

**VALDECI JOSÉ GUTH**

**CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS DO AGACHAMENTO EM  
CRIANÇAS**

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2009**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE - CEFID  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO  
MOVIMENTO HUMANO - PPGCMH**

**VALDECI JOSÉ GUTH**

**CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS DO AGACHAMENTO EM  
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 obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano – Biomecânica.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2009**

**VALDECI JOSÉ GUTH**

**CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS DO AGACHAMENTO EM  
CRIANÇAS**

Dissertação aprovada pelo Programa de Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina com 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. Dr. Antônio Renato Moro  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Membro:

---

Prof. Dr. Francisco Rosa Neto  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

**Florianópolis, 06 de Agosto de 2009.**

A Deus,  
amigo inseparável que mora comigo.

Aos meus filhos  
Najuan e Caroline  
faróis que iluminam minha vida,  
razão maior de minha existência e  
luta constante!

A meus Pais *in* memória.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa Geneci, pelo incentivo, pela companhia e ajuda.

Aos meus filhos Najuan e Caroline por compreenderem a minha ausência.

Aos meus amigos Ana Carolina. Cinara, pelo incentivo e amizade.

Ao Professor Sebastião Iberes Lopes Melo, pela orientação de credibilidade, ética e que soube "ser" o melhor no meu aprendizado.

E, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento de tudo o que aqui está registrado, principalmente as crianças, meus sinceros agradecimentos.

"Plante amor e paz e  
a vida lhe trará colheita  
de paz e amor."

[Chico Xavier]

## RESUMO

**Título:** Características cinemáticas do agachamento em crianças

**Autor:** Valdeci José Guth

**Orientador:** Sebastião Iberes Lopes Melo

O objetivo deste estudo descritivo exploratório foi avaliar as características cinemáticas do agachamento em crianças, considerando sexo, faixa etária e forma de execução do movimento (espontâneo e padronizado). Especificamente: caracterizar e comparar a flexibilidade ativa e passiva de crianças; caracterizar e comparar as amplitudes angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo; analisar e comparar as velocidades angulares entre fases descendente e ascendente; caracterizar e comparar o tempo de execução. Participaram 103 crianças, entre 7 e 12 anos (43 meninos e 60 meninas) categorizadas em dois grupos: 1 (7 a 9 anos) e 2 (10 a 12 anos) autorizadas pelos pais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC, processo n°. 67/2007. Utilizou-se como instrumentos uma câmera de vídeo e uma máquina fotográfica. Selecionou-se as variáveis: amplitudes articulares ativas e passivas (flexão quadril, joelho e flexão e extensão tornozelo), cinemáticas (ângulos, velocidade e tempo de execução) do tronco, quadril, joelho e tornozelo nas formas espontânea e padronizada, fases descendente e ascendente. Após devidamente autorizadas às 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 eixos articulares segundo critério de Kalfues, foi realizado a aquisição dos dados de flexibilidade e das variáveis cinemáticas com uma frequência de 60 Hz. As crianças executaram cinco movimentos de agachamento válidos. Os dados cinemáticos foram filtrados com Butterworth 4ª ordem, passa baixa com frequência de corte de 6 Hz. Utilizou-se para normalidade: teste de Kolmogorov Smirnov, estatística descritiva (distribuição de frequência, médias, desvio padrão e coeficiente de variação) e estatística inferencial (testes paramétricos de comparação intra-grupo e entre grupos, teste t de student), adotou-se  $p \leq 0,05$ . Os valores antropométricos encontram-se condizentes com a literatura estudada. Independente de sexo e faixa etária os padrões de flexibilidade são similares. Comportamentos angulares do agachamento espontâneos com maiores angulações para flexão do tronco ( $p = 0,014$ ) e joelho ( $p < 0,001$ ); meninas apresentam menor flexão anterior do tronco ( $p = 0,017$ ) no agachamento padronizado; crianças mais novas apresentaram maior dorsiflexão do tornozelo na forma padronizada ( $p < 0,001$ ). Para velocidade angular nos diferentes segmentos corporais, independente do sexo e faixa etária, na forma espontânea e na fase descendente estas velocidades foram maiores, estes mesmos resultados foram observados para o tempo de agachamento. Conclui-se que o comportamento

angular do tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento é melhor executado nos movimentos espontâneos, independentes de sexo e faixa etária. A amplitude articular e a antropometria interferiram somente na angulação do tronco durante o agachamento alterando a estratégia postural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Flexibilidade. Agachamento. Crianças.

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID  
Mestrado em Ciências do Movimento Humano  
Florianópolis, 06 de agosto de 2009.



## ABSTRACT

**Title:** kinematics characteristics of squat and children

**Author:** Valdeci José Guth

**Guide:** Sebastião Iberes Lopes Melo

The aim of this descriptive exploratory study was to evaluate kinematic characteristics of children's squat considering sex, group of age and strategy to execute the movement (spontaneous and standardized). Specifically: to characterize and compare active and passive flexibility of children; to characterize and compare joint amplitudes of hip, knee and ankles; to analyse and compare joint velocities between ascendent and descendent phases; to characterize and compare time for execution of the movement. Participants were 103 children (43 boys and 60 girls) categorized in two groups: 1 (7 to 9 years old) and 2 (10 to 12 years old) with their parents authorization. The study was approved by the Ethics Committee in Research of UDESC, under number 67/2007. As instruments it was used a photographic machine and a digital camera. The study variables selected were: active and passive joint amplitudes (hip flexion, knee flexion and ankle extension), kinematics (angles, velocity and time for execution) of the trunk, hip, knee and ankle in the spontaneous and standardized forms, descendent and ascendent phases. After formal consent children were directed to the Biomechanics Laboratory of UDESC. Children had a period to familiarize with ambient and instruments. After answering the identification forms and demarcation of joint axes according to Kalfues' critery the data capture of flexibility and kinematic variables was proceeded in a frequency rate of 60 Hz. Children realized five valid squat movement. Kinematic data were filtered by a fourth-order low-pass Butterworth filter with a cut-off frequency and 6 Hz. To test normality Kolmogorov Smirnov test was used, descriptive (frequency distribution, mean, standard deviation and coefficient of variation) and inferential (parametric tests for intra and inter group comparison, test "t" of student) statistics,  $p < 0.05$  was adopted. The anthropometric values were similar to those from literature. Independently of sex and group of age flexibility patterns were similar. Angle behavior of spontaneous squat presented more angles to anterior trunk flexion ( $p=0,014$ ) and knee ( $p < 0,001$ ); girls presented less anterior trunk flexion ( $p=0,017$ ) in the standardized squat; younger children presented bigger dorsiflexion of the ankle in the standardized squat ( $p < 0,001$ ). Regarding angle velocity in the different body segments, independently of sex and group of age, in the spontaneous form and descendent phase these velocities were higher, these results were also observed for the time to perform a squat. In conclusion, angle behavior of the trunk, hip, knee and ankle during squatting is better executed in the spontaneous movement, independently of sex and group of

age. The joint amplitude and the anthropometry interfered only on trunk angulation during squatting which caused a change in the postural strategy.

Key-words: Flexibility. Squatting. Children

University of Santa Catarina State – UDESC  
Center of Healthy Science and Sport – CEFID  
Master in Human Movement Science  
Florianópolis, August 6th, 2009.

## LISTA DE FIGURAS

Figura - 1 Evolução de modelos antropométricos biomecânicos .....	32
Figura - 2 Câmera de vídeo Peak Motus HSC-180. ....	49
Figura - 3 Procedimento de avaliação dos ângulos articulares: A – Flexão plantar; B - Dorsiflexão do tornozelo; C - Flexão do joelho; D - Flexão do quadril.....	50
Figura - 4 Modelo estilizado para demonstração das variáveis angulares. $\alpha$ ) Tronco; $\theta$ ) Quadril; $\gamma$ ) joelho; $\beta$ ) ornozelo .....	53
Figura - 5 Variação da velocidade angular dos segmentos corporais, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento. ....	55
Figura - 6 Calibrador bidimensional com marcadores reflexivos. ....	57
Figura - 7 Pontos articulares, ombro, quadril, joelho e tornozelo. ....	57
Figura - 8 Análise cinemática do movimento de agachar e retornar a posição ortostática. Dados do autor. ....	59
Figura - 9 Valores de amplitude articular ativa e passiva dos ângulos do quadril, joelho e tornozelo. ....	69
Figura - 10 Ângulos de agachamento do grupo formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	74
Figura - 11 Alterações típicas de ângulos versus formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	74
Figura - 12 Ângulos na posição ortostática entre sexos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	76
Figura - 13 Ângulos na máxima flexão, entre sexos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	78
Figura - 14 Ângulos na posição ortostática entre grupos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	79
Figura - 15 Ângulos na máxima flexão entre grupos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.....	80
Figura - 16 Velocidade do agachamento espontâneo e padronizado, fase descendente.e ascendente.....	83
Figura - 17 Tempo de agachamento espontâneo e padronizado, fase descendente.e ascendente.....	88

Figura - 18 Tempo de agachamento entre grupos etários, espontâneo e padronizado, fase descendente. e ascendente. ....	89
Figura - 19 Tempo de agachamento entre sexos, forma espontâneo e padronizado, fases descendente. e ascendente. ....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis antropométricas.....	51
Quadro 2 - Variáveis de amplitude articular .....	52
Quadro 3 - Variáveis cinemáticas angulares .....	53
Quadro 4 - Variáveis cinemáticas velocidade angular .....	54
Quadro 5 - Variáveis temporais.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de categorização das idades.....	47
Tabela 2 - Dados descritivos das variáveis antropométricas das crianças .....	48
Tabela 3 - Comparação das características antropométricas entre sexos.....	63
Tabela 4 - Comparação das características antropométricas entre faixas etárias.....	66
Tabela 5 - Comparação das amplitudes articulares ativas e passivas.....	69
Tabela 6 - Comparação das amplitudes angulares de diferentes articulações entre meninos e meninas nas execuções ativa e passiva. ....	70
Tabela 7 - Comparação da amplitude angular ativa e passiva entre faixas etárias.....	72
Tabela 8 - Comparação dos ângulos dos segmentos (em graus (°) entre o agachamento espontâneo e padronizado.....	73
Tabela 9 - comparação dos ângulos dos segmentos na posição ortostática.....	76
Tabela 10 - Comparação dos ângulos dos segmentos na posição ortostática.....	78
Tabela 11 - Comparação dos ângulos máximos das diferentes variáveis angulares entre faixas etárias. ....	80
Tabela 12 - Comparação de velocidade angular média de diferentes segmentos corporais, entre as formas de execução espontânea e padronizada.....	81
Tabela 13 - Comparação da velocidade angular média, de diferentes segmentos corporais, entre meninos e meninas e forma de execução espontânea e padronizada na fase descendente.....	85
Tabela 14 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre meninos e meninas e forma de execução espontânea e padronizada na fase ascendente.....	86
Tabela 15 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre grupos etários, nas formas de execução espontânea e padronizada na fase descendente.....	86
Tabela 16 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre grupos etários nas formas de execução espontânea e padronizada na fase ascendente. ....	87
Tabela 17 - Comparação do tempo de execução entre as fases descendente e ascendente.....	88

Tabela 18 - Comparação das características temporais, tempo de execução (s) entre faixas etárias.....	89
Tabela 19 - Comparação do tempo de execução entre meninos e meninas nas formas de execução (espontânea e padronizada) e nas fases (ascendentes e descendentes).....	91

## **LISTA DE ANEXO**

<b>APÊNDICE - A ESTUDO PILOTO.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE - B FIXA CADASTRAL .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE - C CARTA A DIREÇÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE - D CARTA AOS PAIS .....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE - E TERMO DE CONSENTIMENTO.....</b>	<b>122</b>



## SUMÁRIO

<b>I INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 DEFINIÇÃO DOS TERMOS .....</b>	<b>23</b>
<b>II REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 AGACHAMENTO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.1 ESTUDOS E TENDÊNCIAS NA ANÁLISE DO AGACHAMENTO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS CINEMÁTICOS .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 ANTROPOMETRIA.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4 FLEXIBILIDADE .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1 DEFINIÇÃO DA FLEXIBILIDADE .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2 FATORES QUE INFLUÊNCIAM A FLEXIBILIDADE .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3 MÉTODOS PARA MEDIDA E AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE .....</b>	<b>40</b>
<b>2.5 DESENVOLVIMENTO INFANTIL .....</b>	<b>41</b>
<b>2.5.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO FÍSICO .....</b>	<b>42</b>
<b>III MÉTODO .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA .....</b>	<b>47</b>

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS.....	47
<b>3.3 INSTRUMENTOS: CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO.....</b>	<b>48</b>
3.3.1 PARA MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	48
3.3.2 PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS.....	49
3.3.3 PARA A AQUISIÇÃO DA AMPLITUDE ARTICULAR.....	50
<b>3.4 VARIÁVEIS DE ESTUDO.....</b>	<b>50</b>
3.4.1 VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS.....	50
3.4.2 VARIÁVEIS DE AMPLITUDE ARTICULAR ATIVA E PASSIVA.....	52
3.4.3 VARIÁVEIS CINEMÁTICAS ANGULARES.....	53
3.4.4 VARIÁVEIS CINEMÁTICAS VELOCIDADES ANGULARES.....	54
3.4.5 VARIÁVEIS TEMPORAIS.....	55
<b>3.5 CONTROLE DAS VARIÁVEIS.....</b>	<b>55</b>
<b>3.6 COLETA DE DADOS.....</b>	<b>56</b>
3.6.1 PROCEDIMENTOS PRELIMINARES.....	56
3.6.2 PREPARAÇÃO DOS SUJEITOS.....	57
3.6.3 AQUISIÇÃO DOS DADOS.....	58
<b>3.7 PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>3.8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....</b>	<b>61</b>
<b>IV RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS.....</b>	<b>63</b>
4.1.1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS SEGUNDO SEXO.....	63
4.1.2 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS EM FUNÇÃO DA FAIXA ETÁRIA.....	66
<b>4.2 VARIÁVEL FLEXIBILIDADE.....</b>	<b>68</b>
4.2.1 COMPARAÇÃO ENTRE AS AMPLITUDES ARTICULARES ATIVAS E PASSIVAS DO MEMBRO INFERIOR.....	69
4.2.2 AMPLITUDES ARTICULARES EM FUNÇÃO DO SEXO.....	70
4.2.3 COMPARAÇÃO DE AMPLITUDE ARTICULAR ENTRE FAIXAS ETÁRIAS.....	72
<b>4.3 AMPLITUDE ANGULAR DE DIFERENTES ARTICULAÇÕES.....</b>	<b>73</b>
4.3.1 COMPARAÇÃO DOS ÂNGULOS ENTRE AS EXECUÇÕES ESPONTÂNEA E PADRONIZADA.....	73
4.3.2 ÂNGULO DOS SEGMENTOS EM FUNÇÃO DO SEXO.....	76

<b>4.3.3 ÂNGULO DOS SEGMENTOS POR FAIXA ETÁRIA.....</b>	<b>78</b>
<b>4.4 VELOCIDADE ANGULAR.....</b>	<b>81</b>
<b>4.4.1 COMPARAÇÃO DA VELOCIDADE ANGULAR MÉDIA ENTRE AS FASES DESCENDENTE E ASCENDENTE E AS FORMAS DE EXECUÇÃO ESPONTÂNEA E PADRONIZADA.....</b>	<b>81</b>
<b>4.4.2 COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS VELOCIDADES ANGULARES ENTRE SEXOS, FASES DESCENDENTE E ASCENDENTE E FORMAS DE EXECUÇÃO ESPONTÂNEA E PADRONIZADA. ....</b>	<b>84</b>
<b>4.4.3 COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS VELOCIDADES ANGULARES ENTRE FAIXAS ETÁRIAS, DESCENDENTE E ASCENDENTE E FORMAS DE EXECUÇÃO ESPONTÂNEA E PADRONIZADA. ....</b>	<b>86</b>
<b>4.5 VARIÁVEIS TEMPORAIS.....</b>	<b>88</b>
<b>4.5.1 COMPARAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO DO AGACHAMENTO ENTRE AS FASES DESCENDENTES E ASCENDENTES.....</b>	<b>88</b>
<b>4.5.2 CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DA VARIÁVEL TEMPORAL ENTRE GRUPOS.....</b>	<b>89</b>
<b>4.5.3 CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO ENTRE MENINOS E MENINAS</b>	<b>90</b>
<b>V CONCLUSÃO .....</b>	<b>92</b>
<b>IV REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>

# I INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA

Na busca de novas interpretações e respostas às estratégias utilizadas durante o agachamento encontrou-se vestígios arqueológicos, do primeiro ao vigésimo século a.C, de que as posturas de agachamento eram amplamente usadas para realização das atividades de vida diária até o final da Idade Média, tais como: descanso, alimentação, pegar objetos no chão, defecação e trabalho de parto (TYLDESLEY e GRIEVE, 2002; GOLAY *et al*, 2007; RUSSEL, 2005; SIKIROV, 2003). Após este período ocorreu um progressivo declínio em seu uso, o qual ao longo do tempo sofreu modificações, devido às alterações dos estilos de vida adotados (BOULLE, 2001), fazendo com que as funções fossem progressivamente menos utilizadas e substituídas pela posição sentada ou deitada (TYLDESLEY e GRIEVE, 2002).

Por outro lado, a posição agachada pode ser considerada como uma estratégia para o amortecimento de grandes impactos sofridos pelas articulações, como: nas aterrissagens de saltos em distância, saltos de ginástica, quedas nos saltos verticais do voleibol, o agachamento para adquirir uma maior performance na impulsão como a saída de natação, para o aumento de força e flexibilidade nos membros inferiores (MILLS e GEHLSSEN 1996 apud ALMEIDA *et al* 2001), e, mesmo, pelas crianças usado nas horas de brincadeiras de roda, ou durante descanso após uma atividade mais exaustiva.

Esta posição utilizada em diferentes situações do cotidiano pode denotar, muitas vezes, problemas de encurtamento muscular e falta de controle corporal, principalmente em crianças; onde para permanecer nessa posição, utilizam-se das mais diferentes estratégias,

necessitando de uma postura específica, que inclui o deslocamento do centro de massa para dentro da base de suporte, dificultando a manutenção do tronco na posição adequada.

Sabe-se que durante o desenvolvimento a criança aprende a integrar as inúmeras variáveis contidas no seu aparelho músculo-esquelético, como uma unidade funcional, produzindo um comportamento rítmico, com um padrão cíclico de movimentos segmentares, flexíveis e regulares com um mínimo de dispêndio de energia (WINTER, 1990). Com isso, as alterações de movimentos e de velocidade relacionados à flexão e extensão, durante o agachamento, podem induzir a mudança nos padrões motores, aumentando o dispêndio de energia.

Nas atividades esportivas o agachamento é um elemento preparatório importante. No basquete, vôlei, ginástica olímpica, entre outros esportes, o agachamento está envolvido em duas fases do salto: fase do contra-movimento do salto com a finalidade de gerar energia cinética para o impulso; e fase de amortecimento com a finalidade de amortecer quedas diminuindo o impacto nas articulações de suporte (ESCAMILLA, 2001; ALMEIDA *et al*, 2001). Tem sido investigado na forma de treinamento, como no desenvolvimento da força explosiva em jogadores de basquetebol, com pré-púberes (MARQUES, 2005), e também em treinamentos específicos e na reabilitação, sendo alvo de inúmeros estudos principalmente com adultos (HIRATA, 2007, ESCAMILLA, 2001; WRETENBERG, 1996). Entretanto, são poucos os estudos realizados na interpretação do movimento do agachamento com crianças e seu enfoque é superficial (MARQUES, 2004; FANTINI, 2003). Considerando as informações expostas dentro da temática desta pesquisa que se baseia em compreender o comportamento dinâmico durante o agachamento de crianças, formulou-se o seguinte problema a ser investigado:

“Quais as características cinemáticas do agachamento e suas relações com as variáveis antropométricas e com a flexibilidade de crianças de 7 a 12 anos”?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar as características cinemáticas do agachamento de crianças (7 a 12 anos), considerando padrões de flexibilidade e perfil antropométrico.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar e comparar as características antropométricas entre sexos e faixas etárias das crianças avaliadas.
- Caracterizar e comparar a flexibilidade ativa e passiva entre sexos e entre faixas etárias das crianças avaliadas.
- Comparar as amplitudes angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo, no plano sagital, durante o agachamento das crianças nas posições espontânea e padronizada, considerando a posição dos pés, faixa etária e sexo.
- Analisar e comparar o comportamento das velocidades angulares nas fases descendente e ascendente durante a execução do agachamento entre sexos, entre faixas etárias e entre formas de execução espontânea e padronizada.
- Caracterizar e comparar o tempo de execução do agachamento entre sexos, faixa etária e formas de execução nas fases descendente e ascendente.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O ato de adotar a postura agachada, nela permanecer e dela servir-se para tarefas motoras (em saltos, aterrissagens de quedas, sentar/levantar) são elementos de muitas modalidades esportivas terrestres (jogos coletivos, atletismo, ginástica olímpica, ginástica aeróbica). As aterrissagens merecem muita atenção porque o agachar adequado durante este ato diminui o risco de lesões. Para isso é necessário que o executante tenha bom controle motor, tanto estático quanto dinâmico.

Com as observações das brincadeiras de crianças no cotidiano e no convívio escolar que inclui as atividades esportivas, percebe-se que as crianças adotam diferentes estratégias de agachamento. Durante a prática de atividades físicas que exigem um grande potencial de equilíbrio, flexibilidade e força dos membros inferiores, observa-se que algumas delas possuem mais facilidade em manter-se na posição agachada que outras. Neste sentido, o processo maturacional é sensível as grandezas mecânicas e de como os desafios biomecânicos encontrados pelas crianças modulam a formação de padrões progressivos de desenvolvimento.

Sendo assim, é um processo regulado pela interação dinâmica do indivíduo com o seu meio ambiente (LOBO DA COSTA, 2000).

Deste modo, a análise biomecânica pode contribuir no aspecto quantitativo do movimento humano. Estes recursos permitem aos pesquisadores uma avaliação com dados mais precisos oferecendo mais subsídios para estes identificarem e diagnosticarem erros posturais, descobrirem novos talentos esportivos (AMADIO; BAUMANN, 1990) e direcionarem as crianças para uma atividade física especializada de acordo com suas capacidades corporais, aptidões físicas e alterações posturais. Justifica-se, assim, a necessidade de um estudo que contemple estes dois tipos de avaliações: quantitativa (baseada em instrumentos de medição) e qualitativa (baseada na observação do movimento).

Também acredita-se que para descrever as características típicas dos padrões de agachamento, a normalização dos dados torna-se necessária, pois fatores antropométricos como a estatura, comprimento dos membros inferiores e massa corporal podem alterar o valor absoluto das variáveis do estudo.

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 em determinados esportes, bem como contribuir com os profissionais de Educação Física sobre o questionamento: até que ponto nas aulas de Educação Física ou nos treinamentos esportivos a padronização do movimento favorece o desempenho de determinadas atividades físicas e de esportes.

Neste contexto, estabelecer e comparar características da posição agachada de crianças no início do estirão de crescimento e interpretar as diferentes estratégias de agachamento adotadas são fundamentais para compreender os papéis da manutenção da postura em determinadas atividades físicas e esportivas e, mais adiante, fornecer subsídios para educadores. Desse modo, proporciona-se um melhor desempenho das atividades que dependem desta posição.

#### 1.4 DEFINIÇÃO DOS TERMOS

**Flexibilidade:** A flexibilidade definida como a amplitude de movimento disponível para uma articulação ou grupo de articulações. Essa amplitude de movimento pode ser atingida pela contração muscular ativa, referenciada como flexibilidade dinâmica (McNAUGHT, 1991), ou

pelo movimento passivo causado por uma força externa à articulação – por exemplo, um treinador ou a gravidade (flexibilidade estática) (ROBERTS e WILSON, 1999).

**Controle Postural:** Definido como o controle do arranjo dos segmentos corporais, baseado em informações sensoriais de diferentes fontes, usando informações do sistema visual, vestibular e somatossensorial. Este conjunto de informações sensoriais cria um quadro de referências para que o sistema nervoso utilize a melhor estratégia para manter o equilíbrio (MOCHIZUKI, 2001).

**Equilíbrio:** O equilíbrio é definido por Duarte (2001) e Ferjallaha et al. (2002) como a habilidade de manter e controlar a projeção do centro de gravidade do corpo dentro dos limites da base de suporte, para prevenir quedas e completar movimentos desejados, com o menor gasto energético.

**Amplitude do movimento ativo:** Movimento articular resultante de uma ação voluntária dos músculos (TUKMANN, 1978; PARIS *et al* 1999), importantes para observação da função muscular e articular. A flexão normal de referência ocorre de zero a mais ou menos 120 graus, dependendo do tamanho da massa muscular da panturrilha em contato com a face posterior da coxa. A amplitude normal de referência em extensão é de 180 grau(°). Definidos como o ângulo que será mensurado pela intersecção das retas adquiridas pela união dos eixos articulares, na máxima flexão ativa.

**Amplitude do movimento passiva:** Movimento onde há uma mobilização articular passiva em direção da amplitude do movimento de flexão ou extensão (TUKMANN, 1978). São movimentos nos quais as articulações são passivamente mobilizadas em direção da amplitude de movimento, pelo avaliados. Definida como ângulo de intersecção das retas adquiridas pela união dos eixos articulares, maxima flexão passiva

**Mobilidade articular:** Definida como sendo a capacidade de aproveitar as possibilidades de movimentos articulares o mais amplamente possível em todas as direções (BARBANTI, 1979), seu resultado expresso em graus.



## II REVISÃO DE LITERATURA

Com a finalidade de fundamentar teoricamente o problema e dar suporte ao método e discutir os resultados do estudo serão contemplados alguns conteúdos na literatura, que estarão organizados nesse capítulo.

Desse modo, será dissertado primeiramente de forma geral introdução sobre o agachamento, análise dos parâmetros cinemáticos, buscou-se esclarecer os princípios da posição, orientação, velocidade e aceleração, visto tendo tarefas fundamentais do agachamento. Em seguida, antropometria características, dimensões das formas geométricas de segmentos, distribuição da massa, braços de alavanca, posições articulares, as alterações corporais. A flexibilidade a amplitude do movimento, (definições, fatores que influenciam a flexibilidade, métodos para medidas e avaliação). Além disso, revisou-se as etapas do desenvolvimento infantil, incluindo o crescimento e desenvolvimento físico.

### 2.1 AGACHAMENTO

Neste tópico serão abordados conceitos sobre o posicionamento do agachamento, conceitos e tendências.

Tyldeskey *et al* (2002), o agachamento é uma posição pouco considerada nos textos sobre o movimento, apesar de ser uma posição funcional importante, comparada com o sentar no chão, o agachamento é uma posição mais instável e requer maior trabalho muscular.

Entretanto as vantagens do agachamento como uma posição funcional são: permite um bom movimento do tronco e alcance dos braços, permite que o indivíduo mova-se facilmente para a posição em pé. O alcance da posição agachada requer um ajuste para manter a linha de gravidade anteriormente acima da base de suporte e máxima flexão dos quadris e joelhos.

Conforme os quadris e joelhos flexionam para abaixar o corpo, os extensores do quadril e do joelho trabalham excentricamente e os tornozelos fazem dorsiflexão o tronco permanece ereto alinhado com a pelve e o tornozelo, então, continua em dorsiflexão, mantendo o tronco alinhado, quando a máxima dorsiflexão é alcançada, os calcanhares começam a levantar-se do chão e o tronco é lançado para frente. (TYLDESKEY *et al* 2002).

Alguns indivíduos são capazes de agachar com a pelve bem próxima ao chão e com os pés em eversão. Isso requer grande flexibilidade dos músculos dos membros inferiores e, por isso, mais freqüentemente vista em crianças pequenas e em algumas culturas.

Levantar-se de um agachamento requer uma contração dos extensores do joelho e do quadril para produzir o momento para cima Tyldeskey *et al* (2002). A força necessária para vencer a força de gravidade é maior que levantar da posição sentada.

De outra forma podemos descrever o agachamento como um movimento de tríplice flexão dos membros inferiores realizado em cadeia cinética fechada Souza *et al* (2007). Historicamente, existem vestígios arqueológicos, do primeiro ao vigésimo século a.C., de que as posturas de agachamento eram amplamente usadas e mudaram ao longo desse tempo Boulle (2001). A posição de agachamento era um comportamento regular até o final da Idade Média, sendo que depois desse período ocorreu um progressivo declínio em seu uso; essa tendência pode ser explicada pelos diferentes estilos de vida adotados (BOULLE 2001).

No início o agachamento tinha funções básicas como descanso, alimentação, facilitar o recolhimento de objetos no chão, defecação e parto Tyldesley *et al* (2001); Sikirov (2003). Atualmente, muitas dessas funções foram progressivamente menos utilizadas e substituídas pela posição sentada ou deitada Tyldesley *et al* (2001) . Nas atividades esportivas o agachamento é um elemento preparatório importante. Na atividade do salto (basquete, vôlei ou ginástica olímpica) ele serve como preparação para ganhar impulso e como finalização para amortecer quedas Escamilla & Almeida *et al* (2001). Segundo Palastanga *et al* (2006), as sociedades que costumam utilizar a posição agachada têm uma baixa incidência de degeneração dos discos vertebrais lombares.

Observando o cotidiano das pessoas constata-se que as crianças se utilizam desse movimento muito mais frequentemente que os adultos, quer seja em brincadeiras ou em posição para descanso Tyldesley *et al* (2002). O agachamento que é muito utilizado nas aulas

práticas de Educação Física tem sido pouco estudado cientificamente, principalmente do ponto de vista biomecânico. Além de ser pouco estudado, o foco dos estudos está na área clínica Liebenson (2003); Smith *et al* (2008) ou esportiva Almeida *et al* (2001). Outro aspecto a ser questionado é até que ponto nas aulas de Educação Física ou nos treinamentos esportivos a padronização do movimento favorece o desempenho na atividade. Não obstante a tentativa de avaliar cientificamente o movimento humano ter sido feita desde os tempos da Grécia Antiga Durward *et al* (2001), por ser geralmente rápido e complexo este movimento é de difícil registro visual, necessitando de um aparato tecnológico apropriado.

Os estudos encontrados na literatura buscam, em sua maioria, incrementar a performance de atletas, mas autores como Fry e Hawkins (2003), dizem ser poucos os estudos científicos interessados em determinar a relação causa-efeito entre crescimento e desenvolvimento, lesão e performance de movimento.

### **2.1.1 Estudos e tendências na análise do agachamento**

No trabalho de Liebenson (2003) tem-se orientação no sentido que a fim de evitar problemas na lombar e nos joelhos, a forma ideal de agachamento é aquela com rotação externa do fêmur, o mesmo autor descreve que para garantir essa rotação externa do fêmur é necessário certo distanciamento entre os pés. Contudo, nenhum estudo que relatasse o afastamento ideal entre os pés foi encontrado. Além disso, orienta-se que durante um movimento de agachamento, o joelho não pode ultrapassar a linha dos dedos do pé (HIRATA, *et al* 2007).

Buscando avaliar o desempenho de atletas de voleibol Kollath (1996) apud (FANTINI, *et al* 2001), verificaram que são realizados em média 170 e 190 saltos e quedas por tempo de jogo, realizando o movimento de agachamento tanto na impulsão como na queda, para amortecimento. Em outro estudo similar em um jogo de basquetebol cada jogador faz de 2 a 3 saltos no esforço máximo por minuto, o que corresponde uma média de 80 a 100 por partida (HAGEDORN *et al* 1996). Entretanto se estudar estas aterizagens e descrever como é o movimento de cada um, com técnicas apropriadas pode-se reduzir significativamente os impactos e assim os riscos de lesão, dependendo do ângulo na articulação do joelho no momento do primeiro contato (STACOFF *et al*, 1988) e da flexão plantar do pé (VALIANT; CAVANAGH, 1985; GROSS; NELSON, 1988). A técnica de aterizagem deve ser alterada

para diminuir as velocidades angulares nas articulações do joelho e tornozelo e consequentemente os riscos de lesão (STACOFF *et al*; 1988).

