

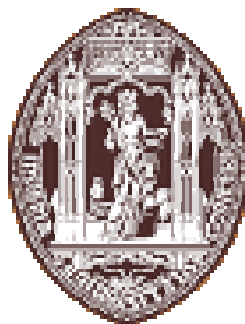
ANTÓNIO MIGUEL DE BARROS MONTEIRO

**ESTUDO DOS EFEITOS DE UM PROGRAMA DE  
TREINO DE FORÇA RESISTÊNCIA EM CRIANÇAS PRÉ-  
PÚBERES.**

**Dissertação apresentada à FCDEF-UC, com vista à obtenção do grau de  
Mestre em Biocinética do Desenvolvimento, na especialidade de Ciências  
do Desporto e Educação Física**

**Orientação: Professora Doutora Ana Faro**

**Co-Orientação: Professor Doutor Vítor Pires Lopes**



**Universidade de Coimbra**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA**

**2003**

**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DO  
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ESTUDO DOS EFEITOS DE UM  
PROGRAMA DE TREINO DE FORÇA  
RESISTÊNCIA EM CRIANÇAS PRÉ-  
PÚBERES.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de Mestre em Biocinética do Desenvolvimento.

**Orientação:** Professora Doutora Ana Faro

**Co-Orientação:** Professor Doutor Vítor Pires Lopes

**António Miguel de Barros Monteiro**

Coimbra, Abril de 2003

**Dedicatória:**

Aos meus pais:

Por vezes as palavras são inertes e não sustentam a complexidade do amor e não traduzem verdadeiramente o meu agradecimento.

Obrigado por serem tudo o que são...  
...e meus pais!!!

## AGRADECIMENTOS

Um trabalho desta natureza, por si só e pelo desafio que nos lança, torna-se um obstáculo na nossa vida, impondo-nos limitações, apelando ao nosso espírito de sacrifício e compromisso, evidenciando o longo caminho que temos que percorrer... contudo, esse caminho tornou-se agradável e aliciente graças à disponibilidade de todos aqueles que, de alguma forma me apoiaram na execução deste trabalho...

- À Professora Doutora Ana Faro, por toda a sua disponibilidade e sapiência aplicada na orientação deste trabalho.
- Ao Professor Doutor Vítor Pires Lopes, colega e amigo que com toda a sua abnegação e espírito motivador muito contribuiu com o seu *know how* para que este trabalho fosse concluído.
- Ao Tiago Barbosa, colega, amigo e companheiro que sempre demonstrou disponibilidade para me ajudar quando as dificuldades surgiam, como num campo de obstáculos (quase) intransponíveis.
- Ao amigo Rafael Baptista (*Rafa*) que apesar da distância geográfica que nos separa, nunca deixou de me incentivar, impedindo-me sempre de me deixar cair na tentação de abandonar o barco quando que navegava em águas muito tormentas, e em muitas ocasiões, à deriva.
- À amiga Patrícia por toda a paciência, amizade e interesse demonstrado e pelas constantes palavras de incentivo. A sua persistência deu frutos.
- Aos amigos: Susana Guerra, Rita China, Rogério Marinho e Rui Silva pelo apoio e amizade incondicional, pelo companheirismo, dedicação e assistência nas mais diversas ocasiões, para que este trabalho chegasse a bom porto.
- Aos colegas e amigos Pedro Magalhães (*Maga*), Bragada e Paulo (*Manchester*) pela colaboração na recolha de dados e constantes incentivos para o *terminus* deste trabalho.
- Às alunas: Sandra e Georgina (*Gigi*) pela disponibilidade e dedicado auxílio durante a recolha de dados.

- Aos colegas do Departamento de Ciências do Desporto e Educação Física da Escola Superior de Educação de Bragança: Carolina, Teresa, Pedro Rodrigues, Gaudêncio, Nuno, Susana e Zita por todo o apoio e incentivo demonstrados ao longo destes anos.
- Às Escolas do 1º ciclo do Ensino Básico Artur Mirandela e das Beatas de Bragança, docentes e alunos do 3º ano e respectivos pais pelo interesse e compreensão demonstrados e, um especial agradecimento pela confiança depositada na consecução da recolha de dados.
- À Escola Superior de Educação de Bragança e respectivos directivos, pelo apoio prestado na realização do protocolo experimental.
- Ao meu **PAI** pela constante insistência desde a inscrição no mestrado até à sua conclusão. Nem sempre a minha compreensão foi a mais correcta em relação ao desejo de ver o seu filho ir sempre mais além.
- À minha **MÃE** que carregou muitas vezes o meu mau humor e serviu de ponte para eu chegar à margem da razão que teimava em esmorecer no meu íntimo.
- À minha avó pelos afectos motivadores que alimentaram o meu ego e alma.
- À família Lourenço, Sr. Rui, D<sup>a</sup>. Silvina, Mafalda e Luís pela sincera amizade e apoio dado.
- E aos que de uma forma mais indirecta contribuíram para a consecução desta dissertação.

A todos o meu sincero apreço e RECONHECIMENTO!

**ÍNDICE GERAL**

Dedicatória .....	I
Agradecimentos .....	II
Índice geral .....	III
Índice de figuras .....	IV
Índice de quadros .....	V
Índice de anexos .....	VI
Lista das abreviaturas .....	VII
Resumo .....	VIII
Abstract .....	IX
Resume .....	X
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1. Introdução .....	17
1.1. Objectivos e Hipóteses do Estudo .....	19
1.1.1. Objectivo Geral .....	19
1.1.2. Objectivos Especificos .....	19
1.1.3. Hipóteses .....	20
1.2. Estrutura do Estudo .....	20
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
1. Força Muscular – Definição e Manifestações .....	23
1.1. Definição de Força .....	23
1.2. Tipos de Manifestação da Força Muscular .....	25
1.3. Factores Determinantes da Força Muscular .....	27
1.3.1. Factores Neuromusculares .....	27
1.3.1.1. Factores Fisiológicos e Bioquímicos .....	27
1.3.1.2. Factores Biomecânicos .....	29
1.3.2. Factores Mecânicos .....	29
1.3.3. Factores Nervosos .....	30
1.3.3.1. Factores Nervosos Centrais .....	30
1.3.3.2. Factores Nervosos Periféricos .....	31
2. Treinabilidade da Força em Crianças Pré-Púberes .....	33
2.1. Benefícios e Riscos do Treino de Força em Crianças Pré-Púberes .....	33
2.2. Treino de Força em Crianças Pré-Púberes .....	38
2.2.1. Alterações no Desempenho .....	38
2.2.1.1. Alterações morfológicas .....	61
2.2.1.2. Alterações neuromusculares .....	64
2.2.1.3. Mudanças intra e inter musculares .....	66

<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA</b> .....	69
1. Metodologia .....	70
1.1. Amostra .....	70
1.1.1. Características Gerais .....	70
1.2. Programa de Treino .....	71
1.3. Procedimentos de Avaliação .....	72
1.3.1. Estatuto Maturacional .....	72
1.3.2. Força Muscular .....	72
1.3.2.1. <i>Push Up's</i> .....	72
1.3.2.2. <i>Pull Up's</i> Modificados .....	73
1.3.2.2. Lançamento da Bola de Hóquei .....	73
1.3.2.3. Força Máxima Isométrica Voluntária .....	74
1.3.2.3.1. <i>Arm Curl</i> .....	74
1.3.2.3.2. <i>Triceps Press</i> .....	75
1.3.2.3.3. <i>Shoulder Press</i> .....	75
1.3.2.3.4. Preensão da Mão .....	76
1.3.3. Factores Morfológicos .....	76
1.3.3.1. Perímetros Braquial Relaxado .....	76
1.3.3.2. Perímetros Braquial Contraído .....	77
1.3.3.3. Pregas Tricipitais .....	78
1.3.3.4. Espessura Muscular Bicipital e Tricipital ....	79
1.3.4. Factores Neuromusculares .....	79
1.3.4.1. Amplitude do Sinal Electromiográfico .....	79
1.3.4.2. Sinal Electromiografico Relativizado à Duração da Contração .....	79
1.4. Procedimentos Estatísticos .....	80
<b>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DA DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	81
1. Introdução .....	82
1.1. Força Muscular .....	82
1.1.1. <i>Push Up's</i> e <i>Pull Up's</i> modificados e Lançamento da Bola de Hóquei .....	82
1.1.2. Força Máxima Isométrica Voluntária do <i>Arm Curl</i> , <i>Triceps Press</i> , <i>Shoulder Press</i> e Preensão de Mão .....	84
1.2. Factores Morfológicos .....	85
1.2.1. Perímetros Braquiais Relaxado e Contraído, Pregas Tricipitais e Espessura Muscular Bicipital e Tricipital .....	85
1.3. Factores Neuromusculares .....	88
1.3.1. Amplitude Electromiográfica .....	88
1.3.2. Sinal electromiografico relativizado a duração da contração .....	91
1.4. Apreciação Global dos resultados .....	94
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSÕES</b> .....	99
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	100
<b>ANEXOS</b> .....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo II

- Figura 1** Papel relativo das adaptações neurais e musculares no aumento de força em programas de treino. Numa primeira fase do treino, que pode cobrir um período de várias semanas, as adaptações neurais desempenham o papel mais importante. Este é também o período coberto pela generalidade dos estudos. Mais tarde, predominam as adaptações musculares, e o progresso é largamente influenciado pelo grau de hipertrofia muscular (adaptado de Sale, 1989). 32

### Capítulo III

- Figura 1** a) *Pull Up's* Modificados; b) Extensão do antebraço sobre o braço acima da cabeça; c) *Push Up's*; d) Extensão do antebraço sobre o braço. 71
- Figura 2** Avaliação dos *Push Up's*. 72
- Figura 3** Avaliação dos *Pull Up's* Modificados. 73
- Figura 4** Avaliação do Lançamento da Bola de Hóquei. 74
- Figura 5** Avaliação da Força Isométrica Máxima Voluntária do arm curl. 74
- Figura 6** Avaliação da Força Isométrica Máxima Voluntária da Preensão de mão. 76
- Figura 7** Avaliação do Perímetro Braquial Relaxado. 76
- Figura 8** Avaliação do Perímetro Braquial Contraído. 77
- Figura 9** a) Avaliação da variável Antropométrica Prega tricipital; b) Avaliação da ultrasonografia *B-mode* 77  
78
- Figura 10** a) Avaliação da espessura muscular tricipital; b) avaliação da espessura bicipital; c) ultrasonografia *B-mode* 79
- Figura 11** Colocação dois eléctrodos de superfície, um no vasto lateral e outro no vasto medial, de do tricípete braquial direito e eléctrodo de referência no olecrâneo direito. 79
- Figura 12** a) Avaliação electromiográfica do Exercício de *Arm Curl*; cada bicípito braquial tinha colocado um eléctrodo bipolar de superfície. b) Eléctrodos do *Biopac System* c) Electromiografia 80

## ÍNDICE DOS QUADROS

### Capítulo II

- Quadro 1** Resumo das definições de força segundo alguns autores. 24
- Quadro 2** Resumo dos estudos experimentais (M – Masculino; F – Feminino; n – amostra). 56

### Capítulo III

- Quadro 1** Idade decimal e estágio de maturação sexual da amostra. 70

### Capítulo IV

- Quadro 1** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ). 82
- Quadro 2** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ). 83
- Quadro 3** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ). 83
- Quadro 4** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ). 83
- Quadro 5** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL))**. 84
- Quadro 6** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL))**. 84
- Quadro 7** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL))**. 85
- Quadro 8** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo 85

feminino nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL)**).

<b>Quadro 9</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>U</i> de <i>Mann-Whitney</i> e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes <b>Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ)</b> .	86
<b>Quadro 10</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>U</i> de <i>Mann-Whitney</i> e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes <b>Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ)</b> .	87
<b>Quadro 11</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>W</i> de <i>Wilcoxon</i> e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes <b>Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ)</b> .	88
<b>Quadro 12</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>W</i> de <i>Wilcoxon</i> e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes <b>Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ)</b> .	88
<b>Quadro 13</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>U</i> de <i>Mann-Whitney</i> e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes <b>Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME))</b> .	89
<b>Quadro 14</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>U</i> de <i>Man-Whitney</i> e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes <b>Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME))</b> .	89
<b>Quadro 15</b>	Média ± desvio padrão, valor <i>W</i> de <i>Wilcoxon</i> e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes da <b>Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ)</b> ,	90

Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME)).

- Quadro 16** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME)).** 90
- Quadro 17** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes integral do sinal electromiografico relativizado à duração da contracção **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME)).** 91
- Quadro 18** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes integral do sinal electromiografico relativizado à duração da contracção **Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME)).** 9293
- Quadro 19** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado a duração da contracção do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME)).** 93
- Quadro 20** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado a duração da contracção do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos *Vastus lateralis* (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e *Shoulder Press* nos *Vastus lateralis* (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e *Vastus Medialis* (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME)).**

**ANEXOS**

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>NEISS</b>	National Electronic Injury Surveillance System
<b>TAC</b>	Tomografia Axial Computorizada
<b>1RM</b>	Uma Repetição Máxima
<b>GE</b>	Grupo Experimental
<b>GC</b>	Grupo de Controlo
<b>Masc</b>	Masculino
<b>Fem</b>	Feminino
<b>EMG</b>	Electromiografia
<b>aEMG</b>	Amplitude do Sinal Electromiográfico
<b>iEMG</b>	Integral do Sinal Electromiográfico
<b>iEMG/<math>\Delta t</math></b>	sinal iEMG relativizado de acordo com a duração da contracção
<b>PBRDIR</b>	Perímetro Braquial Relaxado Direito
<b>PBRESQ</b>	Perímetro Braquial Relaxado Esquerdo
<b>PBCDIR</b>	Perímetro Braquial Contraído Direito
<b>PBCESQ</b>	Perímetro Braquial Contraído Esquerdo
<b>PTDIR</b>	Prega Tricipital Direita
<b>PTESQ</b>	Prega Tricipital Esquerda
<b>EMBDIR</b>	Espessura Muscular Bicipital Direita
<b>EMBESQ</b>	Espessura Muscular Bicipital Esquerda
<b>MMTDIR</b>	Espessura Muscular Tricipital Direita
<b>MMTESQ</b>	Espessura Muscular Tricipital Esquerda
<b>PUSHUP</b>	<i>Push Up's</i>
<b>PULLUP</b>	<i>Pull Up's</i> Modificados
<b>LANÇ</b>	Lançamento da Bola de Hóquei
<b>PREEDIR</b>	Força Máxima Isométrica Voluntária Preensão da Mão Direita
<b>PREESQ</b>	Força Máxima Isométrica Voluntária Preensão da Mão Esquerda
<b>FIMVTRP</b>	Força Máxima Isométrica Voluntária <i>Triceps Press</i>
<b>FIMVARM</b>	Força Máxima Isométrica Voluntária <i>Arm Curl</i>
<b>FIMVSHL</b>	Força Máxima Isométrica Voluntária <i>Shoulder Press</i>
<b>ACAEMDIR</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico do <i>Arm Curl</i> Bicipete Direito
<b>ACAEMESQ</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico do <i>Arm Curl</i> Bicipete Esquerdo
<b>TPAEMVLD</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Direito
<b>TPAEMVMD</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Triceps Press Vastus Medialis</i> Direito
<b>TPAEMVLE</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Esquerdo
<b>TPAEMVME</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Triceps Press Vastus Medialis</i> Esquerdo
<b>SPAEMVLD</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Direito

<b>SPAEMVMD</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Shoulder Press Vastus Medialis</i> Direito
<b>SPAEMVLE</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Shoulder Press Vastus Lateralis</i> Esquerdo
<b>SPAEMVME</b>	Amplitude do sinal Electromiográfico <i>Shoulder Press Vastus Medialis</i> Esquerdo
<b>ACEMDTD</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Arm Curl</i> Bicipete Direito
<b>ACEMDTE</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Arm Curl</i> Bicipete Esquerdo
<b>TPEMDTVLD</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Direito
<b>TPEMDTVMD</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Triceps Press Vastus Medialis</i> Direito
<b>TPEMDTVLE</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Esquerdo
<b>TPEMDTVME</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Triceps Press Vastus Medialis</i> Esquerdo
<b>SPEMDTVLD</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Triceps Press Vastus Lateralis</i> Direito
<b>SPEMDTVMD</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Shoulder Press Vastus Medialis</i> Direito
<b>SPEMDTVLE</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Shoulder Press Vastus Lateralis</i> Esquerdo
<b>SPEMDTVME</b>	Integral do Sinal Electromiográfico relativizado à duração da contracção do <i>Shoulder Press Vastus Medialis</i> Esquerdo

## RESUMO

**Objectivo:** O objectivo deste trabalho foi comparar os níveis de Força e os seus factores associados, nomeadamente as alterações na massa muscular e na actividade neuromuscular, antes e após a aplicação de um programa de treino de força resistência. **Amostra:** A amostra foi constituída por 34 crianças (n= 14 rapazes, n= 20 raparigas) pré-púberes, todas incluídas no estágio I de Tanner (1962). O grupo Experimental (GE) foi constituído por 6 rapazes (9,34±0,30 anos) e por 11 raparigas (9,44±0,28 anos). O grupo de Controlo (GC) foi constituído por 8 rapazes (9,34±0,30 anos) e 9 raparigas (9,20±0,29 anos). **Metodologia:** O GE foi submetido a um programa de treino com exercícios calisténicos e com elásticos. Foram analisados os efeitos do programa de treino na força muscular dinâmica e Força Isométrica Máxima Voluntária (FIMV), nos aspectos morfológicos (massa muscular) e finalmente nos aspectos neuromusculares. A actividade electromiográfica (EMG) foi registada simultaneamente com a avaliação da FMIV. Os sinais electromiográficos foram rectificadados e suavizados permitindo determinar a amplitude do sinal (aEMG) e integral do sinal EMG (iEMG). O sinal iEMG foi relativizado de acordo com a duração da contracção (iEMG/ $\Delta t$ ). As avaliações das pregas tricipitais direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ) e as espessuras musculares dos bicípites direito (EMBDIR) e esquerdo (EMBESQ) e tricipetes direito (EMTDIR) e esquerdo (EMTESQ), foram feitas através da ultrasonografia *B-mode*. Os perímetros braquiais relaxados direito (PBRDIR) e esquerdo (PBRESQ) e perímetros braquiais contraídos direito (PBCDIR) e esquerdo (PBCESQ) foram medidos usando os procedimentos antropométricos usuais (fita). Também avaliamos o número máximo de *Push Ups* (PUSHUP) e *Pull Ups* modificados (PULLUP). Finalmente avaliamos a distância do lançamento da bola de hóquei (LANÇ). Foram calculadas as estatísticas descritivas (média  $\pm$  dp) para todas as variáveis ( $p \leq 0,05$ ). Foram utilizados procedimentos não paramétricos. Assim, foram analisadas as diferenças em cada momento da avaliação entre o GC e o GE e entre os sexos através do teste *U* de *Mann-Whitney*. Foi analisada a mudança entre o pré-teste e pós-teste tanto nos rapazes como nas raparigas em ambos os grupos através do teste de *Wilcoxon*. **Resultados:** Os efeitos do programa de treino no desempenho verificam-se ao nível dos testes de força dinâmica (PUSHUP, PULLUP e LANÇ) quer nos rapazes quer nas raparigas (No GE masculino os aumentos percentuais foram PUSHUP - 146%, PULLUP - 119% e LANÇ - 22%; e no GE feminino foram PUSHUP - 842%, PULLUP - 338% e LANÇ - 12%). Nos grupos de controlo masculino e feminino não se verificaram mudanças significativas. Nos testes de FMIV não se verificam melhorias significativas. O programa de treino não parece ter tido efeitos na mudança ao nível da massa muscular a ao nível da actividade electromiográfica. **Conclusão:** os resultados sugerem que as crianças pré-púberes podem aumentar a força após um programa de treino que incluía exercícios calisténicos. O aumento da força não foi acompanhado de um aumento da massa muscular e/ou de alterações da activação neuromuscular. Provavelmente os factores que estão subjacentes ao aumento da força podem estar relacionados com o aumento da coordenação do movimento.

## ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this work was to compare the levels of strength and its factors associated, with special attention on the alterations in the muscular mass and neuromuscular activity, before and after the application of a program of a resistance strength training. **Sample:** The sample was constituted by 34 children ( $n = 14$  boys,  $n = 20$  girls) prepubescent, all enclosed in stadium I of Tanner (1962). The Experimental group (GE) was constituted by 6 boys ( $9,34 \pm 0,30$  years) and by 11 girls ( $9,44 \pm 0,28$  years). The Control Group (GC) was constituted by 8 boys ( $9,34 \pm 0,30$  years) and 9 girls ( $9,20 \pm 0,29$  years). **Methodology:** GE was submitted to a program of trainings with callisthenics exercises and rubber bands. The effect of the training program in the dynamic muscular strength and Maximal Voluntary Isometric Strength (FMIV), had been analyzed in the morphologic aspects (muscular mass) and finally in the neuromuscular aspects. The Electromyography activity (EMG) was registered simultaneously with the evaluation of the FMIV. The Electromyography signals had been rectified and alleviated allowing determining the amplitude of the signal (aEMG) and integral of signal EMG (iEMG). The signal iEMG was relativized in accordance with the duration of the contraction ( $iEMG/\Delta t$ ). The evaluations of the triceps folds right (PTDIR) and Left (PTESQ) and the muscular thicknesses of the biceps right (EMBDIR) and left (EMBESQ) and triceps right (EMTDIR) and left (EMTESQ), had been made through the ultrasonography B-mode. The relaxed brachial perimeters right (PBRDIR) and left (PBRESQ) and brachial perimeters contracted right (PBCDIR) and left (PBCESQ) were measured using the usual anthropometrics procedures (ribbon). Also we evaluate the maximum number of Push Ups (PUSHUP) and modified Pull Ups (PULLUP). Finally we evaluate in the distance covered for the hockey ball (LANÇ). The descriptive statisticians (average  $\pm$  dp) for all variables had been calculated ( $p \geq 0,05$ ). Procedures non parametric were used. Thus, the differences at each moment of the evaluation between the GC and GE had been analyzed and also between genders through test U of Mann-Whitney. The difference between the pre-test and after-test in both groups, and such a way in boys as in girls were analyzed through the test of Wilcoxon. **Results:** The effect of the training program in the performance verify the level of the tests of dynamic force (PUSHUP, PULLUP and LANÇ) both in boys as in girls (In masculine GE the percentile increases had been PUSHUP - 146%, PULLUP - 119% and LANÇ - 22%; and in the feminine GE had been PUSHUP - 842%, PULLUP - 338% and LANÇ - 12%). In the masculine and feminine control groups significant changes had not been verified. In the FMIV tests significant improvements are not verified. The training program does not seem to have had effect in the change of the level of the muscular mass neither in the o level of the Electromyography activity. **Conclusion:** The results suggest that prepubescent children can increase strength after a training program that includes callisthenics exercises. The increase of the strength was not followed of an increase of the muscular mass and/or alterations of the neuromuscular activation. Probably the factors that are underlying the increase of the strength can be related to the increase of the coordination of the movement.

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

### 1. Introdução

#### 1.1. Objectivos e Hipóteses do estudo

##### 1.1.1. Objectivo Geral

##### 1.1.2. Objectivos Específicos

##### 1.1.3. Hipóteses

#### 1.2. Estrutura do Estudo

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

### **1. Introdução**

A Força Muscular é um elemento primário de toda e qualquer acção motora humana, sendo inconcebível subsistir alguma actividade física sem intervenção desta capacidade, que determina, no seu cômputo geral: a segurança, a facilidade e a efectividade do rendimento nas diferentes acções quotidianas tanto no campo profissional, como recreativo e desportivo (Carvalho, 1996).

Qualquer que seja o sexo e a faixa etária, a força é um factor preponderante subjacente às demais capacidades condicionais, bem como à técnica de execução das diferentes actividades físicas.

Actualmente, os efeitos do treino de força no desenvolvimento somático durante a infância, a sua eficácia, os seus benefícios e o eventual risco associado têm sido objecto de interesse por parte da comunidade científica.

O movimento humano, complexo por natureza, implica força muscular – independentemente da acção que se desenvolva no quotidiano, quer chutar uma bola, quer pegar numa cadeira ou simplesmente lavar as mãos.

A falta de uma certeza científica solidamente apoiada em estudos, que relatem a ausência de lesões ou demais complicações, inerentes a um treino de força, prende-se com questões de ética e deontologia, pois o recurso a crianças na prática da actividade de treino de força com cargas máximas (ou próximas da máxima) apresenta uma hipótese binomial: ou poderá resultar em eventuais problemas osteoarticulares e ligamentares, ou simplesmente ganhos de força muscular.

Consequentemente, esta escassez de pesquisas, abre espaço ao apelo do senso comum e a muita especulação, sem nenhuma comprovação científica para justificar a contra-indicação da prática do treino de força para as crianças pré-púberes. Não se adivinham grandes prenúncios de avanços científicos nesta matéria, que pensamos ser de grande imprescindibilidade para o bom desenvolvimento psico-motor das crianças.

O baixo nível de força é um factor limitante na execução técnica, já que a incapacidade de produzir tensões adequadas impede um fluído e eficaz desenvolvimento do movimento (Manno, 1991). Ou seja, em muitos casos a falha técnica não se produz

por falta de coordenação ou habilidade do sujeito, mas por reduzida força nos grupos musculares que intervêm numa fase concreta do movimento (Badillo e Ayestarán, 1995).

Apesar das descobertas directas serem limitadas, a literatura disponível e as observações práticas de alguns treinadores e investigadores surgem para demonstrar que o treino da resistência de força tem um efeito positivo numa variedade de indicadores psico-sociais, tais como a auto-confiança, a auto-imagem e a auto-estima (Faigenbaum, 1997).

A idade apropriada para que uma criança comece um programa de treino da força não está estabelecida. Contudo, a prontidão para um programa de treino da força depende da vontade e motivação que a criança tem de participar (Tanner, 1993). Esta é uma opinião a valorizar, pois da sua disponibilidade para seguir fidedignamente o treino e as instruções, e da disciplina para levantar pesos, vários dias por semana, dependerá o (in)sucesso do treino. O ideal seria que os treinadores incorporassem o treino da força em programas periódicos condicionados, projectados no intuito de aumentarem as capacidades motoras e os níveis de aptidão física e que variassem na intensidade e no volume durante todo o ano.

A actual literatura, relativa à idade apropriada para se integrar um progressivo treino de força, não apresenta uma opinião unânime. Um estudo de Blimkie (1993a), que contempla os efeitos do treino da resistência de força no crescimento e no desenvolvimento, diz não haver efeitos adversos como resultado de seguimento dum programa de treino de peso em crianças de 6 anos de idade. A *National Strength and Condition Association* (1996), num documento sobre treino de resistência para jovens (NSCA, 1996), defende que os programas de treino da resistência de força bem estruturados, com uma supervisão apropriada, são seguros para crianças e adolescentes fisiológica e psicologicamente preparados. A *American Academy of Pediatrics* (2000) recomenda que se evite o exercício com força máxima antes dos adolescentes atingirem o estágio 5 de maturação sexual de Tanner, ou o desenvolvimento da maturidade esquelética (Nelson *et al.*, 1990).

Dado não haver um consenso na determinação da idade apropriada para o treino da força, os treinadores deverão ser extremamente cautelosos com as crianças e adolescentes ao delinarem estes programas.

Faigenbaum (1993a) indica que o potencial de ocorrência de lesões devido ao treino da força não é maior (e pode mesmo ser menor) do que o risco que está associado a actividades e desportos organizados. Há um acordo geral entre peritos da medicina e da medicina desportiva relativamente ao facto de que aumentar a força do atleta realçará o desempenho e diminuirá o risco de lesão nos adultos (Metcalf e Roberts, 1993).

Parece existir a convicção de que o treino da força produz maiores ganhos a partir da puberdade. Isto em virtude, sobretudo, do aumento de testosterona circulante, que vai permitir um aumento da hipertrofia muscular. Os ganhos de força obtidos antes da puberdade serão resultantes de adaptações neurológicas, tal como, a melhoria da coordenação inter e intra-muscular, a ordem, a sincronização, a quantidade de unidades motoras recrutadas e a frequência de estímulos nervosos (Blimkie, 1992).

A questão da cargabilidade ou treinabilidade das crianças está mal esclarecida. Os efeitos do treino na população pediátrica é, portanto, um assunto a necessitar ainda de esclarecimentos.

Os mecanismos que estão por detrás dos ganhos de força nos programas de treino de resistência força não estão ainda bem evidenciados. Tem havido alguma insistência de que os ganhos estão associados a adaptações neuromusculares sem hipertrofia dos músculos.

## **1.1. Objectivos e Hipóteses do Estudo**

### **1.1.1. Objectivo Geral**

O objectivo deste trabalho foi comparar os níveis de Força e os seus factores associados, nomeadamente as alterações na massa muscular e na actividade neuromuscular, antes e após a aplicação de um programa de treino de força resistência.

### **1.1.2. Objectivos Específicos**

Os Objectivos específicos do presente estudo foram:

- I. Analisar os efeitos de um programa de treino de força resistência em pré-púberes de ambos os sexos.

- II. Analisar os efeitos do treino de força resistência ao nível da estrutura muscular.
- III. Analisar os efeitos do treino de força resistência ao nível da função neuromuscular.
- IV. Analisar a transferência dos ganhos de força entre tarefas motoras diferentes, após um programa de treino de força resistência.

### **1.1.3. Hipóteses**

Tendo em consideração os objectivos e a dimensão dos problemas que lhes estão subjacentes geraram as seguintes hipóteses:

- I. Existem ganhos significativos de força resistência em crianças pré-púberes, após aplicação do programa de treino de força resistência.
- II. Os ganhos significativos de força, após um programa de treino de força resistência em crianças pré-púberes, não são devidos a mudanças a nível da estrutura muscular.
- III. Os ganhos significativos de força, após um programa de treino de força resistência em crianças pré-púberes, são devidos, sobretudo, a mudanças neuromusculares.
- IV. Existe transferência dos ganhos de força entre tarefas motoras diferentes.

## **1.2. Estrutura do Estudo**

Esta dissertação é constituída por quatro capítulos, incidindo cada um nas diferentes fases da investigação.

No Capítulo I, faz-se a introdução à temática desta dissertação. Apresenta-se e definem-se os objectivos e as hipóteses de estudo.

O Capítulo II refere-se à revisão da literatura. Apresenta-se um leque de dados que possibilitam a formação de conceitos comparativos entre os diversos estudos, visto que estar na posse do maior número de informação ajuda a estruturar, mais logicamente, o raciocínio implícito numa investigação deste teor. Para tal, deve-se caracterizar a força muscular, através da sua definição, tipo de manifestações e seus factores determinantes. Neste capítulo, encontram-se ainda referências à treinabilidade das crianças pré-púberes, factores e riscos associados à prática do treino de força, referindo-se, numa fase final, vários estudos descritivos dos efeitos de treino de força, dentro dos quais se

relatam as alterações de desempenho. No final, questionam-se sobre os factores que originam os eventuais ganhos de força, em crianças pré-púberes, apresentando-se estudos que confirmam a obtenção de ganhos resultantes quer de factores morfológicos, quer neuromusculares.

No Capítulo III são referidas as diferentes etapas do estudo, desde a caracterização da amostra, o *instrumentarium*, até à experimentação propriamente dita.

No Capítulo IV, apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos de acordo com os objectivos e hipóteses de estudo.

Por último, apresentam-se, no Capítulo V, as conclusões da investigação.

## **CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA**

1. Força Muscular – Definição e Manifestações
  - 1.1. Definição de Força
  - 1.2. Tipos de Manifestação da Força Muscular
  - 1.3. Factores Determinantes da Força Muscular
    - 1.3.1. Factores Neuromusculares
      - 1.3.1.1. Factores Fisiológicos e Bioquímicos
      - 1.3.1.2. Factores Biomecânicos
    - 1.3.2. Factores Mecânicos
    - 1.3.3. Factores Nervosos
      - 1.3.3.1. Factores Nervosos Centrais
      - 1.3.3.2. Factores Nervosos Periféricos
2. Treinabilidade da Força em Crianças Pré-Púberes
  - 2.1. Benefícios e Riscos do Treino de Força em Crianças Pré-Púberes
  - 2.2. Treino de Força em Crianças Pré-Púberes
    - 2.2.1. Alterações no Desempenho
      - 2.2.1.1. Alterações Morfológicas
      - 2.2.1.2. Alterações Neuromusculares
      - 2.2.1.3. Mudanças Intra e Inter Musculares

## CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

### 1. Força Muscular – Definição e Manifestações

#### 1.1. Definição de Força

Para melhor definir e compreender o que é a força muscular, é obrigatório recorrer, em termos de apoio, às teorias e aos estudos científicos de distintas áreas contíguas às Ciências do Desporto, que se têm debruçado sobre a análise deste problema.

De acordo com os resultados de alguns investigadores (Stoboy, 1968; Meusel, 1969; Morehouse, 1974; Carl, 1976; Letzelter, 1978; Hollmann e Hettinger, 1983; Letzelter, 1986; Grosser, 1989; Mil-Homens, 1991; Zakharov, 1991; Baechle, 1994; Hertogh *et al.*, 1994; Safrit, 1995; Badillo, 1995; Manso, 1996; Vermeil e Helland, 1997; Siff e Verhoshansky, 2000; Verkhoshansky, 2001) sobre o treino da força, e nas suas experiências sobre a prática desportiva, existem diversos conceitos que reflectem este aspecto sob o ponto de vista da física e da biomecânica.

A caracterização da força tem sido ao longo dos tempos difícil de descrever, pois tem assumido diferentes concepções para um só vocábulo. Tais conceitos são sustentados em resultados divergentes obtidos por inúmeras investigações nas múltiplas áreas especializadas das Ciências do Desporto e da Educação Física.

São diversas as possíveis definições para um mesmo termo – força – entre as quais se salientam:

- No âmbito da Física: análoga a todo aquele agente capaz de atribuir aceleração a um corpo ( $F=m \times a$ ). Ou seja, é a capacidade de um corpo alterar o seu estado de movimento ou de repouso, criando uma aceleração ou uma tendência para acelerar.
- No âmbito do Treino Desportivo: a força é uma componente essencial para o rendimento desportivo de qualquer atleta. O seu desenvolvimento não deverá ser ignorado na preparação de qualquer desportista e com base nas características específicas de cada modalidade desportiva.

Assim, interessa caracterizar a força sob a perspectiva do treino com o intuito de se obter melhores e mais claras informações para abono do problema que se pretende estudar.

Mediante a panóplia de definições de força existentes, optou-se por esquematizá-las no quadro 1, de modo a facilitar a compreensão das diferentes perspectivas dos investigadores.

**Quadro 1.** Resumo das definições de força segundo alguns autores.

<b>AUTOR</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>Stoboy (1968)</b>	Capacidade para desenvolver tensões ou manter uma carga em equilíbrio.
<b>Meusel (1969)</b>	Característica humana com a qual se move uma massa (o seu próprio corpo ou um engenho desportivo), ou ainda a capacidade de superar uma resistência ou de se lhe opor através do trabalho muscular.
<b>Morehouse (1974)</b>	Capacidade de exercer tensão contra uma resistência. Esta capacidade depende essencialmente da potência contráctil do tecido muscular.
<b>Carl (1976)</b>	Capacidade do ser humano, com base em processos metabólicos e de enervação, vencer ou opor-se a uma resistência através da sua estrutura muscular. A estrutura muscular pode desenvolver força sem encurtamento e alongamento (comportamento estático – trabalho isométrico); com encurtamento (comportamento dinâmico – trabalho concêntrico); ou então de alongamento (comportamento dinâmico de cedência – trabalho excêntrico).
<b>Letzelter (1978)</b>	É o esforço exigido aos músculos em flexão ou extensão para se oporem a uma resistência.
<b>Hollmann e Hettinger (1983)</b>	Designação genérica para a força de um músculo. Entende-se, sendo tanto a força estática empregada por solicitação voluntária máxima de um músculo, como a desenvolvida durante uma tensão muscular voluntária, máxima, dinâmica.
<b>Kuznetov (1984)</b>	A força muscular do Homem, como qualidade física, pode-se dizer que está determinada pela capacidade de vencer a resistência externa e reaccionar contra a mesma, mediante a tensão muscular.
<b>Letzelter (1986)</b>	Capacidade de deslocar uma massa, ou seja, vencer uma resistência ou opor-se através de um trabalho muscular
<b>Grosser (1989)</b>	É a capacidade de superar resistências e contra-resistências por meio da acção muscular.
<b>Mil-Homens (1991)</b>	Toda a causa capaz de modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, traduzido por um vector.
<b>Zakharov (1991)</b>	Capacidade de superação da resistência externa e de contra-acção a esta resistência, por meio dos esforços musculares.
<b>Baechle (1994)</b>	É a força que um músculo ou grupo muscular pode exercer contra uma resistência num esforço máximo.
<b>Hertogh <i>et al.</i>, (1994).</b>	A força traduz a capacidade da musculatura produzir tensão, ou seja, aquilo a que vulgarmente denominamos por contracção muscular .
<b>Safrit (1995)</b>	É a força máxima ou nível de tensão que pode ser produzido por um grupo muscular.

(Cont.)

**Quadro 1.** - Definições de força segundo alguns autores (Cont.).

<b>Badillo (1995)</b>	A capacidade que o músculo apresenta de produzir tensão ao activar-se ou como se entende habitualmente ao contrair-se. A máxima tensão manifestada pelo músculo (ou conjunto de grupos musculares) a uma determinada velocidade.
<b>Vermeil e Helland (1997)</b>	A força “é a habilidade no combate ao adversário, na desaceleração e no alterar rapidamente de direcção, como um bloco entre o adversário e o contraste”.
<b>Manso, (1996); Siff e Verhoshansky, (2000)</b>	A força define-se como a capacidade do músculo ou grupo muscular, para vencer ou suportar uma resistência sob condições específicas.
<b>Verkhoshansky (2001)</b>	A força empregada na acção humana desportiva relaciona-se a uma actividade do sistema nervoso central, que permite ao nosso aparelho locomotor reagir aos estímulos externos mediante a utilização da tensão muscular.

Dadas as diferentes definições, pensa-se que uma síntese de todas elas resultaria numa definição mais exacta. Por força de razão, o conceito de treino da força seria a capacidade do sistema neuromuscular dar resposta a um conjunto de estímulos, a nível de um músculo e/ou grupos musculares, por forma a superar resistências que, por tensão muscular, respondem aos factores extrínsecos e intrínsecos ao aparelho locomotor.

## **1.2 Tipos de Manifestação da Força Muscular**

Dos autores que se debruçaram sobre este tema, salientam-se alguns de entre os quais: Mitra e Mogos (1982), Weineck (1986) e Platonov (1988), distinguiram a força em três géneros: Força Máxima, Força Rápida ou Explosiva e Força de Resistência.

Por força máxima entende-se a máxima força que pode ser desenvolvida por uma contracção muscular máxima. Esta apresenta-se sob a forma do valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir, independentemente do factor tempo, e contra uma resistência inamovível (Schmidtbleicher, 1985a;1985b).

