das comparações entre 3 e 5 tentativas, tanto para os saltos executados antes como após a demonstração da tarefa.

Embora as diferenças obtidas sejam significativas verifica-se que para 23 variáveis, o que corresponde à maioria dos casos, o CV% apresentou valores entre 2,32 e 9,10% que representa uma variabilidade baixa segundo Gomes (1990) que considera variabilidade baixa quando os coeficientes de variação forem inferiores a 10%, média variabilidade entre 10% e 20%, alta variabilidade entre 20% e 30% e muito alto quando superiores a 30%.

E ainda, para 6 variáveis uma variabilidade média; alta para 7 variáveis e muito alta para 12 variáveis, sendo que os maiores índices de variabilidades foram encontrados para os segmentos corporais do tronco e do pêndulo do braço, nas fases de vôo e aterrissagem do salto.

IV CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados no estudo piloto chegou-se às seguintes

conclusões:

a) Na escolha do filtro utilizou-se a análise residual e a análise qualitativa das curvas das coordenadas segmentares, optando-se pelo Butterworth de 4ª ordem passa baixa, com frequência de corte variando de 6 a 10 Hz.

b) Ao verificar-se a influência da demonstração da tarefa na classificação dos diferentes segmentos corporais em estágios motores, embora tenham sido identificadas modificações qualitativas no que se refere à classificação em estágios, nas execuções antes e após a demonstração, estas não foram significativas. Por isso, optou-se pela demonstração do salto a fim de padronizar as informações dadas às crianças.

c) Ao analisar-se o número de tentativas ideal de execuções da tarefa motora do salto horizontal verificou-se $CV\%$ relativamente baixos, o que aponta para uma boa reprodutibilidade do movimento pelas crianças, tanto para 3 como para 5 repetições. De modo que, a escolha de 3 ou 5 tentativas garantem a qualidade dos dados. Contudo, optou-se por 3 execuções pela rapidez de processamento dos dados.

APÊNDICE II

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO E ANTROPOMETRIA

DATA DA COLETA: _____ CÓDIGO: _____

INSTITUIÇÃO: _____

NOME: _____

DATA NASC.: _____ IDADE: _____ SÉRIE: _____

SEXO: () MASC () FEM

PARTICIPA DAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR: () SIM () NÃO

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	
Estatura:	m
Massa:	kg
Comprimento membro inferior direito:	m

APÊNDICE III**FICHA DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA**

DATA DA COLETA DE DADOS: _____

NÚMERO FITA DE VÍDEO ANALISADA: _____

CÓDIGO.:	Membro inferior	Tronco/ Quadril	Membro superior
Fase de Propulsão			
Fase de vôo			
Fase de Aterrissagem			
Classificação da criança conforme Estrázulas (2006) - moda: () Inicial () Elementar () Maduro			

ANEXO I

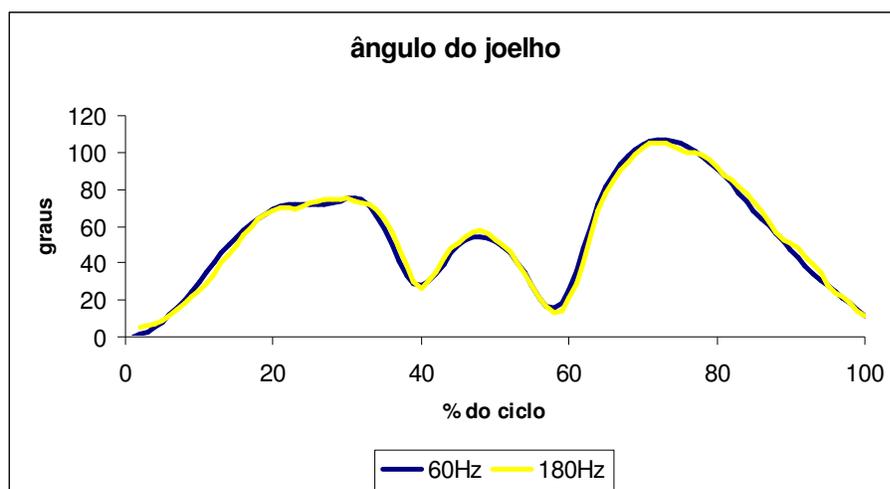
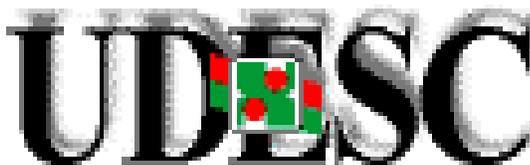


Gráfico do ângulo do joelho no salto horizontal a 60 e 180 Hz. Fonte: Estrázulas, 2006.

ANEXO II

Carta de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Florianópolis, 04 de julho de 2007

Nº. de Referência 23/06

Ao Pesquisador Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo

3ª VIA

Prezados Senhores,

Analisamos o projeto de pesquisa intitulado “**Análise cinemática do salto em Crianças**”, enviado previamente por V.S.^a. Desta forma, vimos por meio desta, comunicar que o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos tem como resultado a **aprovação** do referido projeto.

Este Comitê de Ética em Pesquisa segue as Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Gostaria de salientar que quaisquer alterações do procedimento e metodologia que houver durante a realização do projeto em questão e, que envolva os indivíduos participantes, deverão ser informadas imediatamente ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverão ser assinadas pelo indivíduo pesquisado ou seu representante legal. Uma cópia deverá ser entregue ao indivíduo pesquisado e a outra deverá ser mantida pelos pesquisadores por um período de até cinco anos, sob sigilo.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rudney da Silva
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UDESC