Na busca de avaliar os efeitos da posição do joelho em adultos jovens saudáveis Hirata e Duarte (2007), sobre a carga mecânica interna durante o agachamento, objetivando estimar forças e torques na articulação em indivíduos saudáveis durante o exercício de agachamento livre com peso e dois modos de movimento. Utilizando-se como metodologia, um com os joelhos não ultrapassando a linha vertical que passa pelos dedos e o outro com o joelho ultrapassando a linha vertical em que essas forças executadas sobre uma plataforma de força sendo estas calculadas pelo procedimento da mecânica inversa, com o torque do joelho, tornozelo e quadril. Seus resultados mostraram que no momento do agachamento a não ultrapassagem do joelho pela linha do pé diminui a força de compressão patelofemoral, levando assim uma menor solicitação mecânica nessa articulação.

No estudo de Grossi *et al* (2005), em investigação direcionada para a avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercícios isométrico de agachamento em indivíduos do sexo feminino com síndrome da dor femoropatelar, divididos em dois grupos: um controle clinicamente saudáveis e outro com síndrome de dor femoropatelar. Utilizados como instrumentos eletrodos ativos simples conectados em um eletromiógrafo, durante a contração voluntária máxima de 45° a 60°. Segundo este autor para o fortalecimento dos músculos a contração de 60° é mais indicada para o grupo controle; e para os sujeitos com dor femoropatelar durante um programa de reabilitação ambos podem ser indicados para o tratamento.

Já Ribeiro, *et al* (2007), abordaram estudo direcionado a atividade eletromiográfica durante o agachamento unipodal em adultos, associada a diferentes posições do pé. Descrevem quantitativamente a atividade muscular durante a realização do agachamento, associados a cinco tipos de posição do pé; neutra, sobre cunha com 10° de inclinação de declive, sobre cunha com 10° de aclave, sobre cunha com 10° de inclinação medial e sobre cunha com 10° de inclinação lateral, avaliando-se os músculos vasto lateral, oblíquo, reto femoral, bíceps femoral, gastrocnêmio lateral e tibial anterior, não encontraram diferenças estatisticamente significativas para estas variáveis.

Estudo realizado por Radocki *et al* (2002), investigaram os efeitos de dois programas de treinamentos na coordenação do salto horizontal, com o objetivo de comparar o desempenho do salto vertical após 12 sessões de treinamento em grupos de treinamento específicos e não específicos. Segundo este autor o grupo que treinou movimentos não específicos: extensão e flexão de joelhos em academia (agachamentos), teve um maior

aumento de força. Porém o grupo que treinou saltos teve melhor desempenho no salto em si. Portanto, ganhos de força produzem necessariamente melhoras no desempenho dos saltos, podem requerer um período de re-otimização na estratégia de coordenação. Obtiveram nesse estudo para ângulo máximo do tornozelo de  $89,8^\circ$  (graus) e uma velocidade máxima de  $682,9^\circ/s$  (graus por segundo) e para quadril no ângulo máximo de  $82,8^\circ$  (graus) uma velocidade angular máxima de  $536,5^\circ/s$  (graus por segundo). “A organização da caracterização temporal e espacial dos movimentos segmentares não é só um requisito essencial para movimentos coordenados mas também para alcançar excelente performan-se”.

Seguindo a linha de avaliação desportiva, Marques (2005), investigaram jogadores de basquetebol de 10 a 13 anos, divididos em 3 grupos, (10 em cada grupo), tendo como objetivo comprovar os efeitos de treino com carga para melhora da força explosiva através do salto vertical sem contra movimento e com contra movimento em crianças pré-pubescentes que jogavam regularmente basquetebol. Com o objetivo de medir a força dos membros inferiores foram realizados agachamentos completos com cargas externa de 5 a 20 kg e  $\frac{1}{2}$  (meio) agachamento, em que situou-se entre os 2 e 10 kg para crianças de 10 e 11 anos, e para crianças de 12 e 13 anos, no agachamento completo encontrando-se entre os 5 e 30 kg e  $\frac{1}{2}$  (meio) agachamento entre 5 e 20 kg. Os exercícios foram realizados 2 vezes por semana durante 8 semanas, e com séries de 2 e 3 exercícios e de 6 a 8 repetições, utilizando como instrumentos plataforma de força e um ergômetro para avaliar o tempo de voo e a altura das impulsões. O estudo mostrou que o grupo experimental melhorou significativamente a força explosiva, o mesmo não ocorrendo com o grupo controle que não faziam treinos de agachamentos. Concluindo-se que um trabalho velocidades mais elevadas e com força dinâmica pode ser eficaz em crianças de 10 e 13 anos na melhora do salto vertical.

Ribeiro *et al* (2007) objetivaram quantificar a atividade muscular durante a realização de agachamento unipodal com variações na técnica. O teste foi realizado com oito sujeitos saudáveis (quatro homens, quatro mulheres) e destros, com idade entre 18 e 24 anos. O valor ao qual nos atemos no estudo é a velocidade angular da articulação do joelho, do qual não foram estatisticamente diferentes entre os cinco tipos de agachamento realizados com diferentes posições do pé. Estes valores encontrados foram em média de  $0,85^\circ/s$ ;

Mudando o enfoque, na pesquisa de Rodacki e Fowler (2002) constataram que a natureza do estímulo de treinamento altera a coordenação dos movimentos e conseqüentemente a performance do salto vertical e conseqüentemente do agachamento, ou seja, aquelas crianças que vivenciam uma atividade esportiva ou motora fora do ambiente

escolar com a Educação Física muito provavelmente apresentaram resultados com valores mais baixos do que aquelas que possuem como base de atividade somente na área escolar.

Como também afirmam Gallahue e Ozmun (2003) que a coordenação motora é influenciada por fatores externos. Assim como o desenvolvimento motor sofre grande influência, do meio social e biológico, podendo sofrer alterações durante seu processo.

## 2.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS CINEMÁTICOS

A biomecânica avalia o movimento de um organismo vivo e o efeito da força, seja empurrando ou tracionando sobre esse organismo. A abordagem biomecânica para análise do movimento pode ser qualitativa, com o movimento observado e descrito; ou quantitativo, significando que está sendo feita alguma medida do movimento com parâmetros do tipo velocidade e direção, quantidade de movimento criada pela aplicação das forças dentro e fora do corpo, e as posições e ações corporais ideais para movimentos eficientes e efetivos em humanos ou objetos (HAMILL & KNUTZEN, 1999).

Os métodos de medição utilizados pela Biomecânica para abordar as diversas formas de movimento são: Antropometria, Cinemetria, Dinamometria, Eletromiografia e mais recentemente a Termometria (AMADIO *et al* 2002).

Dentre estes métodos, destacaremos neste estudo a Cinemetria, que segundo (HOFFMAM & ARRIS 2002), consiste na análise de parâmetros cinemáticos, tendo por base a de imagem do movimento em estudo, através da videografia e/ou da fotogrametria, e a sua posterior análise. Este método permite, fundamentalmente, a caracterização cinemática das técnicas em estudo. Por exemplo, a análise da distância, do tempo, da velocidade, da aceleração obtida por um dado segmento corporal ou pelo centro de massa do sujeito ao realizar um determinado gesto ou mesmo os ângulos entre articulações ou segmentos.

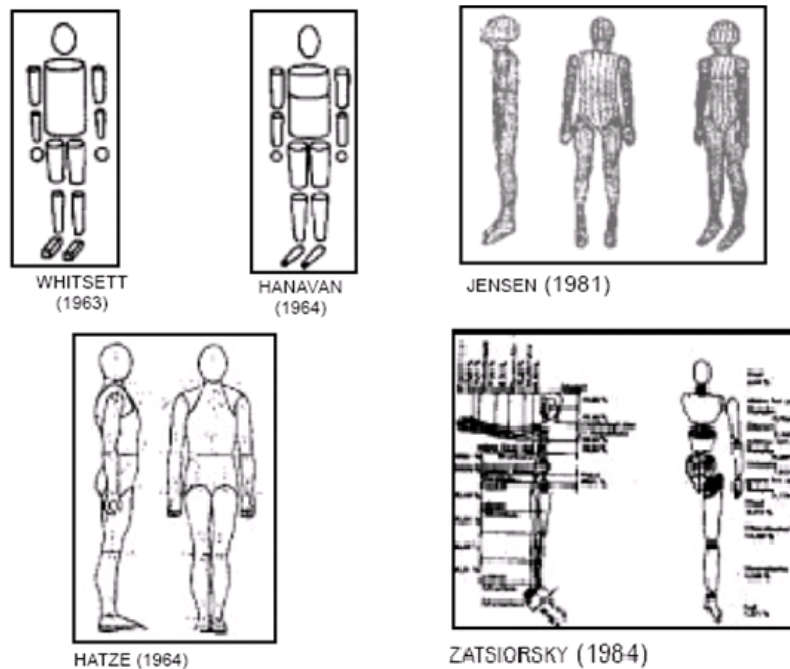
Sendo assim, podemos descrever a cinemetria como um conjunto de métodos que busca medir os parâmetros cinemáticos do movimento, isto é, posição, orientação, velocidade e aceleração. O instrumento básico para medidas cinemáticas é o baseado em câmeras de vídeo que registram a imagem do movimento e então através de software específico, calculam-se as variáveis cinemáticas de interesse. Associada à aquisição de imagens a partir das quais as medidas são realizadas, a cinemetria fornece subsídios para a descrição de como

um corpo se move não se preocupando em explicar as causas destes movimentos; e para alcançar seus propósitos, utiliza procedimentos fundamentalmente ópticos, incluindo os procedimentos relativos à aquisição de imagens, marcação de referências para posterior identificação nas imagens e obtenção das coordenadas bidimensionais e tridimensionais de pontos de interesse (SBARAINI, 2005).

Existem diversos processos de análise cinemática, como a cinematografia, a cronociclografia, cineradiografia e, a estroboscopia. Todavia, o processo mais freqüente na análise cinemática é a videografia com quatro ou mais câmeras, de alta freqüência, para reconstrução espacial do gesto (HOFFMAM & HARRIS, 2002).

Nas análises dos segmentos em movimento, usa-se fixar nos mesmos, em pontos pré-determinados, marcadores reflexivos que podem ser passivos ou ativos. Os marcadores passivos consistem de adesivos reflexivos fixados em pontos de interesse por pontos pintados na pele; já os marcadores ativos são transmissores eletrônicos com diodos emissores de luz (LED). Marcadores cobertos com material reflexivo são os mais comumente usados para câmeras de vídeo preto e branco. Para câmaras coloridas, a cor dos marcadores pode ser usada como um aspecto adicional para reconhecer e identificar o marcador durante a análise. Câmaras filmadoras de alta velocidade são o melhor meio para quantificar o movimento, entretanto são muito caras, bem como o filme utilizado (HOFFMAM; HARRIS, 2002).

Sua descrição consiste no registro de imagens do movimento esportivo e as consequentes reconstruções com o auxílio dos pontos marcados, conforme os modelos antropométricos, que estimam a localização dos eixos articulares dos atletas onde fixam-se estas marcas. As imagens são registradas por câmeras e auxílio de correspondentes Soft- e Hardware. As coordenadas bidimensionais ou tridimensional de cada ponto corporal para cada quadro, dentro do espectro de freqüência do registro, serão determinadas através desse ponto juntamente com as funções trigonométricas e de cálculos de variáveis cinemáticas. A aplicação de modelos do corpo humano, como por exemplo os modelos de Hatze (1980), Zatsiorsky (1983), para a determinação das massas e suas propriedades geométricas e inércias de cada segmento e de Hanavan (1964) para a determinação da localização do Centro de Gravidade do corpo todo.



**Figura - 1 Evolução de modelos antropométricos biomecânicos**  
**Fonte: Amadio (1996, p. 51).**

Estas variáveis antropométricas atuam como auxiliares para a determinação de variáveis cinemáticas do centro de gravidade do corpo, por exemplo sua velocidade. Entre os principais objetivos que indicam a utilização deste procedimento poderíamos indicar: (a) avaliação da técnica para competição, (b) desenvolvimento de técnicas de treinamento, (c) monitoramento de atletas e (d) detecção de talentos esportivos (AMADIO; BAUMANN, 1990)

A partir de variáveis trajetória e decurso de tempo gasto para executar o movimento, observam-se indicadores cinemáticos de importância estrutural para a avaliação do rendimento esportivo, à saber: variações lineares e angulares de posição, velocidades lineares e angulares, velocidade do centro de gravidade, dos segmentos e das articulações, determinação das variações da aceleração do movimento, tempo de reação e tempo de movimento, entre outras variáveis a serem selecionadas conforme os propósitos da análise e necessidades indicadas pelos técnicos e/ou atletas. Devido à especificidade de cada técnica de movimento no esporte, é necessário portanto desenvolver um sistema específico para a análise meta. Isso implica na escolha e definição de variáveis apropriadas para a descrição desejada neste diagnóstico protocolar descritivo do movimento (KRABBE, 1994).



## 2.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria é a forma mais antiga de avaliação; ela data do tempo das culturas antigas da Índia, do Egito e da Grécia. No início, a prática da antropometria impunha a medida das partes do corpo e a verificação das relações entre elas. Na Índia antiga e posteriormente no Egito, foram incentivados estudos para encontrar uma única parte do corpo que pudesse ser utilizada como uma medida comum para todas as outras. Os egípcios, por exemplo, acreditavam que o comprimento do dedo médio poderia ser utilizado como uma medida comum.

A palavra Antropometria deriva do Grego *Anthropos* (Antropo o antropía) que significa homem e *metron* (metría o metro) que equivale à medida. Por isto pode-se defini-la (TRITSCHLER, 2003), como a parte da antropologia que estuda as proporções e medidas do corpo humano (MICHELS, 2000).

O termo antropometria foi utilizado pela primeira vez pelo médico alemão Johann Sigismund Elsholtz quando escreveu sua tese de graduação intitulada Antropometria, em 1654 (TANNER, 1981). Desenvolvida por antropologistas físicos, é uma técnica de mensuração das dimensões corporais, que é utilizada para analisar o crescimento corporal, modificações dos componentes corporais decorrentes desse crescimento e o estado nutricional (JOHNSTON, 1986).

A antropometria é de suma importância nos estudos do homem, a partir dela é que se pode diversificar e complementar os estudos de somatotipia e proporcionalidade, sendo possíveis a partir de técnicas de medidas provenientes da antropometria. Entretanto, possa tão somente destinar-se à medição dos segmentos corporais, constituindo assim, em área-base para o estudo do homem (PETROSKI, *et al* 1995).

Os estudos antropométricos é um processo evolutivo, sendo conceituado como o estudo do corpo humano da forma estática e dinâmica, em relação à estrutura, funções gerais e todas suas relações internas e externas. Tem como objetivo a análise de desempenho, em especial dos aspectos de aptidão física, seguimento do crescimento desenvolvimento e análise de fatores intervenientes, inclusive aspectos nutricionais e socioculturais. Suas aplicações são dadas em uma extensa variedade de áreas, incluindo, por exemplo, educação física, esporte, medicina, nutrição, biomecânica, ergonomia e ciências humanas como a educação (KISS; BÖHME; REGAZZINI *apud* GHORAYEB; BARROS, 1999).

Apresenta várias contribuições em diferentes campos de aplicação, desde a análise das proporções dos tecidos que integram à composição corporal, passando pelo estudo de parâmetros de crescimento e desenvolvimento humano, até a seleção e análise do desempenho atlético desportivo (MELO; SANTOS, 2000).

Por outro lado, a antropometria se preocupa em determinar características como as dimensões das formas geométricas de segmentos, distribuição de massa, braços de alavanca, posições articulares, etc. Vários grupos de pesquisadores dissecaram cadáveres para deduzir expressões matemáticas simples com as quais se podem estimar várias dimensões segmentares antropométricas (CHANDLER; CLAUSER; MCCONVILLE; REYNOLDS; YOUNG, 1975; DEMPSTER, 1995; HANAVAN, 1964). Como descrito por D. I. Miller, esses dados básico não são amplos e consistem principalmente em medidas feitas em indivíduos masculinos e idosos (ENOKA, 2000). Porém Zatsiorsky (1983), deduziu expressões matemáticas que estimava as dimensões segmentares antropométricas, porém diferentemente dos estudos anteriores, ele utilizou 115 estudantes de educação física (100 homens e 15 mulheres). Já Petroski, *et al* (1995) desenvolveu equações generalizadas para estimar a densidade corporal de homens e mulheres brasileiros, partindo da mensuração e análise das medidas antropométricas de 304 homens e 213 mulheres de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

## 2.4 FLEXIBILIDADE

Neste tópico serão apresentadas as definições da flexibilidade seus enfoques e benefícios, fatores que influenciam a flexibilidade, métodos de avaliação da flexibilidade.

### 2.4.1 Definição da flexibilidade

A flexibilidade é considerada um elemento importante da aptidão física (CORBIN e NOBLE, 1980). Pode ser definida como a amplitude de movimento disponível para uma articulação ou grupo de articulações. Essa amplitude de movimento pode ser atingida pela contração muscular ativa, referenciada como flexibilidade dinâmica (McNAUGHT, 1991), ou pelo movimento passivo causado por uma força externa. Este mesmo autor descreve a flexibilidade como a habilidade de mover às articulações através de um movimento de

máxima extensão, sem resultar em danos, sendo que depende mais dos tecidos moles (ligamentos, tendões e músculos) do que propriamente de uma estrutura óssea, o que acaba implicando em limitações na flexibilidade.

Por outro lado HALL (1993), descreve esta flexibilidade articular, extremamente limitada sendo indesejável porque se os tecidos colágenos que atravessam a articulação estiverem tensos, a probabilidade de eles sofrerem estiramento ou ruptura quando a articulação é forçada acima de seu arco de movimento normal aumentada. O autor conclui que a Flexibilidade é a capacidade de realizar movimentos a nível articular.

No uso do vocabulário esportivo, entende-se por flexibilidade a qualidade de flexível, capacidade de elasticidade, a facilidade de ser manejado, a maleabilidade, a agilidade, a vivacidade, além de certas adaptações psicológicas (GROSSER, 1976, apud FERNANDES, 1981). Esse conceito engloba, conseqüentemente, várias áreas. Por isso, pode-se compreender que a flexibilidade é a capacidade que tem o atleta de poder executar movimentos de grande amplitude angular por si mesmo ou sob a influência auxiliar de força externa (WEINECK, 1986).

Muitas vezes, a manifestação da flexibilidade durante as habilidades esportivas é diferente do teste de flexibilidade de forma estática. As habilidades esportivas são em grande parte dinâmicas, realizadas com a força dos músculos agonistas e relaxamento dos músculos antagonistas. Os testes de flexibilidade estáticos são realizados pelo alcance de uma posição e permanência por um breve tempo no movimento, pelos quais se determina a flexibilidade. Em geral, os testes de flexibilidade estáticos não solicitam a força dos músculos agonistas.

Assim definidas: A “flexibilidade estática” sendo a escala de movimentos atingidos por um alongamento lento e firme até os limites das articulações envolvidas e a “flexibilidade dinâmica” que é a escala de movimentos alcançada quando se movimenta rapidamente, parte até seu limite, também denominadas ativa e passiva, sendo classificada como passiva a amplitude do movimento ao redor de uma articulação (MATHEWS & FOX 1983). Para), significa extensão sem se contrair ou fazer força, seguindo pela conservação da postura final por um certo tempo, referindo-se a amplitude de movimento em redor de uma articulação. Weineck (1986), define a amplitude ativa como máxima possível de uma articulação que o atleta pode realizar, graças a contração dos agonistas, por meio do alongamento paralelo dos antagonistas.

Outros autores como Dantas (1991), Hall (1993), Júnior (1995), Anderson (1985), classificam a flexibilidade também em ativa, passiva e acrescentam os métodos mistos, em especial os baseados no FNP (Facilitação Neuromuscular Proprioceptivo), o qual consiste

numa contração isométrica do músculo a ser trabalhado contra uma resistência fixa durante a fase de impulso. Durante a fase de relaxamento as duas técnicas envolvem relaxamento de toda a musculatura circunvizinha à que a articulação trabalha, enquanto a musculatura a ser trabalhada é passivamente alongada.

Em outros termos definida, de forma operacional, como uma “qualidade motriz que depende da elasticidade muscular e da mobilidade articular, expressa pela máxima amplitude de movimentos necessária para a perfeita execução de qualquer atividade física eletiva, sem que ocorram lesões anátomopatológicas” (ARAÚJO, 1984). Sua identificação com aspectos da aptidão física é antiga, e até certo ponto popular (HOLLAND, 1968). Durante muito tempo, porém, o interesse científico no assunto permaneceu praticamente restrito à descrição de algumas síndromes clínicas (CORBIN; NOBLE, 1980; ARAÚJO, 1987). Apenas a partir da segunda metade do século XX passou-se a estudar a flexibilidade de forma sistemática, como um componente importante da aptidão física referenciada à saúde e ao desempenho (FARINATTI; MONTEIRO, 1992).

Uma outra definição foi apontada por HOUGLUN (2001), que diferencia a flexibilidade da amplitude de movimento, sendo a primeira dada como a capacidade da unidade músculo-tendínea em se alongar com uma determinada força. E a redução de flexibilidade provoca redução da amplitude de movimento, definindo esta última como a quantidade de mobilidade de uma articulação, determinada pelo tecido mole e estrutura articular. Independente desta tentativa em distingui-las, necessita ser mais bem elucidada a definição de amplitude de movimento para saber se esta pode ser usada como sinônimo de flexibilidade ou não.

HOFFMAN, SHELDAHL, KRAEMER (2002) utilizam amplitude de movimento referindo-se à flexibilidade. Numa percepção diferente, poderia usar-se o termo flexibilidade como um determinante da amplitude de movimento, esta última dependente de fatores climáticos, motivação, lesão etc..

Ao se testar a flexibilidade com finalidade de se realizarem estudos científicos, atribui-se ao desconforto do alongamento o limite da amplitude do movimento. Este limite de amplitude de movimento é considerado como a resistência passiva inicial; maior resistência é registrada com o alcance da amplitude passiva máxima correspondendo ao comprimento muscular máximo (GAJDOSIK, 2001, apud ACHOUR JUNIOR, 2007). Definir flexibilidade como amplitude articular máxima é complexo em razão de que, para se conhecer o máximo de resistência de um sistema mecânico, é preciso provocar rompimento da estrutura.

Nota-se também que, em treinamentos em esportes como as ginásticas esportivas, este limiar fisiológico de resistência musculartoarticular geralmente não é considerado, porque alguns exercícios de alongamento ultrapassam a sensação inicial de desconforto e resistência musculartoarticular.

Outra questão importante e nebulosa consiste na resistência dos componentes musculartoarticulares em relação ao aumento da amplitude de movimento. É comum acreditar-se que alcançar uma determinada amplitude do movimento é alongamento, em razão de se utilizarem somente músculos, e ao superar esta amplitude é flexibilidade; entretanto, o alongamento não consiste em utilização exclusiva dos músculos (CUMMINGS, 1984 apud ACHOUR JUNIOR, 2007).

Similarmente, uma outra proposta seria designar alongamento com baixa tensão, moderada tensão e forte tensão (ACHOUR JUNIOR, 2006), mas esta proposição precisa ser examinada com mais profundidade, porque na prática a tensão muscular seria percebida de forma subjetiva. Até o presente, com maior frequência, alongamento é considerado um exercício físico que pode manter e/ou desenvolver flexibilidade, referida como uma capacidade motora na qual incidem influências genéticas e ambientais.

Podemos dizer que a flexibilidade se refere à elasticidade ou à descontração muscular do corpo ou de articulações específicas, envolvendo as inter-relações ósseas, musculares, fasciculares, tendinosas, ligamentares e de tecido adiposo e cápsula articular, (POLLOCK & WILMORE 1993).

Segundo (FARINATTI, 1995), existe a necessidade de níveis mínimos de flexibilidade, quer seja como forma de prevenção contra determinadas patologias, ou para um melhor desempenho atlético. A manutenção de bons níveis de flexibilidade nas principais articulações tem sido comumente associada a: maior resistência às lesões; menor propensão quanto à incidência de dores musculares, principalmente na região dorsal e lombar; prevenção contra problemas posturais (ACHOUR JÚNIOR, 1996).

#### **2.4.2 Fatores que influenciam a Flexibilidade.**

Diversos fatores influenciam a capacidade de flexibilidade, entre eles a idade, sexo, o processo de crescimento e desenvolvimento, em consideração quando se avalia a flexibilidade de crianças e adolescentes, pois diferentes estágios de maturação biológica podem influenciar

o nível de flexibilidade, e conseqüentemente a amplitude de movimento articular (PRATT, 1989).

Ou mesmo a temperatura corporal e estado de treinamento apresenta influências diretas sobre a estrutura, composição dos tecidos e também por fatores externos, os quais se encontram no ambiente como à hora do dia (pela manhã a flexibilidade é menor); a temperatura (no frio a flexibilidade tende a reduzir) e o exercício, por influenciar diretamente os componentes plásticos e elásticos do músculo que irá modificar o potencial de flexibilidade do indivíduo, levando conseqüentemente a um comportamento bastante diversificado dos níveis de flexibilidade articular (LAMARI, CHUEIRE e CORDEIRO, 2005; SECKIN *et al.*, 2005).

O genótipo da pessoa também interfere: algumas pessoas possuem uma flexibilidade fraca e, por mais que se submetam aos treinamentos, melhoram muito pouco, enquanto outras já nascem flexíveis demais, atribuídas pelas características genéticas (Grahame, 2001). Em relação ao sexo, em geral, as mulheres têm demonstrado maiores níveis de flexibilidade do que os homens, independente da idade (ACHOUR JÚNIOR, 1996; LAMARI, CHUEIRE e CORDEIRO, 2005, SECKIN *et al.*, 2005) e essas diferenças se mantêm ao longo de toda a vida. Independentes do sexo, vários autores têm descrito que a flexibilidade decresce com a idade (POLLOCK, WILMORE, 1993) e apontam que um decréscimo mais acentuado só é verificado a partir dos 30 anos. Esta redução parece estar estreitamente associada a uma diminuição da capacidade de estiramento dos tendões, ligamentos e músculos, devido a uma perda de água, fibras elásticas e mucopolissacarídeos.

Por outro lado, esta redução é associada mais a um decréscimo nos níveis de atividade física decorrente do avanço da idade do que ao processo de envelhecimento, quanto mais velha a pessoa, menor sua flexibilidade WEINECK (1991).

A flexibilidade é o único requisito motor que atinge seu auge na infância, até os 10 anos, piorando em seguida se não for devidamente trabalhada. Por esta razão, o treinamento de flexibilidade deve começar já na infância, para que não haja perda e para garantir uma boa elasticidade na vida adulta. A primeira infância, que se caracteriza do nascimento até os três anos de idade, o trabalho de flexibilidade deve ser o mais natural e menos forçado possível (DANTAS, 1995). Não se deve impor à criança posturas ou movimentos visando aumentar seus arcos articulares, devido à fragilidade dos componentes envolvidos.

Na segunda infância, que se prolonga dos três até os seis sete anos, já se pode falar em treinamento de flexibilidade. A forma mais conveniente de realizar o trabalho é inserir exercícios de flexionamento em pequenos jogos ou sessões de ginástica utilitária com alto

componente lúdico. Já na terceira infância, fase que vai dos seis, sete anos ao início da puberdade, pode-se iniciar o treinamento de flexibilidade com finalidade esportiva, exigindo elevado grau de desenvolvimento dessa qualidade física. No final desta fase, ocorrerá normalmente o início do surto pubertário acarretando inúmeras alterações a nível hormonal, fisiológico e morfológico que irão provocar profundas modificações na biomecânica dos movimentos e na capacidade de estiramento dos músculos Miller (1994). Para este autor, a flexibilidade também está relacionada ao comprimento corporal, normalmente leva a uma diminuição da flexibilidade. Também ressalta o fato de que a flexibilidade aumenta durante os primeiros anos da escola, diminuindo à medida que se chega à adolescência.

Em relação à prática de atividades físicas regulares, os indivíduos mais ativos normalmente têm se mostrado mais flexíveis do que os indivíduos menos ativos (ACHOUR JÚNIOR, 1996). Isto se deve a um possível encurtamento dos tecidos colágenos, tornando-os mais rígidos e conseqüentemente reduzindo sua capacidade de elasticidade devido à falta de atividade física regular. Entretanto, mesmo aqueles indivíduos considerados ativos, como no exemplo dos maratonistas, os níveis de flexibilidade podem ser bastante reduzidos caso não realizem atividades físicas que envolvam extensão total dos segmentos (POLLOCK, WILMORE, 1993).

Para que as atividades físicas tenham influência positiva sobre os níveis de flexibilidade, as articulações devem ser solicitadas acima da amplitude de movimento habitual. Os exercícios contra resistência (musculação) realizados com amplitudes articulares reduzidas, combinados à ausência de alongamentos, podem provocar reduções na flexibilidade articular. Quanto a esse assunto Farinatti, (1995) ao analisar os efeitos agudos de um programa de musculação, verificou efeitos negativos sobre os índices de flexibilidade, sendo os indivíduos do sexo masculino os mais afetados.

HOLLMANN, HETTINGER (1989), falam sobre alguns dos fatores limitantes do desempenho em relação à flexibilidade, que seriam a estrutura articular, a própria massa muscular e a sua capacidade de distensão dos tendões, ligamentos e cápsulas articular, bem como a pele.

Os autores citados acima lembram que todos estes fatores são, portanto, de natureza mecânica, devendo-se fazer distinção entre os não-influenciáveis e os influenciáveis. Os primeiros são as respectivas estruturas articulares e a massa muscular existente que dificulta a continuação do movimento. Isto se refere, sobretudo, a pessoas de musculatura muito espessa. Contrariamente a estes, os outros fatores são influenciáveis através de exercícios correspondentes. JONHS; WRIGHT, 1962 apud HOLLMANN; HETTINGER, (1989),

pesquisaram a importância relativa de diversos tecidos em relação à limitação da flexibilidade. Segundo seus resultados, os fatores mais importantes são os envoltórios musculares, as cápsulas articulares e os tendões.

Todos estes fatores influenciam muito na flexibilidade no bem-estar físico e mental do indivíduo, porém, não se pode esquecer o fator psicológico que tem grande influência sobre todos os fatores citados e conseqüentemente sobre a flexibilidade.

### **2.4.3 Métodos para medida e avaliação da flexibilidade**

Os métodos para a medida e avaliação da flexibilidade podem ser classificados em função das unidades de mensuração dos resultados em três tipos principais: angulares, lineares e adimensionais. Os testes angulares são aqueles que possuem resultados expressos em ângulos - a medida dos ângulos é denominada goniometria e podem ser obtidos através de diferentes instrumentos; os testes lineares (sentar e alcançar) se caracterizam por expressar os resultados em uma escala de distância, tipicamente em centímetros ou polegadas. Eles são realizados através de fitas métricas, régua ou trenas para a mensuração dos resultados. Os testes adimensionais (flexiteste) têm como principal característica a interpretação dos movimentos articulares, comparando-os com uma folha de gabarito (ARAÚJO, 2002).