Uma outra possível definição passa pela quantidade máxima de força que um músculo e/ou grupo muscular pode gerar num padrão específico de movimento numa determinada velocidade de movimento (Knuttgen e Kraemer, 1987; Fleck e Kraemer, 1999).

A força nunca se exhibe, nos diversos desportos, de forma pura, mas como uma combinação de factores físicos de condicionamento da *performance* (Weineck, 1989). A este respeito distingue-se, ainda, segundo as condições de contracção máxima, uma

capacidade máxima de força estática e uma de força dinâmica (Weineck, 1983; Carvalho, 1987):

- **Força isométrica máxima estática** – força realizada contra cargas insuperáveis, ou seja, não se observa qualquer tipo de movimento. Logo, não ocorre mudança no comprimento das fibras musculares apesar de existir contração muscular, isto é, a maior força que o sistema neuromuscular pode realizar por contração voluntária, existindo um equilíbrio entre as forças internas e externas.
- **Força máxima dinâmica** – Realiza-se quando a resistência a vencer pode ser deslocada pelo menos uma vez. Ocorre quando há um encurtamento das fibras musculares, provocando uma aproximação ou afastamento da origem e inserção muscular próximas, resultando, conseqüentemente, em movimento. É conjuntamente, a capacidade de desenvolver tensão máxima no desenvolvimento de um movimento articular. Prevalece a força interna (quando vence a resistência ao movimento e o trabalho é positivo; ou a força externa (quando se é vencido pela resistência e o trabalho é negativo).

Por Força Rápida ou Explosiva considera-se a capacidade do sistema neuromuscular produzir o maior impulso possível num determinado período de tempo (Mil-Homens, 1996) e de superar uma resistência externa ao movimento com elevada velocidade de contração. A velocidade de deslocamento depende da capacidade máxima de força e da grandeza da resistência (força externa) que se quer vencer.

É, igualmente, a capacidade que o sistema neuromuscular tem de superar resistências com a maior velocidade de contração possível (Harre, 1976).

Esta vertente representa, ainda, a relação entre a força expressa e o tempo necessário para a alcançar a dita expressão (Badillo, 2000a). A manifestação da força por unidade de tempo, vem perfeitamente traduzida pelos incrementos de força na curva força-tempo (Bosco, 1985, 1988, 2000).

A força rápida justifica-se por ser maior quanto menor for a resistência a ser vencida e vai diminuindo à medida que esta aumenta; portanto, é necessário conhecer o percentual de força máxima e rápida exigida na execução motora da actividade física ou do exercício. Conseqüentemente, o desenvolvimento da força rápida será sempre no âmbito da exigência específica do exercício ou da actividade física (Zatziorsky, 1972).

Força de Resistência é a capacidade do sistema neuromuscular realizar esforços em actividades de média e longa duração, resistindo à fadiga e mantendo o funcionamento muscular em níveis elevados (Mil-Homens, 1996).

Entre os critérios da força de resistência contabiliza-se a intensidade do estímulo (em percentagem da força máxima de contracção) e o volume do estímulo (total de repetições). Pode tomar-se, igualmente, para medida da força resistência, o tempo máximo de trabalho com pesos externos de valor pré-determinado (até um decréscimo visível da capacidade), em relação às particularidades da modalidade ou à quantidade máxima de trabalho que o atleta é capaz de realizar durante um determinado período de tempo.

### **1.3. Factores Determinantes da Força Muscular**

À medida que o músculo se contrai e desenvolve tensão, exerce força. A quantidade de força exercida depende de uma variedade de factores que poderão ser agrupados em:

- Factores Neuromusculares – relacionados com a importância do impulso nervoso para desencadear a acção muscular;
- Factores Musculares – relacionados com as características do músculo.

#### **1.3.1. Factores Neuromusculares**

Dentro da categoria dos factores neuromusculares podemos subdividi-los em factores fisiológicos e bioquímicos, mecânicos e biomecânicos. Os factores fisiológicos e bioquímicos referem-se ao tipo de fibras musculares e à área de secção transversal dos músculos.

##### **1.3.1.1. Factores Fisiológicos e Bioquímicos**

O músculo é constituído por células musculares compridas, contendo citoplasma e vários núcleos, estas células estão colocadas paralelamente e são denominadas de fibras musculares estriadas esqueléticas. Cada fibra muscular é composta por:

- Uma membrana celular (sarcolema),

- Sarcoplasma que contem mitocôndrias ,
- Miofibrilhas,
- Fibrilhas.

Qualquer fibra muscular é enervada por uma ramificação de um nervo motor. A um conjunto de fibras musculares anexadas às ramificações de um neurónio, denomina-se de Unidade Motora. Ou seja, a Unidade Motora é formada por uma via nervosa (motoneurónio) e por todas as fibras que ele enerva.

Os diferentes músculos do corpo são constituídos por diferentes tipos de fibras. Cada uma dessas fibras é constituída por várias centenas ou milhares de miofibrilhas, sendo estas a principal substância contráctil da célula, sitas no interior do sarcoplasma.

- **Tipo de Fibras musculares** (expressão fenotípica das fibras musculares estriada esquelética):

As fibras musculares dividem-se em fibras do tipo I, contracção lenta e fibras do tipo II, de contracção rápida (Saavedra, 1998). Por seu lado, as fibras do tipo II dividem-se em: tipo IIa, para exercícios de intensidade elevada, como nos de longa duração; tipo IIb, grande velocidade de contracção e de fatigabilidade precoce; tipo IIc, fibras de transição entre as fibras de contracção rápida e de contracção lenta. As fibras do tipo II, estão essencialmente adaptadas às formas de manifestação em que se exige muita força, pois tendo uma maior área possuem um maior número de pontes transversas, logo maior força é produzida. As fibras musculares lentas apresentam condições ideais para a obtenção energia aeróbia, condição óptima para realizar trabalho duradouro

- **Área de secção transversa do músculo**

A área de secção transversa do músculo é um dos factores que determina a capacidade de produção de força. A força de um músculo é proporcional ao seu diâmetro transversal.

Dois fenómenos estão subjacentes a este aspecto do aumento do volume muscular, a saber:

- Hipertrofia – aumento do volume das células musculares (Golnick. *et al.*, 1973; Costill *et al.*, 1979 e Carvalho, 1993).

- Hiperplasia – aumento do número de fibras musculares (Gonyea, 1983; Macdougall, 1986; Soares e Appel, 1990).

Todavia, deve-se, acrescentar que a evidência científica relativa ao treino desportivo, sustenta mais a ocorrência do primeiro processo do que o segundo (Mc Dougall, 1986).

O processo da hipertrofia ocorre devido ao aumento da síntese proteica. As proteínas estão constantemente a ser sintetizadas e degradadas, porém, esta síntese e degradação são maiores ou menores consoante a intensidade do treino (Cervera, 1996).

### **1.3.1.2. Factores Biomecânicos**

Os factores biomecânicos estão relacionados com a alavanca que tenta vencer a resistência, em determinadas angulações. Correlativos a essas mesmas posições estão, nomeadamente:

- A área de secção transversa do músculo – a capacidade força, actua de um modo simbiótico. Quanto maior for o diâmetro, maior será, também, o nível de força;
- A relação comprimento/tensão do músculo no momento da contracção do músculo – a tensão muscular será maior se no momento da contracção o músculo se encontrar distendido;
- O recrutamento de unidades motoras – quanto maior for o número de Unidades Motoras recrutadas maior será a Força;
- O tipo de contracção muscular – na contracção excêntrica, o músculo desenvolve um maior índice de força do que aquando da contracção isométrica, o rendimento será ainda menor quando o músculo se contrai concentricamente;
- A velocidade de contracção – quanto maior for a velocidade de contracção, maior será a velocidade de alongamento dos músculos.

### **1.3.2. Factores Mecânicos**

Estes factores estão relacionados com os tipos de tensão muscular produzida (concêntrica, excêntrica e isométrica).

Não obstante, também há a influência da relação força/alongamento (a força desenvolvida por um músculo é maior quando está relaxado, pois o número de ligações

entre a actina e a miosina é maior). Aquando do alongamento do músculo, ainda que como acto passivo, e dado que o seu tecido conjuntivo possui um determinado potencial elástico, existe um acréscimo de força resultante do contributo dos factores elásticos que actuam paralelamente ao material contráctil.

Por outro lado, a relação força/velocidade (a capacidade de um músculo produzir força é maior quando este adquire tensões isométricas, diminuindo a produção de força à medida que se passa para velocidades concêntricas). Em virtude do aumento da força em regime excêntrico se realizar em função do incremento da velocidade de alongamento, através de factores de natureza elástica, sugere que este aumento de força é exercido pelo reflexo de alongamento, que é particularmente susceptível à velocidade do estiramento.

### **1.3.3. Factores Nervosos**

O sistema nervoso central é o responsável pelo fornecimento do estímulo indispensável para que os músculos possam assegurar a dinâmica do aparelho locomotor do ser humano.

Por conseguinte, o comando central remete impulsos nervosos a um determinado grupo muscular. Este responde contraindo-se, conseqüentemente, solicitando informações aos receptores musculares que influenciarão na informação de retorno, alertando constantemente o sistema nervoso.

Para além do sistema nervoso central, existem também centros nervosos periféricos que actuam na execução da contracção muscular.

#### **1.3.3.1. Factores Nervosos Centrais:**

Os factores nervosos centrais a destacar são:

- Recrutamentos de unidades motoras – Capacidade de solicitar novas Unidades Motoras que não participam na contracção muscular. O estímulo nervoso varia entre uma maior ou menor amplitude, aglomerando mais ou menos Unidades Motoras, para a realização da acção muscular. Este está dependente da intensidade da actividade muscular voluntária que o sujeito pretende executar.

- Frequência de activação dessas unidades motoras – A variação da força de contracção muscular pode resultar do Sistema Nervoso, variando o número de Unidades Motoras recrutadas e a frequência de impulsos nervosos por segundo. De forma a adquirir uma tensão muscular máxima, é forçoso que todas as Unidades Motoras sejam recrutadas e que todos os impulsos nervosos possuam uma óptima frequência para executar o recrutamento efectivo das fibras musculares a que se gere força.
- Sincronização das unidades motoras – Este factor está associado à frequência de estimulação das Unidades Motoras. Se se pretende um máximo esforço, as Unidades Motoras sincronizam-se com um número máximo exequível e com um maior número de impulsos nervosos por segundo.
- Coordenação intermuscular – Esta capacidade desempenha um papel relevante na produção de uma série de adaptações, nomeadamente, na inibição dos músculos antagonistas no instante da execução do exercício; aumento da co-contracção dos músculos sinérgicos que ajudam a estabilizar a articulação e complementar o trabalho dos agonistas; inibição do mecanismo de protecção neuromuscular; no recrutamento selectivo de Unidades Motoras influenciadas por um tipo de acção muscular associada a tipo e velocidade de movimento e ângulo em que se realiza.

### **1.3.3.2. Factores Nervosos Periféricos:**

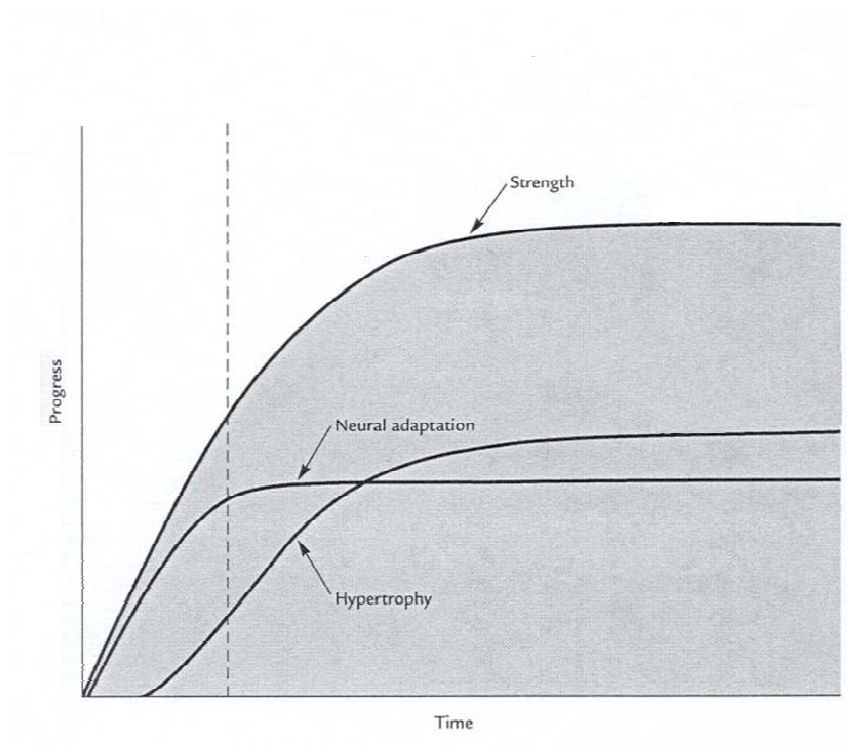
Os factores nervosos a realçar são:

- Fuso neuromuscular – Responsável pelo controlo do estiramento do músculo – produz o reflexo de alongamento através do estiramento das fibras intra-fusais originando uma estimulação das fibras Ia e II, oriundas, respectivamente, dos receptores primários e secundários do fuso.
- Receptores articulares – Responsáveis pela informação da posição das articulações, velocidade e amplitude do movimento, revestindo a sua actuação de carácter essencialmente preventivo e de protecção, no que concerne a eventuais lesões.

- Órgãos tendinosos de Golgi – Este receptor muscular actua no campo da determinação da intensidade da contracção muscular, através das fibras sensitivas Ib.

No decorrer de um treino de força, independentemente do método utilizado, crê-se que os primeiros ganhos são de ordem nervosa, assumindo, inicialmente, uma natureza intermuscular e só depois uma natureza intramuscular (Sale, 1989). Ou seja, o sistema nervoso aprende a ser mais económico, visto que a relação dicotómica: antagonista/agonista melhora, verificando-se só mais tarde um aumento do número de Unidades Motoras recrutadas. Provavelmente um aumento da massa muscular só ocorre quando os indivíduos são sujeitos a programas de treino mais longos (Sale, 1989).

Na figura 1 pode-se confirmar isso mesmo. A hipertrofia só se torna significativa após um longo período de treino de força, sendo que nos programas de treino com durações inferiores a dez semanas, os ganhos de força são devidos essencialmente a adaptações neurais.



**Figura 1** – Papel relativo das adaptações neurais e musculares no aumento de força em programas de treino. Numa primeira fase do treino, que pode cobrir um período de várias semanas, as adaptações neurais desempenham o papel mais importante. Este é também o período coberto pela generalidade dos estudos. Mais tarde, predominam as adaptações musculares, e o progresso é largamente influenciado pelo grau de hipertrofia muscular (adaptado de Sale, 1989).

## **2. Treinabilidade da Força em Crianças Pré-Púberes**

A treinabilidade não é mais do que a capacidade de resposta, em termos de adaptação do organismo, aos exercícios de treino em cada fase da ontogénese (Castelo, 1996). Segundo Malina e Bouchard (1991), a treinabilidade está dependente dos seguintes factores:

- Idade;
- Sexo;
- Factores motivacionais;
- Constituição morfológica;
- Anteriores experiências técnico-motoras;
- Nível de pré-instrução ou de pré-treino (nível inicial) das habilidades;
- Actividade física quotidiana;
- Expressão diferenciada do genótipo.

A treinabilidade traduz o nível de adaptabilidade e de remodelação positiva do estado informacional, funcional e afectivo do(s) indivíduo(s), como resultado dos efeitos dos exercícios de treino. Esta assume a forma de uma medida dinâmica dependente da panóplia de factores já acima referenciados.

### **2.1. Benefícios e Riscos do Treino de Força em Crianças Pré-Púberes**

Considere-se o termo criança referente aos sujeitos pré-púberes de ambos os sexos. A pré-puberdade é o tempo que vai desde a infância até ao início do aparecimento das características sexuais secundárias (Schafer, 1991).

O método de treino de força recomendado para as crianças é o treino de resistência de força e cada vez mais crianças se estão a preparar para competições desportivas com o treino da força (Blimkie, 1993). Segundo Tanner (1993), o termo treino de força (*Strength training*) consiste no uso do peso do próprio corpo, de halteres ou de máquinas para promover o aumento da força muscular e para melhorar o rendimento desportivo. Já Blimkie (1993) define que o treino de força é constituído por um programa regular de exercícios onde se utilizam uma ou várias combinações de métodos de treino e aparelhos (pesos livres, máquinas pneumáticas e hidráulicas e peso do próprio corpo) na tentativa de aumentar a força. Tanto para crianças como para os adultos, aplica-se o princípio da sobrecarga progressiva (Tanner, 1993).

A prática de treino de força acarreta, independentemente da faixa etária dos seus praticantes, riscos de lesões, a percentagem deste risco pode, ser influenciada pela supervisão e pelas próprias tarefas do programa de treino. Destas salientam-se: volumes e cargas singulares maximais, levantamento de cargas acima da cabeça, e eventuais esforços balísticos contra altas inércias.

Para que se possa supervisionar correctamente o treino da força de pré-púberes, deve-se compreender as diferenças no crescimento das estruturas ósseas entre adultos e crianças (Schafer, 1991). Uma sobrecarga nesse ponto provocaria uma potencial lesão. No crescimento imaturo do esqueleto, a cartilagem está localizada em três pontos: a placa epifisária, a epífise ou superfície do ligamento e a inserção do tendão muscular ou inserções apofisais. Porque a força da cartilagem é menor do que a do osso, a placa de crescimento é uma ligação fraca. É possível danificar os três pontos da cartilagem de crescimento por acidente, operações, doença ou micro traumas repetidos (Schafer, 1991).

A preocupação pelo aumento do risco de lesões esqueléticas e pelos possíveis efeitos sobre o crescimento do sistema músculo-esquelético suscitou determinadas interrogações sobre os eventuais benefícios do treino de força em crianças. Além disso, a metodologia utilizada no treino de resistência, ou treino com pesos, não seria recomendada devido à possibilidade de ocorrência de lesões e à constante dubiedade destes tipos de treino em relação ao aumento da força, particularmente à condição das crianças pré-púberes (Sale, 1989; Blimkie, 1989; Ramsay *et. al.*, 1990).

Estudos posteriores seguiram programas de treino supervisionados, cujas cargas foram prescritas e monitorizadas e provaram a ausência de lesões durante os respectivos programas de treino de várias semanas a um ano de duração (Servedio, 1985; Weltman, 1986; Sewall, 1986; Rians *et al.*, 1987; Ramsay, 1990; Pierce *et al.*, 1999; Sadres *et al.*, 2001). Analisou-se o rendimento da força de crianças, após a participação num programa de treino da resistência e, mediante os resultados obtidos, sugeriu-se que, quando se aplica um programa apropriado de exercícios com uma supervisão adequada, podem surgir aumentos importantes da força sem lesões esqueléticas (*American Orthopaedic Society for Sports Medecine*, 1988; *American Academy of Pedriatics*, 1990; *American College of Sports Medecine*, 1995; Faigenbaum, *et al.*, 1996).

De um conjunto de possíveis lesões, as fracturas da placa epifisária (também denominada por: placa de crescimento) são frequentemente apontadas como uma das principais razões para evitar, nas crianças, o treino com pesos (Schafer, 1991).

Durante 20 anos apenas se registaram 85 casos de lesões epifisárias relacionadas com a prática desportiva (Blimkie, 1992; McGovern, 1994). Contudo, nenhuma das lesões observadas se relacionou com a participação num programa de treino de força, pois este arquétipo de lesões é raro ocorrer durante a actividade física, incidindo com mais frequência em adolescentes do que em crianças (Wilkins, 1980).

As lesões a nível epifisário assumem-se como um motivo de preocupação proeminente no treino de força em crianças. Sugere-se que a placa de crescimento epifisária seria capaz de suportar muito mais actividade nas crianças do que se julgava habitualmente. Crê-se que um eventual acréscimo do número de lesões da placa epifisária possa ser consequência de um programa de treino relacionado com uma técnica incorrecta, uma prescrição inadequada do exercício ou movimentos balísticos. No entanto, nos raros casos descritos de uma lesão da placa epifisária relacionada com o desporto, não se observaram quaisquer efeitos negativos sobre o crescimento (Caine, 1990).

Acredita-se que o treino de força não aumenta a probabilidade de lesões esqueléticas ou relacionadas com o crescimento em crianças ou adolescentes. Contudo, pode estar justificada a necessidade de uma maior investigação cujo objecto de estudo seja a análise do efeito longitudinal do treino de força na placa epifisária nesta população.

A prova de que os programas de treino da força ajudam a prevenir as lesões músculo-esqueléticas, relacionadas com os diversos desportos, nos pré-púberes e nos adolescentes, são inconclusivas (Cahill e Griffith, 1978). Além disso, não existe nenhuma evidência de que o treino da força reduz, de facto, a incidência das lesões relacionadas com os diversos desportos.

A informação médica e científica não apoia este argumento como uma contra indicação válida, apesar da fractura da placa epifisária ter sido atribuída ao levantamento de pesos, observado em pré-púberes no decorrer dos programas de treino (Gumbs, 1982).

Na falta de referências concretas, no que concerne à faixa etária da população pré-púbere, recorreu-se, nomeadamente a cinco publicações, que relatam inícios de fracturas relacionadas com o treino com pesos em jovens em idade pubertária (Ryan, 1976; Rowe, 1979; Gumbs, 1982; Brady, 1982; Benton, 1983). A quase totalidade destas lesões é atribuída à técnica incorrecta de execução dos exercícios. A carga excessiva também é apontada como parcialmente responsável. Um diagnóstico e tratamento mais aprofundado desta rara lesão não evidencia quaisquer efeitos negativos no processo do crescimento (Caine, 1990).

A admissível perda de flexibilidade e a redução da velocidade de contracção do músculo poderão ser apontadas como outras das nefastas consequências que assolam os exercícios dos estudos de força (Blimkie, 1993).

Julgava-se assim, que o treino de força em crianças e jovens, poderia provocar inúmeras lesões a nível fisiológico e os riscos que se correriam, teriam tanto de desnecessários como de inconscientes. Estes são mais alguns dos argumentos subordinados na recusa da prescrição e execução do treino de força em crianças pré-púberes.

Os que refutam o treino de força em crianças baseiam-se em literatura que alega o contra aconselhamento por parte de alguns treinadores e investigadores (Docherty *et al.*, 1987; Sale, 1989; Blimkie, 1989; Freedson, Ward e Rippe, 1990). Apesar do treino da força para crianças pré-púberes e jovens adolescentes ter sido um assunto polémico durante muito tempo, existem algumas pesquisas e literatura que suportam a utilização do treino da resistência para estes grupos etários (Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie, 1993; Ozmun, Mikesky e Sunburg, 1994; Payne *et al.*, 1997; Faigenbaum, 2001). O treino da força é uma área de atenção especialmente redobrada, em virtude da infância e da adolescência corresponderem a estádios da vida onde o crescimento e o desenvolvimento são especialmente dinâmicos.

Os principais benefícios que este tipo de treino poderá, eventualmente, proporcionar, serão:

- O aumento da força muscular e resistência muscular localizada;
- A diminuição de lesões nos desportos e actividades recreativas;
- O aumento da *performance* nos desportos e actividades recreativas;

De 1991 a 1996, estimou-se cerca de 20940 a 26120 lesões por ano em indivíduos com idades inferiores a 21 anos (NEISS, *s.d.*). De acordo com dados de NEISS (sd) e de Risser *et al.* (1990), as tensões do músculo são responsáveis por cerca de 40% a 70% de todas as lesões; sendo as costas a área mais propícia à ocorrência de lesões (Cahill e Griffith, 1978).

A *US Consumer Product Safety Commission*, através do seu sistema electrónico nacional de vigilância de lesões – *National Electronic Injury Surveillance System* (NEISS, 1987), estimou o número de lesões associadas com equipamentos de treino da força. Os dados de NEISS não especificam a causa de lesão, nem separam as lesões, tanto a nível recreativo ou competitivo dos levantadores de pesos. Todavia, um limitado número de casos recolhidos estiveram intimamente correlacionados com as lesões epifisárias do pulso e lesões apofisárias da coluna devido a levantamentos de peso em indivíduos esqueléticamente imaturos. Tais lesões escasseiam e podem ser prevenidas, evitando a utilização imprópria de técnicas de levantamento máximo de pesos, e levantamentos incorrectamente supervisionados (Ryan e Salciccioli, 1976; Brady *et al.*, 1982; NEISS, 1987).

Segundo Carvalho (1996), no treino de força em crianças, teremos que ter em linha de conta o cuidado de fazer um delineamento apropriado do programa, ensinar correctamente os exercícios técnicos de força, estabelecer e ajustar a magnitude da carga.

Estudos recentes têm evidenciado, que o treino de resistência pode ser feito com segurança nas crianças desde que assistido pela supervisão de um adulto competente (Weltman *et al.*, 1986; Ramsay *et al.*, 1990; Carvalho, 1996) e aliado a programas apropriados de treino de força resistência, assim sendo, poderão apresentar ganhos, efectivos, de força (Ramsay *et al.*, 1990). Os programas de treino de força que se realizam sem uma supervisão adequada aumentam o risco de lesões músculo-esqueléticas tanto em crianças como em adolescentes. O treino sem supervisão pode aumentar a probabilidade de fracturas da epífise, da ruptura de discos intervertebrais e de lesões lombares (Vrijens, 1978; McGovern, 1994).

Durante os programas de treino supervisionados, a incidência de lesões de tecidos moles não parece ser maior durante o treino de resistência do que em qualquer outra actividade fisico-desportiva. Mesmo que se tenha sugerido que as lesões lombares são mais frequentes entre os levantadores de peso de competição (Micheli, 1988); nas

investigações recentes constatou-se que a ocorrência de lesões nestes é efectivamente menor do que na maioria das especialidades desportivas (Hamill, 1994).

Não existem evidências, na bibliografia consultada, que registem uma maior incidência de lesões músculo-esqueléticas em crianças ou adolescentes que participem num programa de treino de resistência, comparativamente com outras actividades físicas. Os programas de treino de força não parecem afectar adversamente o crescimento linear.

Apesar de prévias considerações de que as crianças não beneficiariam de exercícios de resistência e de que os riscos de lesões seriam demasiado grandes (*American Academy of Pediatrics*, 1983), clínicos e investigadores do desporto concordam, agora, que o exercício de resistência pode ser um método seguro e eficaz de treino para crianças (Kraemer *et al.*, 1989; Blimkie, 1993; Falk e Tenenbaum, 1996; Faigenbaum e Bradley, 1998). Sendo também considerado um componente importante na condição dos programas de fitness juvenil. (Faigenbaum, Kraemer *et al.*, 1996; *American Orthopaedic Society for Sports Medecine*, 1988) e na prevenção estratégica de lesões (*American College of Sports Medecine*, 1993).

## **2.2. Treino de Força em Crianças Pré-Púberes**

### **2.2.1. Alterações no Desempenho**

Nas investigações iniciais (Hettinger, 1958; Kirsten, 1963; Vrijens, 1978; Docherty, 1987) sobre os efeitos do treino com cargas em crianças de idade pré-pubertal não se registaram melhorias importantes da força muscular. Apesar da falta de descobertas significativas nestes estudos poder ser explicada pela metodologia utilizada, tal como um pequeno período de estudo ou um volume inadequado de treino, os resultados destes estudos são, muitas vezes, citados como prova da ineficácia do treino de resistência em crianças.

Acredita-se que as crianças respondem tal como os adultos às alterações nas variáveis agudas dos programas (ex., intensidade, volume e frequência de treino). O aumento da força muscular subordina-se também à experiência do treino de força de resistência das crianças. As menos experientes, obterão maiores ganhos de força do que as crianças com treino prévio da resistência (devido a um efeito de aprendizagem). Nas comparações estabelecidas entre as respostas ao treino de crianças e dos adultos,

observa-se um maior aumento absoluto da força nos últimos (Sailors e Berg, 1987). Contudo, os aumentos relativos da força (mudança de percentagem relativamente ao nível inicial) parecem ser maiores nas crianças (Nielsen *et al*, 1980).

Numa das investigações iniciais, Noack (1956) anunciou aumentos comparáveis na força relativa e absoluta de preensão manual nos rapazes e raparigas de 13 anos ao longo de dezassete semanas de treino isométrico de preensão. Contudo, não houve controlo no crescimento e na aprendizagem. Para mais, a amostra incluiu rapazes e raparigas em diferentes estádios de maturação.

Hettinger (1958) apontou aumentos de 1,6% e 2,7 %, 3,0% e 4,1% por semana, respectivamente, na força isométrica dos músculos extensores e flexores do cotovelo, de uma reduzida amostra de raparigas e rapazes de 12,6 anos que seguiram um programa de treino isométrico. Não houve diferenças significativas na percentagem de ganhos de força entre os sexos no que diz respeito à força dos flexores e extensores do cotovelo. Nenhum grupo de controlo foi utilizado neste estudo e, por esse motivo, não foi possível determinar se os ganhos de força foram maiores devido ao treino ou devidos ao crescimento durante o período do estudo. Para além deste aspecto, com a idade média de 12,6 anos, é provável que essas amostras tenham incluído também crianças do médio e tardio estado pubertal, o que limita ainda mais as conclusões a retirar dos resultados.

Num dos primeiros estudos a incluir um grupo de controlo, Kirsten (1963), relatou não observar efeitos significativos do treino isométrico da zona lombar (extensões) em grupos pré-púberes (11 a 12 anos), tanto em rapazes como em raparigas. Melhorias comparáveis em força foram observadas em ambos os grupos, tanto no grupo de controlo, como no experimental, durante o período de estudo.

Grimm e Raede (1967) observaram melhorias substanciais no desempenho em provas que exigiam força do tronco e dos braços, em crianças (rapazes e raparigas) pré-púberes, após quatro meses de treino em circuito que incluía exercícios de força.

Rohmert (1968) estudou os efeitos de nove a dez semanas de treino de força isométrico nos flexores e extensores do cotovelo em rapazes e raparigas pré-púberes (idade média 8,8 anos). A força na extensão do cotovelo apresentou um aumento entre 22,3% – 36,3% e a força na flexão do cotovelo, um aumento entre 19,4% – 24,3%. Não se detectaram diferenças significativas entre os regimes de treino de 1 ou 6 segundos de treino ou sequer entre os sexos. A magnitude do ganho de força aparentou ser maior do

que se esperava devido à influência do crescimento num curto período de observação. Neste estudo não se recorreu a qualquer grupo de controlo.

Vrijens (1978) comparou em dois grupos de rapazes o nível de força isométrica máxima voluntária, um dos grupos era constituído por pré-púberes ( $x=10,5$  anos) e o outro grupo por adolescentes ( $x=16,8$  anos). Ambos os grupos executaram um treino com exercícios isotónicos ao nível de braços, pernas, costas, e abdómen durante oito semanas, com 8 a 12 repetições máximas, numa frequência trissemanal (uma série por sessão). O grupo pré-púbere não registou aumentos significativos de força a nível de braços e pernas em relação ao grupo adolescente. Em contraste, no que respeita às costas e aos abdominais, registou-se um maior aumento proporcional nos rapazes pré-púberes. Neste estudo também não existiu qualquer grupo de controlo.

Nielsen *et al.* (1980) estudaram os efeitos do treino de força isométrico, treino de corrida (100 passos em 10 partidas por sessão) e salto vertical (80 saltos por sessão), num grupo predominantemente de raparigas pré-púberes ( $x < 13,5$  anos). Os grupos treinados isometricamente demonstraram um aumento significativo nas extensões voluntárias do joelho, comparativamente aos grupos de controlo e apenas o grupo de treino de salto vertical melhorou o seu desempenho.

Mediante estas adaptações do treino, depreende-se que o princípio da especificidade do treino que se tem evidenciado habitualmente em adultos (Sale e Mac Dougall, 1981), também se poderá aplicar durante a fase final da infância.

McGovern (1984) estudou os efeitos de um circuito de força três vezes por semana, durante um período de doze semanas, de força dinâmica (isotónica) em rapazes e raparigas que frequentavam entre o quarto e o sexto ano de escolaridade. O treino resultou num aumento significativo e igual em ambos os sexos, com um maior aumento aparente de força na parte superior do corpo (*bench press, arm curls, e chin-ups*). Este estudo não recorreu, igualmente, a grupo de controlo.

Baumgartner e Wood (1984) examinaram os efeitos de um treino específico de força da cintura escapular, avaliada através do teste de elevações modificadas. A amostra foi constituída por oito turmas de alunos de uma escola elementar (3º ao 6º grau), cada uma dividida num grupo experimental e num de controlo. Todas as crianças, de ambos os grupos, frequentaram aulas de Educação Física três vezes por semana durante as 12 semanas da duração do estudo. Durante cada aula, as crianças do grupo

experimental foram sujeitas a um treino específico de força. O treino consistia em executar elevações modificadas tantas vezes quanto possíveis.

Ambos os grupos apresentaram indícios de melhorias, mas o grupo experimental aumentou significativamente mais ( $x=32\%$ ) do que o grupo de controlo ( $x=5,5\%$ ).

Servedio *et al.* (1985) observaram durante oito semanas o efeito de um programa de treino de levantamento olímpico em seis crianças do sexo masculino, maioritariamente da faixa etária pré-púbere (11,9 anos). Os resultados demonstraram a existência de um aumento significativo unicamente na flexão isométrica dos ombros.

Não foram apresentados os pormenores do programa de treino (intensidade do treino, repetições ou séries, volume,...) e nem foi descrito se houve melhorias no rendimento desportivo (levantamento olímpico) após o processo de treino. Este estudo utilizou um grupo de controlo.

Weltman *et al.* (1986) estudaram os efeitos do treino de força em máquinas de resistência hidráulica concêntrica (flexões e extensões nos cotovelos e joelhos) em 26 rapazes pré-púberes (16 no grupo experimental e 10 no grupo de controlo;  $8,2 \pm 1,3$  anos) três vezes por semana, durante 14 semanas.

Os resultados obtidos indicaram que o treino de força nos indivíduos do grupo experimental surtiu aumentos significativos, na força isocinética (média do trabalho concêntrico/repetição), de valores entre os 18,5% e os 36,6%. Estes aumentos de força evidenciaram-se durante todo o alcance dos movimentos flectores e extensores, tanto nos membros superiores como nos membros inferiores. Dada a amplitude do treino, da natureza progressiva da carga de resistência, e da semelhança dos treinos e dos módulos de testes, os resultados deste estudo propiciaram alguns indícios da eficácia dos treinos de resistência, no aumento de força durante a pré-puberdade e no efeito de que o treino de força concêntrico em equipamentos hidráulicos de resistência e supervisionado ser seguro e eficaz em crianças pré-púberes.

Sewall e Michel (1986) analisaram dezoito crianças pré-púberes com idades compreendidas entre os 10/11 anos. Estas foram divididas em dois grupos, um experimental ( $n=8$ ; 7 rapazes e 1 rapariga) e um de controlo ( $n=8$ ; 7 rapazes e 1 rapariga). Cada grupo era constituído por 7 crianças incluídas nos estádios I e II de maturação sexual de Tanner. O grupo estudado participou nas sessões trissemanais de

treino de força de resistência progressiva em máquinas, durante um período de nove semanas.

O treino de força constituía três séries de dez repetições numa máquina isotónica “Nautilus” para extensão do joelho; *press* de peito e de “braçada” (máquina pneumática). As séries foram executadas da seguinte forma: 1ª série, 10 repetições a 50% de 10 RM; 2ª série, 10 repetições a 80% de 10 RM; 3ª série, máximo de repetições possíveis a 100% de 10 RM. Cada vez que as crianças alcançavam as 12 repetições a 100% de 10 RM, a carga aumentava.

A força foi avaliada isometricamente, enquanto os procedimentos de treino foram realizados com concentrações dinâmicas.

Embora existam aumentos no grupo experimental que se situam em cerca de 40%, sem o aparecimento de lesões nem perda de flexibilidade, o grupo de controlo evidenciou aumento, no máximo de cerca de 10%, durante o mesmo período. A verdade é que só num dos 6 exercícios propostos, concretamente na flexão de ombros, se observaram melhorias estatisticamente significativas no grupo experimental.

Concluiu-se que as crianças pré-púberes respondem ao progressivo treino de resistência, alcançando ganhos significativos na força muscular.

Pfeiffer e Francis (1986) analisaram os resultados de um programa de treino de força isotónico na força isocinética de flexão e extensão do cotovelo e do joelho. Constituíram como amostra um grupo de 30 pré-púberes, 30 púberes e 20 pós-púberes incidindo o estudo única e exclusivamente em rapazes. O programa de treino isotónico, decorreu ao longo de nove semanas, três vezes por semana, realizando 3 séries de 12 repetições (50% de 10 RM; 75% de 10 RM; 100% de 10 RM) em exercícios de flexão e extensão de pernas, supino e flexão de braços.

Todos os grupos de treino obtiveram ganhos de força significativos, com as extremidades superiores a evidenciarem-se mais sensíveis do que as extremidades inferiores. A única diferença inter-grupal, detectou-se em três dos 16 testes de força, onde os pré-púberes alcançaram uma maior percentagem de ganhos do que os outros dois grupos. Relativamente a estes, a força de flexão extensão do cotovelo aumentou em média (ao longo das diferentes velocidades de testagem no membro esquerdo e direito combinados) 19,4% e 16,1% respectivamente, enquanto a extensão e flexão do joelho aumentou 12,3% e 26,4% respectivamente.

Estes resultados dão suporte à ideia de que os rapazes em diferentes estádios de maturação podem, efectivamente, obter ganhos de força quando sujeitos a um programa de treino de força. O facto de terem sido usados grupos de controlo para cada nível maturacional e não se terem verificado mudanças de força nestes vem corroborar aquela ideia.

O estudo de Rians *et al.* (1987) centrou-se na segurança de um tipo de treino de força em 18 rapazes pré-púberes (média idade de  $8,3 \pm 1,2$  anos) sujeitos a um treino de 45 minutos, três sessões por semana. O programa do treino de força foi supervisionado durante 14 semanas, apresentando uma taxa de comparecimento de 91,5%. Foi realizado, quase exclusivamente, trabalho concêntrico. A análise da *KinCom* mostrou um ganho significativo da força neste grupo. Já no grupo de controlo, em que os sujeitos foram seleccionados mediante as semelhanças no que respeita a idade, sexo e a actividade, não apresentou ganhos de força. A segurança foi avaliada pela monitorização do sofrimento, pela pressão sanguínea e pela taxa de monitorização do coração e pela medida da creatina fosfoquinase.

Os efeitos no crescimento, desenvolvimento, flexibilidade e no desempenho motor foram também investigados, como factores fundamentais no impacto de ocorrências de ferimentos nos desportos.

Os resultados mostraram que, num curto prazo, o supervisionado treino de força concêntrico resultou numa baixa taxa de lesões e não afectou adversamente o osso, o músculo, ou as epifises; nem afectou adversamente o crescimento, o desenvolvimento, a flexibilidade ou o desempenho motor. Como a questão de segurança é multifacetada, isto não deve conduzir à conclusão de que o treino de força para prepubescentes é uniformemente seguro.