O teste de WELLS & DILLON (1952), amplamente conhecido como sentar e alcançar (SA) METHEWS *et al* (1957), provavelmente é um dos testes mais antigos sobre mobilidade articular THOMAS & NELSON (1985). Tal Teste visa à articulação do quadril e tem sido empregado nos mais diferentes compôs da atividade física.

Este teste vêm sendo um dos mais indicados tanto para avaliação de crianças e adolescentes (ACHOUR JÚNIOR, 1996) quanto na avaliação de adultos. Sua grande aceitação se deve pelos seguintes itens: utilização de um movimento que se assemelha com algumas ações do cotidiano; grande facilidade na sua aplicação, principalmente quando envolve um grande número de sujeitos a serem avaliados; alta reprodutibilidade e porque avalia a flexibilidade ao nível da coluna e dos músculos isquiotibiais, que está associada a grande parte das queixas dolorosas na região lombar e aos problemas de ordem postural. No entanto, deve-se levar em consideração que um elevado índice de flexibilidade na região do quadril não reflete necessariamente um bom índice em qualquer outra região.

Dada a importância que a flexibilidade pode assumir para execução dos gestos particulares as modalidades esportivas, a determinação da mobilidade articular, além disso, os



estudos sobre a flexibilidade articular humana têm levado em consideração aspectos como composição corporal (Guedes e Guedes, 1997), medidas antropométricas (Grant *et al.*, 2001), características genéticas (Grahame, 2001), culturais (Guedes e Guedes, 1997) e patológicas (Tsang e Mak, 2004).

Seguindo a linhas diferentes, Farinatti (1991). Farinatti & Monteiro (1992) e Farinatti, Araújo & Vanfraechem (1997) em que observaram a influência da flexibilidade em crianças pré-púberes e pós-púberes na facilidade de aprendizagem de atividades para as quais a mobilidade articular fosse reconhecidamente importante, e não especificamente o desempenho em tarefas previamente aprendidas. Evidenciou-se que a mobilidade articular em crianças antes da puberdade tem uma relação positiva com a facilidade de aprendizagem de gestos específicos.

Num estudo sobre os tecidos que interferiam prioritariamente na flexibilidade, com nove mulheres entre as idades de 35 e 65 anos, Cummings (1984) constatou que o músculo causou a primeira limitação na extensão do cotovelo, seguido pelos ligamentos. Com a continuidade do movimento, a amplitude seria impedida pelos ligamentos, cápsulas articulares e ossos.

Muitas pesquisas em animais são invasivas, diferentemente da maioria das pesquisas em humanos, feitas indiretamente; em razão disso, os resultados delas com relação à flexibilidade devem ser minuciosamente interpretados, pelas possibilidades de apresentarem respostas diferentes quando forem comparados com humanos.

## 2. 5 DESENVOLVIMENTO INFANTIL

O movimento é de fundamental importância para o ser humano, pois desde os primeiros momentos de vida já existe a interação com o meio ambiente (SURDI; KREBS, 1999). Este processo de desenvolvimento revela-se através de mudanças no comportamento do movimento ocorrendo ao longo da vida num processo de aprendizagem de como se mover com controle e competência. Isto possibilita observar o processo de desenvolvimento motor através de estudos do exame da progressão seqüencial das habilidade do movimento por todo o período da vida (KREBS, 1992, TANI, 1999, VIEIRA, 1999).

O crescimento humano se caracteriza por quatro fases distintas .

- Fase 1 – crescimento intra-uterino que vai da concepção ao nascimento;

- Fase 2 – primeira infância que vai do nascimento aos 2 anos de idade mais ou menos, onde o crescimento é mais lento que na fase anterior;
- Fase 3 – segunda infância ou intermediária, período de equilíbrio e crescimento uniforme;
- Fase 4 – adolescência, fase final do crescimento que se estende mais ou menos dos 10 anos aos 20 anos; Nesta fase o crescimento inicialmente se acelera até atingir um máximo em torno de 15 anos e depois declina rapidamente até 20 anos. No padrão de espécie apresenta grande amplitude de variação de indivíduo para indivíduo. A variabilidade dentro da normalidade é uma característica biológica (PENA apud MARCONDES, 1991).

### **2.5.1 Crescimento e desenvolvimento físico**

Podemos descrever que os termos de crescimento e desenvolvimento físico são freqüentemente utilizados erroneamente como sinônimos. O termo desenvolvimento refere-se às mudanças que ocorrem nas estruturas corporais desde o momento da concepção até a morte, num sentido mais amplo. Estas mudanças, em diferentes etapas evolutivas, podem ser analisadas através de diversos parâmetros (peso, altura, perímetros, dobras cutâneas, etc.), oferecendo informações precisas sobre o estado de crescimento global do organismo e sua adaptação com o meio ambiente.

Crescimento, de acordo com Guiselini (1985), é o aumento na estrutura corporal, tendo em vista a proliferação e aumento em tamanho das células, e segundo Gallahue; Ozmun (2001), é entendido como o aumento do tamanho do corpo de um indivíduo na maturação. O mesmo autor esclarece que o desenvolvimento, por sua vez, é o aumento da capacidade de realizar tarefas funcionais cada vez mais complexas, compreendendo as alterações no nível de funcionamento de um indivíduo ao longo do tempo, sendo um processo amplo e permanente de alteração.

Segundo Jop & Pierson (1980), a noção de crescimento se completa pela velocidade de crescimento que, em um mesmo momento, diferentes partes do corpo podem ter velocidades de crescimento diferentes, e desta velocidade de crescimento que dependem a estatura definitiva ou as diferenças observadas entre as crianças de uma determinada idade. Para Gallahue (2003) 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, sendo que os principais fatores que regulam são os genéticos,

hormonais e ambientais. Os fatores hormonais realizam os mecanismos fisiológicos desse programa genético ao nível das grandes funções orgânicas onde o terceiro elemento que condiciona o desenvolvimento normal é o ambiente, sendo a nutrição o fator mais importante, incluindo-se também o contexto familiar, afetivo, social, econômico, cultural e “acontecimentos” que podem gerar distorções nos programas de evolução do crescimento.

O crescimento varia entre diversos grupos étnicos e povos. Com o decorrer do tempo, em países sub desenvolvidos e desenvolvidos as crianças têm crescido mais rapidamente e atingido para cada idade alturas sucessivamente maiores, devido ao fenômeno da aceleração secular do crescimento. Também descrito por Chipkevith (1995), durante a adolescência são encontrados mudanças rápidas e intensas na velocidade de crescimento, tanto no peso como na estatura. Newcombe (1999), afirma que apesar da adolescência apresentar muitas variações, as mudanças físicas e fisiológicas da puberdade, que marcam o início da adolescência, são universais.

Bee (1997), acrescenta que a adolescência apresenta uma faixa etária imprecisa em seus limites, e ainda explica que essa intensa aceleração do crescimento adolescente seguida por uma desaceleração até sua estabilização é conhecida como estirão puberal. E, nesse período encontra-se um ponto em que é atingida a velocidade máxima de crescimento, denominada de pico de velocidade de crescimento.

O estirão, de acordo com Chipkevith (1995), Spear (2002), é o único processo de aceleração durante todo o processo de crescimento extra uterino, o único momento em que a aceleração do crescimento é maior do que nesse períodoé na vida intra-uterina até 4º ou 5º mês gestacional.

Esse estirão conforme mencionado por Chipkevith (1995) e Eckert (1993), relaciona-se de maneira particular com outros da puberdade, como a manutenção sexual e a menarca. No Brasil , as meninas iniciam o estir.o em média aos 9,5 anos de idade e com uma estatura de cerca 140 cm, atingindo a velocidade máxima do estirão entre 11 e 12 anos e menarca aos 12,5 anos (CHIPKEVITH, 1995). Gallahue e Ozmun (2001), Newcombe (1999), afirmaram que o pico de crescimento em meninas ocorre por volta dos 9 anos de idade, atingindo sua velocidade aos 11 anos e estabilizando-se por volta dos 13 anos de idade, apresentando sua altura máxima por volta dos dezesseis anos. Entretanto, Spear (2002), acrescenta que nos Estados Unidos a menarca ocorre por volta dos 12,5 anos.

Spear (2002), aponta como um dos primeiros sinais de mudança puberais nas meninas o desenvolvimento dos botões mamário por volta dos 10,6 anos de idade, com a possibilidade do surgimento dos pelos pubianos precedê-los em 1/3 das meninas. Os meninos segundo

Chipkevitch (1995), Gallahue e Ozmun (2001), iniciam o estirão praticamente 2 anos depois, medindo cerca de 10 cm a mais, atingindo o pico de velocidade de crescimento entre os 13 e 14 anos e estabilizando por volta dos 15 anos de idade.

Durante toda a infância meninas e meninos apresentam uma estatura média muito parecida, entretanto, na puberdade aproximadamente entre 11 e 14 anos, as meninas passam a ter uma média de altura superior a dos meninos, pois elas passam mais precocemente pelo estirão de crescimento. Mas param de crescer mais cedo também, em razão disso, os meninos acabam ficando mais altos por apresentarem um tempo maior de crescimento (CHIPKEVITCH,1995). Por volta dos 10 anos de idade, conforme Gallahue e Ozmun (2001), as crianças já atingem cerca de 80% de sua altura adulta e um pouco mais de 50% de seu peso corporal. Na adolescência o indivíduo ganha rapidamente o restante de seu peso e os 20% da estatura definida, devido a aceleração da velocidade de crescimento nesse período (EKERT, 1993).

Tendo como objetivo avaliar a idade de desenvolvimento, biológica ou fisiológica de uma criança, Eckert (1993), Gallahue e Ozmun (2001), descrevem que a idade biológica fornece um índice do progresso do indivíduo em relação à maturidade, com correspondente na idade cronológica, podendo ser determinada através: (1) da idade morfológica, (2) da idade esquelética, (3) da idade dental e (4) da idade sexual.

Segundo Eckert (1993) e Gallahue e Ozmun (2001), a idade morfológica emprega a mensuração da altura, peso e várias medidas antropométricas, sendo uma das mais utilizadas. Já a idade esquelética baseia-se na quantidade de fusão fisária e de ossificação, fornecendo um registro da idade biológica do esqueleto em desenvolvimento, raramente utilizada fora de instalações clínicas ou laboratoriais, visto que o principal instrumento para sua realização é o raio-x. A avaliação dental é precisa, porém pouco utilizada. Verifica a seqüência do desenvolvimento dos dentes desde a primeira aparição dos caninos até o fechamento das raízes, fornecendo a idade de calcificação.

Por último, há a idade de caracteres sexuais primários ou secundários, ou idade sexual. Um meio preciso para sua avaliação é a escala de maturidade de Tanner, escrita em 1962, a qual está baseada em avaliações para verificação da maturação dos órgãos genitais, presença de pelos pubianos e desenvolvimento de mamas. Ainda em relação às características sexuais, Bee (1984), explica que as etapas do desenvolvimento físico nas meninas são iniciadas pela mudança nos seios e pelos púbicos, seguidas por um pico no estirão de crescimento, culminando com a ocorrência da menarca, geralmente 2 anos após o início do processo de

maturação. Após este evento, continua o processo de modificações nos seios e nos pelos púbicos.

A idade cronológica conforme escreve Gallahue e Ozmun (2001), continua sendo o meio mais comum para classificar o desenvolvimento, entretanto, devido as mudanças ocorridas no tempo de maturidade biológica no decorrer dos séculos a média de idade cronológica correspondente aos períodos púberes e pré-púberes baixou, e as tendências econômicas e socioculturais deixaram o período conhecido como adolescência com uma duração mais longa. Deste modo, a adolescência que compreendia um período entre 13 a 18 anos de idade, atualmente inicia aos 10 anos e não termina antes dos 20 anos de idade.

## **III MÉTODO**

Neste capítulo são apresentados os itens referentes aos procedimentos metodológicos que orientam o presente estudo, assim descritos: característica do estudo, participantes da pesquisa, instrumentos características e utilização, variáveis do estudo controle das variáveis, coleta de dados, processamento e tratamento limitação do estudo.

### **3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO**

O presente estudo caracteriza-se como descritivo de cunho exploratório, pois de acordo com Cerro e Bervian, (1996), é descritiva porque procura descobrir a natureza e características de fenômenos para obter uma nova percepção e adquirir maiores informações, sendo seus resultados aproveitáveis, no futuro, na alteração efetiva de certas práticas inoperantes. De cunho exploratório por se tratar de uma abordagem nova de um tema ainda pouco discutido e analisado.

Teve como delimitação avaliar e descrever das características cinemáticas do agachamento de crianças de ambos os sexos na faixa etária de 7 a 12 anos, que freqüentam regularmente as aulas de Educação Física e que residam em Florianópolis – SC, Brasil.

Pesquisa realizada no Laboratório de Biomecânica do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), da Universidade do Estadual de Santa Catarina (UDESC).

### 3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos desse estudo foram escolares de ambos os sexos, moradores da cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, que frequentavam regularmente escolas no segundo semestre de 2008 e que participam das aulas de Educação Física previstas no currículo.

Participaram 103 crianças com idade compreendidas entre 7 a 12 anos, de ambos os sexos, selecionadas de forma casual-sistemática, a partir da listagem fornecida pelas escolas, mediante consentimento escrito dos pais ou responsáveis após reunião técnica explicativa do estudo e sobre os procedimentos da coleta dos dados com a direção das escolas. Foi estabelecido como pré-requisito à inclusão no estudo, participação nas aulas de Educação Física. As crianças eram procedentes de três escolas públicas de Florianópolis de 1ª a 6ª séries.

#### 3.2.1 Características dos sujeitos

A fim de melhor caracterizar o estudo fez-se a separação em faixas etárias por meio da idade cronológica, foram subdivididos em dois grupos: Grupo 1, crianças com idade entre 7, e 9 anos com uma média de  $7,94 \pm 0,83$  anos; grupo 2 entre 10, e 12 anos tendo uma média de  $10,92 \pm 0,79$  anos, totalizando um "n" amostral de 103 crianças. Tabela 1.

**Tabela 1** - Critérios de categorização das idades.

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>Idade das crianças em anos meses e dias</b>	<b>n</b>
07 a 09 anos	1	De 07 anos a 09 anos, 11 meses e 29 dias	51
10 a 12 anos	2	De 10 anos a 12 anos, 11 meses e 29 dias	52

A faixa etária das crianças foi intencionalmente escolhida, visando abranger crianças na fase inicial de maior crescimento extra uterino, início de maior estirão, ou seja, em fase de aceleração do processo de crescimento físico, principalmente em meninas segundo Chipkevitch (1995). Esta fase pode interferir no processo de flexibilidade bem como na avaliação antropométrica, visto que poucos estudos preocupam-se em caracterizar o agachamento em crianças, procurando determinar suas estratégias e alterações posturais. Sendo assim, os dados antropométricos mensurados para o presente estudo foram os apresentados na tabela 2 a seguir.

**Tabela 2 - Dados descritivos das variáveis antropométricas das crianças**

Variáveis	n	$\bar{X}$	S	CV %
Massa (kg)	103	32,38	8,35	25,79
Estatura (cm)	103	135,04	11,4	8,45
Tronco (cm)	103	37,52	5,92	15,79
Comprimento membro inferior (cm)	103	69,93	9,94	14,21
Comprimento Perna (cm)	103	38,31	4,33	11,30
Comprimento Coxa (cm)	103	33,12	5,05	15,26
Comprimento do pé (cm)	103	21,22	2,10	9,90
Largura do pé (cm)	103	7,90	0,70	8,91

Seguindo as características expostas na Tabela 2, foram avaliadas 103 crianças com média de idade  $9,45 \pm 1,70$  anos. Destas, 43 representam o sexo masculino com média de idade  $9,29 \pm 1,80$  anos, e 60 o sexo feminino média de idade  $9,52 \pm 1,62$  anos. Dentre as crianças que participaram do estudo 78 só participam das aulas de Educação Física escolar. Somente 25 crianças praticam atividades físicas extra-curriculares (9 meninas praticam ginástica rítmica, 8 meninos Atletismo, 5 meninas e 3 meninos Ginástica Olímpica).

### 3.3 INSTRUMENTOS: CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO

No presente estudo foram utilizados os seguintes instrumentos, os quais estão agrupados de acordo com sua finalidade.

#### 3.3.1 Para medidas antropométricas

**a) Balança digital:** com resolução de 0,05kg, carga máxima de 150 kg e mínima de 1,25 kg, foi utilizada para verificar a massa corporal das crianças (método digital)

**b) Paquímetro:** amplitude de medida de 200 mm, resolução 0,01 mm, precisão 0,05 mm, repetibilidade 0,01 mm.

**c) Estadiômetro:** escala de medida de 0,1 cm, fixa na parede determinou a estatura e o comprimento do tronco.

**d) Fita métrica:** com 150 cm de comprimento, resolução de 0,1cm, foi utilizada para Mensuração do comprimento real dos membros inferiores.



### 3.3.2 Para aquisição de imagens

Para aquisição e processamento das imagens, durante os movimentos de agachar e retornar à posição ortostática das crianças foi utilizado o sistema de câmeras integrando o sistema de cinescopia *Peak Motus*, que consiste em um sistema de videografia computadorizado 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 vídeos 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 digital (MOTUS, 1996).

O sistema *Peak Motus* utiliza para a reconstrução 3D da imagem o método DLT (*Direct Linear Transformation*), proposto por Abdel-Aziz (1971), cujo objetivo é realizar uma transformação linear direta das coordenadas do sistema de referência de calibração (Coordenadas X e Y conhecidas) para as coordenadas espaço-objeto. Este sistema exige pelo menos duas câmeras não-paralélas que estejam sincronizadas previamente através de um operador de sincronismo (MOTUS, 1996).

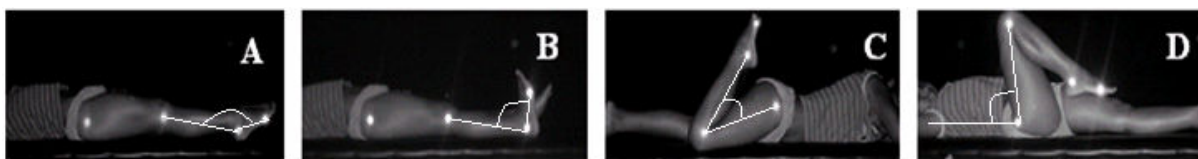
O sistema permite utilizar-se de diferentes tipos de calibradores – paralelepípedo, haste, cônicos, piramidais, em forma de L – conforme a exigência dos dados a serem adquiridos.



Figura - 2 Câmera de vídeo *Peak Motus HSC-180*.

### 3.3.3 Para a aquisição da amplitude articular

Para a aquisição destas medidas, adotou-se o flexiteste proposto por (ARAÚJO, 2002). Como instrumento foi utilizada uma câmera fotográfica digital (Mitsuca 8.0 mega pixels), fixada em um tripé e posicionada perpendicularmente ao plano sagital do indivíduo, a uma distância de 3 m. Adquiridas as imagens das medidas de amplitude articular ativa e passiva do quadril, joelho e tornozelo como mostra a Figura 3 a seguir.



**Figura - 3** Procedimento de avaliação dos ângulos articulares: A – Flexão plantar; B - Dorsiflexão do tornozelo; C - Flexão do joelho; D - Flexão do quadril.

Os ângulos de flexão e extensão ativa e passiva (movimento realizado com o auxílio do pesquisador) são mensurados pelas intersecções das retas adquiridas pela união dos eixos articulares, como se segue: Na mensuração do ângulo de dorsiflexão (Figura 3 - B) e flexão plantar (Figura 3 - A) realizada uma intersecção dos pontos entre o epicôndilo lateral, maléolo lateral e cabeça do 5º metatarso (Figura 3 - A e B, respectivamente). A mensuração do ângulo do joelho realizada uma por uma intersecção entre os pontos de referencia do trocânter maior, epicôndilo lateral e maléolo lateral (Figura 3 - C). Para mensuração do ângulo do quadril é traçada uma linha imaginária vertical mediana ao tronco se interseccionando com o ponto de referencial do tubérculo maior ao epicôndilo lateral (Figura 3 - D).

## 3.4 VARIÁVEIS DE ESTUDO

Para determinar as variáveis do estudo, foi realizado um estudo piloto (APÊNDICE A), com participação de 5 crianças com idade de 7 a 11 anos. Com este piloto foi possível estabelecer as variáveis relevantes para estudo como segue nos quadro 1, 2, 3, 4 e 5 a seguir.

### 3.4.1 Variáveis Antropométricas

VARIÁVEIS	Especificações	Unidade de medidas	Instrumentos
Antropométricas	Massa	Kg	Balança
	Estatura	Cm	Estadiômetro
	Comprimento do tronco	Cm	Estadiômetro
	Comprimento de membros inferiores	Cm	Paquímetro

**Quadro 1 - Variáveis antropométricas**

**Massa:** Medida da quantidade de matéria que um corpo possui (PETROSKI, 1999). Foi medida através de uma balança digital, sendo o valor expresso em quilogramas (kg).

**Estatura:** Distância compreendida entre dois planos que tangenciam, respectivamente a região plantar e o vértex (MONTEIRO, 1998). Operacionalmente foi medida com a utilização de um estadiômetro fixo na parede, avaliados na posição ortostática, cabeça no plano Frankfurt, sendo seus valores expressos em centímetros (cm).

**Comprimento do tronco:** Distância compreendida entre o vértex e o plano de apoio da bacia (espinhas isquiáticas), (PETROSKI, 1999). Medida na posição sentada em um banco de 50 cm de altura, mensurada através de estadiômetro, sendo seu valor expresso em centímetros (cm).

**Comprimento da perna:** Medida entre a protuberância da tíbia e maléolo lateral, determinada através do epicôndilo lateral do fêmur ao maléolo lateral, (Altura tibial Medial menos Altura do maléolo), que corresponde maléolo e região plantar. (PETROSKI, 1999). Foi medida na posição ortostática, através de fita métrica, sendo seu valor expresso em centímetros (cm).

**Comprimento da coxa:** Variável antropométrica medida do trocanter maior e protuberância da tíbia. Operacionalmente: determinada através do ponto trocanter maior ao epicôndilo lateral do fêmur, (Altura do Trocanter – Altura Tibial Medial) (PETROSKI, 1999). Foi medida através de fita métrica, sendo seu valor expresso em centímetros (cm).

**Comprimento do pé:** Distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente, na região anterior da tuberosidade da falange distal do dedo maior, seguindo a orientação do eixo longitudinal do pé (calcanhar – dedo) (MANFIO, 2001). Foi medida com o avaliado na posição ortostática, através de paquímetro, sendo seu valor expresso em milímetros (mm), convertidos em centímetros (cm).

**Largura do pé:** Medida que vai da região lateral da tuberosidade do [I] ao [V] metatarso, (MANFIO, 2001). Foi medida com o avaliado na posição ortostática através de paquímetro, sendo seu valor expresso em milímetros (mm), convertido em centímetros (cm).

### 3.4.2 Variáveis de amplitude articular ativa e passiva

VARIÁVEIS	Especificações	Unidade de medidas	Instrumentos
Angulares	Ângulo de flexão do quadril ativo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de flexão do joelho ativo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de flexão do tornozelo ativo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de extensão do tornozelo ativo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de flexão do quadril passivo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de flexão do joelho passivo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de flexão do tornozelo passivo	Graus (°)	Máquina fotográfica
	Ângulo de extensão do tornozelo passivo	Graus (°)	Máquina fotográfica

**Quadro 2 - Variáveis de amplitude articular**

**Amplitude articular do quadril ativo e passivo:** Definida como ângulo absoluto, formado pela linha imaginária vertical mediana ao tronco se interseccionando com o ponto referencial do tubérculo maior ao epicôndilo lateral, resultantes de uma ação voluntária dos músculos, conforme Paris e Loubert, (1999), na máxima flexão ativa e passiva (passivamente o avaliador flete a coxa do avaliado até o limite suportável do sujeito), nestes instantes o sujeito será fotografado. Registrado através de fotografias e analisado no programa de avaliação postural, SAPO®. Expresso em graus (°).

**Amplitude articular do joelho ativo e passivo:** Definida como ângulo relativo, sendo movimentos articulares resultantes de uma ação voluntária dos músculos, conforme Paris e Loubert, (1999). Mensurado pela intersecção das retas adquiridas pela união dos pontos dos eixos articulares do quadril ao eixo do joelho e do eixo do joelho ao eixo do tornozelo, no instante de máxima flexão ativa e passiva (instante em que o avaliador, depois da amplitude ativa, passivamente flete o joelho, até o limite suportável do sujeito), nestes instantes o sujeito será fotografado. Registrado através de fotografias e analisado no programa de avaliação postural, SAPO®. Expresso em graus (°).

**Amplitude articular do tornozelo ativo e passivo:** Movimento de flexão plantar e dorsiflexão, realizado por uma intersecção dos pontos entre o epicôndilo lateral, maléolo lateral e cabeça do 5º metatarso, as articulações são passivamente mobilizadas em direção da amplitude de movimento, que contrastando com os movimentos ativos poderá se determinar a natureza da resistência no final da amplitude de movimento (sensação de final de curso), nestes instantes o sujeito será fotografado. Registrado através de fotografias e analisado no programa de avaliação postural, SAPO®. Expresso em graus (°).

### 3.4.3 Variáveis cinemáticas angulares

VARIÁVEIS	Especificações	Unidade de medidas	Instrumentos
Cinemáticas	Ângulo máximo e mínimo de flexão e extensão do tronco forma espontâneo e padronizada	Graus (°)	Câmera de vídeo
	Ângulo máximo e mínimo de flexão e extensão do quadril forma espontâneo e padronizada	Graus (°)	Câmera de vídeo
	Ângulo máximo e mínimo de flexão e extensão do joelho forma espontâneo e padronizada	Graus (°)	Câmera de vídeo
	Ângulo máximo e mínimo de flexão e extensão do tornozelo forma espontâneo e padronizada	Graus (°)	Câmera de vídeo

Quadro 3 - Variáveis cinemáticas angulares

As variáveis cinemáticas selecionadas foram: Ângulo do tronco, ângulo do quadril, ângulo do joelho, ângulo do tornozelo.



Figura - 4 Modelo estilizado para demonstração das variáveis angulares.  $\alpha$ ) Tronco;  $\theta$ ) Quadril;  $\gamma$ ) joelho;  $\beta$ ) ornozelo

**Ângulo do tronco – ( $\alpha$ ):** Ângulo absoluto, medido entre ângulo externo, entre o segmento de reta  $\overline{AB}$ , que liga o ponto acromial (A) ao tubérculo maior do quadril (B) e o eixo vertical imaginário(Y), que passa pelo ponto do quadril. Calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus (°).

**Ângulo do quadril – ( $\theta$ ):** Ângulo relativo, formado formado pelo ângulo interno, entre o segmento do tronco  $\overline{AB}$ , que liga o ponto acromial (A) ao  $\overline{BC}$  tubérculo maior do quadril (B) ao epicôndilo lateral do joelho (C). . Operacionalmente calculado no sistema Peak Motus. Expresso em graus (°).

**Ângulo do Joelho – ( $\gamma$ ):** Ângulo relativo, formado pelo ângulo interno, entre segmento de reta da coxa  $\overline{BC}$  (tubérculo maior do quadril (B) ao epicôndilo lateral do joelho (C)), ao  $\overline{CD}$  (maléolo lateral (D) tornozelo). Operacionalmente calculado no sistema Peak Motus.. Expresso em graus ( $^{\circ}$ ).

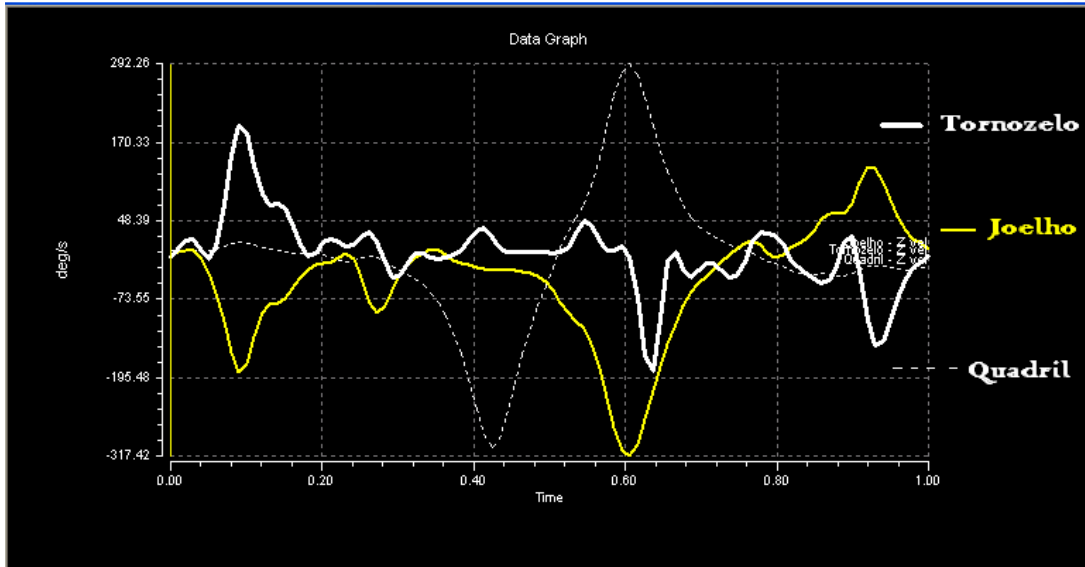
**Ângulo do tornozelo – ( $\beta$ ):** Ângulo relativo, formado pelo ângulo interno, entre os segmentos reta da perna  $\overline{CD}$ , epicôndilo lateral do joelho (C), e maléolo lateral tornozelo (D) a  $\overline{DE}$  (cabeça do 5º metatarso (E) do pé). Operacionalmente calculado no sistema Peak Motus. Expressa em graus ( $^{\circ}$ ).

#### 3.4.4 Variáveis cinemáticas velocidades angulares

VARIÁVEIS	Especificações	Unidade de medidas	Instrumentos
Cinemáticas	Velocidade angular do tronco forma espontâneo e padronizada fase descendente e ascendente	Graus por segundos ( $^{\circ}/s$ )	Câmera de vídeo
	Velocidade angular do quadril forma espontâneo e padronizada fase descendente e ascendente	Graus por segundos ( $^{\circ}/s$ )	Câmera de vídeo
	Velocidade angular do joelho forma espontâneo e padronizada fase descendente e ascendente	Graus por segundos ( $^{\circ}/s$ )	Câmera de vídeo
	Velocidade angular do tornozelo forma espontâneo e padronizada fase descendente e ascendente	Graus por segundos ( $^{\circ}/s$ )	Câmera de vídeo

**Quadro 4 - Variáveis cinemáticas velocidade angular**

**Velocidade angular:** Conceitualmente definida como a velocidade com que o segmento percorre o espaço entre uma posição específica e outra é derivada do comprimento e do tempo. Operacionalmente calculada no programa Peak Motus. Expressa em graus/segundos ( $^{\circ}/s$ ).



**Figura - 5** Variação da velocidade angular dos segmentos corporais, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

### 3.4.5 Variáveis temporais

VARIÁVEIS	Especificações	Unidade de medidas	Instrumentos
Temporais	Tempo médio de agachamento fase descendente forma espontâneo	Segundos (s)	Câmera de vídeo
	Tempo médio de agachamento fase ascendente forma espontâneo	Segundos (s)	Câmera de vídeo
	Tempo médio de agachamento fase ascendente forma padronizada	Segundos (s)	Câmera de vídeo
	Tempo médio de agachamento fase ascendente forma padronizada	Segundos (s)	Câmera de vídeo

**Quadro 5 - Variáveis temporais**

**Temporais:** Conceitualmente definida como tempo com que o segmento percorre o espaço entre uma posição específica e outra. Operacionalmente calculada no programa Peak Motus. Expressa em segundos (s).

### 3.5 CONTROLE DAS VARIÁVEIS

Com o intuito de assegurar a qualidade do estudo, procedeu-se o controle das seguintes variáveis durante a coleta dos dados:

**a) Sem calçado:** todos os sujeitos executaram o movimento de agachar descalços afim de padronizar a coleta de dados;

**b) Vestimenta:** todos os sujeitos executaram o movimento de agachamento utilizando um calção, camiseta ou maio de cor escura a fim de destacar os marcadores reflexivos.

**c) Instrumentos:** foram calibrados segundo as instruções contidas nos seus respectivos manuais de instruções técnica.

**d) Ambiente de coleta:** a coleta das medidas antropométricas e angulares e dos dados cinemáticos foram realizados em ambiente de laboratório, com piso plano e regular e livre de qualquer risco a integridade física. Em todos os momentos o pesquisador estava presente.

### 3.6 COLETA DE DADOS

#### 3.6.1 Procedimentos preliminares

A coleta de dados foi feita adotando-se os seguintes procedimentos preliminares:

a) Submissão e aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, sob referência nº 67/2007 (ANEXO A).

b) Contatos com a direção das escolas do Município de Florianópolis, selecionadas, para obtenção da autorização e desenvolvimento da pesquisa, bem como para fornecer elementos informativos sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa (APÊNDICE C). A direção deste estabelecimento atuou como mediador junto aos pais e/ou responsáveis pelas crianças (APÊNDICE D).

c) Envio de um formulário contendo as informações sobre os objetivos da pesquisa e as etapas do protocolo aos pais ou responsáveis juntamente com um termo de consentimento livre e esclarecido de participação na pesquisa e de consentimento da utilização de imagens, cujo modelo está contido nos (APÊNDICE E).

d) Envio de um agendamento por escrito aos escolares com os horários e os dias para coleta de dados bem como, apresentar-se vestindo roupas de banho (calção ou maiô) para facilitar a marcação dos pontos anatômicos no dia da avaliação, no laboratório do CEFID/UDESC.

e) Na sequência procedeu-se a organização do local de coleta de dados: a coleta ocorreu em um ambiente equivalente a um comodo grande aproximadamente 65m<sup>2</sup>, com teto e paredes pretas, próprias para a aquisição dos dados dessa natureza.

f) Calibração do sistema: *Peak Motus*, utilizando-se um calibrador em forma de bastão com dois pontos reflexivos, comprimento de 136 cm., apoiado sobre um tripé, aquisição bidimensional, o qual é importante para reconhecer o espaço onde o movimento foi realizado



(ilustrado na figura 6 abaixo). A calibração do sistema foi refeita (filmar e digitalizar o calibrador) sempre que o posicionamento das câmeras foram alterados, segundo (NIGG; HERZOG,1995).



Figura - 6 Calibrador bidimensional com marcadores reflexivos.

### 3.6.2 Preparação dos sujeitos

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

A seguir foram realizadas as demarcações com os marcadores reflexivos nos pontos articulares de interesse par o estudo (ombro, quadril, joelho, tornozelo e 5º metatarso), conforme modelo antropométrico adaptado por Kalfhues *apud* Riehle (1976), Figura 7.



Figura - 7 Pontos articulares, ombro, quadril, joelho e tornozelo.

### 3.6.3 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 B).

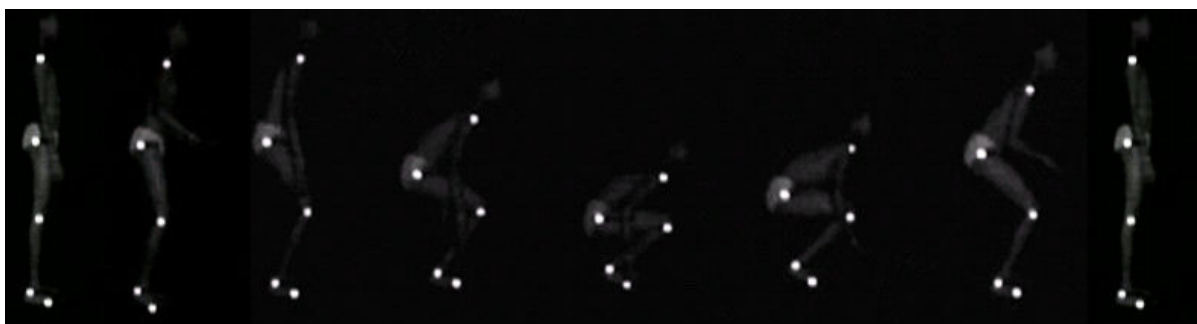
Num segundo momento foi a avaliação antropométrica, que consistiu nas seguintes medidas de massa corporal; da estatura a partir do vértex a região plantar, comprimento do tronco a partir da face lateral do acrômio ao trocânter maior do fêmur; comprimento da perna a partir do trocânter maior do fêmur ao epicôndilo lateral; comprimento da coxa do epicôndilo lateral a região plantar; comprimento do pé do calcâneo a parte mais proeminente dos dedos e largura do pé da região do quinto metatarso ao primeiro. Seguindo os protocolos de Petroski (1999), Manfio (2003). Os dados foram anotados em fichas próprias para este fim (APÊNDICE B);

Na colocação dos pontos reflexivos nos eixos articulares: Marcação nos eixos articulares foram utilizados marcadores passivos, reflexivos, circulares de 7 milímetros (Figura 7) feitos de material reflexivo. Os marcadores esféricos são os mais utilizados, pois possuem o mesmo formato para qualquer ângulo, sendo que estes pontos de referência anatomicos facilitam a posterior obtenção das coordenadas do movimento (digitalização), minimizando a ocorrência de erros aleatórios. O movimento de um marcador é medido computando-se a variação de sua posição em relação às coordenadas de referência do laboratório. As medidas do movimento foram realizadas a partir do reconhecimento da melhor estimativa dos centros articulares que são necessários para os dados primários que possibilitam os cálculos das variáveis espaciais, temporais e para os ângulos articulares. Os marcadores foram posicionadas nos acidentes anatômicos no lado direito das crianças. Os eixos articulares determinados conforme o modelo antropométrico ilustrado na Figura 7, adaptado por Kalfhues e Riehle (1976), assim distribuídas: 1 - Ombro: acrômio; 2 - Quadril: Trocânter maior do fêmur; 3 - Joelho: Epicôndilo lateral do fêmur; 4 - Tornozelo: Maléolo lateral; 5 - Metatarso: Cabeça do 5º metatarso.

Na seqüência fez-se a aquisição das variáveis angulares da flexibilidade, usando o critério do flexiteste proposto por Araújo (2002), para os movimentos de flexão e extensão das articulações do quadril, joelho e tornozelo. As medidas foram realizadas no lado direito do corpo. Foi medida a amplitude articular, de forma ativa e passiva máxima, realizada sem aquecimento. As medidas foram tomadas com os indivíduos em decúbito ventral e dorsal do lado direito. amplitude definida segundo Patla (1993), como ângulo máximo de flexão

passiva e ativa. Os registros foram feitos por uma câmera fotográfica digital (*Mitsuba 8.0 mega pixels*), fixada em um tripé e posicionada perpendicularmente ao plano sagital do indivíduo, a uma distância de 3 m. Foram analisados os ângulos expressos em graus ( $^{\circ}$ ). Conforme Figura 3.

Na aquisição dos dados cinemáticos foram realizadas filmagens bidimensionais durante o agachamento das crianças através de uma filmadora com frequência de amostragem de 60Hz acoplada a um tripé, as crianças foram posicionadas a uma distancia mínima para que o movimento fosse visualizado na íntegra e preenchesse todo o campo visual da câmera. Ao comando de voz do avaliador (agachar – depois levantar). A seqüência como exemplo está ilustrado na figura 8.



**Figura - 8 Análise cenemática do movimento de agachar e retornar a posição ortostática. Dados do autor.**

Consideradas dez tentativas válidas (cinco com pés na posição espontânea e cinco padronizada com pés paralelos e unidos) dos dados de cada ciclo completo de agachar, manter-se na posição agachada (até estabelisar-se visualmente) e retornar a posição ortostática, todas elas analisadas neste primeiro agachamento espontâneo (habitual), após agachamento padronizado (pés paralelos e unidos). O avaliado posicionou-se em pé, agachou e ficou na posição agachada (até estabelisar-se visualmente) e retornou a posição em pé (ortostática). Tempo de coleta para cada movimento de agachar estabilizar-se e retornar a posição ortostática foi de 3 a 5 segundos (s). O número de tentativas válidas foi testado no estudo piloto (APÊNDICE A).

### 3.7 PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS

O processamento dos dados relacionados à ficha cadastral (idade, sexo) e antropométricos (massa, estatura, comprimento do tronco, comprimento dos membros

inferiore, comprimento da coxa, comprimento da perna, comprimento do pé e largura do pé), foram tabulados e distribuídos em planilhas eletrônicas. Os dados referentes à cinemática foram digitalizados no sistema Peak Motus, as curvas dos ângulos foram filtradas através de filtro Butterworth de 4 ordem que faz a suavização da curva e eliminação de possíveis ruídos e principalmente falhas de digitalização.

Para fins de análise foi utilizada apenas uma tentativa válida de cada forma de execução (espontânea e padronizada) de cada criança. Pois, após ter-se comparado os parâmetros angulares entre as tentativas para todas as variáveis, não foram verificadas diferenças significativas entre as médias, adotando-se, portanto, a primeira válida de cada movimento.

Para mensurar os ângulos do tronco, quadril, joelho, tornozelo foi adotado o plano sagital, composto pelas coordenadas X e Y. Após os dados serem exportados e armazenados em planilhas eletrônicas para posterior análise.

No tratamento estatístico dos dados, adotou-se os recursos da estatística descritiva: distribuição de frequências, médias ( $\bar{X}$ ), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV%) para caracterização das variáveis estudadas, bem como recursos de estatística inferencial para as comparações realizadas. O intervalo de confiança adotado foi de 95%.

Utilizou-se o teste de *Kolmogorov Smirnov* para verificação da distribuição normal das variáveis e, através deste teste, foi confirmada a normalidade dos dados.

Os recursos de estatística inferencial utilizados foram testes paramétricos de comparação intra-grupo e entre grupos, os quais foram escolhidos em função dos objetivos específicos do estudo. Desse modo:

(a) Para comparar as características antropométricas entre sexos e faixa etária utilizou-se o teste “t” *de student*, independente.

(b) Para comparar a flexibilidade ativa e passiva entre sexos e entre faixas etárias adotou-se o teste “t” *Student* independente. Enquanto que para comparar a flexibilidade entre as formas ativa e passiva utilizou-se o teste “t” *Student* pareado.

(c) Para comparar as amplitudes angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento de crianças entre as formas de execução do agachamento (espontânea e padronizada) utilizou-se o teste “t” *Student* pareado. Enquanto que para comparar os ângulos do agachamento entre duas faixas etárias e entre os sexos utilizou-se o teste “t” *Student* independente.

(d) Para comparar as velocidades angulares e fases descendente e ascendente do agachamento entre os sexos e entre duas faixas etárias utilizou-se o teste t independente. E o teste “t” *Student* pareado foi utilizado para comparação das velocidades angulares entre as formas de execução espontânea e padronizada.

(e) Por último, para comparar o tempo de execução do agachamento as fases descendente e ascendente considerando sexo e faixa etária o teste “t” *Student* independente foi utilizado. Enquanto que para comparar o tempo de agachamento entre as formas de execução espontânea e padronizada realizou-se pelo teste “t” *Student* pareado.

### 3.8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma limitação do estudo foi a utilização do laboratório para aquisição dos dados, que é um ambiente não habitual para as crianças, podendo executar no movimento de agachamento diferenças naqueles executados em situações reais o que pode estar relacionado a padrões de movimento das mesmas. Além de estarem sendo observados, o que pode gerar algum tipo de constrangimento.

Pode-se considerar ainda como limitação a análise somente do lado direito e a análise bidimensional do movimento, o que em algum movimento durante o agachamento pode ter causado certo prejuízo, em que as crianças apresentam desequilíbrios e se utilizam da elevação do calcâneo para se estabilizar.

## **IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para fins didáticos na organização do capítulo, optou-se pela apresentação dos resultados em função dos objetivos que norteiam o estudo, como: Caracterizar e comparar as características antropométricas entre sexos e faixas etárias das crianças avaliadas. Na seqüência, caracterizar e comparar a flexibilidade entre sexos e entre grupos de faixas etárias das crianças avaliadas. Medir e comparar as amplitudes angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo, no plano sagital, durante o agachamento das crianças nas posições espontânea e padronizada, considerando a posição dos pés, faixa etária e sexo. Analisar o comportamento das velocidades angulares nas fases descendente e ascendente durante a execução do agachamento entre sexos, entre faixas etárias e entre formas de execução espontânea e padronizada. E, para finalizar, serão apresentados os resultados referentes a caracterização e

comparação do tempo de execução do agachamento considerando sexo, faixa etária e formas de execução espontânea e padronizada nas fases descendente e ascendente.

#### 4.1 VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

Respondendo ao primeiro objetivo específico, “caracterizar e comparar as características antropométricas de crianças entre sexo e faixa etária das crianças avaliadas”. Neste tópico será apresentada a caracterização dos sujeitos do estudo quanto a: massa, estatura total, comprimento dos membros inferiores, comprimento do pé e largura do pé em relação ao sexo e faixa etária. Os resultados estão dispostos na tabela 3 e 4 respectivamente.

##### 4.1.1 Características antropométricas segundo sexo

Este objetivo primeiramente fez-se a comparação das características antropométricas considerando a variável sexo. Os resultados desta comparação estão na tabela 3.

**Tabela 3 - Comparação das características antropométricas entre sexos.**

Variáveis	Masculino (n = 43)			Feminino (n = 60)			t	p
	$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Massa (kg)	31,42	7,28	23,18	32,85	9,08	27,64	-0,727	0,469
Estatura (cm)	133,52	10,31	7,72	135,98	12,21	8,98	-1,009	0,317
Comprimento tronco (cm)	37,89	3,05	8,05	37,15	7,33	19,74	0,754	0,453
Comprimento membro inferior (cm)	69,31	7,20	10,39	70,31	11,52	16,38	-0,444	0,658
Comprimento perna (cm)	37,91	4,18	11,02	38,61	4,42	11,46	-0,736	0,464
Comprimento coxa (cm)	32,00	3,75	11,72	33,74	5,84	17,31	-1,667	0,090
Comprimento do pé (cm)	21,03	1,72	8,18	21,36	2,30	10,76	-0,990	0,324
Largura do pé (cm)	7,89	0,56	7,08	7,90	0,79	10,05	0,005	0,996

Analisando os resultados das comparações das características antropométricas, entre os sexos (Tabela 3), observou-se que não houve diferença significativa entre meninos e meninas em todas as variáveis analisadas. Contudo as meninas apresentaram maiores valores das variáveis antropométricas, exceto no comprimento do tronco, no entanto não foi significativo.

Em termos de variabilidade dos dados de acordo com a tabela de Gomes (1990), que considera variabilidade baixa quando os coeficientes de variação forem inferiores a 10%,

média entre 11% e 20%, alta entre 21% e 30% e muita alta quando superiores a 30%. No grupo dos meninos houve variabilidade baixa na variável estatura, comprimento do tronco, membro inferior, comprimento do pé e largura do pé; e valores médios para comprimento da perna coxa. No grupo das meninas houve variabilidade baixa na variável estatura, comprimento do pé e largura do pé; e valores médios para comprimento tronco, comprimento do membro inferior, comprimento da perna e coxa.

A pequena diferença (entre os sexos) na amostra referente às médias de massa corporal, sendo seus valores para o sexo masculino 31,42 kg e para o sexo feminino de 32,85 kg. Comparando esse resultado com os da amostra nacional IBGE (2002-2003) para o sexo masculino foi de 30,6 kg e de 36,5 kg para o sexo feminino, percebe-se que as crianças avaliadas neste estudo apresentaram massas ligeiramente inferiores aos dados nacionais, isso também foi evidenciado por Reis (2004) em estudo realizado na cidade de Blumenau, Santa Catarina, com médias de massa corporal no sexo masculino de 34,16 kg e de 33,08 kg para o sexo feminino. Por outro lado, as médias de massa corporal encontrada neste estudo são superiores aos valores encontrados na cidade de Lima no Peru, por Valdivia (2005), cuja média para a massa corporal para o sexo masculino foi de 27,33 kg e de 27,16 kg para o sexo feminino.

Quando se comparou a massa corporal entre os sexos, os dados mostraram que as meninas têm uma média de massa pouco superior aos meninos, entretanto não estatisticamente significativa ( $p=0,469$ ). Fato este também observado por Pires e Lopes (2004) em escolares de 11 a 17 anos, da mesma forma Waltrik (1996), em estudo das características antropométricas de escolares de 7 a 17 anos, descrevem que os valores são superiores para massa corporal até por volta dos 11 e 12 anos para o sexo feminino após estes valores se normalizam.

Da mesma forma Nahas *et al* (1992), Lopes (1999) e Quadros *et al* (2006) evidenciaram valores crescentes para massa corporal para ambos os sexos, justificando valores maiores para o sexo feminino entre 7 e 10 anos de idade. Já Tanner *et al* (1996) relataram que há um ganho rápido da massa corporal na primeira infância e no início da segunda infância, e um ganho um tanto estável durante o final da segunda infância, não havendo diferenças marcantes entre meninos e meninas até o final da segunda infância. Tais resultados corroboram com os encontrados no presente estudo para massa corporal em crianças de 7 a 12 anos.

Ao analisar a variável antropométrica estatura encontrou-se neste estudo uma média de 133,52 cm para o sexo masculino e 135,98 cm para o feminino, valores estes superiores



aos encontrados no estudo de Romancini e Lopes (2005), os quais encontraram o mesmo valor de 132,3 cm em ambos os sexos, contudo estas médias são semelhantes aos resultados encontrados por Valdivia (2005), em que a estatura no sexo masculino foi de 130,43 cm e para o sexo feminino de 130,61 cm. Entretanto, comparando estes valores aos dados nacionais IBGE (2002-2003) cujas médias foram 136,3 cm para ambos os sexos e os valores apresentados por Reis (2004) com uma estatura de 137,37 cm, o sexo masculino de 137,52 cm para o sexo feminino, estes se mostram superiores aos de nosso estudo.

Em relação à comparação dos valores médios da estatura corporal entre os sexos (tabela 3), obteve-se, conforme o esperado, valores médios menores para os meninos, entretanto não significativo ( $p=0,317$ ). Acredita-se que esta prevalência pode ter influência do estirão de crescimento que ocorre entre os 10 e 12 anos nas meninas e mais tarde nos meninos segundo relatos de Rogol *et al* (2000), pois o estirão de crescimento ocorre na puberdade, e, nesta fase, as meninas ultrapassam os meninos, uma vez que o estirão de crescimento das meninas aparece antes dos meninos.

Ao analisar a variável comprimento do tronco, observa-se que as médias mais altas foram encontradas para os meninos 37,87cm e 37,15 para as meninas. Pode-se descrever que até a puberdade, os membros inferiores das crianças crescem mais rapidamente em relação ao comprimento do tronco. Assim, segundo Eckert (1993), até os 12 anos a proporção estatura em pé/estatura sentada é menor, pois as pernas estão contribuindo na percentagem da estatura em pé; após os 6-7 anos, os meninos apresentam uma velocidade de crescimento maior do que as meninas, tendo como consequência o comprimento de pernas comparativamente maior contribuindo para sua maior altura total. Também não haja estudo nesta variável, todavia a comparação fica prejudicada, porque usamos metodologias diferentes nos agrupamentos desta foram (7 a 9 anos) e (10 a 12 anos).

Para a variável comprimento da coxa encontrou-se uma média de 32,00 cm para o sexo masculino e 33,74 cm para sexo feminino. Mesmo tendo um enfoque metodológico na variável um pouco diferenciado deste estudo Pazin (2006), encontrou valores médios bem superiores aos deste estudo, sendo de 38,67cm, ao avaliar 300 crianças com idade de 07 a 12 anos utilizando os pontos de referência da espinha ilíaca antero-posterior ao bordo superior da patela para ambos os sexos.

E para o comprimento da perna, os valores médios encontrados neste estudo sendo resultados para os meninos foi de 37,91(3,05) cm e 38,61(4,42) cm para as meninas. Até o momento não foi possível encontrar na literatura valores de comprimento da perna com o mesmo enfoque metodológico dado neste estudo, portanto não houve condições de confrontar

mais profundamente estes resultados. Entretanto o estudo de Pazin (2006), o realizou a mensuração do comprimento de perna da borda superior da patela ao maléolo medial o qual obteve uma média de 36,92 cm para ambos os sexos, sendo estas médias inferiores aos encontrados neste estudo.

Em relação ao comprimento do pé obteve-se neste estudo valores semelhantes para o sexo masculino foi de 21,03 (1,72) cm e feminino de 21,36 (2,30) cm, estes valores são similares ao encontrado por Rodriguez *et al* (1997) em estudo realizado com crianças de 7 a 11 anos de idade 20,66 ( $\pm 0,62$ ) cm para ambos os sexos. Como se observou nesse estudo, não houve diferença significativa entre o comprimento do pé de meninos e meninas. Estes resultados têm suporte teórico como Malina (1974), quando afirma que as proporções do pé entre meninos e meninas são essencialmente idênticas até por volta dos 11 anos de idade e a partir dessa idade começa uma fase de crescimento irregular das medidas, pois se inicia o processo de estirão do crescimento. Em adição, outro estudo considerando o crescimento do pé humano, Blas; Green e Anderson (1956) *apud* Frankel e Nordin (1980), mostram que o pé tanto do sexo masculino como feminino, apresentam uma curva aguda de crescimento até os doze anos no sexo feminino e até os quatorze anos no sexo masculino.

Na variável largura do pé, os resultados evidenciaram para o sexo masculino uma média de 7,89 (0,56) cm e feminino de 7,90 (0,79) cm. Resultados estes inferiores aos obtidos por Rodrigues *et al* (1997) avaliando crianças de 7 a 11 anos de idade de ambos os sexos para as crianças não obesas e urbanas 8,21 ( $\pm 1,84$ ) cm, para crianças de um grupo nativo que quase não usam calçados 8,17 ( $\pm 0,15$ ) cm e para crianças obesas 8,73 ( $\pm 0,31$ ) cm. Esses menores valores de média da largura do pé neste estudo, se comparado aos valores encontrados por Rodriguez *et al* (1997) podemos atribuir esta diferença ao não uso de calçado e a raça e ao IMC (índice de massa corporal) em que crianças obesas têm uma probabilidade maior de ter os pés mais largos.

#### **4.1.2 Características antropométricas em função da faixa etária**

Na análise dos resultados, deste tópico são apresentadas as características antropométricas dos grupos de faixa etária: grupo 1 (7 a 9 anos) e grupo 2 (10 a 12 anos). Os dados que caracterizam os grupos e suas comparações estão dispostos na tabela 4.

**Tabela 4 - Comparação das características antropométricas entre faixas etárias.**

Variáveis	Grupo 1 (7 a 9 anos) n=51			Grupo 2 (10 a 12 anos) n=52			t	p
	$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Massa (kg)	28,73	6,96	24,25	35,95	8,10	22,52	-4,85	0,000*
Estatura cm	127,14	7,82	6,15	142,79	8,77	6,14	-9,55	0,000*
Comprimento tronco cm	35,52	3,51	9,89	39,48	7,08	17,94	-3,59	0,001*
Comprimento membro inferior	64,87	7,52	11,61	74,91	9,45	12,61	-5,97	0,000*
Comprimento perna cm	35,89	3,59	9,9	40,75	3,58	8,78	-6,88	0,000*
Comprimento coxa cm	30,39	4,00	13,18	35,63	4,74	13,31	-6,05	0,000*
Comprimento do pé cm	20,26	2,05	10,15	22,18	1,64	7,39	-4,52	0,000*
Largura do pé cm	7,55	0,55	7,29	8,25	0,67	8,13	-5,75	0,000*

\* Diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação aos valores médios das variáveis antropométricas encontrou-se o esperado: crianças mais novas (grupo 1) apresentaram médias significativamente menores que as crianças mais velhas (grupo 2). Constatou-se que houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) em todas as 8 (oito) variáveis antropométricas analisadas. Tais resultados, com menores valores para crianças mais novas, assemelham-se aos dados do IBGE (2002-2003) e outros estudos como os de Valdivia (2005). Isso significa que o processo maturacional esteve condizente com a idade das crianças avaliadas.

Neste sentido, como observado na tabela 4, para ambos os grupos encontrou-se alta variabilidade para a variável massa corporal, valores médios para variável comprimento membro inferior, comprimento da coxa, comprimento do tronco para grupo 2 (10 a 12 anos). Entretanto, pode se observar uma menor variabilidade para estatura, comprimento do pé, largura do pé e comprimento do tronco para o grupo 1 (07 a 9 anos). Esses valores de referência para variabilidade segundo a tabela de Gomes (1990). A alta variabilidade para a variável massa corporal pode ser encontrada no mesmo grupo crianças com % de gordura variável e massa muscular também variável.

Analisando-se os valores da tabela 4 em relação à estatura destaca-se que para ambos os grupos neste estudo, os valores encontrados foram superiores aos dados de Valdivia (2005), que encontrou para o grupo 1 (7 a 9 anos) média de 122,71cm e grupo 2 (10 a 12 anos) de 138,31cm. Entretanto, os valores deste estão discretamente abaixo das médias nacionais IBGE (2002 - 2003) 128,9 cm e aos dados relacionados por Reis (2004), grupo 1 (7 a 9 anos) de 129,65cm e grupo 2 (9 a 12 anos) de 145,32. Araújo (2000) grupo 1 (7 a 9 anos) foi de 129,11cm, grupo 2 de 147,23cm, mesmos resultados encontrados por, Ronque (2005) e Mc Dowell (2005). Outros estudos realizados em crianças brasileiras sobre o estirão de crescimento em estatura Duarte (1993) e Waltrick (1996) e que vem ao encontro aos dados de nosso estudo.

Ao confrontar os resultados, tanto das variáveis comprimentos dos membros inferiores, nas comparações entre as faixas etárias, com a literatura pode-se destacar que este estudo encontrou valores superiores aos de Quadros *et al* (2006), que estudaram crianças com idades entre 7 e 9 anos. Não foram encontrados dados até o momento que vem ao encontro a este estudo para faixa etária (10 a 12 anos).

Na variável comprimento da perna neste estudo encontramos medidas inferiores ao estudo de Scodeler *et al* (2008), já para a variável comprimento da coxa este estudo teve valores superiores aos dados do mesmo autor.

Ao confrontarmos este estudo com a literatura nas variáveis comprimento do pé e largura até o momento não encontramos na literatura estudos que dessem o mesmo enfoque, na divisão por faixas etárias. Entretanto Sá *et al* (2001) estes autores avaliaram o comprimento e largura do pé de 201 crianças, de 7 a 9 anos. Os resultados deste estudo foram superiores aos encontrados pela literatura. Os mesmos autores avaliaram crianças de 3 a 10 anos de idade onde descrevem que o desenvolvimento do pé antecede o crescimento do corpo todo, sendo o crescimento em comprimento mais acelerado no início da infância e depois na fase pré-púbere.

Outros estudos investigaram dados antropométricos, entretanto não podem ser equiparados ao nosso estudo, na divisão das faixas etárias entre grupo de (7 a 9 anos) e (10 a 12 anos), porque adotaram metodologicamente outras divisões de faixas etárias Contudo neste estudo encontramos dados similares aos estudos realizados por Guedes (1994); Madureira (1996); Waltrick (1996); Machado (1997); Lopes (1999); Nahas et al (1999). Diante do exposto, pode-se determinar que neste estudo que crianças entre grupos de faixas etárias estão condizentes com a literatura estudada e que os valores estão dentro da normalidade, maiores para as crianças com idade maior.

## **4.2 VARIÁVEL FLEXIBILIDADE**

Este tópico responde ao segundo objetivo específico do estudo que foi “caracterizar e comparar a flexibilidade ativa e passiva entre sexos e entre faixas etárias das crianças avaliadas”. Para descrever as variáveis de amplitude do quadril, joelho e tornozelo nos movimentos ativo e passivo, utiliza-se o valor em graus do ângulo interno relativo no instante de maior flexão do segmento corporal. Assim, neste subtópico, descreve-se e compara-se as

amplitudes articulares dos segmentos do membro inferior entre as formas ativas e passivas, entre os sexos e entre as faixas etárias. Para mensuração das variáveis relativas à flexibilidade utilizou-se o flexiteste, com obtenção da imagem por câmera fotográfica digital e posterior identificação dos ângulos no programa SAPO.

#### 4.2.1 Comparação entre as amplitudes articulares ativas e passivas do membro inferior

Inicialmente fez-se a comparação das amplitudes articulares dos segmentos realizada de forma ativa e passiva cujos resultados estão dispostos na tabela 5 e ilustrados na Figura 9.

Tabela 5 - Comparação das amplitudes articulares ativas e passivas.

Variáveis	Ângulos máximos nos movimentos (em graus)						t	p
	Ativo			Passivo				
	$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão plantar <sup>a</sup>	156,94	7,61	4,85	164,57	7,33	4,45	0,526	<b>0,000<sup>a</sup></b>
Dorsiflexão <sup>b</sup>	95,66	12,99	13,57	90,52	10,27	11,35	0,735	<b>0,000<sup>a</sup></b>
Flexão do quadril <sup>b</sup>	59,52	13,94	23,42	36,54	13,03	35,67	0,627	<b>0,000<sup>a</sup></b>
Flexão do joelho <sup>b</sup>	36,15	5,59	15,46	19,69	3,69	18,75	0,541	<b>0,000<sup>a</sup></b>

<sup>a</sup> Valores de p significativos para um  $p < 0,05$ .

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a flexibilidade.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexibilidade.

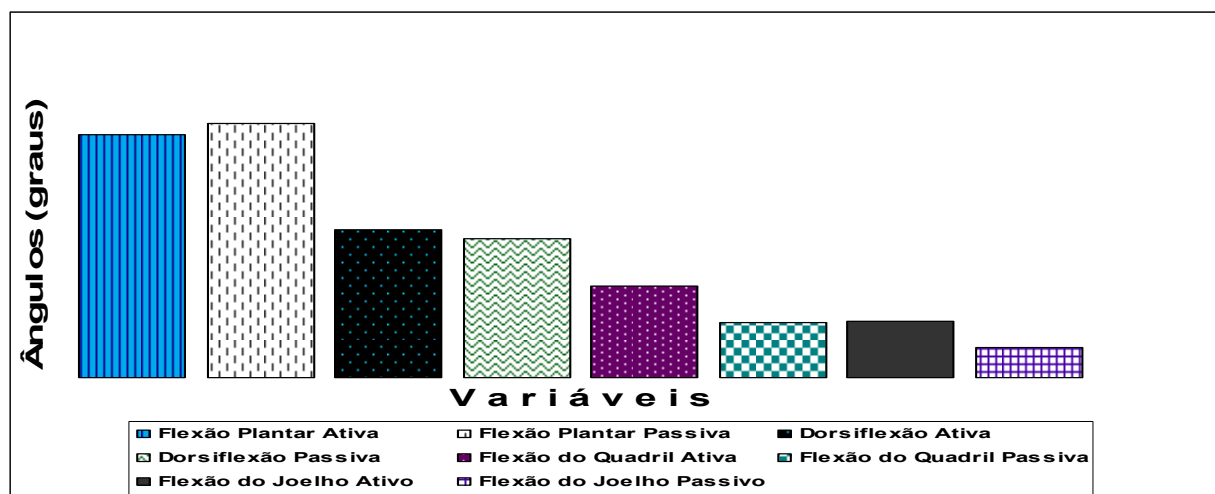


Figura - 9 Valores de amplitude articular ativa e passiva dos ângulos do quadril, joelho e tornozelo.