Docherty *et al.* (1987) estudaram o efeito de 4 e 6 semanas de treino na força isocinética em jogadores de futebol de 12,6 anos de idade. Usando equipamento de treino “*Hydragim*”, dividiram os trinta e quatro rapazes em 3 grupos que consistiam num grupo de controlo e em dois grupos experimentais. Um dos grupos experimentais cumpria um circuito de 10 estações executado à velocidade de  $180^\circ \cdot s^{-1}$  durante um período de 4 semanas, três vezes por semana. O outro grupo, para além dos mesmos exercícios a baixa velocidade (aproximadamente  $30^\circ \cdot s^{-1}$ ), durante o mesmo período de treino, cumpria, adicionalmente, um protocolo de mais duas semanas com exercícios realizados em alta velocidade. A avaliação foi realizada com o apoio de um

dinamómetro isocinético “Cybex”, na medição da flexão e extensão dos membros inferiores nas velocidades propostas no protocolo de treino.

A força de extensão de pernas apresentou um acréscimo de 2,25% e 2,0%, enquanto que a força de flexão de pernas aumentou em 3,2% e 7,8% para as 4 e 6 semanas, respectivamente. Contudo, não se verificaram, diferenças significativas na magnitude da alteração de força entre os grupos de treino, de 4 e 6 semanas, ou entre estes e o de controlo.

Siegel, *et al* (1989) estudaram o efeito do treino de resistência de força, três vezes por semana, na força de resistência da cintura escapular durante 12 semanas, em rapazes e raparigas pré-púberes ( $x = 8,4$  a  $8,6$  anos de idade).

O treino consistia num percurso de obstáculos que requeria o suporte do corpo pelos membros superiores em movimentos de locomoção, uma rotina de halteres com pesos variados, um circuito de actividades que envolviam compressão da bola de ténis, elevações de braços, elásticos e alongamentos.

A força isométrica de extensão e flexão do cotovelo decresceram ligeiramente (<1%) nos rapazes treinados enquanto que nas raparigas treinadas a força de flexão do cotovelo aumentou ligeiramente (5,3%) e a força de extensão do cotovelo diminuiu (7,9%).

A força de preensão da mão aumentou em média (conjugada a mão direita com a esquerda) 10,3% e 13,7% nos rapazes e nas raparigas, respectivamente. A força avaliada nas elevações de braços aumentou mais de 50% em ambos os grupos de treino; contudo, isto representa um aumento de somente meia elevação quer para as raparigas, quer para os rapazes.

Os resultados deste estudo são ambíguos, a magnitude da alteração é bem modesta e funcionalmente questionável no que concerne aos aumentos observados. Este estudo não ministrou controlo adequado nos efeitos da aprendizagem e, apesar da estrutura do programa de treino ter sido correcto, pois já se recorreu ao uso de um grupo de controlo, os métodos de treino não permitiram quantificar ou progredir a resistência de carga.

Merch e Stoboy (1989) analisaram os efeitos de treino na força estática da coxa esquerda. Usaram o método co-gémeo (monozigótico), onde um dos elementos de um par de gémeos (três pares com 8,8 a 11,2 anos de idade) se submeteu a um programa de

treino de força estática ao longo de seis meses, seis dias por semana, enquanto o outro elemento servia de controlo. Em ambos os elementos dos pares de gémeos a força aumentou, devido ao crescimento de 0,9% a 17,7% (avaliada na coxa não treinada). Os extensores da coxa treinada apresentaram um maior aumento de força (26% a 40%) do que os da não treinada. O mesmo padrão foi observado nas medidas de força relativa (força máxima/peso corporal). Verificou-se um aumento da área de secção muscular transversa dos músculos extensores dos membros inferiores em todos os sujeitos, sendo o aumento mais acentuado, embora ainda sem um valor significativo, nos músculos da perna treinada (4% a 9,2%). Este aumento da massa muscular foi independente do aumento dos níveis de testosterona que se mantiveram imutáveis durante todo o período de análise e abaixo dos valores característicos do início da puberdade. No entanto, o aumento da força foi proporcionalmente maior do que o aumento da área de secção transversa, sobretudo nos músculos da coxa treinada. O aumento relativo da força absoluta foi, consideravelmente, maior nos músculos da coxa treinada (27% a 28%) do que nos músculos da coxa não treinada (7% a 10%). Nas dez semanas de treino o aumento de força foi superior ao aumento da massa muscular.

Blimkie *et al.* (1989) observaram a eventual eficácia de um programa de 10 semanas de treino de resistência de força, na força voluntária e evocada dos flexores do cotovelo. Analisaram, também, a contribuição relativa das adaptações neurológicas e da hipertrofia muscular no aumento de força em 27 rapazes pré-púberes (estádio I de Tanner) de 9 a 11 anos de idade. A amostra foi dividida aleatoriamente para cada grupo (experimental e controlo). O treino decorreu com uma frequência de três vezes por semana, com cinco e três séries de exercícios primários e secundários respectivamente. Foram aplicadas várias provas de força e avaliada a morfologia muscular através da tomografia axial computadorizada (TAC) e de procedimentos antropométricos. Foi também avaliado o momento de força nos flexores do cotovelo. Nos resultados não foram encontradas disparidades significativas entre o pré e o pós-teste nas medidas antropométricas e o TAC da área de secção muscular transversa em qualquer dos grupos.

O treino progrediu significativamente a 1RM no supino e no *double arm curl lifts*, assim como a força isométrica máxima voluntária em todos os ângulos articulares avaliados, tanto em termos absolutos como relativos. Contudo, o treino não apresentou efeitos significativos no momento máximo electricamente evocado, nem no pico de

*twitch torque*, em qualquer dos ângulos avaliados. No grupo experimental verificaram a tendência, embora não significativa, para o aumento das unidades motoras activadas durante a contracção máxima voluntária.

Hakkinen *et al.* (1989) estudaram quatro grupos de atletas pré-púberes, corredores de resistência (E; n = 4), corredores de velocidade (S; n = 4) e halterofilistas (WL; n = 4) e um grupo de controlo (C; n = 6) e, por fim, um grupo de halterofilistas juniores (JWL; n = 6).

O objectivo deste estudo foi investigar os efeitos específicos do treino de resistência, da velocidade e da força na melhoria do desempenho das respectivas capacidades motoras antes e após o treino, durante um ano. Os três grupos pré-púberes treinavam duas vezes por semana, segundo o treino básico para principiantes de cada modalidade específica, o grupo de pos-púberes treinava 4,5 vezes por semana.

O grupo pré-púbere E teve o valor mais elevado de  $VO_2\text{max}$  ( $66.5 \pm 2.9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) no início do estudo em comparação com os outros três grupos. O grupo prépubescente WL demonstrou um maior aumento da força muscular máxima do que o grupo E, e o Grupo WL teve um aumento muito grande da sua força, cerca de 21.4% ao longo da observação. Nenhunas diferenças significativas foram observadas no desempenho das capacidades motoras entre os grupos WL e S.

Ambos os grupos demonstraram uma curva de força-tempo dos músculos extensores da perna ligeiramente melhor do que o grupo E. Ocorreu também um aumento significativo nestes dois grupos, no desempenho da força dinâmica explosiva durante o estudo. O grupo pós-púbere JWL demonstrou o maior aumento ( $p < 0,001$ ) na massa muscular e força máxima, comparativamente aos restantes grupos. Não ocorreram mudanças significativas no desempenho nos vários tipos de força explosiva nestes atletas, mas houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) a nível da activação neural maximal e da força dos músculos extensores da perna, durante o período de treino. O aumento em cerca de 5.2% na força máxima foi, contudo, muito pequeno ( $p < 0,05$ ) em comparação com o correspondente aumento de 21.4% no grupo púbere WL.

As presentes constatações demonstram que entre atletas pré-púberes já existem efeitos específicos no treino de resistência, bem como no treino de força em relação às capacidades motoras de desempenho, até um certo ponto observáveis, enquanto que os efeitos do treino de velocidade não diferiram muito dos do treino de resistência.

Ramsay *et al.* (1990) estudaram as possíveis mudanças ao nível do tamanho e função muscular no treino de resistência em rapazes pré-púberes. A amostra foi constituída por 30 rapazes (9-11 anos) divididos por um grupo experimental e um grupo de controlo.

O treino induziu a um aumento significativo de 1 RM no supino (35%), no *leg press* (22%), na flexão isométrica do cotovelo (37%) e na força de extensão do joelho (25% e 13% a 90° e 120°, respectivamente), na força de flexão isocinética do cotovelo (26%) e extensão do joelho (21%), e no momento de contracção evocada dos flexores do cotovelo (30%) e dos extensores do joelho (30%).

As vinte semanas caracterizam o programa de treino de resistência com a maior duração até aos nossos dias envolvendo esta faixa etária. O treino incluiu cargas progressivas de resistência; uma frequência e intensidade de treino semelhante a programas de treino para adultos (Fleck e Kramer, 1987) e testes de força que foram conjuntamente modos de treino específico (elevações 1 RM) e não específicas (testes isométricos e isocinéticos).

Em conclusão, os autores referiram que os ganhos de força foram independentes das mudanças que ocorreram na área da secção muscular transversa e os aumentos no momento de contracção (*twitch torque*) sugerem possíveis adaptações na combinação contracção-descontracção muscular.

Fukunaga, *et al.* (1992) realizaram um estudo com a finalidade de determinar o efeito de um programa de treino da força em rapazes e raparigas pré-púberes na força muscular e na área de secção transversal do braço. A amostra foi constituída por noventa e nove crianças saudáveis, pertencentes ao primeiro, terceiro e quinto ano. As crianças foram divididas em dois grupos: o de treino (n = 52) e o de controlo (n = 47). O grupo experimental participou num programa de treino de força, durante 12 semanas, que consistiu no sustento máximo da contracção isométrica de flexão do cotovelo por dez segundos. Para determinarem as mudanças ao nível do músculo, da gordura e do osso (área de secção transversal do braço), utilizaram o método ultra-sonografia. A força muscular isométrica e isocinética máxima da flexão e da extensão do cotovelo foram medidas por meio do dinamómetro isocinético *Cybex*. Com o intuito de proporcionar uma avaliação fidedigna do desenvolvimento da maturidade fisiológica, o método TW2 foi usado para estimar a idade esquelética, em cada criança, fazendo o exame da fotografia de raio X à mão-punho.

Depois do período das 12 semanas de treino, todas as áreas de secção transversal aumentaram em ambos os grupos (experimental e de controlo). Este aumento pode ser responsabilizado pelo significativo incremento na área muscular e do osso no grupo de treino e, por outro lado, deveu-se, também, a um acréscimo na área gorda no grupo de controlo.

O incremento da área muscular no grupo de treino foi cerca de 50% do que resultou no estudo dos adultos, (Fukunaga, 1978). O aumento na área de secção transversal do músculo com o treino foi expressivamente correlacionado com a idade esquelética.

Ozmun *et al.* (1993), no intuito de investigar os efeitos de oito semanas de treino de resistência na força muscular, integrando a amplitude do integral electromiográfico (iEMG) e as medidas antropométricas do braço em indivíduos pré-púberes, dividiram, aleatoriamente, dezasseis indivíduos (8 masculinos, 8 femininos) num grupo experimental e outro de controlo. A idade média do grupo da amostra foi de 10,3 anos.

No grupo experimental foram observados ganhos de força significativos a nível isotónico (22,6%) e isocinético (27,8%), sem correspondentes mudanças na circunferência do braço ou pregas cutâneas. A amplitude do integral electromiográfico (iEMG) aumentou 16,8%. O grupo de controlo não exibiu quaisquer variações de teor significativo, nos parâmetros avaliados. Estes ganhos significativos na força muscular, consequentes do treino de resistência em crianças pré-púberes, podem ser imputados ao aumento da activação muscular.

Faigenbaum *et al.* (1993) debruçaram-se no estudo da eficácia de um programa de treino de força bissemanal, durante um período de oito semanas, analisando ambos os sexos (idade média = 10,8). O treino do grupo experimental consistia em três séries de 10 a 15 repetições de cinco exercícios, com uma intensidade entre os 50% e os 100% de 10 RM. Após o período de treino, o grupo experimental evidenciou maiores ganhos de força (74,3%) igualando com o grupo de controlo (13,0%) ( $p < 0,001$ ). O treino não perturbou, de um modo expressivo, quaisquer outras variáveis.

Estes resultados induzem a noção de que a participação a curto prazo, num programa de força, duas vezes por semana, poderá ser responsabilizado pelo aumento da força em jovens rapazes e raparigas.

Gregory *et al.* (1995) realizaram um estudo de meta-análise contemplando investigações que discutiram os efeitos de diversas configurações de treino de força.

Os tipos de manifestações de força foram colhidos por sexo e grupos de idade (rapazes com idade inferior a 13 anos e raparigas com idade inferior a 11 anos; rapazes com idade igual ou superior a 13 anos e raparigas com idade igual ou superior a 11 anos), tipo de medida e tipo de delineamento (pré/pós-teste ou experimental/controlado).

Os estudos com crianças mais velhas têm revelado manifestações de força superficialmente mais elevadas, reflectindo, presumivelmente, as dissemelhanças hormonais entre os mais velhos e os mais novos. As medidas isotónicas atestam níveis de força mais elevados do que as medidas isométricas e isocinéticas. Também os estudos experimentais expressaram ganhos mais elevados de níveis de força do que os delineamentos pré/pós-teste. O treino de força parece ter um impacto positivo nas crianças e jovens, contudo, o seu efeito está intimamente relacionado com a idade, o sexo, o tipo de medida e o delineamento experimental. Segundo os autores, é necessária a execução de mais estudos, de modo a coadjuvar o reconhecimento do real efeito de treino nas raparigas, uma vez que os resultados indiciam que a maior parte dos estudos foram conduzidos meramente em rapazes. As futuras investigações deverão ponderar sobre os factores prevalecentes nos efeitos do treino de força.

A finalidade da investigação de Falk e Mor (1996) foi deliberar e determinar o efeito real de um treino de 12 semanas, no desempenho motor de rapazes pré-púberes com idades compreendidas entre os 6 e os 8 anos de idade, (n=14). Cada indivíduo participou numa sessão de 40 minutos, duas vezes por semana, que incluíam três séries de exercícios de força no trem superior do corpo (1 a 15 repetições por série) e exercícios “livres” para a parte inferior do corpo, coordenação, equilíbrio e habilidades de artes marciais.

O grupo de controlo compreendeu 15 rapazes pré-púberes, todos situados no mesmo nível etário. Todos os sujeitos foram pré e pós testados em 20 abdominais (*sit-up*) (*seated ball put, standing broad jump*), exercício de flexibilidade de sentar e alcançar (*sit-and reach flexibility*). 6x4m de corrida “rápida” (*shuttle run*), e tarefas de coordenação. O grupo experimental progrediu significativamente ( $p < 0,05$ ), mais do que o grupo de controlo nos abdominais e no salto em comprimento (*long jump*). Ambos os grupos melhoraram significativamente nas tarefas de coordenação, no entanto, não se

observaram alterações significativas na massa corporal, (*seated ball put*), flexibilidade, nem na corrida (*shuttle run*).

Conclui-se que o programa de treino acima referido parece melhorar o desempenho nas tarefas motoras seleccionadas, em rapazes de 6 a 8 anos de idade. Estes aumentos de força são atribuídos, especialmente, a adaptações neurológicas, bem como a uma distinção do recrutamento da unidade motora e da sincronização da unidade motora (Sale, 1989). Consequentemente, alguns dos progressos na *performance* motora observados, tanto neste como noutros estudos, podem ser responsabilizados pelas adaptações neurais, assim como a um factível acréscimo da força muscular.

Há que notar que algum do ganho poderá, legitimamente, ser resultado de um efeito de aprendizagem, particularmente nas fases iniciais.

Não se efectivaram quaisquer avaliações intermédias, neste estudo. Naturalmente, não se pode determinar quantitativamente o ganho de força resultante do efeito de aprendizagem, as adaptações neurais, ou aumentos de força muscular.

Falk e Tenenbaum (1996) realizaram uma pesquisa bibliográfica compreendendo 28 estudos que descreviam um programa de treino de resistência para rapazes e raparigas com idades inferiores a 12 e 13 anos, respectivamente. Presumivelmente, estas crianças seriam pré-púberes e púberes. Contudo, apenas 9 destes estudos providenciavam as informações necessárias para calcular o tamanho do efeito e puderam ser incluídos na análise. A maioria dos estudos mostrou um ganho de força entre os 13% e os 30%. No geral, o tamanho do efeito foi calculado em 57%, isto significa que seguindo um treino, numa criança mediana, num grupo de treino, foi superior a 71.6% das crianças do grupo de controlo. A eficácia do treino de resistência pode ser influenciada por factores, tais como: a idade e maturação, o sexo, assim como a frequência, duração e intensidade do programa de treino. Os estudos incluídos na análise examinaram participantes de diversas idades e não demonstraram uma clara influência da idade. A maioria dos estudos limitaram-se a estudar rapazes, ou um misto de rapazes e raparigas. Por isso, a influência do sexo na eficácia do treino de resistência em pré-púberes, não pôde, ainda, ser determinado. No entanto, nos poucos estudos em que os rapazes e as raparigas foram examinados separadamente, não foram encontradas diferenças nos efeitos do treino de resistência, entre os sexos. Parece-nos claro que uma frequência de treino trissemanal é suficiente para induzir ganhos de força em crianças.

Contudo, a mínima, ou, para que conste a óptima duração e intensidade ainda não foram determinadas.

Algumas das falhas observadas nos estudos revistos, incluem: a falta de controlo para um possível efeito de aprendizagem; a falta de aleatoriedade nos grupos de controlo e experimentais, não havendo quaisquer indicações quanto aos indícios da taxa de adesão; uma “confiança” nos rapazes como participantes do estudo; escassa informação sobre o tipo, o volume e a intensidade do treino. Futuros estudos deverão ter em consideração estes pontos fracos.

Faigenbaum *et al.* (1997) estudaram os efeitos do treino de força no auto conceito e na auto eficácia em crianças pré-púberes (n= 11 rapazes e 4 raparigas) com idades compreendidas entre os 7 e 12 anos. O grupo experimental participou num programa de treino bissemanal durante um período de 8 semanas. Durante as primeiras 4 semanas de treino, os sujeitos desempenharam uma série de 10 repetições de *arm up*, seguida de 2 séries de 6 a 8 repetições de extensão de perna, supino, *leg curl*, *over head press* e *biceps curl*. Durante as últimas 4 semanas de treino, os sujeitos desempenharam 3 séries de 6 a 8 repetições de supino (*chest press*) e extensão de perna, onde o número de séries nos outros exercícios se manteve. O equipamento isotónico, adequado à fisiologia das crianças, foi utilizado para todos os testes de força e procedimentos de treino.

A carga pré determinada das 6 RM foi utilizada na extensão de perna e supino onde as cargas iniciais de 6 RM para os outros exercícios foram estimadas durante as primeiras 6 semanas de treino.

O grupo de controlo foi constituído por 6 raparigas e 3 rapazes. Todos os sujeitos foram submetidos ao pré e pós teste nas seguintes medidas: 6 repetições máximas (RM) de extensão de pernas, 6 RM de supino e medidas psicológicas.

Os resultados deste estudo indicaram que a participação num treino progressivo de força, significa um aumento de força física, tanto em rapazes como em raparigas entre os 7 e 12 anos de idade. Os ganhos observados no trem superior (supino) e inferior (extensão dos membros inferiores) do corpo 53.4% e 41.1% respectivamente, são consistentes com outros estudos de treino de inferior período de observação, envolvendo crianças. (não se detectaram lesões no decorrer deste estudo de treino).

Visto este não ter sido um estudo aleatório, o grupo experimental e de controlo podem ter sido influenciados por algumas características imensuráveis, a generalidade destas investigações são limitadas.