Comparando a amplitude articular entre os movimentos ativos e passivos avaliados (tabela 5), constatou-se maior amplitude nos movimentos passivos em relação aos ativos para

as variáveis: flexão plantar, dorsiflexão, flexão do quadril e flexão do joelho ( $p < 0,001$ ). Esses resultados foram os esperados, uma vez que o movimento passivo permite maior amplitude articular, do mesmo modo determina as características mecânicas dos músculos como um todo durante a contração e a extensão passiva (LORENZ e CAMPELLO, 2003).

Através destes dados é possível afirmar que houve diferença significativa nas amplitudes articulares de crianças entre o movimento ativo e passivo no instante da máxima amplitude. Essa maior amplitude articular obtida na forma passiva pode ser explicada porque nesta forma de execução do movimento não há resistência muscular contrária ao movimento (Contuski, 1990) o que proporciona uma facilitação neuromuscular proprioceptiva (Dantas, 1991; Hall, 1993; Júnior, 1995; Anderson, 1985). Neste caso, o sistema nervoso é capaz de distinguir quando o estímulo é oriundo do mundo externo ou quando deriva de nossas próprias ações (CULLEN, 2004).

Em termos de variabilidade intra-grupo adotou-se os valores de referência de 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 alta quando superiores a 30%. Dessa forma, obteve-se baixa variabilidade nas variáveis de flexão plantar, média para dorsiflexão e flexão do joelho e alta para a flexão do quadril (Tabela 5), esta variabilidade pode ser atribuída pelas diferenças individuais das crianças ao realizarem o movimento ativo e passivo referente à mobilidade particular de determinados segmentos.

Não se encontrou resultados semelhantes em outros estudos para confrontar, com os dados deste estudo porque os outros estudos avaliam a flexibilidade de forma qualitativa e a partir de escalas enquanto que o nosso estudo avalia a flexibilidade com o valor do ângulo em graus.

#### **4.2.2 Amplitudes articulares em função do sexo**

Na seqüência, fez-se a comparação das amplitudes articulares realizada de forma ativa e passiva entre meninos e meninas. Os resultados estão dispostos na Tabela 6.

**Tabela 6 - Comparação das amplitudes angulares de diferentes articulações entre meninos e meninas nas execuções ativa e passiva.**

Variáveis	Situação	Amplitudes angulares (em graus)						t	p
		Masculino n=43			Feminino n=60				
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão Plantar <sup>a</sup>	Ativo	155,63	6,84	4,40	158,11	7,88	4,98	-1,9	0,060
	Passivo	162,08	6,24	3,64	166,36	7,58	4,56	-3,1	<b>0,002</b> *
Dorsiflexão <sup>b</sup>	Ativo	95,63	10,40	10,63	95,68	14,65	15,31	0,02	0,984
	Passivo	90,81	10,22	11,35	90,31	10,39	11,50	0,24	0,806
Flexão do quadril <sup>b</sup>	Ativo	58,51	11,70	19,90	60,24	15,39	25,55	-0,6	0,539
	Passivo	37,31	8,03	22,15	35,99	15,72	43,67	0,50	0,615
Flexão do joelho <sup>b</sup>	Ativo	36,53	5,03	13,72	35,88	5,98	16,68	0,58	0,562
	Passivo	19,98	3,72	18,38	19,47	3,73	19,13	0,69	0,490

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a flexibilidade.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexibilidade.

Examinando as amplitudes articulares específicas de cada sexo (tabela 6), verificou-se que, no geral, as amplitudes articulares tanto passivas como ativas de meninos e meninas foram similares. Exceto para a variável flexão plantar na situação passiva em que as meninas apresentaram valores médios maiores significativos estatisticamente ( $p=0,002$ ), sendo que as meninas apresentaram maior flexibilidade nesse movimento de flexão plantar passiva que os meninos. Enquanto os autores afirmam que as mulheres, em geral, apresentam maior flexibilidade articular generalizada (LAMAIRE, CHUEIRE e CORDEIRO, 2005; SECKIN *et al.*, 2005), neste estudo encontrou-se diferença significativa entre os sexos somente para a flexão plantar passiva de maneira que as meninas apresentavam mais flexibilidade nesse movimento.

Contudo, o resultado deste estudo é controverso com a maioria dos estudos da literatura, a qual relata que a amplitude articular do gênero feminino é maior do que do masculino, nas diversas faixas etárias (LAMARI, CHUEIRE e CORDEIRO, 2005; SECKIN *et al.*, 2005; LAMARI *et al.*, 2003; EGRI e YOSHINARRI, 1999). Por outro lado, estes resultados se assemelharam aos encontrados por Lamari *et al.* (2005), os quais avaliaram a flexibilidade na colônia de japoneses, representada por 241 indivíduos de 7 a 90 anos de idade, e não encontraram diferença significativamente entre os sexos. Porém, estes autores não separaram por faixas etárias e nem por sexo.

Nas amplitudes angulares se verificou CV% muito alto, com valores acima de 30% na variável de flexão do quadril passivo entre as meninas, confirmando a individualidade da amplitude de movimento. Observa-se que os valores médios do CV% foram encontrados na dorsiflexão e flexão do joelho ativa e passiva para os meninos e meninas e a variável de flexão plantar apresentou CV% considerado baixo. Portanto, não se constata uma homogeneidade dessas amplitudes angulares durante o movimento de flexão ativa ou passiva entre as crianças.

#### 4.2.3 Comparação de amplitude articular entre faixas etárias

Após a comparação entre sexos tanto na forma ativa e passiva, procedeu-se a comparação entre grupos de faixas etárias. Os resultados dessas comparações estão dispostos na Tabela 7.

Nas comparações das amplitudes ativas e passivas entre os grupos de faixas etárias (tabela 7), não se evidenciou diferença significativa nas variáveis analisadas. Entretanto, os valores médios encontrados para essas variáveis em cada movimento foram maiores para o grupo 1 (7 a 9 anos) na flexão do quadril, ativa e passiva e na flexão do joelho passiva e para o grupo 2 (10 a 12 anos) os maiores valores foram para flexão plantar ativo e passivo, dorsiflexão e flexão do joelho ativo.

**Tabela 7 - Comparação da amplitude angular ativa e passiva entre faixas etárias**

Variáveis	Situação	Grupo 1 (7 a 9 anos) n=51			Grupo 2 (10 a 12 anos) n=52			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão plantar <sup>a</sup>	Ativo	155,64	7,04	4,63	158,23	7,99	5,05	-0,95	0,341
	Passivo	164,03	6,45	3,93	165,11	8,113	4,93	-1,18	0,239
Dorsiflexão <sup>b</sup>	Ativo	94,43	8,72	9,23	96,88	16,12	16,64	-1,74	0,084
	Passiva	89,31	8,19	9,18	91,70	11,93	13,01	-0,74	0,458
Flexão do quadril <sup>b</sup>	Ativo	60,11	13,40	22,30	58,94	14,55	24,69	0,42	0,674
	Passivo	36,66	10,84	29,58	36,43	14,98	41,12	0,08	0,929
Flexão do joelho <sup>b</sup>	Ativo	35,52	5,36	15,10	36,77	5,79	15,75	-1,13	0,259
	Passivo	19,86	3,55	17,90	19,52	3,85	19,71	0,465	0,643

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a flexibilidade.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexibilidade.

Diante dos resultados da Tabela 7, verifica-se que a variável flexão do quadril passiva apresentou o maior CV% (41,12%) para o grupo 2 e a variável flexão plantar ativa apresentou o menor CV% (4,63%) para o grupo 1. Com finalidade de investigar a homogeneidade entre as crianças intra-grupos, encontrou-se coeficiente baixo para a variável flexão plantar e dorsiflexão ativa e passiva grupo 1, considerado de média variabilidade para as variáveis de flexão do joelho ativa e passiva entre os grupos e quadril, flexão do quadril grupo 1 e dorsiflexão grupo 2, segundo classificação feita por Gomes (1990). Esses coeficientes de



variabilidade representam um resultado positivo, pois expressam a individualidade entre as crianças em relação à amplitude articular ativa e passiva entre faixas etárias.

Analisando a literatura, não encontrou-se evidências, comparando crianças de 7 a 9 anos com crianças de 10 a 12 anos, na forma de avaliação em graus para as angulações estudadas. Por outro lado, Alter (1999) os melhores níveis de flexibilidade são atingidos na passagem da infância para a adolescência diminuindo gradativamente com o avançar da idade. Até por que Guedes e Guedes (1996) descrevem que a amplitude articular é estável dos 5 aos 8 anos, com subsequente diminuição até aproximadamente os 12 e 13 anos e incrementos até os 18 anos de idade. Assim, possivelmente as crianças de 7 até 12 anos têm padrões similares quanto à flexibilidade das articulações do membro inferior.

### **4.3 AMPLITUDE ANGULAR DE DIFERENTES ARTICULAÇÕES**

Respondendo ao terceiro objetivo do estudo foi “Medir e comparar as amplitudes angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo, no plano sagital, durante o agachamento das crianças nas posições espontânea e padronizada, considerando a posição dos pés, faixa etária e sexo”.

Para tal caracterizou-se e comparou-se os parâmetros angulares dos segmentos corporais do tronco, quadril, joelho e tornozelo em graus ( $^{\circ}$ ), ao longo da execução do agachamento. O primeiro Ângulo do tronco é o ângulo absoluto, formado entre os segmentos corporais do tronco e eixo vertical y, e os demais ângulos são ângulos relativos, sendo, referente ao ângulo interno formado entre os segmentos corporais.

#### **4.3.1 Comparação dos ângulos entre as execuções espontânea e padronizada**

Estes dados mostram a variação de movimento das articulações e também suas fases relativas durante a flexão e extensão do movimento de agachar.

Primeiramente comparou-se os ângulos do tronco, quadril, joelho e tornozelo entre as formas de execução espontânea e padronizadas (Tabela 8) e ilustradas (Figuras 10 e 11).

**Tabela 8 - Comparação dos ângulos dos segmentos (em graus ( $^{\circ}$ )) entre o agachamento espontâneo e padronizado.**

Variáveis Angulares (graus °)	Forma Espontânea			Forma Padronizada			t	p
	$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Ângulo tronco na posição ortostática	5,58	3,74	67,02	5,8	3,89	68,38	3,40	<b>0,001</b> <sup>a</sup>
Ângulo máxima flexão do tronco <sup>a</sup>	58,44	12,70	20,67	61,11	11,98	19,88	-2,49	<b>0,014</b> <sup>a</sup>
Ângulo quadril na posição ortostática	171,55	7,19	4,19	170,72	7,43	4,35	-0,30	0,760
Ângulo máximo de flexão do quadril <sup>b</sup>	37,63	12,56	33,37	37,38	12,18	32,57	-1,21	0,229
Ângulo joelho na posição ortostática	173,55	7,20	4,15	171,91	8,04	4,68	1,50	0,137
Ângulo flexão máxima do joelho <sup>b</sup>	40,20	12,82	31,89	41,79	15,81	37,83	4,29	<b>0,000</b> <sup>a</sup>
Ângulo tornozelo na posição ortostática	111,91	11,49	10,26	107,19	6,74	6,29	0,26	0,789
Ângulo dorsiflexão máxima tornozelo <sup>b</sup>	73,26	12,64	17,25	71,96	9,72	13,50	0,26	0,789

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a inclinação anterior do tronco.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexão do segmento.

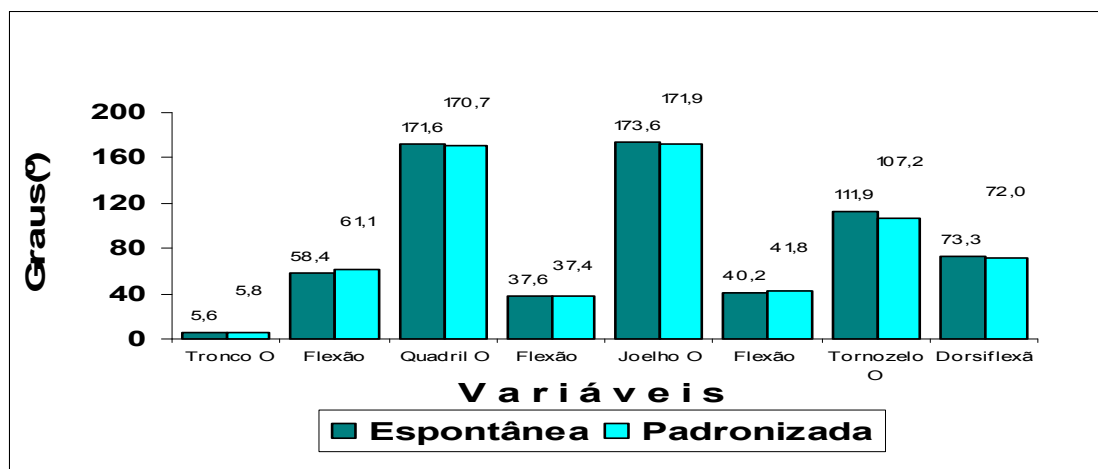


Figura - 10 Ângulos de agachamento do grupo formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

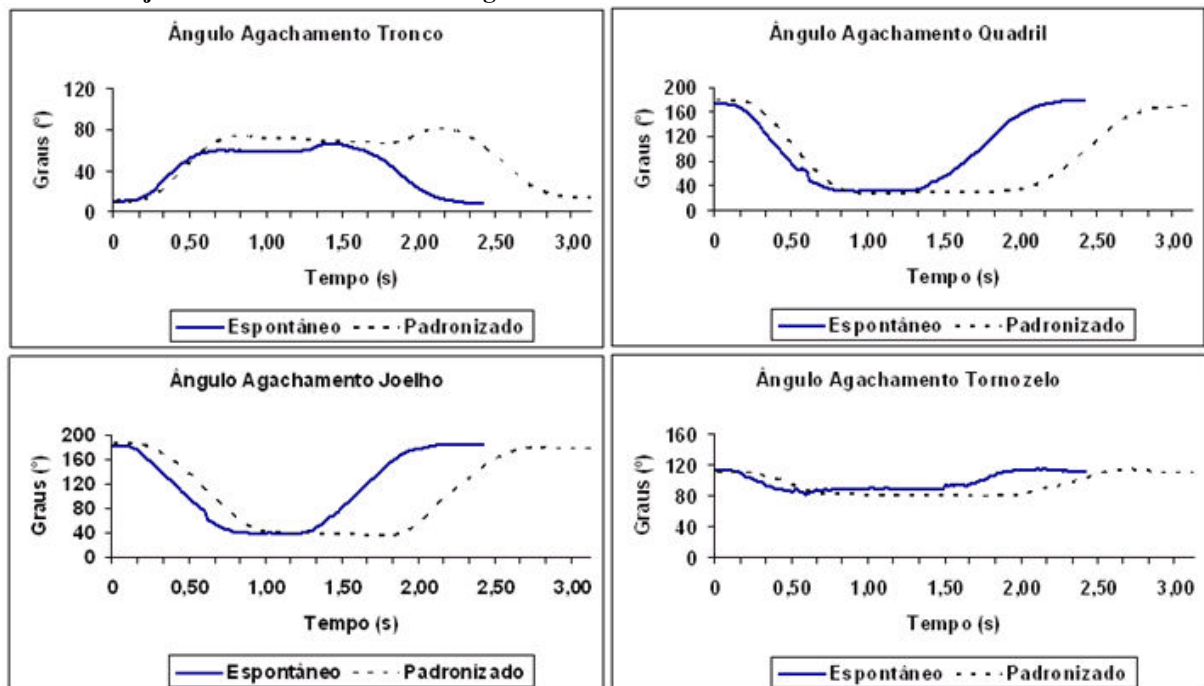


Figura - 11 Alterações típicas de ângulos versus formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

Analisando os resultados da comparação dos ângulos entre as duas formas de execução do agachamento, espontânea e padronizada (Tabela 8) constatou-se que das 8 (oito) variáveis estudadas, apenas 3 (três) delas apresentaram diferenças significativas: ângulo do tronco na posição ortostática ( $p=0,001$ ), ângulo do tronco na máxima flexão deste ( $p=0,014$ ) e ângulo de máxima flexão do joelho ( $p=0,001$ ); cujos maiores valores foram na posição padronizada. Contudo, nas flexões máximas do tronco, quadril, joelho e tornozelo os maiores valores angulares significam menores flexões.

Verifica-se também que em algumas variáveis os índices de variabilidade foram muito altos (maior que 30%), como no ângulo do tronco na posição ortostática, no ângulo máximo de flexão do quadril e no ângulo máximo de flexão do joelho. Ao contrário, em algumas articulações houve pouca variabilidade (menos que 10%), como nos ângulos do quadril, joelho e tornozelo na posição ortostática nas execuções espontânea e padronizada.

Com base nos resultados (tabela 8), em que se buscou a comparação dos ângulos durante a execução do agachamento espontânea (escolhida pela criança) ou padronizada (partindo com pés paralelos e unidos), pode-se observar que apenas os ângulos do tronco e o ângulo máximo de flexão do joelho, tiveram diferenças significativas, sendo que o agachamento espontâneo foi mais facilmente realizado pelos sujeitos. Na literatura, não foram encontrados estudos que tivessem finalidade e metodologia similar. Entretanto, entende-se que na posição espontânea, em que os pés e joelhos estão mais afastados, o movimento de agachamento é mais fácil de ser realizado permitindo uma flexão maior dos membros inferiores e possibilitando uma melhor manutenção do equilíbrio, uma vez que o tronco permaneceu mais ereto.

Na literatura Liebenson (2003) tem-se orientação no sentido que a fim de evitar problemas na lombar e nos joelhos, a forma ideal de agachamento é aquela com rotação externa do fêmur Liebenson (2003). E para garantir essa rotação externa do fêmur é necessário certo distanciamento entre os pés. Contudo, nenhum estudo que relatasse o afastamento ideal entre os pés foi encontrado. Além disso, orienta-se que durante um movimento de agachamento, o joelho não pode ultrapassar a linha dos dedos do pé Hirata e Duarte (2007).

Observou-se que na posição ortostática houve variabilidade baixa entre os sujeitos (menor de 10% - Gomes, 1990), exceto no segmento ângulo do tronco. Isso provavelmente ocorre porque nesta posição é possível ter um melhor controle postural e, por isso, os ângulos das diferentes crianças são semelhantes haja vista que estas não apresentam alterações posturais aparentes. Já nas variáveis avaliadas na posição agachada, a variabilidade foi alta,

muito provavelmente, devido às diferenças antropométricas devido ao crescimento maior do tronco em relação aos membros inferiores Tani (1987), Viel (2000), Reis (2003) e aos diferentes níveis de flexibilidade dos sujeitos.

#### 4.3.2 Ângulo dos segmentos em função do sexo

Na seqüência, fez-se a comparação das diferentes variáveis angulares entre meninos e meninas, cujos resultados estão na Tabela 9 e ilustrada na Figura 12.

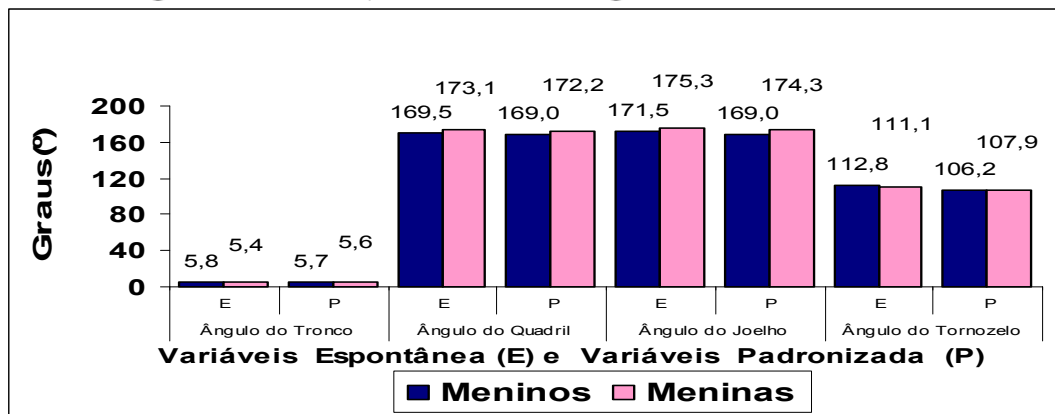
**Tabela 9** - comparação dos ângulos dos segmentos na posição ortostática.

Variáveis angulares ortostática	Forma de execução	Meninos n=43			Meninas n=60			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Ângulo do tronco <sup>a</sup>	Espontânea	5,84	3,64	65,87	5,35	3,64	12,06	0,73	0,464
	Padronizada	5,68	3,79	66,76	5,63	3,94	70,04	0,17	0,860
Ângulo do quadril <sup>b</sup>	Espontânea	169,54	6,62	3,90	173,12	7,15	4,13	-2,7	<b>0,007*</b>
	Padronizada	168,96	7,25	4,29	172,21	7,34	4,26	-2,4	<b>0,016*</b>
Ângulo do joelho <sup>b</sup>	Espontânea	171,47	6,87	4,01	175,34	7,04	4,02	-3,1	<b>0,003*</b>
	Padronizada	168,99	8,53	5,05	174,34	7,03	4,03	-3,7	<b>0,000*</b>
Ângulo do tornozelo <sup>b</sup>	Espontânea	112,76	7,79	6,91	111,14	13,51	12,16	0,80	0,422
	Padronizada	106,17	6,29	5,92	107,89	6,93	6,42	-1,2	0,218

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a inclinação anterior do tronco.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexão do segmento.



**Figura - 12** Ângulos na posição ortostática entre sexos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

Analisando as comparações entre os sexos na posição ortostática dispostos na tabela 9 e figura 13 observa-se que na forma de execução espontânea houve diferença significativa estatisticamente para as variáveis: ângulo do quadril ( $p=0,007$ ) e ângulo do joelho ( $p=0,003$ ) espontâneo e ângulo do quadril ( $p=0,016$ ) e ângulo do joelho ( $p=0,001$ ) padronizado sendo que as meninas apresentavam maiores médias para esses ângulos.

Observou-se que as meninas apresentaram menores médias nos ângulos do tronco em relação aos meninos. Em outras palavras, as meninas tendem a ficar mais eretas, pois inclinam menos o tronco para frente durante a posição ortostática. No entanto, para o ângulo do quadril os meninos obtiveram uma média angular menor essa diferença entre as médias foi significativa, o mesmo ocorrendo com o ângulo do joelho, para o ângulo do tornozelo quando na forma espontânea o ângulo foi menor para os meninos e na padronizada menor para as meninas.

Na posição ortostática, verificou-se maiores ângulos intersegmentares nas meninas que nos meninos, tanto para a articulação do quadril como para a do joelho, em ambas as formas: espontânea e padronizada. Demonstrando que as meninas têm uma melhor postura o que pode refletir em mais flexibilidade, confirmando resultados de outros estudos Achour Junior (1996), Guedes (1997).

Analisando as comparações na máxima flexão entre os sexos (Tabela 9), observa-se que, houve diferença entre meninos e meninas nas variáveis, somente no ângulo de máxima flexão do tronco ( $p=0,017$ ), na execução padronizada, sendo que as meninas apresentam menores médias para esses ângulos. No ângulo do quadril os meninos obtiveram um menor ângulo o mesmo ocorrendo para tornozelo na execução padronizada nas demais variáveis as meninas tiveram um menor ângulo durante o agachamento, entretanto não significativos.

**Tabela 9 - comparação dos ângulos dos segmentos na máxima flexão**

Ângulos Máximos	Forma de execução	Meninos n=43			Meninas n=60			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão do tronco <sup>a</sup>	Espontânea	60,50	12,24	20,23	55,68	11,64	20,91	1,89	0,061
	Padronizada	64,02	11,73	18,32	58,77	12,06	20,51	2,39	<b>0,017*</b>
Flexão do quadril <sup>b</sup>	Espontânea	35,16	10,80	30,71	39,13	13,32	33,66	-1,8	0,064
	Padronizada	35,15	11,31	32,17	39,57	12,44	31,80	0,26	0,085
Flexão do joelho <sup>b</sup>	Espontânea	40,08	14,22	35,47	39,92	11,73	29,38	0,26	0,793
	Padronizada	41,92	17,80	42,45	41,08	14,36	34,96	0,53	0,597
Dorsiflexão do tornozelo <sup>b</sup>	Espontânea	73,10	12,73	17,41	72,95	12,69	17,40	0,29	0,769
	Padronizada	70,92	9,87	13,92	72,34	9,82	13,56	-0,4	0,640

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a inclinação anterior do tronco.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexão do segmento.

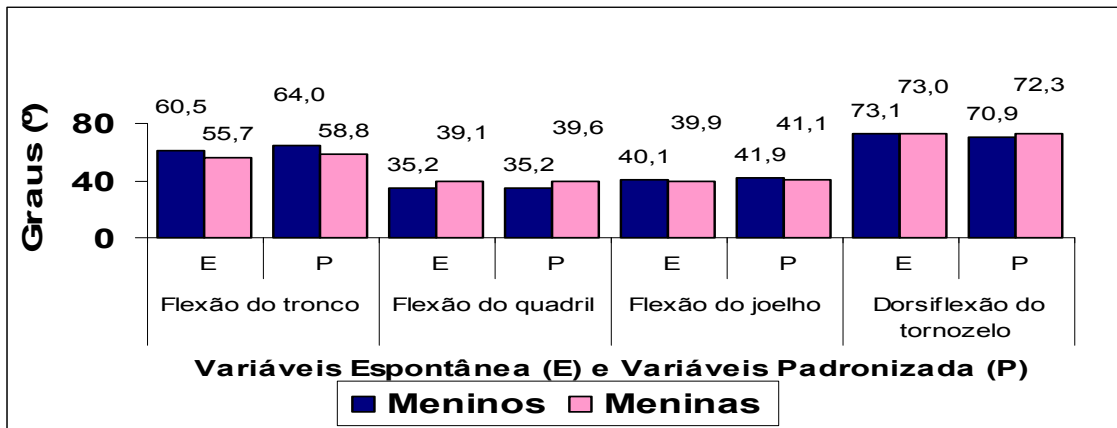


Figura - 13 Ângulos na máxima flexão, entre sexos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

No entanto, essa diferença entre as médias foi significativa apenas quando na forma padronizada (partindo da posição ortostática com pés paralelos e unidos).

Com relação à amplitude angular em função do sexo os resultados (Tabelas 9) apontaram que para os dados da posição de agachamento, houve diferença significativa entre meninos e meninas somente para o segmento tronco. As meninas têm uma menor variação da amplitude de movimento de flexão do tronco em relação aos meninos, isto é, os meninos tendem a inclinar mais o tronco para frente durante o agachamento enquanto que as meninas tendem a manter o tronco mais vertical. Isso quer dizer que meninos e meninas de 7 a 12 anos têm padrões angulares para o agachamento similares, sendo que a peculiaridade encontrada é que as meninas tendem a manter o tronco mais ereto no agachamento. A inclinação do tronco para frente é uma estratégia para evitar a queda para trás, mantendo assim à projeção vertical do centro de massa dentro da base de suporte dos pés Noll *et al* (2008). Além disto, estudos relatam que as mulheres têm demonstrado maior nível de flexibilidade que os homens, independente da idade, e com o avançar da idade a flexibilidade tanto de homens quanto de mulheres diminui Weinek (1991), Pollock (1993).

#### 4.3.3 Ângulo dos segmentos por faixa etária

Por ultimo para entender ao 3º objetivo específico, fez-se a comparação angular inter segmentares, entre os grupos etários na Tabela 10 e ilustrado na figura 14.

Tabela 10 - Comparação dos ângulos dos segmentos na posição ortostática.

Ângulos na posição ortostática	Forma de execução	Grupo 1 (7 a 9 anos) n=51			Grupo 2 (10 a 12 anos) n=52			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão do tronco <sup>a</sup>	Espontânea	5,70	3,84	67,48	5,45	3,66	67,09	0,33	0,739
	Padronizada	5,88	4,12	70,15	5,49	3,67	66,78	0,50	0,613
Flexão do quadril <sup>b</sup>	Espontânea	170,62	6,48	3,80	172,45	7,77	4,51	-1,2	0,198
	Padronizada	170,40	7,52	4,41	171,04	7,41	4,33	-0,4	0,662
Flexão do joelho <sup>b</sup>	Espontânea	172,58	6,95	4,03	174,50	7,38	4,23	-1,3	0,178
	Padronizada	170,74	8,09	4,74	173,05	7,90	4,57	-1,4	0,145
Dorsiflexão do tornozelo <sup>b</sup>	Espontânea	109,49	6,94	6,35	114,29	14,31	12,52	-2,1	<b>0,034*</b>
	Padronizada	104,67	6,59	6,30	109,66	5,98	5,45	-4,0	<b>0,000*</b>

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a inclinação anterior do tronco.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexão do segmento.

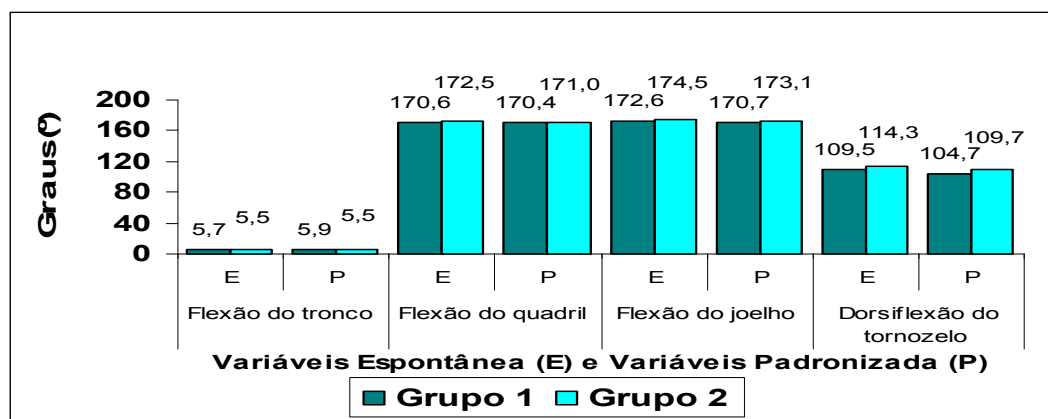


Figura - 14 Ângulos na posição ortostática entre grupos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

Comparando os ângulos na posição ortostática, movimento do agachamento entre os grupos de faixas etárias (tabela 10), constata-se que somente houve diferença na variável ângulo do tornozelo. Na posição espontânea ( $p=0,034$ ) e padronizada ( $p=0,001$ ), de modo que as crianças mais velhas apresentavam maiores ângulos do tornozelo em relação as mais novas.

A partir de comparações dos ângulos das variáveis entre os grupos (tabela 10), pode-se observar que as crianças mais jovens apresentaram melhor posição ortostática que as mais velhas, para quadril e joelho e maior inclinação do tronco para frente, contudo não sendo significativa do ponto de vista estatístico. Averiguou-se que as crianças mais velhas apresentaram amplitude articular do tornozelo maior que as mais jovens na posição ortostática do movimento. Isto descrito por Smith (1997) em que normalmente uma pessoa pode ficar de pé com os joelhos estendidos ou em leve hiperextensão esta depende da frouxidão da cápsula e dos ligamentos que limitam este movimento.