Faigenbaum *et al.* (1999) relacionaram os efeitos de dois programas de treino de força de resistência, onde o primeiro associava um baixo número de repetições a um volume de carga elevado, e o outro programa consistia na execução de um número elevado de repetições com um volume de carga moderado. Este estudo dispunha-se a observar, igualmente, o desenvolvimento da força muscular e resistência muscular em crianças. A amostra foi constituída por 11 raparigas e 32 rapazes, com idades compreendidas entre os 5,2 e os 11,8 anos de idade.

Os grupos de treino executaram treinos bissemanais, durante oito semanas. A um dos grupos de crianças foi aplicada uma série de 6 a 8 repetições com carga elevada ( $n=15$ ), no outro grupo experimental ( $n=16$ ) executaram uma série de 13 a 15 repetições com carga moderada, ambos os grupos executaram os exercícios em máquinas proporcionais à morfologia das crianças. As crianças do grupo de controlo ( $n=12$ ) não efectuaram qualquer tipo de treino.

De modo a auxiliar o cálculo de uma repetição máxima (1-RM) da força e resistência muscular (a 1- RM calculada no pré-treino foi repetida no pós-treino) foram determinadas na extensão da perna e supino (*chest press*).

A 1 RM da força de extensão da perna aumentou expressivamente em ambos os grupos experimentais, confrontados com os resultados auferidos no grupo de controlo.

Foram observados aumentos significativos de 31,0% e 40,9%, respectivamente, nos grupos que executaram baixas repetições com carga elevada e grandes repetições com carga moderada. A resistência muscular da extensão da perna aumentou significativamente em ambos os grupos de treino, confrontados com os sujeitos do grupo de controlo, apesar dos ganhos alcançados no treino de grandes repetições/carga moderada ( $13,1\pm 6,2$  repetições) serem significativamente maiores do que os resultados obtidos no grupo das baixas repetições/cargas elevadas ( $8,7\pm 2,9$  repetições).

Nos exercícios de supino (*chest press*), somente o grupo de grandes repetições/carga moderada alcançou ganhos na 1 RM de força (16%) e resistência muscular ( $5,2\pm 3,6$  repetições), ganhos esses claramente superiores aos ganhos dos sujeitos do grupo de controlo.

As conclusões deste estudo corroboram a concepção de que a força muscular e a resistência muscular podem ser aperfeiçoadas durante os anos de infância, favorecendo, ainda, a prescrição de um número elevado de repetições/com carga moderada, durante o período de adaptação inicial aos programas de treino de resistência.

Em síntese, este estudo demonstra que protocolos de treino distintos podem melhorar a força muscular e a resistência muscular das crianças, assim como, que uma série de grande número de repetições e carga moderada poderá ser mais salutar do que uma série de um baixo número de repetições/carga elevada para as crianças que participem num programa introdutório.

Apesar de ser verosímil que um maior estímulo de treino seja necessário para estimular adaptações adicionais às crianças que treinam, começando um programa de treino de crianças com apenas uma série de 13 a 15 repetições de exercício, permite não só alterações positivas no desempenho muscular, como também providencia uma ocasião para cada criança apreciar o sucesso e sentir-se bem com o seu próprio desempenho.

O estudo de Faigenbaum *et al.* (2001) examinou os efeitos de quatro diferentes protocolos de treino de resistência na força da parte superior do corpo e na resistência dos músculos locais em crianças. Como grupos experimentais, foram utilizados rapazes e raparigas não treinados ( $8,1 \pm 1,6$  anos). O treino realizou-se com a frequência de duas vezes por semana, durante 8 semanas em máquinas de pesos próprias para crianças e bolas medicinais (pesos de 1 a 2,5 kg).

Somando aos exercícios condicionantes gerais, os sujeitos desempenharam, em cada grupo de exercícios, 1 série dos seguintes protocolos de exercícios: 6-8 repetições com carga pesada em exercícios de supino (*chest press*) (HL, n = 15); 13-15 repetições com carga moderada em exercícios de supino (*chest press*) (ML, n = 16), 6-8 repetições com carga pesada em exercícios de supino (*chest press*), imediatamente seguidos de 6-8 passes de peito (*chest passes*) com a bola medicinal (CX, n = 12); ou 13-15 passes de peito (*chest passes*) com a bola medicinal (MB, n = 11). Foram 12 crianças utilizadas como grupo de controlo (CT).

Depois do treino, apenas os grupos ML e CX demonstraram melhorias significativas, em 1RM na força de supino (*chest press*) (16,8% e 16,3%, respectivamente), comparados com o grupo CT. A resistência dos músculos locais,

determinada pelo número de repetições executadas no pós treino, em exercícios de supino (*chest press*) com a carga de 1RM do pré treino, aumentou significativamente no grupo ML ( $5,9 \pm 3,2$  repetições) e no grupo CX ( $5,2 \pm 3,6$  repetições), comparados com o grupo CT.

No que respeita aos ganhos de força na parte superior do corpo e resistência dos músculos locais em crianças não treinadas, estes resultados favorecem a prescrição de protocolos de treino com altas repetições, durante o período de adaptação inicial.

Sadres *et al.* (2001) tiveram como intenção apurar o efeito de um programa de treino bissemanal, durante 2 anos lectivos (correspondente a 21 meses), com influência na estatura, na força muscular e na auto-estima entre rapazes pré-púberes. O grupo experimental (E, n=27), com idades compreendidas de  $9,2 \pm 0,3$ , participou num treino gradual de resistência, enquanto que o grupo de controlo (C, n=22), com idades  $9,4 \pm 0,3$ , participou em aulas standardizadas de Educação Física. As sessões de treino compreenderam séries de 1 a 4 de 3 a 6 exercícios, com 5 a 30 repetições por série. A carga atingiu um alcance de 30% e 70% 1RM.

Todavia, não foram observadas discrepâncias nos ganhos de peso corporal entre os grupos. A força muscular aumentou significativamente mais no grupo E (ex. extensores do joelho:  $0,51 \pm 0,13$  a  $0,77 \pm 0,16$  kg/kg massa corporal), comparativamente com o grupo C ( $0,34 \pm 0,12$  a  $0,54 \pm 0,11$  kg/kg de massa corporal).

Unicamente uma pequena lesão foi observada verificado o estudo. As pontuações iniciais de auto-estima foram eminentes em ambos os grupos, sem qualquer efeito de treino.

Os resultados esclareceram que entre os rapazes pré-púberes, um programa de treino bissemanal de uma intensidade de baixa a moderada, durante um período de 2 anos lectivos (21 meses), poderá resultar em aumentos de força muscular sem prejuízo dos efeitos do crescimento.

O propósito do estudo de Faigenbaum *et al.* (2002) foi comparar os efeitos de um treino de resistência, com uma frequência de 1 a 2 dias por semana, no trem superior e trem inferior do corpo, nas capacidades da *performance* motora, nas crianças.

Voluntariaram-se para participar neste estudo 21 raparigas e 34 rapazes entre os 7.1 e 12.3 anos de idade. Os participantes realizaram dois treinos de força, uma vez por semana (n=22) ou duas vezes por semana (n=20), durante 8 semanas. Cada sessão de

treino consistiu numa única série de 10 a 15 repetições em 12 exercícios, utilizando máquinas de pesos, adequadas às crianças. Serviram de grupo de controlo 13 crianças.

A avaliação realizada no pré e no pós teste consistiu numa repetição máxima (1RM) da força no supino (*chest press*), da prensa dos membros inferiores, preensão de mão, do salto em comprimento (*long jump*), do salto vertical e da flexibilidade.

Apenas os participantes que treinaram duas vezes por semana demonstraram ganhos significativos na força 1RM na força de supino (*chest press*), comparando com os sujeitos do grupo de controlo (11,5 e 4,4% respectivamente).

Os participantes que treinaram uma vez e duas vezes por semana, ganharam força na 1RM da força de prensa dos membros inferiores (14,2 e 24,7%, respectivamente), os resultados do grupo experimental são significativamente superiores aos do grupo de controlo (2,4%).

Em média, os participantes que treinaram uma vez por semana alcançaram ganhos de 67% de força de 1RM. Não se observaram mais diferenças significativas entre os grupos, noutros parâmetros.

Estes resultados sustentam a ideia de que a força muscular pode ser melhorada durante os anos de infância e favorecem uma frequência de treino bissemanal, para crianças participantes de um programa introdutório de treino de força.

Conforme Blimkie (1992), os estudos que não apresentam ganhos de força não usaram, tendencialmente, volumes de treino modestos, ou simplesmente, não providenciaram cargas de treino progressivas à medida que a força aumentava; uma das outras possíveis hipóteses aplica-se quanto à duração relativamente curta dos programas de treino.

Comummente, os vários estudos que são feitos aos diferentes níveis maturacionais, pré-púberes, púberes e pós-púberes, referem que os ganhos relativos de força mais acentuados surgem nos indivíduos em estados maturacionais mais proeminentes.

No Quadro 2 apresenta-se um resumo dos estudos experimentais previamente apontados neste capítulo.

**Quadro 2 – Resumo dos estudos experimentais (M – masculino; F – feminino; n – amostra).**

<b>Autor</b>	<b>Delineamento Amostra</b>	<b>Treino</b>	<b>Resultados</b>
Noack (1956)	n=?; idade = 13 M e F	17 semanas; 3 contracções máx prensão de mão; 3 x por semana? Grupo de controlo.	Aumentos significativos na força relativa e absoluta
Hettinger (1958)	n=?; idade = 12,6; M e F	20-24 sessões, 1 contracção máx isométrica dos extensores e flectores do cotovelo por sessão. Sem grupo de controlo	Não houve aumentos de força significativos.
Kirsten (1963)	n=?; idade = 11–12; M e F	15 semanas, 1 contracção máx; 5 x por semana. Extensões isométricas da zona lombar. Grupo de controlo	Não houve aumentos de força significativos.
Grimm e Raede (1967)	n=?; idade = Pré-pub; M e F	Treino em circuito. 3 x semana; 12 semanas. Grupo de controlo.	Melhorias substanciais de força.
Rohmert (1968)	n=?; idade = 8,8; M e F	10 semanas de treino; 1 máx contracção por sessão; 6 x semana. Força isométrica de extensão e flexão do cotovelo. Grupo de controlo.	Melhorias significativamente superiores no grupo experimental
Vrijens (1978)	n=16 e 12; idade = 10,5 e 16,8; M	8 semanas; 8 a 12 rep max; 3 x semana; 1 série por sessão; Exercícios isotónicos (braços, pernas, costas e abdómen). Sem grupo de controlo	Não houve aumentos de força significativos.
Nielsen <i>et al.</i> (1980)	n=?; idade = <13,5; F	5 semanas; 3 x semana; Extensão isométrica do joelho; corrida; salto vertical. Grupo de controlo	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
McGovern (1984)	n=?; idade = M e F	12 semanas; 3 x semana; circuito de força. Grupo de Controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Baumgarther e Wood (1984)	n=?; idade = 8 – 12; M e F	12 semanas; 3 x semana. Grupos de controlo: aulas normais de E. F. Grupo experimental: aulas de E.F com elevações do tronco	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Servedio <i>et al.</i> (1985)	n=6; idade = 11,9; M	8 semanas; 3 x semana. Levantamento olímpico. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Weltman <i>et al.</i> (1986)	n=26; idade = 8,2; M	14 semanas; 3 x semana. Máquina de resistência hidráulica concêntrica. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Sewall e Micheli (1986)	n=18; idade = 10–11; M e F	9 semanas; 3 x semana. 3 séries 50%-100% 10 RM; Máquinas isotónica Nautilus. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo

			experimental
Pfeiffer e Francis (1986)	n=80; idade = 9 – 10; M	9 semanas; 3 x semana; 3 séries de 12 rep. Treino isotónico em máquinas musculação (50%, 75 e 100% de 10 RM). Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental pré-púbere
Rians <i>et al.</i> (1987)	n=18; idade = 8,3; M	14 semanas; 3 x semana; 45' sessão. Grupo controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Docherty <i>et al.</i> (1987)	n=34; idade = 12,6; M	4 e 6 semanas; 3 x semana; 2 séries sessão. Resistência hidráulica concêntrica – Hydragim. 2 grupos experimentais (1º grupo - circuito de 10 estações, 4 semanas; 2º grupo - circuito de 10 estações, 6 semanas. Grupo de controlo.	Não houve melhorias significativas de força
Siegel <i>et al.</i> (1989)	n=?; idade = 8,4 - 8,6; M e F	12 semanas, 3 x semana. Treino isotónico e isométrico. Percurso de obstáculos (halteres, suporte do corpo e circuito de actividades). Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Merch e Stoboy (1989)	n=9; idade = 8,8 - 11,2; M	6 meses, 6 x semana; 10 contracções max/sessão; 10 sec contracção. Extensão isométrica do joelho. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Blimkie <i>et al.</i> (1989)	n=27; idade = 9 – 11; M	10 semanas; 3 x semana; 3 séries exs primários e secundários isotónicos; 10-12 RM. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Hakkinen <i>et al.</i> (1989)	n=24; idade = Pré-pub e Pós-pub	1 ano; 3 x semana (Pré-pub); 4,5 x semana (Pós-pub). Treino endurance, sprint e halterofilismo. Grupo controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Ramsay <i>et al.</i> (1990)	n=30; idade = 9 – 11; M	20 semanas; 3 x semana; 5 e 3 séries exs primários e secundários isotónicos; 10-12 e 8-10 RM. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Fukunaga <i>et al.</i> (1992)	n=99; idade = Pré-pub; M e F	12 semanas. contracção máxima isométrica de flexão cotovelo; 10 sec. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Ozmun <i>et al.</i> (1993)	n=16; idade = 10,3; M e F	8 semanas. 2 x semana; 3 séries de 10 a 15 rep de 5 exercícios; intensidade 50% a 100%. Grupo controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Faigenbaum <i>et al.</i> (1993)	n=14; idade = 10,8; M e F	8 semanas; 2 x semana; 3 séries 10-15 rep; 50-100% de 10 RM. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo

			experimental
Gregory <i>et al.</i> (1995)	n=?; idade = <13 M; <11F	Vários estudos. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Falk e Mor (1996)	n=?; idade = 29; 6 – 8; M	12 semanas; 2 x semana; sessão 40'; 3 série de ex. trem superior corpo (1 a 15 rep). Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Falk e Tenenbaum (1996)	n?; idade = <12 M; <13 F	28 estudos.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Faigenbaum <i>et al.</i> (1997)	n?; idade = 15; 7–12; M e F	8 semanas; 2 x semana; 4 semanas (1 série de 10 rep <i>arm up</i> , 2 séries de 6 a 8 rep de 6 exercícios) + 4 semanas (mesmos exercícios + 3 séries de 6 a 8 supino e extensões de perna). Grupo controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Faigenbaum <i>et al.</i> (1999)	n=43; idade = 5,2–11,8; M F	8 semanas; 2 x semana. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Sadres <i>et al.</i> (2001)	n=49; idade = 9,2 - 9,4; M	21 meses; séries de 1 a 4 de 3 a 6 exerc.; 5 a 30 rep série; 30% e 70% 1 RM. Grupo de controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental
Faigenbaum <i>et al.</i> (2002)	n=55; idade = 7,1 – 12,3; M e F	8 semanas; 1 x semana (um grupo; 2 x semana (outro grupo); 1 série de 10 a 15 rep em 12 exercícios. Grupo controlo.	Mudanças significativamente superiores no grupo experimental

Geralmente, as crianças respondem com consideráveis acréscimos de força quando sujeitas ao treino de força, mesmo que este não seja de elevada magnitude e sem grande especificidade (Hakkinen *et al.*, 1987).

A intensidade da carga parece ser o factor determinante mais importante na eficácia do treino de força resistência, mais do que a duração do treino ou a sua forma, dado que os aumentos têm sido observados em apenas 5 ou 6 semanas, com treino isométrico máximo (Rohmert, 1968; Nielsen *et al.*, 1980; Mersch e Stoboy, 1989; Ozmun *et al.*, 1991) e de 3 a 9 semanas com treino isotónico de elevada intensidade (Sewall e Micheli, 1986; Pfeiffer e Francis, 1986; Blimkie *et al.*, 1989).

Assim que a intensidade e o volume do treino isométrico atingiram níveis suficientemente elevados, a frequência de 3 a 6 treinos por semana, provou ser eficaz no aumento da força muscular, em crianças pré-púberes e nas fases iniciais da puberdade (Rohmert, 1968; Nielsen *et al.*, 1980; Mersch e Stoboy, 1989).

Igualmente, 2 a 3 sessões semanais de treino isotônico de elevada intensidade (Sewall e Micheli, 1986; Servedio *et al.*, 1985; Blanksby e Gregor, 1981; Pfeiffer e Francis, 1986; McGovern, 1984; Blimkie *et al.*, 1989a;) e treino isocinético (Weltman *et al.*, 1986) também provaram ser eficazes no aumento de força, nesta população.

Os vários estudos observados explanam que as crianças pré-púberes apresentam ganhos de força nas suas diferentes formas (força máxima isométrica, força máxima e força rápida e explosiva) mesmo que os diversos processos e modelos de treino utilizados sejam treinos com pesos (McGovern, 1984; Servedio *et al.*, 1985; Pfeiffer e Francis, 1986; Hakkinen *et al.*, 1989; Blimkie *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1990), treino isocinético (Rohmert, 1968; Nielson *et al.*, 1980; Docherty *et al.*, 1987; Merch e Stoboy, 1989), máquina pneumática (Sewall e Micheli, 1986), exercícios calistênicos (Baumgartner e Wood, 1984; Siegel *et al.*, 1988), máquinas hidráulicas (Rians *et al.*, 1987; Weltman *et al.*, 1986).

Colectivamente, estes estudos indicam que tanto o treino isométrico como o treino isotônico (combinação entre concêntrico e excêntrico, ou somente concêntrico) os modos do treino de resistência podem, dada a duração suficiente do treino, a intensidade e o volume; ser eficazes na obtenção de ganhos de força, durante a recta final da infância.

Na análise dos estudos que constam no **Quadro 2**, acreditamos que os que não evidenciaram acréscimos de força muscular, sejam consequência da inadequação à magnitude da carga de treino, da sua duração, ou simplesmente, porque não obedeceram ao princípio da progressão (Hettinger, 1958; Kirsten, 1963; Vrijens, 1978; Docherty, 1987; Siegel, 1989).

Estudos recentes observaram, claramente, que tanto rapazes como raparigas, podem aumentar a força, acima e para além do crescimento e maturação, desde que o volume e a intensidade do treino sejam adequados (Servedio *et al.*, 1985; Weltman, 1986; Sewall e Micheli, 1986; Pfeiffer e Francis, 1986; Docherty *et al.*, 1987; Siegel *et al.*, 1989; Merch e Stoboy, 1989; Blimkie *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Fukunaga *et*

*al.*, 1992; Ozmun *et al.*, 1993; Faigenbaum *et al.*, 1993; Gregory *et al.*, 1995; Falk e Mor, 1996; Faigenbaum, *et al.*, 1997; Faigenbaum, *et al.*, 1999; Sadres *et al.*, 2001; Faigenbaum *et al.*, 2002).

O mecanismo que orienta o aumento de força nos adultos é enumerado como uma interação entre adaptações neurais e hipertrofia do músculo (Sale, 1989 e Blimkie, 1993a). Na população pré-púbere a hipertrofia muscular não é, como se cogitava, factor primário no aumento da força muscular. Várias investigações evidenciaram que em crianças não são observadas alterações na secção transversal do músculo, como consequência do treino de força resistência (Merish e Stoboy, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie 1993a,b).