Referente ao coeficiente de variação verifica-se uma heterogeneidade acima de 30% entre os ângulos segmentares das crianças dos dois grupos etários, somente para a variável flexão do tronco, na posição ortostática, para as demais variáveis pode-se determinar que

houve uma homogeneidade entre estes ângulos com baixa variabilidade, com exceção para a variável dorsiflexão do tornozelo na forma de execução espontânea para o grupo 2 (10 a 12 anos) que apresentou CV% considerado de média variabilidade. Mais uma vez fica registrado as diferenças individuais das crianças ao executarem o mesmo movimento.

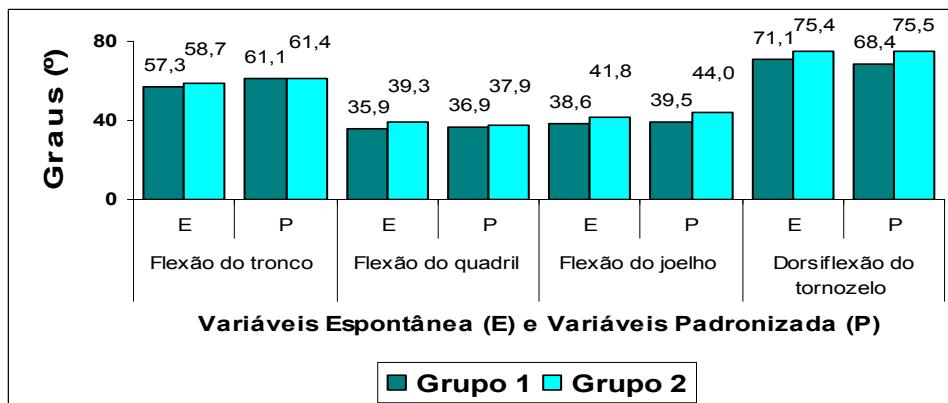
**Tabela 11 - Comparação dos ângulos máximos das diferentes variáveis angulares entre faixas etárias.**

Variáveis (°)	Forma de execução	Grupo 1 (7 a 9 anos) n=51			Grupo 2 (10 a 12 anos) n=52			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Flexão do tronco <sup>a</sup>	Espontânea	57,29	12,33	21,52	58,68	11,72	19,98	-0,1	0,850
	Padronizada	61,05	11,28	18,48	61,36	13,04	21,25	-0,0	0,960
Flexão do quadril <sup>b</sup>	Espontânea	35,91	12,86	35,80	39,32	12,14	30,88	-1,3	0,169
	Padronizada	36,89	12,32	33,41	37,86	12,13	32,04	-0,4	0,690
Flexão do joelho <sup>b</sup>	Espontânea	38,61	11,12	28,80	41,76	14,23	34,08	-1,2	0,214
	Padronizada	39,53	13,95	35,30	44,00	17,29	39,29	-1,4	0,153
Dorsiflexão do tornozelo <sup>b</sup>	Espontânea	71,07	9,85	13,85	75,40	14,66	19,44	-1,7	0,081
	Padronizada	68,41	9,22	13,49	75,45	8,96	11,88	-3,9	<b>0,000*</b>

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

<sup>a</sup> Quanto maior o grau do movimento, maior a inclinação anterior do tronco.

<sup>b</sup> Quanto maior o grau do movimento, menor a flexão do segmento.



**Figura - 15** Ângulos na máxima flexão entre grupos, formas espontânea e padronizada para tronco, quadril, joelho e tornozelo durante o agachamento.

Comparando os ângulos de máxima flexão do agachamento entre os grupos de faixas etárias (tabela 11), constata-se que houve diferença apenas nos ângulos do tornozelo na forma de execução padronizada na dorsiflexão máxima ( $p=0,001$ ), sendo que os menores ângulos durante o agachamento foram encontrados para o grupo 1 (7 a 9 anos). Isso pode ter acontecido pela alta variabilidade das amplitudes de movimento.

Ao analisar a máxima flexão do movimento de agachamento (ilustrado na figura 16), onde ocorre maior grau de dorsiflexão do tornozelo. Este estudo tem sustentado na literatura em que esta expressão que, quanto maior a mobilidade da articulação do tornozelo, melhor a estratégia de equilíbrio durante o agachamento Bueno (1998).

É possível que somente a idade não seja um fator que afete o aumento ou diminuição da flexibilidade de forma significativa. Assim, outros fatores como as realizações de



exercícios de flexibilidade nas aulas de educação física e a prática esportiva poderiam estar influenciando nos níveis de flexibilidade dos grupos Noll *et al* (2008) e Achour Junior (1996).

#### **4.4 - VELOCIDADE ANGULAR**

O quarto objetivo específico do estudo foi “Analisar o comportamento das velocidades angulares nas fases descendente e ascendente durante a execução do agachamento entre sexos, entre faixas etárias e entre formas de execução espontânea e padronizada”. Para tal caracterizou-se e comparou-se os valores determinados pelas médias das velocidades na fase descendente e na fase ascendente, definidas como o taxa de variação do deslocamento angular, medida em graus por segundo ( $^{\circ}/s$ ) durante o movimento de agachar e retornar a posição ortostática.

A fim de facilitar a leitura e compreensão deste tópico foi dividida em subtópico, contemplando a análise quantitativa de cada segmento corporal a partir das variáveis velocidades angulares correspondentes, quais sejam: a) velocidade angular do grupo, considerando faixas etárias ascendente e descendente; b) comparação da velocidade angular entre sexos e comparação da velocidade angular entre faixas etárias. Os resultados estão dispostos nas Tabelas 12, 13, 14 a seguir e Figura 16.

##### **4.4.1 Comparação da velocidade angular média entre as fases descendente e ascendente e as formas de execução espontânea e padronizada.**

Inicialmente fez-se a comparação da velocidade angular nos segmentos corporais do tronco, quadril, joelho, tornozelo, entre as fases descendente e ascendente na forma de execução espontânea e padronizada durante o agachamento, cujos valores estão expostos na tabela 12 e representado pela figura 16.

**Tabela 12 - Comparação de velocidade angular média de diferentes segmentos corporais, entre as formas de execução espontânea e padronizada.**

Segmentos corporais	Velocidades angulares do Agachamento ( $^{\circ}/s$ ) n=103						t	p
	Espontânea			Padronizada				
	$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tronco descende	71,97	22,29	30,98	73,78	20,33	27,55	-0,959	0,340
Tronco ascendente	57,68	19,02	32,97	69,52	20,09	23,20	-1,396	0,166
Quadril descendente	153,44	35,89	23,39	145,63	32,31	22,19	1,089	0,279
Quadril ascendente	128,93	30,33	23,52	124,45	30,27	24,32	1,229	0,222
Joelho descende	143,61	30,65	21,34	134,46	30,95	23,02	3,140	<b>0,002*</b>
Joelho ascendente	138,26	34,01	14,60	134,05	34,13	25,46	1,148	0,254
Tornozelo descende	58,09	44,42	76,46	48,95	13,76	28,11	2,040	<b>0,044*</b>
Tornozelo ascendente	53,93	19,08	35,37	48,19	14,99	31,15	2,855	<b>0,005*</b>

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

Comparando das velocidades angulares dos seguimentos corporais entre as formas de execução do movimento de agachamento, verificou-se que a forma espontâneo teve velocidade média maiores do que a padronizada para os segmentos corporais do quadril, joelho, tornozelo nas fases ascendente e descendente, sendo significativa maiores para segmento do joelho na fase descendente ( $p=0,002$ ); do tornozelo na fase descendente ( $p=0,044$ ) e na fase ascendente ( $p=0,005$ ). A forma padronizada obteve velocidades maiores para os segmentos do tronco, fase ascendente e descendente.

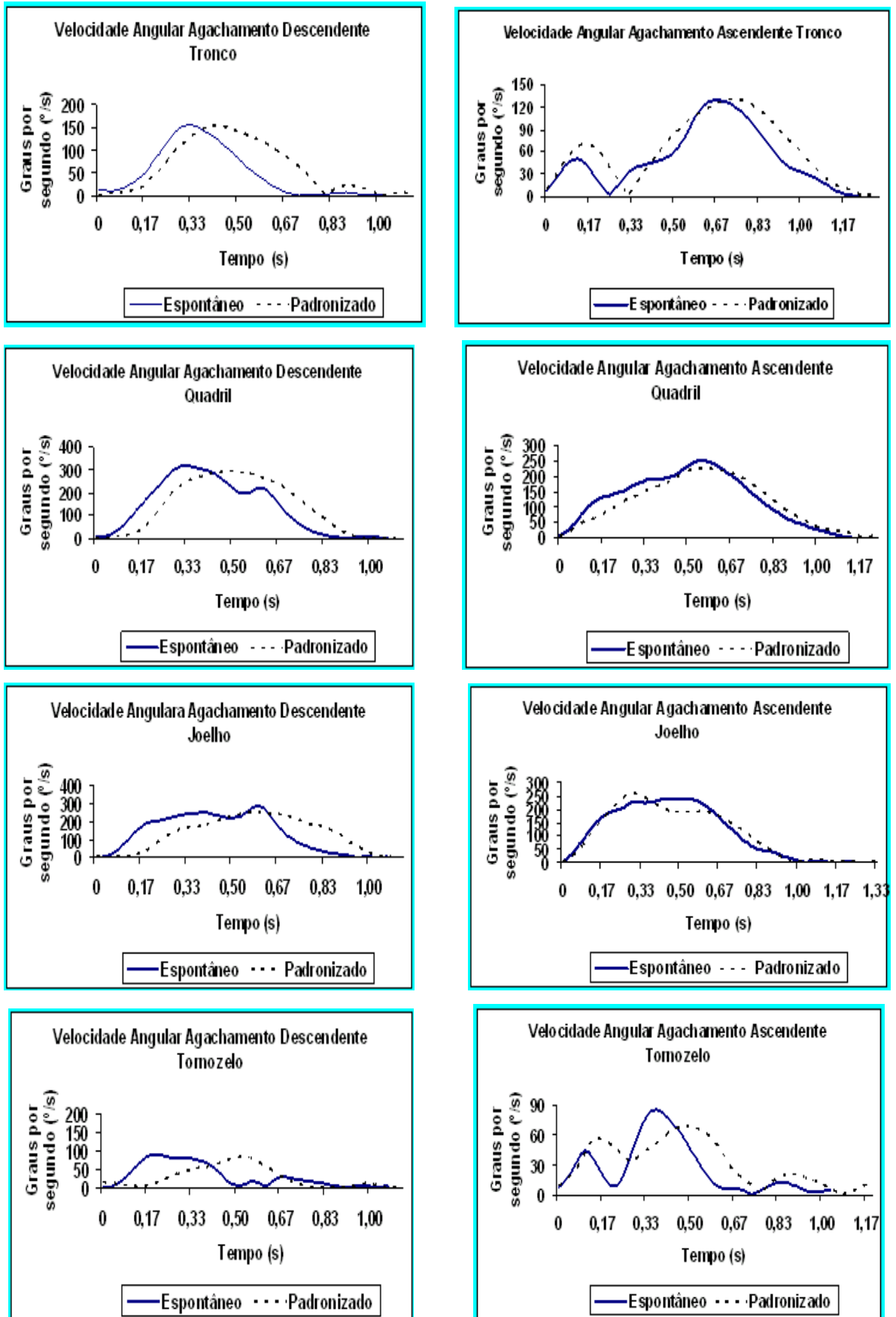


Figura - 16 Velocidade do agachamento espontâneo e padronizado, fase descendente e ascendente

Na literatura, não foram encontrados estudos que tivessem finalidade e metodologia similar. Entretanto, entende-se que na posição espontânea o movimento de agachamento é mais fácil de ser realizado por apresentar maior velocidade média dos seguimentos corporais, além disto, por apresentar maior amplitude de movimento dos membros inferiores. Assim, talvez, a forma espontânea apresenta uma estratégia de equilíbrio mais aperfeiçoada do que a padronizada, uma vez que o movimento é realizado de forma habitual pela criança, o qual exige uma boa estratégia de manutenção do equilíbrio. Nesta direção Escamila (2001) e Wilk (1996), citam que durante o agachamento, a linha de gravidade se desloca posteriormente ao eixo do joelho, com isso aumenta a estabilização.

Referente ao coeficiente de variação verifica-se uma heterogeneidade acima de 30%, sendo considerada muito alta, na forma espontânea para os seguimentos corporais do tronco e tornozelo, na fase descendente e ascendente nos segmentos; e na forma padronizada para o seguimento do tornozelo na fase ascendente.

Além disto, apresentou alta variabilidade (21 a 30%), na forma espontânea para os seguimentos corporais quadril e joelho, na fase descendente, e para o joelho na fase ascendente; e na forma padronizada, os seguimentos do quadril, tronco e joelho apresentaram para as duas fases do agachamento, e o tornozelo na fase descendente. Estes achados indicam que as crianças apresentam características individuais, onde a ativação da musculatura, em termos de velocidade e tempo, ocorre de maneira diferente entre indivíduos diferentes, sendo para esta variável a maior média de velocidade para a situação espontânea de o movimento angular.

#### **4.4.2 Comparação das variáveis velocidades angulares entre sexos, fases descendente e ascendente e formas de execução espontânea e padronizada.**

Na seqüência fez-se comparações entre os sexos, para as fases ascendentes e descendentes dos ângulos de tronco, quadril, joelho e tornozelo. Assim descritas e analisadas, iniciando pela velocidade angular descendente, como representada na Tabela 13 (descendente) e 14 (ascendente).

A partir dos dados expostos na Tabela 13, foi possível afirmar que os meninos apresentaram maiores velocidades na fase descendentes do segmento do tronco na forma espontânea e na forma padronizados ( $p < 0.001$ ) do que as meninas. Contudo para os

segmentos corporais ângulos do quadril, joelho e tornozelo, tanto na forma espontânea como padronizada não houve diferenças significativas, ou seja, os resultados das velocidades angulares foram semelhantes.

**Tabela 13 - Comparação da velocidade angular média (%/s), de diferentes segmentos corporais, entre meninos e meninas e forma de execução espontânea e padronizada na fase descendente.**

Segmentos corporais (%/s)	Forma de execução	Masculino n=43			Feminino n=60			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tronco	Espontâneo	80,81	26,22	32,45	65,63	16,49	25,13	3,602	<b>0,000</b>
	Padronizado	81,60	22,78	27,92	68,16	16,37	24,02	3,845	<b>0,001</b>
Quadril	Espontâneo	156,13	28,62	18,33	151,52	40,43	26,69	-0,930	0,356
	Padronizado	152,03	31,32	20,60	141,05	32,49	23,03	1,728	0,087
Joelho	Espontâneo	130,80	29,56	22,60	143,63	29,89	20,81	-0,007	0,995
	Padronizado	143,59	32,03	22,31	137,10	31,89	23,26	-1,019	0,311
Tornozelo	Espontâneo	47,01	12,42	26,42	54,36	16,57	30,48	1,008	0,316
	Padronizado	54,00	14,75	27,32	50,35	14,59	28,97	-1,217	0,226

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05.

Observa-se que durante a fase descendente, apresentou muito alto nível de CV% na forma espontânea no segmento corporal do tronco (32,4%) nos meninos, e do tornozelo (30,48%) nas meninas. Nota-se, também, alto nível de CV% para as velocidades dos segmentos do joelho, tornozelo, em ambas as formas, e do tronco na forma padronizada, nos meninos; as meninas apresentaram para os seguimentos corporais tronco, quadril, joelho e tornozelo, em ambas as formas. Desta forma, demonstra que a situação padronizada, tanto os meninos e meninas, têm maior variação para execução desse movimento, pelo fato ser uma postura não habitual, exigindo o melhor controle postural e estratégias sensório-motoras.

Até o momento não foi possível encontrar na literatura valores de velocidades angulares com o mesmo enfoque dado neste estudo, portanto não houve condições de discutir mais profundamente estes resultados. Entretanto, encontrou-se no estudo de Mills e Gehlsen (1996) *apud* Almeida *et al.* (2001), registro que os homens geram maior velocidade vertical que as mulheres (fase ascendente) na saída carpada e plana da natação. Neste estudo não foi realizado com deslocamentos dos membros inferiores do solo, portanto não se pode estabelecer qualquer comparação entre os estudos.

Na seqüência fez-se a comparação da velocidade angular entre meninos e meninas na fase descendente, conforme disposto na Tabela 14.

Ao analisar os resultados das comparações dos valores médios das velocidades angulares durante o agachamento na fase ascendente entre os sexos (tabela 14), não foram encontradas diferenças significativas para o nível pré-estabelecido de  $p \leq 0,05$ . Sendo assim,

constata-se que os valores da velocidade medidos do agachamento na fase ascendente, são semelhantes para os meninos e meninas.

**Tabela 14 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre meninos e meninas e forma de execução espontânea e padronizada na fase ascendente**

Segmentos corporais (°/s)	Forma de execução	Masculino n=43			Feminino n=60			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tronco	Espontâneo	59,72	21,70	36,34	56,23	16,89	30,03	0,916	0,362
	Padronizado	64,79	23,17	35,76	57,44	17,11	29,79	1,854	0,067
Quadril	Espontâneo	131,09	30,34	23,14	127,37	30,48	23,93	0,611	0,542
	Padronizado	123,43	31,68	25,67	125,19	29,46	23,53	-0,290	0,773
Joelho	Espontâneo	138,00	39,75	28,81	138,46	29,57	21,36	-0,067	0,947
	Padronizado	130,52	38,44	29,45	136,59	30,77	22,53	-0,888	0,376
Tornozelo	Espontâneo	54,40	23,18	42,61	53,59	15,70	29,29	0,212	0,833
	Padronizado	47,59	16,09	33,82	48,50	14,27	29,43	-0,303	0,762

Diante dos resultados observou-se que a variabilidade variou entre muito alta (42,61%) no segmento do tornozelo para os meninos a altas (21,36%) no segmento do joelho para as meninas na forma espontânea. Os altos índices de variabilidade já eram esperados visto que as crianças vêm apresentando esse comportamento desde as observações feitas nas variáveis de flexibilidade e as variáveis angulares.

Não houve diferenças porque a tarefa não teve caráter competitivo, por exemplo, quem executa mais rápido os meninos ou meninas.

#### 4.4.3 Comparação das variáveis velocidades angulares entre faixas etárias, descendente e ascendente e formas de execução espontânea e padronizada.

**Tabela 15 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre grupos etários, nas formas de execução espontânea e padronizada na fase descendente.**

Segmentos corporais (°/s)	Forma de execução	Grupo 1 n=51			Grupo 2 n=52			t	P
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tronco	Espontâneo	71,13	22,83	32,09	72,80	21,95	30,15	0,397	0,705
	Padronizado	74,80	19,66	26,28	72,75	21,10	29,00	-1,333	0,306
Quadril	Espontâneo	149,31	28,62	19,17	157,50	41,71	26,48	-1,019	0,308
	Padronizado	148,77	35,38	23,78	142,56	29,02	20,35	0,974	0,332
Joelho	Espontâneo	146,92	32,15	21,88	140,37	29,04	20,69	1,086	0,280
	Padronizado	139,46	34,03	24,40	129,57	27,04	20,87	1,635	0,195
Tornozelo	Espontâneo	53,57	13,47	25,14	54,84	17,84	32,53	-1,023	0,309
	Padronizado	51,09	13,67	26,77	46,86	13,65	29,13	1,569	0,120

Analisando a tabela 15, entre as diferentes comparações, verificou-se que em nenhum segmento corporal houve diferença estatisticamente significativa, na velocidade angular entre os grupos na fase descendente. No entanto, pode-se verificar que as crianças mais novas

grupo 1 (7 a 9 anos), apresentaram médias de velocidade maiores para cinco das oito variáveis estudadas, constatadas no segmento corporal do tronco, quadril, joelho, tornozelo na forma de execução padronizada e joelho na forma de execução espontânea. As crianças mais velhas tiveram valores superiores nos segmentos corporais do tronco, quadril e tornozelo na forma de execução espontânea para fase descendente do movimento de agachar.

Na fase descendente o movimento é controlado e ambos os grupos apresentaram bom controle do corpo.

Referente ao CV%, verifica-se uma heterogeneidade, sendo que estes valores variaram entre (32,53%) para o segmento corporal do tornozelo, grupo 2 (10 a 12 anos) e de (19,66%) para o grupo 1 (7 a 9 anos), quadril na forma espontânea. Mais uma vez se observa a individualidade entre as crianças.

Na seqüência fez-se a comparação entre o grupo etário considerando a forma de execução e fase do movimento ascendente. Os resultados estão expostos na Tabela 16.

**Tabela 16 - Comparação de velocidade angular médias de diferentes segmentos corporais, entre grupos etários nas formas de execução espontânea e padronizada na fase ascendente.**

Variáveis	Forma de execução	Grupo 1 n=51			Grupo 2 n=52			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tronco	Espontâneo	55,99	18,13	32,37	59,35	19,90	33,52	-0,894	0,373
	Padronizado	59,37	14,99	25,26	61,64	24,17	39,22	-0,571	0,569
Quadril	Espontâneo	127,63	32,35	25,35	130,20	28,46	21,86	0,555	0,670
	Padronizado	125,41	30,53	24,34	123,52	30,28	24,51	0,314	0,754
Joelho	Espontâneo	141,32	33,70	23,85	135,27	34,37	25,41	0,901	0,370
	Padronizado	135,91	35,59	26,19	132,23	32,88	24,87	0,545	0,587
Tornozelo	Espontâneo	54,65	16,37	29,95	53,23	21,54	40,48	0,376	0,708
	Padronizado	51,60	15,31	29,67	44,70	13,98	31,27	2,390	0,019

Em relação às velocidades angulares médias na fase ascendente não se observou diferença significativa entre os grupos etários. Em todas as comparações.

No entanto até o momento não foi possível encontrar na literatura valores de velocidades angulares com o mesmo enfoque dado neste estudo, portanto não houve condições de discutir mais profundamente estes resultados. No entanto estes menores valores de velocidade do tornozelo poder ser explicadas, quando o sóleo desacelera a dorsiflexão do tornozelo, criando um torque de extensão no joelho tracionando à linha posteriormente, o que minimiza a força de cisalhamento anterior nesta articulação reduzindo a velocidade nesta articulação Elias *et al* (2003).

Acredita-se que a resistência de diferenças nas variáveis se deve ao fato que o movimento não é competitivo para saber qual o grupo é mais rápido.

#### 4.5 VARIÁVEIS TEMPORAIS

Respondendo ao quinto objetivo do estudo que foi “Caracterizar e comparar o tempo de execução do agachamento considerando sexo, faixa etária e formas de execução espontânea e padronizada nas fases descendente e ascendente”. Para tal analisou-se o movimento na fase descendente da posição ortostática do instante do primeiro quadro do movimento até o final do agachamento (máxima flexão) e na fase ascendente do instante do primeiro quadro (posição agachada) até a fase final do movimento (posição ortostática).

##### 4.5.1 Comparação do tempo de execução do agachamento entre as fases descendentes e ascendentes.

Inicialmente fez-se a comparação do tempo de execução entre as fases descendentes e ascendentes nas formas de execução espontânea e padronizada, comparando o grupo com um todo cujo resultado encontra-se na tabela 17 ilustrado na figura 17.

Tabela 17 - Comparação do tempo de execução entre as fases descendente e ascendente.

Variáveis	Forma de execução	N	Descendente			Ascendente			t	p
			$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Tempo de execução (s)	Espontânea	103	0,93	0,20	21,12	1,15	0,25	21,68	-4,54	<b>0,000*</b>
	Padronizada		0,99	0,25	21,68	1,17	0,37	31,32		

\* Valores de p significativos para um nível de significância de 0,05

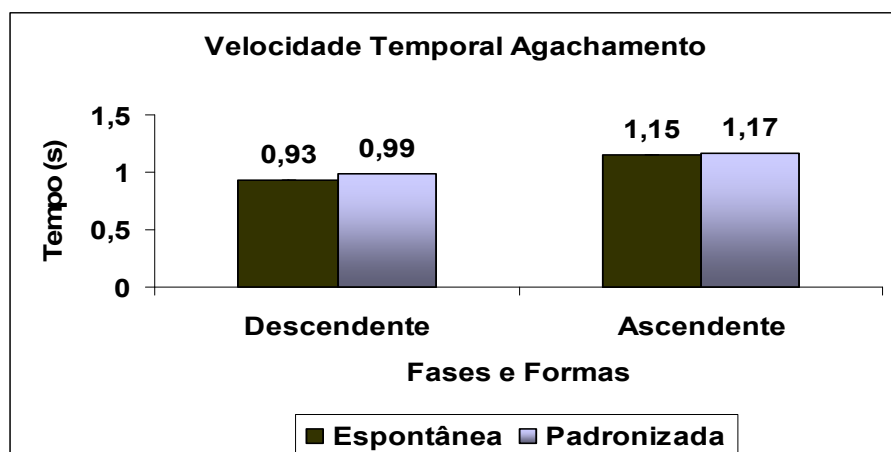


Figura - 17 Tempo de agachamento espontâneo e padronizado, fase descendente.e ascendente



Na comparação entre os valores médios das variáveis de tempo de execução ascendente e descendente, verificou-se que tanto na forma espontânea como padronizada, na fase descendente o tempo é menor, portanto mais rápido.

Até o momento não foi possível encontrar na literatura valores de tempo durante o movimento de agachamento com o mesmo enfoque dado neste estudo. Portanto, não houve condições de discutir mais profundamente estes resultados.

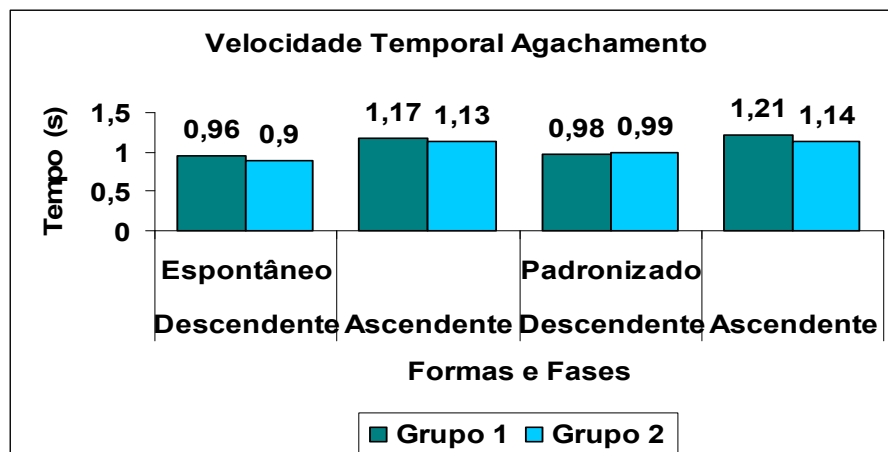
Em termos de homogeneidade observa-se que nas duas fases de execução e formas, os coeficientes de variação foram altos para a forma de execução espontânea e muito alta para a padronizada. Esses coeficientes de variabilidade representam um resultado positivo, pois expressam a individualidade entre as crianças durante a execução do agachamento.

#### 4.5.2 Caracterização e comparação da variável temporal entre grupos

Na seqüência, fez-se a comparação do tempo de execução entre grupo etário considerando a forma de execução e a fase do movimento (ascendente e descendente). Os resultados estão na tabela 18 ilustrada na figura 18.

**Tabela 18 - Comparação das características temporais, tempo de execução (s) entre faixas etárias.**

Formas	Fases	Grupo 1 (7 a 9 anos) n = 51			Grupo 2 (10 a 12 anos) n = 52			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Espontânea	Ascendente	0,96	0,22	22,75	0,90	0,17	18,84	1,487	0,140
	Descendente	1,17	0,28	23,98	1,13	0,22	19,04	-0,304	0,762
Padronizado	Descendente	0,98	0,26	26,45	0,99	0,16	16,30	-0,598	0,551
	Ascendente	1,21	0,44	36,34	1,14	0,28	24,35	0,917	0,361



**Figura - 18** Tempo de agachamento entre grupos etários, espontâneo e padronizado, fase descendente e ascendente.

Ao compararmos os valores médios entre os dois grupos (Tabela 18), não se constatou diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis. Entretanto, em geral, podemos descrever que as médias de tempo foram menores para o grupo 2 (10 a 12 anos), de forma que esses eram mais rápidos, mas sem ser estatisticamente significativo.

Não foram encontrados estudos que procuram investigar a demanda do movimento de agachamento comparando-o em duas formas de execução espontânea e padronizada, em detrimento do tempo descendente e ascendente.

Na análise dos índices de variabilidade, o CV% oscilou entre 16,39% para o grupo 2 (10 a 12 anos) na fase descendente até 36,54% para forma padronizada no grupo 1 (7 a 9 anos), indicando que há variabilidade de nível médio até muito alta, de acordo com valores de referência de Gomes (1990). Portanto, a alta variabilidade encontrada entre as crianças deste estudo é considerada esperada, pois Ferreira e Böhme (1998) afirmam que os diferentes aspectos da constituição física influenciam a capacidade de desempenho motor.

Novamente nos deparamos com poucos dados na literatura referente a este assunto, mas podemos nos remeter ao fato do grupo 1 possuir uma menor maturação biológica em relação ao grupo 2, o que, segundo Bee (1981), é um dos fatores que podem influenciar o desenvolvimento motor, além da hereditariedade e do ambiente. Um segundo fator que pode influenciar nessa situação é o equilíbrio que o sujeito necessita para realizar tal ação e, segundo Molinari e Sens (2003), a unidade básica do movimento que abrange a capacidade de equilíbrio e assegura as posições estáticas é a estrutura psicomotora; a qual, assim como a habilidade motora já descrita na revisão de literatura, se desenvolve com a maturação da criança, o que assegura uma vantagem do grupo 2 (10 – 12 anos) em relação ao grupo 1 (7 – 9 anos).

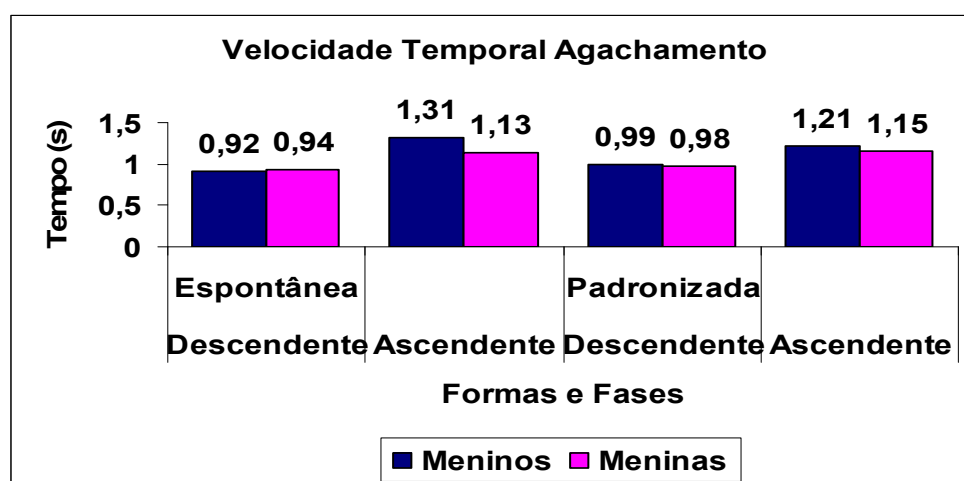
Se compararmos o tempo requerido para o movimento espontâneo com o tempo requerido para o movimento padronizado em que se realizou pelo teste t pareado, pode-se determinar que apenas na fase descendente houve diferença significativa entre as duas formas de execução do agachamento, de forma que o agachamento espontâneo teve sua fase descendente mais rápida que o movimento padronizado ( $p=0,012$ ). Esse fato é bem visível, pois durante o movimento espontâneo as crianças estão posicionadas da forma natural e o tempo de reação ao movimento é muito mais rápido, pois não precisam adaptar-se a outra forma de postura, corriqueiramente não utilizada.

#### **4.5.3 Caracterização e comparação do tempo de execução entre meninos e meninas.**

Para encerrar fez-se a comparação de tempo de execução do agachamento entre meninos e meninas, considerando a forma de execução e as fases de tarefas (ascendente e descendente).

**Tabela 19 - Comparação do tempo de execução entre meninos e meninas nas formas de execução (espontânea e padronizada) e nas fases (ascendentes e descendentes).**

Formas	Fases	Masculino n= 43			Feminino n= 60			t	p
		$\bar{X}$	s	CV%	$\bar{X}$	s	CV%		
Espontânea	Descendente	0,92	0,20	22,38	0,94	0,19	20,45	-0,420	0,675
	Ascendente	1,31	0,92	21,88	1,13	0,42	21,15	0,246	0,806
Padronizada	Descendente	0,99	0,26	26,3	0,98	0,17	17,43	0,108	0,151
	Ascendente	1,21	0,42	34,62	1,15	0,32	28,04	0,907	0,367



**Figura - 19** Tempo de agachamento entre sexos, forma espontâneo e padronizado, fases descendente.e ascendente.

Após a aplicação do teste t *Student* independente, pode-se verificar que não houve diferença estatisticamente significativa entre meninos e meninas para o tempo do agachamento nas fases descendente e ascendente.

De modo geral na comparação entre os sexos observa-se que o tempo gasto pelos meninos na fase descendente foi menor na forma espontânea e para as meninas na forma padronizada, ressaltando que na fase ascendente as meninas tiveram os menores tempos, portanto mais rápidas.

Verifica-se também valores de variabilidade muito alto para os meninos na forma padronizada na fase ascendente do movimento (34,62%) e média na forma espontânea para as meninas (17,42), Os altos índices de variabilidade já eram esperados visto que as crianças vêm apresentando esse comportamento desde as observações feitas nas variáveis antropométricas.

## V CONCLUSÃO

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

Em relação às características antropométricas as meninas apresentaram maiores médias de estatura, comprimento membros inferiores, (coxa, perna), comprimento do pé, largura do pé e massa de meninos, precederam valores maiores somente para comprimento do tronco; entretanto estes valores não foram significativos. Os resultados estão condizentes com a literatura estudada, cujos valores estão dentro da normalidade, sendo maiores para as crianças com menor idade.

A forma passiva de avaliação da flexibilidade por meio do flexitest apresentou maiores amplitudes articulares nos segmentos quadril, joelho e tornozelo em relação a passiva. Isso foi observado independentemente do sexo e da faixa etária. Por outro lado foi encontrada na variável flexão plantar na situação passiva as meninas apresentaram maior amplitude articular em relação aos meninos.

O movimento de agachamento realizado de forma espontânea permitiu maior flexão dos segmentos, principalmente tronco e joelho. As meninas, em geral, apresentaram menor inclinação no segmento tronco à frente, durante o agachamento, que pode ser explicado pela melhor postura ereta e maior flexibilidade na articulação do quadril e joelho. Em relação aos grupos por faixa etária, observou-se que crianças mais novas (de 7 a 9 anos) apresentaram maior flexibilidade no movimento de agachamento nas formas espontânea e padronizada em relação as mais velhas (de 10 a 12 anos), principalmente na articulação do tornozelo.

A velocidade angular nos diferentes segmentos corporais, independente do sexo e faixa etária, foi maior na forma espontânea, sendo que na fase descendente estas velocidades foram maiores e significativas para o segmento joelho e tornozelo e para fase ascendente do joelho na forma espontânea.

Meninos e meninas apresentaram velocidades angulares equivalentes, tanto na fase descendente como na fase ascendente, exceto para segmento do tronco, velocidades maiores para os meninos na forma espontânea e padronizada, fase descendente.

Tanto na fase descendente quanto na fase ascendente os grupos etários se equipararam não tendo diferenças estatisticamente significativas.

Entende-se que o foco do estudo não era avaliar quem realizava o movimento mais rapidamente; e talvez por isso não se tenha encontrado diferenças na velocidade entre as formas de realização do movimento, entre sexos e entre as faixas etárias. Nesse sentido, para avaliar mais precisamente a velocidade de agachamento de crianças sugere-se que a instrução inicial seja a mesma para todos os sujeitos: realizar o movimento do agachamento o mais rápido possível. A partir daí, poder-se-á obter resultados mais condizentes em se tratando de comparar grupos, visto que nosso estudo não teve o intuito de avaliar a rapidez do movimento e as crianças ficaram a vontade para executá-lo no tempo em que bem entendessem.

As crianças, independente do sexo faixa etária, agachavam mais rapidamente na forma espontânea. Além disso, observou-se que a fase descendente foi mais rápida devido a facilitação da força de gravidade.

Averiguou-se altos índices de coeficientes de variação em todas as variáveis estudadas, o que expressa a individualidade das crianças durante a execução do agachamento. Em síntese, as crianças deste estudo apresentaram valores diferenciados em todas as variáveis aqui estudadas, obedecendo à individualidade de cada um tanto na forma e nas estratégias de executar os movimentos de agachamento, atribuindo valores individuais.

Enfim, é possível constatar que o movimento de agachamento em crianças realizados de forma espontânea, independentes de sexo e faixa etária, tem maiores desempenhos tanto na velocidade como no tempo de realização do movimento, cada criança tem suas próprias delimitações em relação a amplitude e estratégias de agachamento em crianças de 7 a 12 anos. Deste modo sugere-se que o movimento de agachamento do ser humano seja mais estudado do ponto de vista biomecânico, visto a escassez de referencial teórico sobre o assunto em questão.

#### IV REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H.M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proceedings of the American Society of Photogrammetry VIth Symposium on Close-Range Photogrammetry (pp. 1-18). Falls Church, VA: **American Society of Photogrammetry**, 1971.

ACHOUR JUNIOR, A. **Alongamento, flexibilidade: definições e contraposições**. Universidade Estadual de Londrina – PR. Revista Brasileira de atividade Física & saúde, v.12, n.1,2007.

ACHOUR JÚNIOR, A. **Bases para o exercício de alongamento relacionado com a saúde e o desempenho atlético**. Londrina, PR: Midiograf, 1996.

ACHOUR JUNIOR, A. **Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia**, ed. Manole, SP, 2006.

ACHOUR JÚNIOR, A. Flexibilidade. **Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**. v.9, n.6, p.43-52, 1994.

ALARANTA, H.; HURRI, H.; HELIOVAARA, M.; SOUKKA, A., HARJU, R. **Flexibility of the spine: normative values of goniometric and tape measurements**. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v.26, p.147-154, 1994.

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

AMADIO, A. C. Métodos de Medição em Biomecânica do Esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva (Rede CENESP-MET). **Revista Brasileira de Biomecânica**. Ano 3, n.4, maio, 2002.

AMADIO, A. C.; BAUMANN W. Kinetic and Electromyographical analysis of the triple jump (in) *Techniques in Athletics - Conference Proceedings*, p. p.751-752, Köln, Sport und Buch Strauss, (1990).

ANDERSON, Bob. Conclusões e Discussões de Mesa-Redonda sobre Flexibilidade. **Revista Técnica de Educação Física e Desportos – Sprint**, ano IV, v. 3, n. 5, p. 223-232. 1985.

ARAÚJO C. G. S. Flexiteste: proposição de cinco índices de variabilidade de a mobilidade articular. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v. 8, p. 13-9. 2002.

ARAÚJO C. G. S. **Manual de teste de esforço**: 2 ed. Rio de Janeiro. 1984, 113p.

ARAÚJO C. G. S.; PEREIRA M. I. R.; FARINATTI P.T.V. Body flexibility profile from childhood to seniority - data from 1874 male and female subjects. **Medicine Science of Sports and Exercises**, v. 30, 5 suppl, p. S115. 1998.

ARAÚJO, C. G. S. Existe correlação entre flexibilidade e somatotipo? Uma nova metodologia para um problema antigo. **Medicina do Esporte**, v. 7, n.3/4, p.7-23, 1983.

ARAÚJO, C. G. S. **Medida e Avaliação da Flexibilidade**: da Teoria a Prática. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto de Biofísica, UFRJ. 1987.

ARAÚJO, C.G.S. Flexiteste - Uma nova versão dos mapas de avaliação. *Kinesis*. 1986; 2:251-67.

ARAÚJO, W. A.; SILVA D. M. Estudo das características antropométricas de escolares de 7 a 17 anos, uma abordagem longitudinal mista e transversal. **Revista Brasileira de Cineantropometria e desempenho Humano**, v.2, n.1, p. 17-30. 2000.

BEE, H. Desenvolvimento físico e cognitivo na infância. In: **O ciclo vital**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul, 1997, p. 316-348.

BOULLE, E. L. Evolution of two human skeletal markers of the squatting position: A diachronic study from Antiquity to the Modern Age. **American Journal of Physical Anthropology**, v.115, n. 1, p. 50-6. 2001.

BUENO, J. M. **Psicomotricidade, teoria e prática: estimulação, educação e re-educação psicomotora com atividades aquáticas**. São Paulo: Lovise; 1998.

CANDIDO, S.; PIRES, N. E. H.; ATTERBOM, A. Gordura coronal de meninos e meninas brancos. *Artus – Revista de Educação Física e Desportos*, Edição especial ano XIV – n. 23, p. 182, 1991.

CERVO, A. L.; & BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 3ª. Edição, Mcgraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1983.

CHANDLER, R. F.; CLAUSER, C. E.; McCONVILLE, J. T.; REYNOLDS, H. M. and Young, J. W. **Investigation of Inertial Properties of the Human Body**, 1975, p. p. 1-162 (Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB).

CHIPKEVITCH, E. **Puberdade e adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais**. São Paulo: Roca Editora, 1995; 752 p.

CONSTURSI, T. L. **Flexibilidade e relaxamento**. s/e. Rio de Janeiro. 1990, p.128.

CORBIN, C.B.; NOBLE, L. **Flexibility** - a major component of physical fitness. In: JOPER, v. 51, p. p. 23-24, 57-60, 1980.

CULLEN, KE. Sensory signals during active versus passive movement. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 14, p. 698-706. 2004.

CUMMINGS, G. S. Comparison of muscle to other soft tissue in limiting elbow extension. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 5, n.4, p.170-174. 1984.

DANTAS, E. H. M. **Flexibilidade: alongamento e flexionamento** 2ª ed. Rio de Janeiro: Shape Editora Ltda. 1991.

DEMPSTER, F. N. Interference and inhibition in cognition: An historical perspective. In DEMPSTER, F. N.; BRAINERD, C.J. **Interference and inhibition in cognition** (pp. 3±26). San Diego, CA, New York: Academic Press, 1995.

DURWARD, B. R.; BAER, G. D. U. & ROWE, P. J. **Movimento Funcional Humano: mensuração e análise**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2001.

ECKERT, H. M. **Desenvolvimento Motor**. 3 ed., São Paulo: Manole, 1993. 490p.

EGRI, D.; YOSHINARRI, N. H. **Hipermobilidade articular generalizada**. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.39, p.231-236. 1999.

ELIAS, J. J.; FAUST, A. F.; CHU, Y.; CHAO, E. Y.; COSGAREA, A. J. The soleus muscle acts as an agonist for the anterior cruciate ligament: an in vitro experimental study. **American Journal of Sports Medicine**, v.31, p. 241-6. 2003.

ENOKA, R. M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.

ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, p. 127-141. 2001.

ESCAMILLA, R. F.; FLEISIG, G. S.; LOWRY, T. M.; BARRENTINE, S. W.; ANDREWS, J. R. A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, p. 984-98. 2001.

FANTINI, C. & 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. 2001.

FANTINI, C. & MENZEL, H. Análise de impactos e variáveis cinemáticas em aterrissagem. Brasileiro de Biomecânica, X, v. 1 **Anais**. Ouro Preto MG. Sociedade Brasileira de Biomecânica. 2003.



FARINATTI, P. de T. V. **Pesquisa e Produção do Conhecimento em Educação Física**. Ao Livro Técnico, 1991.

FARINATTI, P. T. V. & MONTEIRO, W.D. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. Rio de Janeiro: Sprint. 1992.

FARINATTI, P. T. V. **Criança e atividade física**. Rio de Janeiro: Sprint, 1995.

FERNANDES, J. L. **O treinamento desportivo: procedimentos, organização e métodos**. São Paulo: EPU, 1981.

FERREIRA M, BÖHME M. **Diferenças sexuais no desempenho motor de crianças: Influência da adiposidade corporal**. Revista Paulista de Educação Física, 1998.

FITTS, P.M; POSNER, M.I. **Human performance**. Belmont, Brooks/Coleman, 1967.

FRANKEL, V. H.; NORDIN, M. **Basic Biomechanics of the Skeletem**, Philadelphia: Lea&Febider, 1980.

FRY, M. & HAWKINS, D. **Risk factors for overuse injuries in children: A modeling e movement simulation approach**. Disponível em: <http://www.fry2k.net/mett/home/career%20interests/education/asbabstract.htm>. Acesso em: 04 setembro 2003.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. São Paulo: Phorte Editora. p. 641. 2001

GALLAHUE, DI L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimentos motor; bebes, crianças, adolescentes e adultos**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2003.

GHORAYEB, N.; BARROS NETO, T. L. de **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Atheneu, 1999.

GOLAY, J; VEDAM, S.; SORGER, L. The Squatting Position for the Second Stage of labor: Effects on labor and on Maternal and Fetal Well-Being. **Birth**, v. 20, n. 2, p. 73-8. 2007.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Livraria Editora Nobel S.A. 1990.

GRAHAME, R. Time to take hypermobility seriously (in adults and children). **Rheumatology**, v. 40, p. 485-7. 2001

GRANT, S.; HARLER, T.; DAVIES, C.; AITCHISON, T. C.; WITTAKER, A. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climber and non-climbers. **Journal of Sports Sciences**, v.19, p. 499-505. 2001.

GROSS, T. S.; NELSON, R. C. The shock attenuation role of the ankle during from a vertical jump. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 20, n. 5, p. 506-514. 1988.

GROSSI, B. D. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 11, n. 3. 2005.

GUEDES, D. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor em crianças e adolescentes do município de Londrina** - PR, Brasil. 1994. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Associação entre variáveis do aspecto morfológico e desempenho motor em crianças e adolescentes. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 10, n. 2, p. 99-112. 1996.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. São Paulo: CLR Baliero; 336 p. 1997.

GUEDES, D. T. Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40°, 60° e 90° de flexão do joelho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 5, p. 310-6. 2007.

GUISELINI, M. A. **Matroginástica** – Ginástica para pais e filhos. São Paulo, SP. CLR Balieiro, 1985.

HAGEDORN, G.; NIEDLICH, H & SCHMIDT, G. **Das Basketball-handbuch**. Reinbek; Rowolth Verlang. 1996.

HALL, S. J. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 320 p.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HANAVAN, E. P. "A mathematical model of the human body". AMRL – Technical Report. Ohio, USA: Wright-Patterson Air Force Base 64-102. 1964.

HARROW, A. J. **Taxinomia do domínio psicomotor**. Rio de Janeiro: Globo, 1983.

HATZE, H. A mathematical model for the computational determination of parameter values for anthropomorphic segments. **Journal of Biomechanics**, v. 13, p. 833-43. 1980.

HIRATA, R. P.; DUARTE, M. Efeito da posição relativa do joelho sobre a carga mecânica interna durante o agachamento. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 121-125. 2007.

HOFFMAM, S. J.; HARRIS, J. C. **Cinesiologia, o estudo da atividade física**. São Paulo. Arned. 2002.

HOFFMAN, M. D. SHELDAHL, KRAEMER, W. J. Exercício Terapeutico. IN: **Tratado de Medicina de Reabilitação**, v.2, Manole, SP, 2002.

HOLLAND, G. J. The physiology of flexibility: a review of the literature. **Kinesiology Reviews**, v.1, p.49-62, 1968.

HOLLMANN & HETTINGER. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1989. 678 p.

HOUGLUM, A. P. **Therapeutic exercise for athletic injuries** Human kinetics, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2000. <http://www.ibge.gov.br> [2001 abr 23].

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

JÚNIOR, A. A. Efeitos do alongamento na aptidão Física de Crianças e Adolescentes. In: **Revista Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**. (APEF), v. 10, n. 17, p. 36-43. 1995.

KALFUES, B. Die Länge den aliderachsen und die projektion der gelenkachsen auf die haut. Diplomarbeit, deutsche Sporthochschule Köln. 1971.

KNUTZEN, K. M.; MARIN, L. Using biomechanics to explore children's movement. **Pediatric Exercise Science**, v.14, n. 3, p. 222-247, ago. 2002.

KRABBE, B.: Zur Belastung des Bewegungsapparates beim Laufen - Einfluss von Laufschuh und Lauftechnik. **Verlag Shaker**, Aachen, (1994).

KREBS, R. J. Jornada da estimulação à especialização: primeiro esboço de uma teoria da especialização motora. **Revista Kinesis**, Santa Maria, n. 9, p. 29-44, 1992.

LAMARI, N. M., CHUEIRE, A.G.; CORDEIRO, J. A. **Analysis of joint mobility patterns among preschool children. São Paulo Medical Journal**, v. 123, p. 119-123. 2005.

LAMARI, N. M.; CHUEIRE, A. G; CORDEIRO, J. A. Analysis of joint mobility patterns among preschool children. **São Paulo Medical Journal**, v. 123, p. 119-23. 2005.

LAMARI, N. M.; MARINO, L. H. C.; MARINO-JUNIOR, N. W.; CORDEIRO, J. A. Estudo da mobilidade articular generalizada e índices de flexibilidade anterior do tronco na comunidade japonesa de Guaira e São José do Rio Preto. **HB Científica**, v. 10, p. 73-83. 2003.

LIEBENSON C. Activity modification advice: part II – squats. **Journal of Bodywork and Movement Therapy**, v. 7, n. 4, p. 230-2. 2003.

LOBO DA COSTA, P. H. **Abordagem biomecânica da locomoção: parâmetros da função coordenativa em crianças durante o subir e descer escadas e o andar no plano**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995,

LOPES, A. S. **Antropometria, composição corporal e estilo de vida de crianças com diferentes características étnico-culturais no Estado de Santa Catarina, Brasil**. [Tese de doutorado]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1999.

MACHADO, Z. **Perfil de crescimento e desenvolvimento de escolares de 10 a 14 anos da Ilha de Santa Catarina**. [Dissertação de mestrado]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1997.

MALINA, R. M. Adolescent Changes in Size, Build, composition and performance. **Human Biology**, v.46, p. 117 -131. 1974.

MANFIO, E. F. **Estudo de parâmetros antropométricos do pé**. Tese (Doutorado em ciências do movimento humano). Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

MARCONDES, E. **Crescimento normal e deficiência**. São Paulo: Savier, 1991.

MARQUES, M. A. C.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. O efeito do treino de força sobre o salto vertical em jogadores de basquetebol de 10-13 anos de idade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 2, p. 93-100. 2005.

MATHEWS, D. K.; FOX, E. L. **Bases fisiológicas da Educação Física e dos desportos**. ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 584 p. 1983.

MATHEWS, D.; SHAW, V. ; BOHNEN, M.; Hip flexibility of college women as rrelated to length of body segments. **Research quaterly**, p. 352-356. 1957.

McNAUGHT, D. P. **Flexibility: how to understand it, how to achieve it**. London: Partridge Press, 1991.

MELO, S. I. L.; SANTOS, S. G. dos. Antropometria em biomecânica: características, princípios e modelos antropométricos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v 2. n. 1, p 97-105. 2000.

MENDZEL, D. I. Conceito de pesquisa e do ensino da Biomecânica no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.5,1, p.52-58. 1992.

MICHELS, G. Aspectos históricos da cineantropometria – do mundo antigo ao renascimento. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis v.2, n.1, p. 106-110, nov. 2000.

MILLER, D. K. **Measurement by de physical educator: Why and how. Flexibility**. University of North Carolina at Wilmington. p. 381. p.188. 1994.

MONTEIRO, W. **Personal Training**. Rio de Janeiro: Sprint, 264p. 1998.

NAHAS, M. V.; PETROSKI, E. L.; JESUS, J. F. de.; SILVA, O. J. da Crescimento e aptidão física relacionada à saúde em escolares de 7 a 10 anos – um estudo longitudinal. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 14, n. 1, p. 7-16. 1992.

NEWCOMBE, N. Desenvolvimento Físico e cognitivo na adolescência. In: \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento Infantil: Abordagem de Mussen**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul. 1999, p. 401-429.

NITSCHKE, E. A. **Tecnologia emancipatória**: possibilidade para a práxis de enfermagem, Ijuí. Unijui, 2000.

NOLL, M.; Sá, K. B de. Avaliação de flexibilidade em escolares do ensino fundamental da cidade de Westfália, RS. **F Desporte**; Buenos Aires – Ano 13 (123). 2008.

PALASTANGA, N, FIELD, D.; SOAMES, R. **Anatomy and Human Movement**: structure and function. 5. ed. Londres: Elsevier health sciences; 2006.

PARIS, S.V.; LOUBERT, P.V. F. C. O: **Foundation of Clinical Orthopedics** (Seminar Manual). St Augustine: Institute Press Division of Patris Inc, 1999.

PATLA E. C. Reliability of Interpretation of The Paris Classification of Normal End Feel for Elbow Flexion and Extension. **The Journal of Manual & Manipulative Therapy**, v. 1 n. 2. p. 60-66. 1993.

PAZIN, A. P; MOLIN, E. M. C. D; SANTANA, P. J; MOLIN, E. D; MOLIN; D. C. D; GUARNIERO. R. **Medidas clínicas da coxa e da perna por meio de reparos anatômicos e correlação com o comprimento radiográfico em crianças entre 7 a 12 anos da cidade de Londrina/Paraná, Brasil**. V. 14, n. 2, p. 95-99. 2007.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palloti, 1999.

PETROSKI, E. L.; & PIRES-NETO, C. S. Maturação sexual, morfológica e somática em escolares recém-maturadas de diferentes níveis sócio-econômicos. **Revista da Associação dos Professores de Londrina**, v. 18, n. 10, p. 16-27. 1995.

PIRES, M. C.; LOPES, A da S. Crescimento físico e características sócio demográficas em escolares no município de Florianópolis SC. Brasil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.6. n.2. p.17-26. 2004.

POLLOCK, M.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde e na doença**. 2 ed. Rio de Janeiro: Medsi Editora Médica e Científica Ltda. 1993. 718 p.

PRATT, M. Strength, flexibility and maturity in adolescent athletes. **American Journal of Diseases of Children**, v. 143, p. 560–563, 1989.

QUADROS, T. M. B. de.; GORBI, A. P.; NETO, C. S. P.; LEITE, M de L.; CAMPOS, W. de.; KALLNOWSKI, F. G. Crescimento físico de escolares da rede particular de ensino do município de Ponta Grossa PR. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n.3, p. 36-44. 2006.

REIS, L. F. Estilo de vida, antropometria e aptidão física relacionada á saúde em escolares de Blumenau SC. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.6. n.2. p. 88. 2004.

REIS, P. F.; MORO, A. R. P, NUNES, F. S. A. **Altura poplíteia e a distribuição de pressão na região glútea em crianças**. 3º ERGODESIGN: Rio de Janeiro [Brasil]; 2003.

RIBEIRO G.; DIONÍSIO V. C.; ALMEIDA G. L. Atividade eletromiográfica durante o agachamento unipodal associado a diferentes posições do pé. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v.13, n.1, Niterói jan./fev. 2007.

RIEHLE, H. **Introdução na Biomecânica do Esporte**. I parte. Universidade de Konstanz, 1976.

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 – 35, Mai, 2002.

RODRIGUEZ, M. D.; SACCO, I. C. N. & AMADIO, A. C. “Estudo biomecânico do índice do arco longitudinal plantar em crianças de diferentes grupos experimentais”. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Campinas, 1997, pp. 394-400.

ROGOL, A. D.; CLARK, P. A e ROEMMICH, J. N. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.2, p. 521s-528s. 2000.

RONQUE, E. R. V.; CYRINO, E. S.; DÓREA, V. R.; SERASSUELO, Jr. H.; GALDI, E. H. G.; ARRUDA, M. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de alto nível socioeconômico em Londrina, Paraná, Brasil. **Revista Nutrição**, v. 18, n. 6, p. 709-17. 2005.

RUSSEL J.G.B. The rationale of primitive delivery positions. **BJOG**; 89 (9): 712-5. 2005.

SÁ, M. R. de.; BRANDINA, K.; COSTA, P. H. L.da.; RODRIGUEZ, M.D.; ÁVILA, A. O. V.; SERÃO, J. C.; AMADIO, A. C. Estudo Descritivo de Parâmetros Antropométricos dos Pés de crianças de 3 a 10 anos de idade. I simpósio Brasileiro de Biomecânica do Calçado **Anais**. Gramado, p. 43-47,2001.

SAPÓ. Portal do Software para Avaliação Postural [homepage na internet]. São Paulo: Incubadora Virtual FAPESP. [atualizado em julho de 2007]; [Acesso 22 jan 2008]. Disponível em: <http://sapo.incubadora.fapesp.br/>.

SBARAINI, F. L. Cinemetria como Procedimento Metodológico para Análise do Movimento Humano em Biomecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, 4ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão. Capturado em 01 set. 2005. Online. Disponível na Internet [http://www.sepex.ufsc.br/anais\\_4/trabalhos/292.html](http://www.sepex.ufsc.br/anais_4/trabalhos/292.html).

SECKIN, U.; TUR, B. S.; YILMAZ, O.; BODUR, H., ARASIL; The prevalence of hypoer mobility among high school children. **Rheumatology International**, v. 25, p. 260-263, 2005.

SIKIROV, D. Comparison of straining during defecation in three positions. **Digestive Disease Science**, v. 48, n. 7, p. 1201-5. 2003.

SMITH S. M.; COCKBURN, R. A.; HEMMERICH, A.; L. I. R. M, Wyss UP. Tibiofemoral joint contact forces and knee kinematics during squatting. **Gait & Posture**, v. 27, p. 376-86. 2008.

SMITH, L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 5.ed. Manole, São Paulo-SP, 1997.

SPEAR, B. A. Adolescent grow and development. **Journal of the American dietetic Association**. Supplement. v. 102, n. 03, p.s 23-s.29 March 2002.

STACOFF, A.; KAELIN, X.; SSTUESSI, E. Impact in landing after a volleyball block, in: de GROOT et al. (Ed.) *Biomechanics XI-B*, Amsterdam: Free University Press, p. 694-700, 1988.

SURDI, A. C.; KREBS, R. J. Estudo dos padrões motores fundamentais de movimento de pré-escolares que participam do programa de desenvolvimento infantil do SESI da cidade de Videira SC. **Revista Kisisis**, Santa Maria, n. 21, p.59-69, 1999.

TANI G. Subsídios para professores de Educação Física de 1ª a 4ª série: Módulo 1 e 2. Brasília: MEC – Secretaria de Educação Física e Desportos; 1987.

TANI, G. Atividade de pesquisa na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo: passado, presente e futuro. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, n. 13, p. 20-35, dez.1999.

TANNER, J. M. **A history of the study of human growth**. Editora Cambridge University Press, p. 01-500, 1981.

TANNER, J. M.; WHITEHOUSE, R. H; TAKAISHI, M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965 - I. **Archives of Disease in Childhood**, v. 41, p. 454-471. 1966.

THOMAS & NELSON. *Research methods in physical activity*. 2 ed. São Paulo. P.550. 1990.

TRITSCHLER, K. **Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee**. 5. ed. Barueri-SP: Manole, 2003.

TSANG, Y. L.; MAX, M. K. Sit-and-reach test can predict mobility of patients recovering from acute stroke. p.85 *Arch Phys*,, 94-98, 2004. (Mak).

TUKMANN, B. **Conducting Educational Research**. Jovanovich, Hartcourt Brace, 1978.

TYLDESLEY B.; GRIEVE, J. I. **Muscles, Nerves and Movement in Human Occupation**. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing; 2002.

VALDIVIA, A. B. Crescimento somático, coordenação motora y actividad física em escolares del nível primário. **Implicações para la Educacion Física Desporte y Salud**. Edidtor: Lerma Gómez EIRL. Lima, Peru. 2005.

VALIANT, G. A.; CAVANAGH, P. R. **A study of landing from a jump: implications for the design of a basketball shoe**. In: WINTER, D. A. (Eds) *Biomechanics IX- B*, Champaing: Human Kinetics, p. 117-122, 1985.

VIEIRA, J. L. L. **Fatores determinantes do abandono de talentos do atletismo: uma investigação ecológica no estado do Paraná**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria RS, 1999.

VIEL, E.; ESNAUL, M. **Lombalgias e Cervicalgias da posição sentada**. 1 ed. São Paulo: Manole; 2000.

WALTRIK, A. C de A. **Estudos das Características antropométricas de escolares de 7 a 17 anos - Uma abordagem Longitudinal Mista e Transversal**. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção - Ergonomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 1996.

WATERLOW. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. In. BEATON, G.H.; BENGGOA, J.M. **Nutricion in preventive medicine**. Geneva, WHO, 1976.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WEINECK, J. **Manual de treinamento desportivo**. 2ª ed. São Paulo. Editora manole. 1986.

WELLS, K. F.; DILLON, E. K. **The sit and reach a testo f back leg flexibility**. **Research Quaterly**. March, 1952.

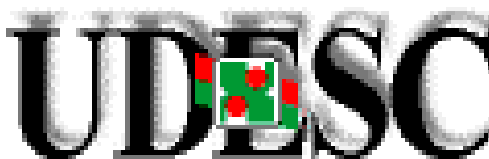
WILK, K. E.; ESCAMILLA, R. F.; FLEISING, G. S.; BARRANTINE, S. W.; ANDREWS. J. R.; BOYD, M. L. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. **American Journal of Sports Medicine**. 1996;24:518-27.

WINTER, D.A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement**. 2a ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.1990.

WRETENBERG, P.; FENG, Y.; ARBORELIUS, U. P. High- and low-bar squatting techniques during weight-training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 28, p. 218-224, 1996.

ZATSIORSKY, V. M.: Biomechanical characteristics of the human body. In: BAUMANN, W. (ed.): **Biomechanics and Performance in Sport**. Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, p. 71-83, 1983.



**ANEXO A APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA**

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

Florianópolis, 31 de julho de 2007

Nº. de Referência 67/2007

Ao Pesquisador **Prof.º. Sebastião Iberes Lopes Melo**

Prezados Senhores,

Analisamos o projeto de pesquisa intitulado “**Características cinemáticas da posição agachada e suas relações com a antropometria e a flexibilidade em crianças**” enviadas previamente por V. S.<sup>a</sup>. 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

## APÊNDICE - A ESTUDO PILOTO

### ESTUDO PILOTO

#### OBJETIVO

Este estudo foi realizado com o objetivo principal de verificar a eficácia da aplicabilidade de um método para coleta de dados e análise do movimento de agachar e levantar em crianças.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 - Definir e testar os instrumentos de medidas e determinar a frequência de aquisição.
- 2 - Prever o tempo gasto da coleta por sujeito e do total;
- 3 – Definir e descrever as variáveis de estudo

#### SUJEITOS

Este estudo preliminar teve um desenho misto e contou com uma amostra de cinco crianças com idade de 7 a 11 anos, sendo, quatro do sexo feminino e um do sexo masculino. As características das crianças participantes desta primeira fase de estudo podem ser visualizadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização do perfil antropométrico, crianças que participaram do experiment.