Apesar de outros estudos reportarem ligeiros aumentos na secção transversal do músculo (Merish e Stoboy, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie, 1993), existe concordância em afirmar que os aumentos de força em crianças estão mais relacionados com factores de adaptação neural, tais como, a activação da unidade motora, aumentos da sincronização da unidade motora e o aumento da “tensão (*twitch*) potencial evocada”.

Todavia, actualmente tudo aponta para o facto de que as adaptações neurais produzem a grande maioria dos ganhos de força observados em crianças pré-púberes (Ramsay *et al.*, 1990). Por conseguinte, ao incrementar a habilidade funcional do sistema nervoso, em vez de aumentar radicalmente o tamanho do músculo, as crianças alcançam aumentos de força muscular. Este parece ser o caso, pelo menos no que diz respeito aos programas de treino de resistência que duram 6 meses ou menos.

O que acontece ao longo de grandes períodos de tempo figura ainda uma incógnita. Contudo, sabe-se já que a hipertrofia é de um alcance mais complexo, em crianças, particularmente em pré-púberes, do que propriamente em adultos.

Pensa-se que o aumento do crescimento do músculo, como consequência do treino de resistência, terá início após a adolescência, altura em que o perfil hormonal do adulto começa a despontar (Kraemer e Fleck, 1993). No caso do sexo masculino, a preponderância da testosterona no tamanho do músculo e na força (que principia na puberdade), é dramático. Aparentemente, só durante e após a puberdade é que a capacidade do treino de resistência para aumentar a hipertrofia muscular, para além do crescimento normal, ocorre.

Outros estudos reportam que, seguindo um protocolo de treino ou isotônico, ou isométrico ou isocinético, 2 a 3 vezes por semana, foram observados aumentos de força dos 5 aos 40%, tanto em crianças como em adolescentes (Servedio, 1985; Weltman, 1986; Sewall e Micheli, 1986; Ozmun *et al*, 1994).

A menor de hipertrofia muscular, seguindo um treino de resistência em crianças pré-púberes, poderá estar relacionada com efeitos hormonais no tecido muscular.

Segundo Blimkie (1993b), o treino de resistência parece estar relacionado com um aumento exíguo, se o houver, no tamanho do músculo. Ou seja, o aumento da força é feito ao nível de mudanças neurológicas (percentagem de activação de unidades motoras) e mudanças de funções intrínsecas do músculo (*twitch torque*) que poderão manifestar-se num acréscimo da força voluntária.

Assim, os ganhos de força nas crianças aparentam estar associados às melhorias a nível dos factores neurológicos, como a coordenação inter e intra-muscular, ao aumento do número de unidades motoras recrutadas e frequência dos estímulos nervosos.

#### **2.2.1.1. Alterações Morfológicas**

Vrijens (1978) empregou a radiografia, para determinar mudanças na parte superior do membro superior e na secção transversal do músculo da coxa em grupos de rapazes pré-púberes e adolescentes em resposta a um treino de resistência. Não se presenciaram variações, nem na zona de maior incidência muscular do braço nem na da coxa, enquanto que a área muscular aumentou significativamente em ambos os membros no grupo dos adolescentes.

Empregando processos antropométricos, Blanksby e Gregor (1981) não indicaram qualquer transformação na zona superior do braço, antebraço ou circunferência das coxas, nos nadadores, referentes quer ao sexo masculino, quer ao feminino, que prosseguiram um treino de resistência isotónica suplementar durante o Inverno.

Da mesma forma, McGovern (1984) não assinalou variações a nível das dimensões da coxa e das pregas cutâneas (o que compromete não ter havido alteração na área do tecido magro) nas raparigas e rapazes pré-púberes, apesar de se terem

evidenciado melhorias na força, seguindo um treino de resistência de doze semanas. Contudo, não foi determinada nenhuma particularidade que tivesse em atenção as medidas exactas da coxa e das pregas cutâneas, embargando assim a relação destas observações com mudanças específicas no tamanho do músculo.

No estudo de Weltman *et al.* (1986) foram revelados apenas ténues e exíguos aumentos na parte superior da coxa e nas pregas cutâneas dos tricipetes, enquanto que no perímetro da coxa se presenciou uma ligeira redução (< 1%), e modesto aumento das pregas cutâneas (12,5%), o que implica a inexistência de mudança na massa magra do braço e uma redução da massa magra da coxa.

No estudo de Saloires e Berg (1987), as pregas cutâneas da parte superior do braço e dos gêmeos diminuiriam ligeiramente (< 9%), manifestando apenas ínfimos aumentos nas coxas (< 2%), revertendo num módico aumento das áreas magras dos membros, num grupo de rapazes no início da puberdade que seguiram oito semanas de treino de resistência isotónica. Todavia, baseado em estimativas antropométricas, mesmo os aumentos mais significativos ocorreram na massa magra da parte superior do braço e dos gêmeos no grupo de controlo de uma idade predefinida.

Siegel *et al.* (1989) descreveram nas suas observações 11% de reduções num somatório de sete pregas cutâneas que abrangeram locais confinantes aos bicípites braquiais e tricipetes braquiais, e apenas ligeiros aumentos (< 2%) num somatório de três circunferências que incluíram a circunferência da parte superior do braço, em rapazes e raparigas pré-púberes, que executaram 12 semanas de treino de resistência.

Dada a essência agrupada dos dados, é inexequível a determinação de qualquer alteração ou mudança do tamanho da massa magra do braço e, concludentemente, alteração na área de secção transversal do músculo como consequência do treino.

No estudo de Blimkie *et al.* (1989) a massa magra do braço determinada, antropometricamente através de quatro pregas cutâneas circunferenciais, aumentou, apenas ligeiramente (2,8%) em ambos os grupos, que cumpriram dez semanas de treino.

De igual forma, no estudo de Ramsay *et al.* (1990), não se assinalaram resultados significativos do treino nas propriedades contrácteis relacionadas com o tempo, na área de secção muscular transversa e na percentagem de unidades motoras activadas dos flexores do cotovelo e dos extensores da perna.

À exceção do estudo de Vrijens (1978), todos os estudos, atrás citados, apontaram para a presença de aumentos substanciais da força voluntária, (seguindo um treino de resistência) sem evidenciar aumentos do tamanho do músculo. Estes resultados sugerem que um constante e intenso volume de treino de resistência, presumivelmente, não causará aumentos no tamanho do músculo (hipertrofia) nas crianças pré-púberes e em início de puberdade, e esses mesmos aumentos da força do músculo com treino de resistência são provavelmente independentes das mudanças normais do tamanho do músculo neste estágio de desenvolvimento. Talvez as mudanças no tamanho do músculo aguardem aumento dos níveis da circulação de androgénios.

Porém, Mersch e Stoboy (1989) desafiam esta conclusão. No seu estudo, que consistiu em dez semanas de treino de extensão máxima isométrica do joelho, resultou um aumento mais sublinhado de 4 a 9,2% na área de secção transversal dos músculos extensores da perna treinada, avaliada através de ressonância magnética nuclear.

Este aumento da massa muscular foi independente do aumento dos níveis de testosterona que se mantiveram constantes durante todo o período de observação e aquém dos valores específicos do início da pubescência.

Como no estudo de Narici *et al.* (1989), o estudo de Mersch e Stoboy (1989) também observou um aparente decréscimo da hipertrofia do músculo usando a ressonância magnética nuclear sobre a coxa. Mas, em contraste com o estudo de Narici *et al.* (1989), os maiores ganhos na área da secção transversal da coxa ocorreram com mais incidência na posição medial da coxa, segundo o estudo de Mersch e Stoboy (1989).

Apesar das dissemelhanças de metodologia adoptada, estes estudos referem a utilidade do reconhecimento e da triagem dos locais optimais determinados de medição da secção transversal do músculo. Apesar de se auxiliar em dois aspectos apenas, os resultados do estudo de Mersch e Stoboy (1989) deixam em aberto a possibilidade de hipertrofia do músculo em resposta a um treino de resistência durante a pré-puberdade.

Segundo os autores, pode haver hipertrofia muscular em rapazes pré-púberes sem o aumento dos níveis de testosterona. No entanto, e em virtude do aumento relativo de força ser superior ao aumento relativo da massa muscular, o aumento de força em idade pubertária deve estar também relacionado a outros factores, como, por exemplo, o aumento da motivação e a melhoria da coordenação inter e intra-muscular.

Num estudo de 16 rapazes e raparigas pré-púberes, Ozmun *et al.* (1993) determinaram os efeitos de oito semanas de treino de resistência na força muscular isotónica e isocínética. Numa análise de pré-teste e do pós-teste, a antropometria do braço (contorno e pele envolvente) não mostrou mudanças significativas no tamanho ou composição do braço, sem correspondentes mudanças na circunferência do braço ou pregas cutâneas, tanto nos grupos treinados como nos de controlo

Ainda que a hipertrofia do músculo seja factível durante a puberdade, parece incontestável, tanto nos estudos de Mersch e Stoboy (1989), como noutros estudos supra-citados, que a magnitude deste efeito seja muito pequena, confrontada com as mudanças da força voluntária.

Estas observações indicam que outros factores, para além das mudanças do tamanho do músculo, contam, para os aumentos da força de resistência através de treinos induzidos, durante a pré-puberdade e o seu início.

#### **2.4.2. Alterações Neuromusculares**

O contributo das adaptações neurológicas para a melhoria da força nas crianças seguindo um treino de resistência tem sido investigado de forma menos extensiva.

Alguns estudos identificaram o contributo das mudanças neurológicas nos aumentos de força de resistência através de treinos induzidos nos adultos (Moritani e de Vries, 1979; Hakkinen e Komi, 1983; Narici *et al.*, 1989).

Nos jovens pré-púberes, o treino apropriado da resistência pode realçar a força sem a hipertrofia do músculo. Tais ganhos na força podem ser imputados à “aprendizagem neuromuscular”, já que o treino aumenta o número dos neurónios motores que solicitam o mecanismo da contração do músculo (Kraemer *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Ozmun *et al.*, 1994).

Na ausência da hipertrofia do músculo, Fukunaga (1976) atribuiu os ganhos da força inicial (dentro das primeiras três semanas, nas raparigas pré-púberes, seguindo um treino de resistência), em grande parte, às adaptações neurológicas não especificadas.

Da mesma forma, uma vez que não houve manifestação da hipertrofia do músculo nos rapazes pré-púberes, durante 14 semanas de treino, Weltman *et al.* (1986) responsabilizaram as adaptações neurológicas dos aumentos de força. Estes estudos

forneceram suporte indirecto aos contributos neurológicos da melhoria da força durante a Infância.

Usando uma técnica mais directa e específica (procedimento de contracção interpolada descrita por Blimkie *et al.* (1989) e por Belanger e McComas (1981), apontaram um aumento de 9% na activação das unidades motoras nos flexores do cotovelo nos rapazes pré-púberes, durante uma acção isométrica maximal voluntária do mesmo, após dez semanas de treino. Este aumento foi muito inferior ao aumento de 22% da força isométrica maximal voluntária e a melhoria de 40% de 1-RM no *double-arm curl*, que representou um dos treinos específicos.

Após dez semanas de treino adicional, o número de Unidades Motoras recrutadas aumentou entre 84% e 96% nos flexores do cotovelo, e de 75% a 89% nos extensores do joelho (Ramsay *et al.*, 1990). A força isométrica máxima voluntária aumentou 40% nos flexores do cotovelo e 25% nos extensores do joelho. A maior parte destes ganhos na activação de unidades motoras ocorreram durante as primeiras dez semanas, das vinte semanas do programa de treino.

Estes resultados indicam que o treino de resistência poderá provocar um aumento da activação neuromuscular durante a infância nos testes de força quer sendo treino isométrico, quer sendo do tipo isotónico.

Fundamentado num princípio de treino específico, poder-se-iam esperar aumentos ainda maiores da activação neuromuscular durante a performance de 1RM em exercícios de força que eram próprios do regime de treino. Contudo, isto permanece por determinar.

Num estudo de 16 rapazes e raparigas pré-púberes, Ozmun *et al.* (1993) determinaram os efeitos de oito semanas de treino de resistência na força muscular isotónica e isocinética. Através dos dados electromiográficos, descobriram um aumento significativo na actividade neural nos indivíduos treinados desde os resultados do pré-teste aos do pós-teste, enquanto o grupo de controlo não evidenciou mudanças significativas. Foram observados ganhos de força significativos a nível isotónico (22,6%) e isocinético (27,8%), sem correspondentes mudanças na circunferência do braço ou pregas cutâneas. A amplitude do sinal EMG aumentou significativamente 16,8%.

A força correspondente e os aumentos do sinal EMG nos indivíduos treinados, pode reflectir um aumento no princípio da unidade motora, melhoramento no ritmo da descarga de unidades motoras activadas e alteração dos modelos de descarga.

Nos estudos de Ramsay *et al.* (1990) e Ozmun *et al.* (1993), o aumento da força registada não foi resultante da hipertrofia, pois a superfície da secção transversal do músculo não se alterou, foi consequência sim, das adaptações neuromusculares, dado terem apresentado um aumento significativo da actividade electromiográfica.

Em síntese, os autores mencionaram que os ganhos de força foram independentes das mudanças que ocorreram na área da secção muscular transversa e os aumentos no momento de contracção (*twitch torque*) e sugerem possíveis adaptações na combinação contracção-descontracção muscular. A melhoria da coordenação na habilidade (especialmente durante a fase inicial do treino), a tendência para o aumento de recrutamento das unidades motoras, e outras adaptações neurológicas indeterminadas, incluindo uma melhor coordenação dos grupos musculares envolvidos, parecem ser provavelmente os maiores determinantes de ganhos de força.

### **2.2.1.3. Mudanças Intra e Inter Musculares**

Dado que a magnitude das alterações da activação neuromuscular são, geralmente, menores do que os aumentos observados na força, entende-se que outros factores, para além dos aumentos neuromusculares, poderão desempenhar um papel importante na determinação dos ganhos de força pelo treino. É provável que parte do ganho de força possa ser, também, atribuído a uma melhor coordenação motora.

Indubitavelmente, as mudanças do tamanho do músculo e a activação neuromuscular não contam unicamente com os aumentos de força resultantes de treino durante a infância. Alguns destes aumentos de força, nomeadamente os testes de força envolvendo as mesmas acções usadas no treino (de exercícios de *performance-1RM*), podem ser atribuídos à melhoria da coordenação. As melhorias de maior percentagem do treino específico de 1-RM da flexão do cotovelo (48%) e da força de prensa de pernas (*leg press*) (21%), comparadas as mudanças médias das flexões isométrica máxima do cotovelo (25%) e a força da extensão do joelho (10%) nos estudos de Blimkie *et al.* (1989a) e Ramsay *et al.* (1990), sustentam, indirectamente, a importância

da coordenação motora aperfeiçoada, através do aumento dos treinos de força durante a infância.

O grau para o qual os reflexos da coordenação motora aperfeiçoados mudam no nível de activação neural, e o balanço da actividade muscular sinérgica e antagónica seguindo um treino de resistência durante a infância, permanece ainda uma incógnita.

Sendo assim, as adaptações musculares intrínsecas, incluindo as alterações na relação dicotómica excitação/contractão, a densidade de enchimento miofibrilhar e a composição de fibra muscular, poderão também contribuir para alguns dos aumentos de força evidentes em crianças, após exercícios de resistência.

Ramsay *et al.* (1990) relataram um aumento na força isométrica voluntária, (uma medida de força muscular intrínseca), na ausência de hipertrofia muscular para ambos os flexores do cotovelo e extensores do joelho em rapazes pré-púberes após vinte semanas de treino de resistência intensivo. O aperfeiçoamento da coordenação na habilidade (especialmente durante a fase inicial do treino), a vocação para o aumento de recrutamento das unidades motoras, e outras adaptações neurológicas indistintas, incluindo uma melhor coordenação dos grupos musculares envolvidos, parecem ser, possivelmente, os maiores determinantes de ganhos de força.

Dada a improbabilidade de alterações no treino de resistência induzido, quer em densidade de enchimento miofibrilhar (Luthi *et al.*, 1986), quer em composição da fibra muscular (MacDougall *et al.*, 1980; Dons *et al.*, 1979) parece ambíguo que estes mecanismos possam contribuir para o aumento observado na força impulsionadora relatada por Ramsay *et al.* (1990), contudo, uma alteração na relação dicotómica: excitação/contractão podia, no entanto, prolongar e intensificar o estado activo do músculo como resposta a um simples puxão e contribuir para o aumento observado nas forças isométricas absolutas e específicas (por área inter seccional muscular) naquela investigação.

Se tal adaptação deste tipo permanece e contribui para a força aumentada durante esforços voluntários máximos, fica por determinar. Os resultados de Ramsay *et al.* (1990) sugerem que as adaptações musculares intrínsecas poderão também contribuir para os aumentos da força de exercício de resistência induzido durante a infância.

Embora seja complicado afirmar, com rigor, parece que, assim como nos adultos, as alterações na activação neuromuscular, a coordenação motora e as

adaptações musculares intrínsecas contribuem para os aumentos da força relatados em crianças, após o treino de resistência de força. No entanto, ao contrário dos adultos, parece que os aumentos de força durante a pré e fase inicial da puberdade, são independentes das alterações no tamanho do músculo e devido às alterações na activação neurológica e na coordenação motora (aprendizagem).

Possivelmente, o desenvolvimento muscular exige um maior estímulo de treino a fim de obter a hipertrofia, em detrimento de uma maior maturidade do músculo. Pode dar-se, também, o caso dos locais de medida e as técnicas usadas para avaliar as alterações no tamanho do músculo nas crianças não terem sido suficientemente sensíveis para distinguir o crescimento relacionado com os aumentos de exercício induzido na área muscular transversal.

## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

### 1. Metodologia

#### 1.1. Amostra

##### 1.1.1. Características Gerais

#### 1.2. Programa de Treino

#### 1.3. Procedimentos de Avaliação

##### 1.3.1. Estatuto Maturacional

##### 1.3.2. Força Muscular

###### 1.3.2.1. *Push Up's*

###### 1.3.2.2. *Pull Up's* Modificados

###### 1.3.2.3. Lançamento da Bola de Hóquei

##### 1.3.2.4. Força Máxima Isométrica Voluntária

###### 1.3.2.4.1. *Arm Curl*

###### 1.3.2.4.2. *Triceps Press*

###### 1.3.2.4.3. *Shoulder Press*

###### 1.3.2.4.4. Preensão da Mão

##### 1.3.3. Factores Morfológicos

###### 1.3.3.1. Perímetros Braquial Relaxado

###### 1.3.3.2. Perímetros Braquial Contraído

###### 1.3.3.3. Pregas Tricipitais

###### 1.3.3.4. Espessura Muscular Bicipital e Tricipital

##### 1.3.4. Factores Neuromusculares

###### 1.3.4.1. Amplitude do Sinal Electromiográfico

###### 1.3.4.2. Sinal Electromiográfico Relativizado a Duração da Contração

#### 1.4. Procedimentos Estatísticos

## 1. Metodologia

### 1.1. Amostra

#### 1.1.1. Características Gerais

O estudo foi realizado sobre uma amostra de 34 crianças (14 rapazes e 20 raparigas) pré-púberes, todas incluídas no estágio I de Tanner (1962). As referidas crianças não eram praticantes de nenhuma actividade desportiva formal e residiam no distrito de Bragança.

As crianças que integraram o estudo, os respectivos professores, pais e/ou encarregados de educação foram devidamente esclarecidos acerca dos objectivos e dos procedimentos a que elas seriam submetidas.

Antes de cada momento de avaliação foram explicadas minuciosamente todas as fases dos testes às crianças, bem como todas as tarefas que teriam de efectuar.

Durante o processo elucidativo, tentou-se induzir uma explicação consentânea, encarando a experiência como uma actividade lúdico pedagógica dada a faixa etária da amostra.