Sujeito	Idade	Estatura cm	Massa kg	Tronco cm	Membro inferio cm	Perna cm	Coxa cm	Pé cm	Maléolo cm
C1 F*	8	132	33,4	66	70	38,5	31,7	21	5
C2 F*	7	120	26,6	63,7	63,5	33,5	31,2	20	4
C3 M*	11	134	29,7	68	70,5	36,6	35	22	4,5
C4 F*	11	147,2	43,6	76	74,5	40,2	35,2	23	5,4
C5 F*	9	139	35,5	71	67,5	37,7	32	21	4,8
Média	9,2	134,44	33,76	68,94	69,2	37,3	33,02	21,4	4,74
S	1,78	9,97	6,47	4,77	4,05	2,49	1,92	1,14	0,52
Cv%	19,44	7,42	19,18	6,92	5,86	6,69	5,81	5,32	11,12

\*Criança (C1,C2,C3,C4,C5), sexo (F= feminino, M= masculino).

### Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão foram: idade de 7 a 12 anos, sem antecedentes de fraturas ou cirurgias em membros inferiores e crianças aptas a prática da educação física escolar.

### Critérios de exclusão

Como critérios de exclusão estabelecemos todos aqueles que não satisfazem os itens de critérios de inclusão, além de quaisquer dor ou desconforto relatado durante as avaliações de agachar e levantar.

Para melhor compreensão, a análise do estudo piloto esta divididos em: instrumentação e a análise das variáveis de uma amostra piloto.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi realizado no laboratório de Biomecânica, da Universidade do Estado de Santa Catarina, em uma sala reservada para a coleta de dados antropométricos e montagem dos equipamentos de calibração para as aquisições dos dados cinemáticos do movimento de agachar e levantar.

Foi solicitado que os sujeitos da pesquisa viessem com uma roupa confortável, trajando maiô, shorts ou sunga por baixo da roupa.

Após a aprovação pelo comitê de ética da Universidade do Estado de Santa Catarina, parecer número. Nº. 67/2007. Fez-se o contato pessoal, mediante visita do pesquisador a diretora do CEC Pró-morar da comunidade da coloninha, com apresentação de uma carta contendo as informações sobre o estudo, identificadas as crianças com interesse em participar do estudo, encaminhamento através das crianças o formulário de autorização para seus pais, juntamente com uma carta que descrevia os procedimentos, etapas e objetivos do estudo, constando o número de telefones dos pesquisadores para esclarecimento aos pais em caso de dúvida, agendamento e reserva do laboratório de Biomecânica do Centro de Ciência da Saúde e Desportes CEFID/UEDESC, verificação do funcionamento do sistema de aquisição de dados, determinar calibrador e a posição da filmadora bem como da máquina fotográfica.

O método de mensuração direta utiliza a antropometria. E os métodos de mensuração indireta são os testes de flexibilidade e as análises cinemáticas do movimento.

No processamento dos dados do estudo piloto foram usados dois protocolos.

Primeiro para a análise do flexiteste (flexibilidade), utilizou-se de um software de avaliação postural SAPO. Procedimento fundamental no diagnóstico do alinhamento dos segmentos corporais de um indivíduo, consiste no registro de fotografias do corpo inteiro do indivíduo em diferentes planos e posturas e determinação da posição relativa de referências anatômicas relacionadas à simetria da posição relativa dos segmentos corporais e ângulos articulares comparados a um padrão de referência, determinando em graus de flexibilidade.

O segundo na análise cinemática (ângulos), utilizou-se do software DgeeMe, que permite fazer a análise cinemática do movimento, determinado as variáveis angulares dando seus valores em graus, graus por segundo, tempo total do movimento, tempo total por segmentos e o percentual de tempo de cada movimento.

Os dados foram analisados a partir de estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) e testes de estatística inferencial (teste de Wilcoxon e teste de correlação de Pearson).

A seguir, descreve-se os instrumentos de medida utilizados para responder cada objetivo deste estudo piloto:

**Objetivo específico 1** – definir e testar os instrumentos de medidas e frequência de aquisição, dos instrumentos para análise cinemática.

a) Para aferir a massa das crianças, utilizou-se uma balança antropométrica digital (Filizola) para as medidas antropométricas foram utilizados estadiometro para a mensuração da estatura e o comprimento do tronco, fita métrica para o comprimento dos membros inferiores (coxa e perna) e paquímetro digital para as medidas do comprimento do pé e altura do maléolo lateral.

b) Medida de amplitude do movimento articular: para estas medidas adotou-se o flexiteste Araújo (2002). A análise das medidas de amplitude articular ativa e passiva do quadril, joelho e tornozelo, medida dos ângulos da amostra, realizadas com o auxílio da imagem de cada indivíduo, adquirida com uma máquina fotográfica digital, proposta por (PATLA, 1993).

c) Para análise cinemática do movimento de agachar e levantar, foi utilizado uma filmadora da Peak Performance Sistem, HSC 60 -180 Hz. Esta câmera foi utilizada para captar as imagens durante a realização da tarefa de agachar, permanecer e posicionar em pé. O sistema permite usar vários tipos de calibrador, mas para este estudo optou-se por um calibrador em bastão de comprimento 1,285m que foi apoiado sobre um tripé, altura de 78 cm por ser suficiente para uma aquisição bidimensional, o qual é importante para reconhecer o espaço onde o movimento será realizado

Para definição da frequência de aquisição do sinal, a partir de posição em pé agachar e retornar, serão executadas pelos avaliados, analisaram-se as imagens para a verificação da definição das mesmas e determinação da frequência de aquisição. Foi determinado uma frequência de 30 Hz (60 campos) para aquisição quase estática, tarefa motora que consiste em: partindo da posição ortostática (em pé), ir a posição agachada estabelecer e voltar a posição ortostática, o tempo de cada aquisição foi de 4 a 5 segundos (movimento de agachar permanecer quase estático e retornar a posição ortostática).

**Objetivo específico 2** – prever o tempo gasto na coleta de dados por sujeito e o tempo total.

O tempo previsto para a coleta de dados inclui o preenchimento da ficha cadastral, preparação dos participantes (demarcação dos acidentes anatômicos e fixação dos pontos reflexivos) e aquisição dos dados (antropométricos, flexibilidade e cinemáticos) será de aproximadamente 25 minutos por sujeito e num total dos 5 avaliados de 2 horas e 5 minutos.

**Objetivo específico 3** – Verificar e descrever o comportamento das variáveis do estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Objetivo específico 1** (definir e testar os instrumentos de medidas e frequência de aquisição, este último somente para a análise cinemática).

A partir da utilização dos instrumentos de medida (antropometria, flexiteste e análise cinemática) neste estudo experimental, foi observado que estes instrumentos são adequados para a avaliação biomecânica do movimento de agachamento em crianças.

Entretanto, foi observado, neste estudo piloto, que para a análise cinemática do

movimento, os pontos anatômicos utilizados para o posicionamento dos marcadores reflexivos não foram adequados para avaliar a angulação do tornozelo, o que comprometeu a avaliação do deslocamento do pé do solo. Por isso, indica-se utilizar marcadores no pé nos seguintes pontos anatômicos: calcâneo, quinto metatarso e no maléolo lateral, resultando numa triangulação entre esses pontos, a qual permitirá uma análise mais fidedigna da plantiflexão e dorsiflexão do pé.

Ademais, observou-se que a frequência de aquisição dos dados de 30 Hz ou (60 campos) na filmagem não são adequadas para obtenção dos dados.

**Objetivo específico 2** (prever o tempo gasto na coleta de dados por sujeito e o tempo total)

Foi observado que o tempo gasto em média para avaliar cada criança foi de 25 minutos por avaliado. Considera-se que esse tempo é adequado para fazer o agendamento para as aquisições dos dados.

**Objetivo específico 3** - (Identificar e descrever as variáveis de estudo)

Para determinar o procedimento da coleta de dados, foi realizado neste estudo piloto com a participação de 5 crianças média de idade  $9,2 \pm 1,78$  anos. Dados expostos no: Quadro 2 do Método.

Os resultados referentes ao objetivo específico 3 foram apresentados em três momentos: variáveis antropométricas, de flexibilidade e cinemáticas.

### 3.1 – Variáveis antropométricas

As características antropométricas que estão expostas na Tabela 1, no item caracterização dos sujeitos. Sendo descritas as médias do tronco  $68,94 (\pm 4,77)$  cm e membros inferiores de  $69,2 (\pm 4,5)$  cm. Sendo efetuada análise de Correlação de Pearson entre estas variáveis e as variáveis descritas na Tabela 1 não houve diferença estatisticamente significativa entre as mesmas. Sendo assim podemos determinar que o comprimento do tronco e membro inferior direito não alteraram os ângulos e o grau de flexibilidade dos sujeitos do estudo piloto.

### 3.2 - Variáveis angulares

A variável flexibilidade é determinada pela amplitude articular, Esta foi obtida a partir de dois métodos nas aquisições: amplitude articular ativa e passiva, (PATLA, 1993).

Essas mensurações foram feitas com o auxílio de uma imagem fotográfica de cada indivíduo nas articulações do quadril, joelho e tornozelo.

Os valores relativos às variáveis da flexibilidade foram analisadas por meio da estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação).

Desse modo, verificamos que os valores de flexibilidade encontrados para as situações ativas foram similares entre as crianças do sexo feminino, enquanto que o sujeito do sexo masculino apresentou em todas as medições valores inferiores ao grau de flexibilidade ativas se comparado às meninas; entretanto, isso não foi encontrado na medição das angulações passivas.

Seguindo a hipótese do estudo que indaga: Existe correlação entre as variáveis do comportamento angular e a idade das crianças avaliadas? Podemos descrever:

Em relação ao grupo na correlação entre o comportamento angular e a idade, não houve diferená significativa, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Características das variáveis de amplitude articular, dos segmentos corporais do tronco, quadril, joelho e tornozelo.

Variáveis	Ativa		Passiva	
	r	p	r	p
Flexão plantar	0,275	0,654	0,245	0,694
Dorsiflexão	0,846	0,406	0,358	0,554
Flexão quadril	0,732	0,160	0,67	0,915
Flexão joelho	0,128	0,837	0,262	0,670

### 3. 3 – Variáveis cinemáticas

Estas variáveis foram determinadas através da análise cinemática durante a máxima flexão dos movimentos das articulações dos membros inferiores, sendo determinantes para o estudo experimental em questão. Os ângulos do quadril e do joelho durante o movimento de agachamento de crianças.

No estudo experimental determinamos à angulação em graus ( $^{\circ}$ ), sabendo-se que a unidade mais apropriada para a medida angular em biomecânica é o radiano, sendo mais indicado para o movimento angular por não ter dimensão. Para descrevermos a quantidade de flexão e extensão durante o agachamento utilizamos os ângulos absolutos, onde define ângulo

incluído entre o eixo longitudinal de dois segmentos. Todas as variáveis foram mensuradas no lado direito dos avaliados.

### 3.3.1 Ângulos máximos de flexão do quadril e joelho do grupo amostral na posição espontânea e padronizada

O ângulo máximo é o ângulo produzido a partir da posição ortostática para a posição agachada (que inclui o movimento de agachar, permanecer na postura agachada e retornar a posição ortostática). Assim, obtivemos uma média de angulação do quadril no movimento do agachamento espontâneo de 44,18°, enquanto que para o agachamento padronizado obteve-se a média de 51,46°. Nas médias de ângulos máximos de flexão de joelho para posição espontânea obtivemos 42° e na posição padronizada 54,18°.

Podemos observar que os ângulos obtidos na posição espontânea foram inferiores aos obtidos na posição padronizada. Isso significa dizer que a estratégia de agachamento influencia na angulação do quadril e do joelho. Porém, quando realizado o teste de Wilcoxon para comparar se essa diminuição era significativa estatisticamente, não se obteve diferença significativa entre o agachamento espontâneo e o padronizado no ângulo do quadril ( $Z = -0,405$ ,  $p = 0,686$ ) e nem no ângulo do joelho ( $Z = -1,21$ ,  $p = 0,225$ ).

### 3.3.2 - Velocidade Angular do Quadril e Joelho espontânea e padronizadas.

A velocidade angular é descrita através do deslocamento angular (diferença entre a posição inicial e final do objeto em movimento) em relação ao tempo decorrido para a realização deste movimento, sendo necessário designar a direção das rotações. Determinada de rotação anti-horária, considerada positiva (+) e rotação horária (-). Assim, a velocidade escalar angular = distância angular/Tempo.

Nas Tabelas 3 e 4 estão demonstrados os valores encontrados para as variáveis de velocidade angular para quadril e joelho nas determinações espontânea e padronizada dos sujeitos da amostra experimental 1. A unidade de medida para as velocidades angulares é o graus/segundos.

A velocidade angular do quadril durante a flexão (a partir da posição ortostática para o agachamento) no agachamento espontâneo foi de -256,96(°/s); já no agachamento padronizado foi de -220,7(°/s). Todavia, essa diferença não foi significativa estatisticamente a partir do teste de wilcoxon ( $Z = -1,75$ ,  $p = 0,080$ ).



E a velocidade angular de extensão (retorno) do quadril (a partir da posição agachada para a ortostática) no agachamento espontâneo foi de 294,7(°/s), e no agachamento padronizado de 250,6(°/s). Mas, essa diferença não foi significativa estatisticamente a partir do teste de wilcoxon ( $Z = -1,21$ ,  $p = 0,225$ ).

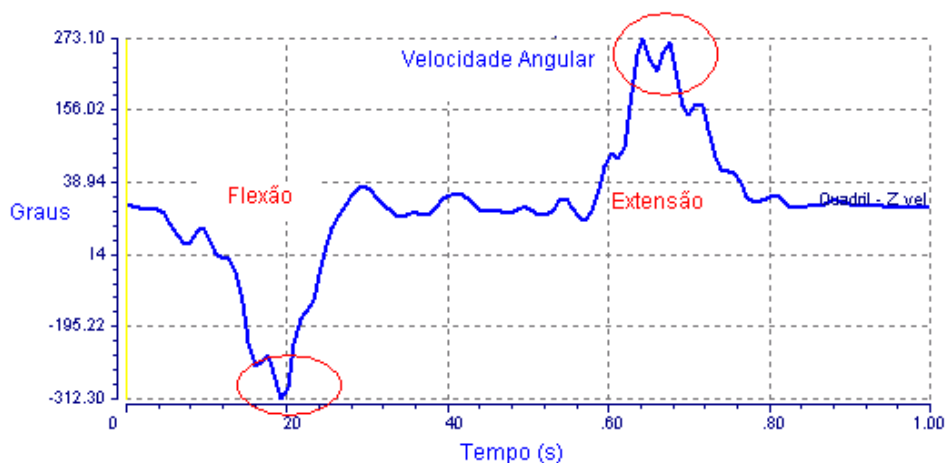


Figura 1 - Representação gráfica da velocidade angular do quadril.  
Dados do autor

A velocidade angular do joelho (a partir da posição ortostática para o agachamento) no agachamento espontâneo foi de -238,18(°/s); já no agachamento padronizado foi de -229,4(°/s). Todavia, essa diferença não foi significativa estatisticamente a partir do teste de wilcoxon ( $Z = -0,135$ ,  $p = 0,893$ ).

E a velocidade angular de retorno do joelho (a partir da posição agachada para a ortostática) no agachamento espontâneo foi de 313,78(°/s), e no agachamento padronizado de 274,42(°/s). Porém, essa diferença não foi significativa estatisticamente a partir do teste de wilcoxon ( $Z = -1,21$ ,  $p = 0,225$ ).

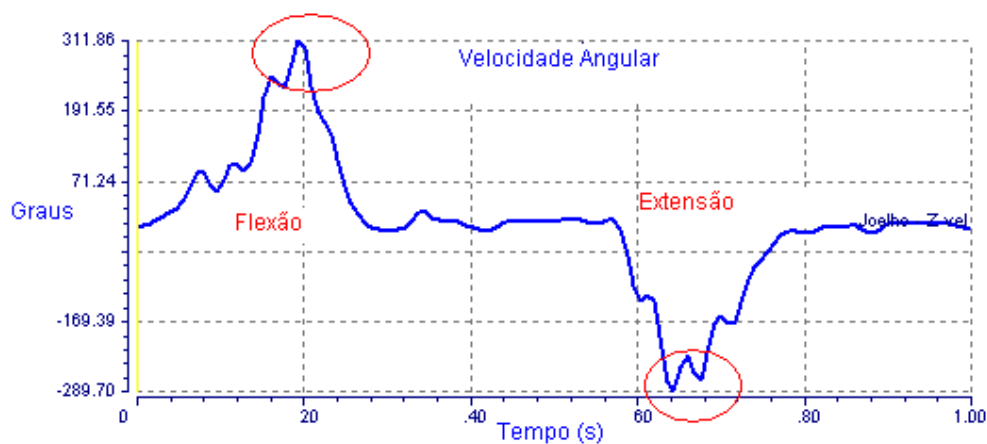


Figura 2 - Representação gráfica da velocidade angular do joelho.  
Dados do autor

### 3.4 - Variáveis temporais

Determinamos o tempo total de agachamento através das derivadas da velocidade angular.

3.4.1 – Tempo total de agachamento e de retorno da posição espontânea e padronizada.

As médias do tempo de agachamento (a partir da posição ortostática para o agachado) no agachamento espontâneo foi de 1,064s; já no agachamento padronizado foi de 1,28s. E as médias do tempo de retorno (a partir da posição agachada para a ortostática) no agachamento espontâneo foi de 1,032; já no agachamento padronizado foi de 0,924s.

Podemos determinar que na amostra 1 do estudo experimental o tempo gasto nas médias dos sujeitos avaliados durante o agachamento espontâneo foi bem superior da padronizada, o que não prevalece durante o retorno que o tempo gasto para retornar a posição em pé foi bem menor para os da posição padronizada, podendo ser determinada pela menor ou maior angulação destes segmentos ou pela aproximação do centro de gravidade. O que pode ser analisado com um número maior de avaliações durante o estudo.

Por isso, foi realizado o teste não paramétrico de wilcoxon a fim de comparar os tempos de agachamento/retorno espontâneo e padronizado. Assim, obteve-se que não houve diferença significativa estatisticamente no tempo de agachamento entre as duas estratégias de agachamento (espontânea e padronizada),  $Z = -1,826$ ,  $p = 0,068$ . E também não houve diferença significativa estatisticamente no tempo de retorno entre as duas estratégias de agachamento (espontânea e padronizada),  $Z = -0,542$ ,  $p = 0,588$ .

3.4.2 – Percentual do tempo durante o agachamento e retorno. Posição espontânea e padronizada do quadril e joelho.

O movimento linear do corpo é efetuado principalmente através de deslocamentos angulares dos membros inferiores. Estas articulações podem realizar o movimento em todos os planos durante o agachamento, mas ocorrem principalmente no plano sagital. Os gráficos que representam movimentos angulares das articulações são comumente denominados goniogramas.

Sendo assim esta variável descreve o percentual do tempo do deslocamento angular dos membros inferiores durante a fase ortostática para o agachamento no plano sagital

(posição inicial a final do objeto em movimento). Os movimentos de deslocamento no plano sagital do quadril e joelho nas posições espontânea e padronizada são mostradas na Figura 36.

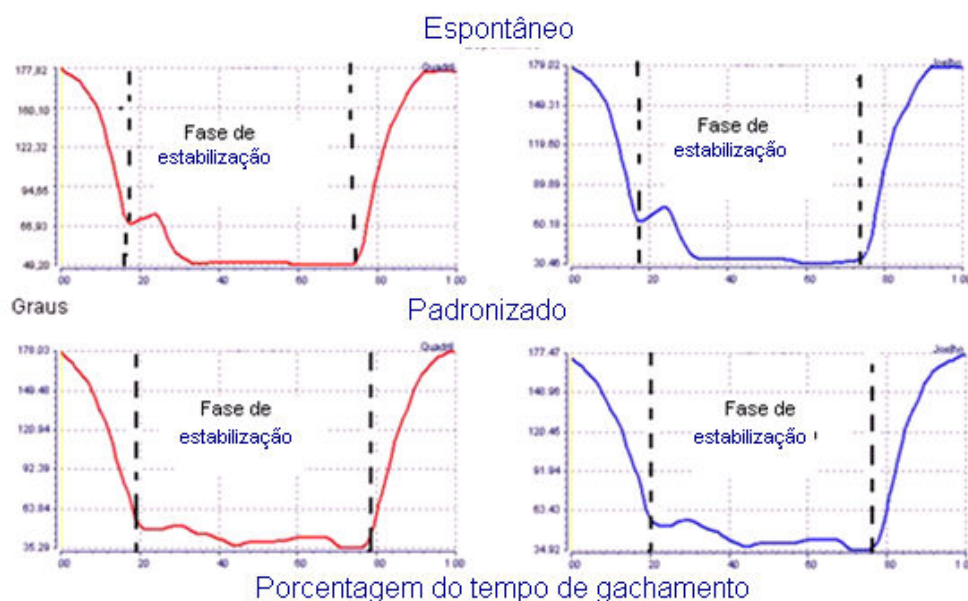


Figura 3 - Goniogramas demonstrando a variável do percentual de deslocamento.  
Dados do autor.

Podemos observar que há uma ligeira flexão aproximadamente a 20% do tempo total do movimento, desacelerando gradativamente no final do agachamento, estabilizando entre 60% a 80% do tempo total do movimento retorna a posição ortostática.

### CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO PILOTO

Diante dos resultados encontrados no estudo piloto e o referencial teórico pesquisado, definiu-se:

- Frequência de amostragem de 90 Hz e tempo de aquisição de 3s a 5s (segundos) para apoio bi podal e cinco repetições em cada postura espontânea e padronizada, sendo eficientes para a análise dos dados.
- Instrumentos de medida desse estudo são adequados para a avaliação biomecânica do movimento de agachamento em crianças.
- Tempo gasto em média para avaliar cada criança foi de 25 minutos.

Através do estudo piloto foi possível familiarizar os pesquisadores com todas as etapas da coleta dos dados, concluir a viabilidade do estudo e consistência do protocolo de coleta de dados.

Com ressalvas para:

A necessidade que as demarcações dos acidentes anatômicos com os marcadores reflexivos sejam realizadas sempre pelo mesmo pesquisador, a fim de evitar erro intra-sujetos, e da mesma respeitar as regiões predeterminadas para avaliação, sempre observando a condição da pele a ser avaliada. Adicionar os seguintes pontos anatômicos para o posicionamento dos marcadores reflexivos: calcâneo, quinto metatarso e no maléolo lateral., aumentar a frequência para 90 Hz (180 campos).

## APÊNDICE - B FIXA CADASTRAL



### FICHA CADASTRAL

Data avaliação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora. \_\_\_\_\_

**Identificação:**

Iniciais: \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_ data de nascimento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Sexo: ( ) feminino ( ) masculino Cor: Parda ( ), Negra ( ), Branca ( ).

Pratica atividade física: ( ) sim ( ) não

Qual \_\_\_\_\_

**Dados antropométricos:** Estatura-----Peso-----

Comprimento do membro superior (Tronco). -----

Comprimento de MMII (direito) -----

Comprimento da perna. (direito). -----

Comprimento da coxa (direito)-----

Comprimento do pé (direito) -----

Altura maléolo externo (direito). -----

## APÊNDICE - C CARTA A DIREÇÃO



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE – CEFID

Florianópolis, setembro de 2008.

Prezado(a) Diretor(a):

Na busca de novas interpretações e respostas às estratégias utilizadas durante o agachamento e uma carência muito grande destes dados referentes à estrutura corporal principalmente de crianças. Nós alunos do 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). Cientes da importância de estudos que contemplem diferentes áreas de avaliação do movimento humano estamos desenvolvendo um estudo que tem como objetivo: Avaliar as características cinemáticas da posição agachada e suas relações com a antropometria e flexibilidade de crianças de 7 a 12 anos.

Para isso, as crianças serão fotografadas e filmadas na posição agachada para posterior análise.

Desta forma, solicitamos a autorização da direção para a realização desse estudo que constará de duas etapas:

A) Primeira: filmagem em determinadas atividades recreativas durante as aulas de Educação Física;

B) Segunda: deslocamento das crianças até o Laboratório de Biomecânica do CEFID/UDESC, durante o período de aula. Ressaltamos que este será feito com carro próprio da UDESC, sendo as crianças acompanhadas pelos pesquisadores.

As crianças que participarem do estudo estarão colaborando para uma avaliação onde os recursos permitirão aos pesquisadores dados mais precisos e com isso terão mais subsídios para identificar e diagnosticar erros posturais, detectar novos talentos, direcionar

crianças para uma atividade física especializada de acordo com suas capacidades corporais, aptidões físicas, justificando assim a necessidade deste estudo.

Aos pais ou responsáveis será enviado, ao término desse estudo, um laudo individual contendo informações a respeito de todo o estudo do posicionamento agachado. Os procedimentos detalhados sobre a coleta de dados se encontram em anexo.

Desde já agradecemos a colaboração da escola com esta pesquisa e colocamos à disposição para maiores esclarecimentos e dúvidas.

Sebastião Iberes Lopes Melo – Coordenador do Projeto

Valdeci José Guth – Mestrando do Projeto

Bolsista do projeto - Daniel Chissini de Castro

Laboratório de Biomecânica – (48) 3321-8670 ou 3321-8653

---

Sebastião Iberes Lopes Melo

Coordenador do Projeto

## APÊNDICE - D CARTA AOS PAIS



### CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE – CEFID

Florianópolis, setembro de 2008.

Prezados Pais:

Cientes da importância de estudos que contemplem diferentes áreas de avaliação do movimento humano estamos desenvolvendo um estudo que tem como objetivo: Avaliar as características cinemáticas da posição agachada e suas relações com a antropometria e com flexibilidade de crianças de 7 a 12 anos.

Entretanto a Biomecânica, área que estuda o movimento humano, através de avaliações com instrumentação adequada, pode fornecer um importante feedback do desenvolvimento da criança, contribuindo para um melhor desempenho das crianças em determinadas atividades esportivas. Na Biomecânica são utilizados métodos de medição, dentre os quais pode-se citar a Cinemetria, que permite a realização de avaliações qualitativas e quantitativas a partir de fotografias e filmagens.

Desta forma, pedimos a colaboração dos senhores para autorizar que seus filhos possam participar deste estudo que trará como contribuição uma avaliação, sob a forma de laudos individuais, contendo informações a respeito das avaliações realizadas durante o agachamento. Os procedimentos detalhados sobre a coleta de dados se encontram em anexo.

Gostaríamos de esclarecer que seus filhos serão acompanhados do CEC até o Laboratório de Biomecânica da CEFID/UDESC, durante o período de aula pelo pesquisador responsável pelo projeto de pesquisa, retornando para o CEC antes do término da aula. Os alunos serão conduzidos pelo transporte disponibilizado pela Universidade.



Para maiores esclarecimentos estamos à sua disposição.

Contamos com a vossa colaboração, agradecendo antecipadamente.

Sebastião Iberes Lopes Melo – Coordenador do Projeto

Valdeci José Guth – Mestrando do Projeto

Ana Carolina Silva Sousa - Mestranda Colaboradora

Bolsista do projeto - Daniel Chissini de Castro

Laboratório de Biomecânica – (48) 3321-8670 ou 3321-8653

---

Sebastião Iberes Lopes Melo

Coordenador do Projeto

## APÊNDICE - E TERMO DE CONSENTIMENTO



CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE -  
CEFID

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **Características Cinemáticas da Posição Agachada e suas relações com a Antropometria e com Flexibilidade de Crianças.**

<p>Gostaria de obter todas as informações sobre este estudo:</p> <p>a - Qual o tempo que terei de ficar disponível com meu filho;</p> <p>b - Quantas sessões de coleta serão necessárias (com dia e horário previamente marcados);</p> <p>c - Esclareça os detalhes sobre os procedimentos da coleta de meu filho (testes, tratamentos, exercícios, etc.);</p> <p>d - Qual o local onde será realizada a coleta;</p> <p>e - Quais os equipamentos ou instrumentos que serão utilizados;</p> <p>f - É preciso que meu filho vista alguma roupa ou sapato apropriado; e quaisquer outras informações sobre o procedimento do estudo a ser realizado em meu filho (a).</p>	<p>Para participar desta pesquisa a criança deverá vir ao Laboratório de biomecânica do CEFID uma única vez, por cerca de 30 minutos, em dia e horário previamente agendados.</p> <p>Seu filho realizará avaliações antropométricas como: peso, altura comprimento dos membros inferiores, grau de flexibilidade do joelho, quadril, tornozelo com o objetivo de avaliar o grau de flexibilidade em cada articulação posição agachada onde seu filho ficara na posição agachada para podermos avaliar os ângulos de flexão do joelho quadril e tornozelo.</p> <p>Estes movimentos serão filmados para posterior análise dos dados. Durante todo o procedimento as crianças serão acompanhadas e assistidas pelos pesquisadores responsáveis.</p> <p>A coleta de dados será realizada no Laboratório de Biomecânica do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos da UDESC;</p> <p>Será utilizada balança (para mensurar o peso), estadiometro (instrumento utilizado para medir estatura), paquímetro (instrumento utilizado para medir comprimento dos membros inferiores), uma maquina fotográfica e uma câmera filmadora (para analisar os ângulos);</p> <p>Ele deverá usar roupa tipo esportivo (shorts e camiseta) e se possível de cor escura. A criança irá ficar na posição em pé e após agachada na posição espontânea.</p>
<p>g - Quais as medidas a serem obtidas do meu filho (a)?</p>	<p>Serão feitas medidas antropométricas (massa, estatura, tamanho dos segmentos corporais) avaliação de flexibilidade e filmagem para análise dos ângulos na posição agachada parada.</p>
<p>h - Quais os benefícios e vantagens</p>	<p>Contribuirão para obtenção de dados concretos</p>

do meu filho (a) em fazer parte deste estudo?	sobre as medidas antropométricas e grau de flexibilidade de crianças e assim possibilitando o desenvolvimento de pesquisa científica e formando um banco de dados
i - Quais as pessoas que estarão acompanhando meu filho (a) durante os procedimentos práticos deste estudo?	Apenas os pesquisadores: Sebastião Iberes Lopes Melo – Coordenador do Projeto Valdeci José Guth – Mestrando do Projeto Ana Carolina Silva Sousa - Mestranda Colaboradora Bolsista do projeto - Daniel Chissini de Castro
j - Este estudo envolve tirar fotos ou filmar meu filho (a)?	Sim, seu filho (a) será filmado para posterior análise da imagem, desde que seja autorizado pelos pais ou responsáveis, perante assinatura do termo de consentimento.
k - Existe algum questionário que preciso preencher? Sou obrigado a responder a todas as perguntas?	Não haverá nenhum tipo de questionário.
l - Qual a maneira de se manter sob sigilo as fotos, vídeos, questionários ou qualquer outro dado a respeito do meu filho (a)?	Todo o material ficará guardado com os pesquisadores, garantindo sigilo e os dados serão armazenados em forma de códigos ou números, evitando a identificação pessoal das crianças
PESSOA PARA CONTATO Valdeci José Guth	Mestrando Valdeci José Guth Rua Eng. Max Souza 1327 Ap. 104 Coqueiros 96230188 <a href="mailto:guthudesc@yahoo.com.br">guthudesc@yahoo.com.br</a> Laboratório de Biomecânica – (48) 3321-8670 ou 3321-8653

### TERMO DE CONSENTIMENTO (aos Pais)

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a respeito de meu filho (a) serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, a participação de meu(inha) filho(a) requer que sejam feitas medidas de seu corpo, análise da flexibilidade podendo ser filmado e /ou fotografado.

Declaro que fui informado que posso retirar o meu filho (a) do estudo a qualquer momento.

Nome da criança \_\_\_\_\_

Nome por extenso do responsável \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_ Florianópolis, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_