Na persecução da viabilidade dos resultados alcançados, enveredou-se pela observação directa de ambos os grupos da pesquisa no horário matinal, numa mesma hora, reduzindo, assim, eventuais variações decorrentes do ritmo circadiano.

O grupo Experimental (GE) foi constituído por 6 rapazes e por 11 raparigas, sendo submetido a um programa de treino de Força de Resistência

O grupo de Controlo (GC) foi igualmente constituído por 8 rapazes e 9 raparigas mas, não esteve sujeito a nenhum programa de treino de força, pelo que permaneceu no seu quotidiano, sem qualquer tipo de alteração às actividades físicas normais.

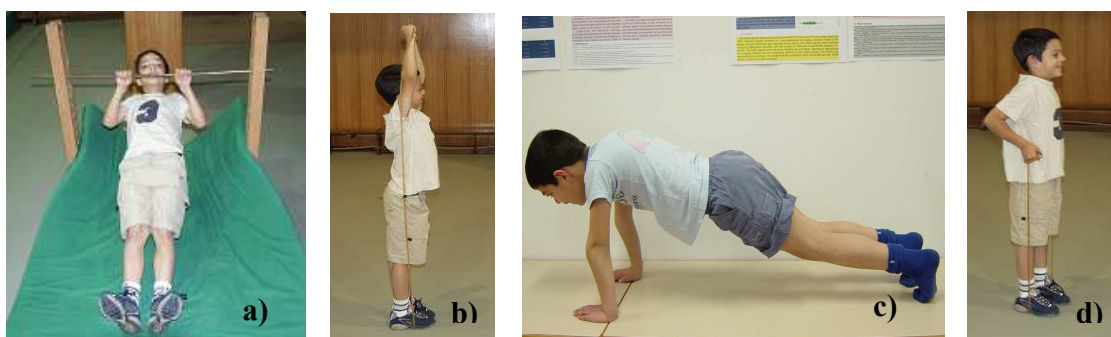
**Quadro 1.** Idade decimal e estágio de maturação sexual da amostra.

	GE		GC	
	Masc. (n=6)	Fem. (n=11)	Masc. (n=8)	Fem. (n=9)
<b>Idade decimal</b>	9,34±0,30	9,44±0,28	9,34±0,30	9,20±0,29
<b>Estádio Maturacional</b>	1	1	1	1

## 1.2. Programa do Treino

- **Conteúdo do Treino**

Em cada sessão de treino, o grupo experimental foi submetido a um programa de treino com exercícios calistênicos e com elásticos, tendo realizado os seguintes exercícios: *Push up's*, *Pull up's* modificados e dois exercícios com elásticos (flexão do antebraço sobre o braço e extensão do antebraço sobre o braço acima da cabeça) até à exaustão. Na figura 1 ilustram-se os exercícios constituintes do programa de treino (*Anexo I*).



**Figura 1.** a) *Pull Up's* Modificados; b) Extensão do antebraço sobre o braço acima da cabeça; c) *Push Up's*; d) Extensão do antebraço sobre o braço.

- **Frequência de Treino Semanal**

O treino foi executado com uma frequência de três vezes por semana e com a duração de dez semanas (*Anexo I*).

- **Volume de Treino Semanal**

O volume de treino foi adaptado gradualmente (3 séries entre a 1ª e 3ª semana, 4 séries entre a 4ª e 6ª semana e, por fim, 5 séries entre a 7ª e a 10ª semana). Cada sessão de treino tinha a duração de 90 minutos.

### **1.3. Procedimentos de Avaliação**

#### **1.3.1. Estatuto Maturacional**

A avaliação do estatuto maturacional sexual foi realizada de acordo com os procedimentos propostos por Tanner (1962) para identificar os caracteres sexuais secundários.

#### **1.3.2. Força Muscular**

##### **1.3.2.1. *Push Up's***

O sujeito realiza o exercício com a face voltada para o solo na posição característica de flexões de braços. As mãos encontravam-se perpendiculares aos ombros, extensão palmar, com os membros inferiores em extensão completa, paralelos e ligeiramente afastados com os dedos flectidos sustentando o pé. A figura 2 apresenta o momento da avaliação dos *Push Up's*.



**Figura 2.** Avaliação dos *Push Up's*.

Mantendo os joelhos e as costas em extensão, flecte os membros superiores perfazendo um ângulo relativo de 90° entre o antebraço e o braço. O aluno devia executar o maior número possível de repetições até à execução incorrecta ou ao surgimento de desconforto e/ou dor.

### 1.3.2.2. *Pull Up's* modificados

O sujeito inicia o exercício agarrado à barra com a face voltada para esta, com o corpo em hiper extensão formando um ângulo absoluto de 45° em relação ao plano horizontal do solo, com os membros superiores em extensão e apoiado nos calcanhares. A figura 3 mostra a avaliação dos *Pull Up's* Modificados.



**Figura 3.** Avaliação dos *Pull Up's* Modificados.

Mantendo o exercício, flecte os membros superiores e aproxima a mandíbula da barra, fazendo o maior número possível de repetições, até à execução incorrecta ou surgimento de desconforto e/ou dor.

### 1.3.2.3. Lançamento da Bola de Hóquei

O sujeito assumia uma posição erecta, com o olhar direccionado para a sua frente e com uma bola de hóquei na mão dominante.

Após indicação do avaliador, o aluno recuava ambos os membros do quadrante dominante do corpo, simulando a posição de arremesso. Apoiando o peso do seu corpo no membro inferior recuado, armando o membro superior num movimento simbiótico, acompanhando com o tronco numa ligeira rotação. Feita a preparação do lançamento, dava-se a projecção.

Foi avaliada a distância do lançamento da bola de Hóquei. A **figura 4** ilustra a avaliação da variável em questão.



**Figura 4.** Avaliação do Lançamento da Bola de Hóquei

#### **1.3.2.4. Força Máxima Isométrica Voluntária**

A avaliação da força isométrica foi realizada usando um dinamómetro (TSD121C da *Biopac Systems Inc.*) ao realizar-se um exercício de *Arm Curl*, de *Tricep Press*, de *Shoulder Press* e de Preensão da mão. A unidade de medida utilizada foi o Quilograma (Kg).

##### **1.3.2.4.1. Arm Curl**

Antes de iniciar o exercício, foi necessário proceder à regulação da máquina (banco Larry Scott) para que a postura da criança fosse a mais apropriada. A regulação consistiu, na adaptação da altura do banco, e do apoio dos braços à altura do executante. Isto permitiu que o mesmo mantivesse as curvaturas anatómicas da coluna e o eixo de rotação do cotovelo alinhado com o banco.



**Figura 5.** Avaliação da Força Isométrica Máxima Voluntária do *arm curl*.

O exercício iniciou-se com o sujeito sentado no banco Larry Scott, com os membros superiores apoiados na face posterior, com a flexão dos cotovelos, descrevendo um ângulo de 90°. A pega foi realizada com as mãos em supinação. De seguida o sujeito executava uma repetição de contracção isométrica máxima voluntária como se verifica na **figura 5**. Neste exercício é importante manter a curvatura anatómica da coluna, braços bem apoiados e à largura dos ombros.

#### **1.3.2.4.2. *Triceps Press***

Na realização deste exercício, foi necessária a regulação da máquina através da adequação da altura do banco ao sujeito e colocação do cinto para evitar que a criança se apoiasse na carga no momento em que realizasse o movimento.

Para iniciar o exercício utiliza-se o pedal de segurança, de seguida, com as mãos em semi-pronação, com a flexão dos cotovelos descrevendo um ângulo de 90°, o sujeito executava uma repetição de contracção isométrica máxima voluntária. Os cotovelos, encontravam-se dirigidos para trás, mantendo as costas na sua curvatura normal e encostadas ao banco.

#### **1.3.2.4.3. *Shoulder Press***

Num banco a 90°, o sujeito sentava-se apoiando bem as costas e colocando os pés na base do apoio. A barra encontrava-se sobre o trapézio, e os cotovelos encontravam-se flectidos descrevendo um ângulo de 90°. De seguida, a criança efectuava uma repetição de contracção isométrica máxima voluntária.

Este movimento foi sempre realizado num plano vertical. As mãos encontravam-se em pronação, mantendo sempre as costas bem apoiadas no banco, e o olhar dirigido para a frente.

#### **1.3.2.4.4. Preensão da Mão**

Colocou-se o sujeito na posição erecta, a olhar para o horizonte, com os membros superiores em extensão ao longo do tronco, e com o dinamómetro na mão dominante, numa primeira fase, e na não dominante, numa segunda.

De seguida, a criança inicia a preensão durante o espaço de tempo ditado pelo avaliador como é demonstrado na **figura 6**.

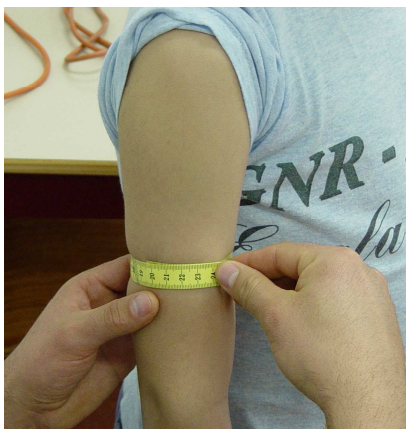


**Figura 6.** Avaliação da Força Isométrica Máxima Voluntária da Preensão de mão.

#### **1.3.3. Factores Morfológicos**

##### **1.3.3.1. Perímetros Braquial Relaxado**

Foi obtido com o bicípíte braquial relaxado ao nível do seu maior volume, com o membro superior relaxado e pendente ao longo do corpo, sendo a circunferência obtida na horizontal. Os resultados foram anotados em centímetros (cm), arredondados aos milímetros (mm). As medidas foram tomadas em ambos os membros superiores. Pode-se observar na **figura 7** o momento da avaliação do perímetro braquial relaxado.



**Figura 7.** Avaliação do Perímetro Braquial Relaxado.

### 1.3.3.2. Perímetros Braquial Contraído

Foi obtido com bíceps braquial contraído ao nível do seu maior volume, com o membro superior contraído e o antebraço perpendicular ao corpo, sendo a circunferência obtida na horizontal como é demonstrado na **figura 8**. Os resultados foram anotados em centímetros (cm) arredondados aos milímetros (mm). As medidas foram tomadas em ambos os membros superiores.



**Figura 8.** Avaliação do Perímetro Braquial Contraído.

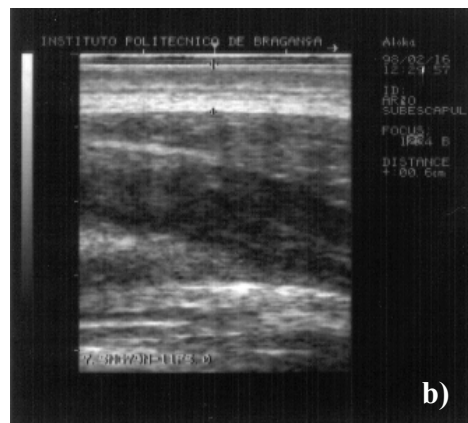
### 1.3.3.3. Pregas Tricipitais

A avaliação da prega tricipital foi medida ao nível dos tricépses braquiais através da ultrasonografia *B-mode*, utilizando uma ecocâmara e um scanner linear (*Ecocamera Aloca SSD-500*) em tempo real com 7,5 MHz como se pode observar na **figura 9**. Foi considerada a gordura cutânea. O resultado foi medido em milímetros (mm).



**Figura 9. a)** Avaliação da variável Antropométrica Prega tricipital.

**b)** Visualização da avaliação da ultrasonografia *B-mode*



#### 1.3.3.4. Espessura Muscular Bicipital e Tricipital

A avaliação da espessura muscular foi medida ao nível do bicipite e do tríceps braquiais através da ultrasonografia *B-mode*, utilizando uma ecocâmara e um scanner linear (*Ecocamera Aloca SSD-500*) em tempo real com 7,5 MHz como se pode observar nas imagens da **figura 10**.



**Figura 10.** a) Avaliação da espessura muscular tricipital; b) avaliação da espessura bicipital; c) ultrasonografia *B-mode*

Foi considerada unicamente a espessura do ventre muscular, removendo a espessura da pele e do úmero, dado que não tem qualquer função determinante na contracção muscular e, portanto, na produção de força muscular.

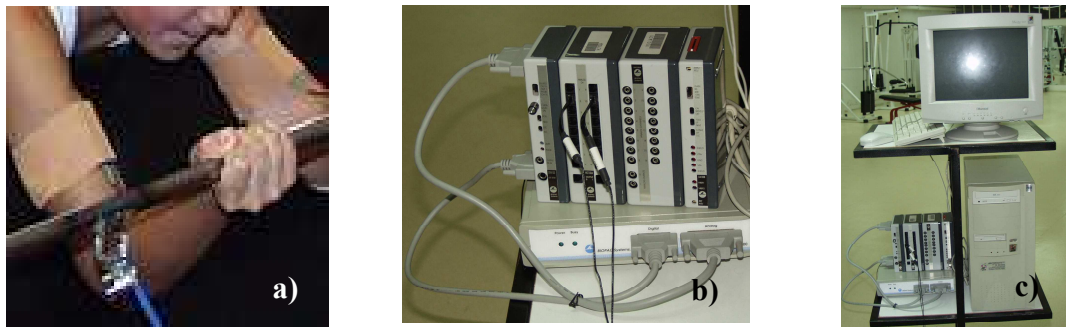
#### 1.3. 4. Factores Neuromusculares

A actividade electromiográfica (EMG) foi registada simultaneamente com a avaliação da FIMV. Durante o exercício de *Arm Curl* foi colocado um eléctrodo bipolar pré-amplificado de superfície (TSD 15A. da *Biopac Systems Inc.*<sup>®</sup>) em cada um dos bicipites braquiais. Durante os exercícios de *Triceps Press* e de *Shoulder Press*, foram utilizados dois eléctrodos de superfície, um no vasto lateral e outro no vasto medial, de cada tríceps braquial.

O eléctrodo de referência foi colocado no olecrâneo direito.



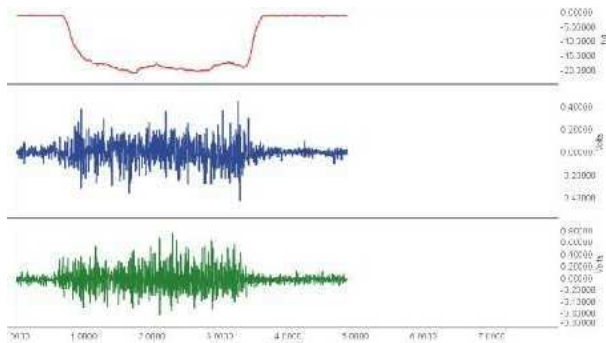
**Figura 11.** Colocação dois eléctrodos de superfície, um no vasto lateral e outro no vasto medial, de do tríceps braquial direito e eléctrodo de referência no olecrâneo direito.



**Figura 12.** a) Avaliação electromiográfica do Exercício de *Arm Curl*; cada bicípites braquial tinha colocado um eléctrodo bipolar de superfície. b) Eléctrodos do *Biopac System* c) Electromiografia

Os sinais EMG foram ampliados por um amplificador diferencial com uma impedância de entrada de 2 Megaohms ( $H\Omega$ ), um ganho de 1000, uma banda passante entre os 15 e os 450Hz e uma rejeição do modo comum do amplificador de 90dB.

Os sinais electromiográficos foram rectificadas e suavizados permitindo determinar a amplitude do sinal (aEMG) e integral do sinal EMG (iEMG). O sinal iEMG foi relativizado de acordo com a duração da contracção ( $iEMG/\Delta t$ ). Na figura 15 pode-se observar o sinal electromiográfico rectificadas e suavizados de cada bicípites braquial do *Arm Curl*.



**Figura 13.** Sinal electromiográfico rectificado e suavizado de cada bicipete braquial do *Arm Curl*.

#### 1.4. Procedimentos Estatísticos

Foram calculadas as estatísticas descritivas (média e o desvio padrão) para todas as variáveis.

Dado que o tamanho da amostra não oferecia garantias de cumprimento dos pressupostos para a utilização de procedimentos estatísticos paramétricos, optou-se pela utilização de procedimentos não paramétricos. Assim, foram analisadas as diferenças em cada momento da avaliação entre o Grupo de Controlo (GC) e o Grupo Experimental (GE) e entre os sexos através do teste *U* de *Mann-Whitney*.

Foi analisada a mudança entre o pré-teste e pós-teste tanto nos rapazes como nas raparigas em ambos os grupos através do teste de *Wilcoxon*.

O nível de significância foi mantido em 0,05.

Os cálculos foram realizados no pacote estatísticos SPSS<sup>®</sup> 10.0.

## **CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DA DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### 1. Introdução

#### 1.1. Força Muscular

1.1.1. *Push Up's* e *Pull Up's* Modificados e Lançamento da Bola de Hóquei

1.1.2. Força Máxima Isométrica Voluntária do Arm Curl, Triceps Press, Shoulder Press e Preensão de Mão

#### 1.2. Factores Morfológicos

1.2.1. Perímetros Braquiais Relaxado e Contraído, Pregas Tricipitais e Espessura Muscular Bicipital e Tricipital

#### 1.3. Factores Neuromusculares

1.3.1. Amplitude Electromiográfica

1.3.2. Sinal electromiografico relativizado a duração da contracção

#### 1.4. Apreciação Global dos resultados

## **CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DA DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **1. Introdução**

Em primeiro lugar analisaremos os efeitos do programa de treino na força muscular, posteriormente apreciaremos os seus efeitos nos aspectos morfológicos (massa muscular) e finalmente nos aspectos neuromusculares.

Por último apresentaremos uma apreciação global dos resultados onde serão discutidos e questionados com os factores que originam os eventuais ganhos de força, em crianças pré-púberes (morfológicos ou neuromusculares).

### **1.1. Força Muscular**

#### **1.1.1. *Push Up's* e *Pull Up's* modificados e Lançamento da Bola de Hóquei**

Nos quadros 1 e 2 são apresentados as estatísticas descritivas (média  $\pm$  dp) e os valores da prova U de Mann-Whitney para as diferenças entre o GE e o GC respectivamente no pré e no pós-teste. Verifica-se que no pré-teste apenas existem diferenças estatisticamente significativas entre o GC e o GE das raparigas no teste PULLUP. No pós-teste apenas não ocorreram diferenças significativas entre o GE e o GC e em ambos os sexos no teste de LANÇ.

**Quadro 1.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ).

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
PUSHUP <sub>(rep)</sub>	8,17 $\pm$ 8,73	6,13 $\pm$ 3,68	23,50	0,948	2,45 $\pm$ 3,47	4,33 $\pm$ 5,59	46,50	0,816
PULLUP <sub>(rep)</sub>	4,33 $\pm$ 2,42	6,00 $\pm$ 2,45	14,50	0,215	2,18 $\pm$ 1,99	4,00 $\pm$ 1,50	24,00	*0,046
LANÇ <sub>(m)</sub>	13,37 $\pm$ 2,62	16,29 $\pm$ 3,42	13,00	0,156	8,04 $\pm$ 2,59	9,01 $\pm$ 2,12	34,00	0,239

\*p $\leq$ 0,05

**Quadro 2.** Média ± desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ).

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
PUSHUP <sub>(rep)</sub>	20,17±10,32	5,86±3,24	5,50	*0,026	23,09±25,93	5,57±3,74	4,50	*0,002
PULLUP <sub>(rep)</sub>	9,50±1,64	4,86±2,67	2,50	*0,008	9,55±8,68	4,14±2,12	12,00	*0,015
LANÇ <sub>(m)</sub>	16,33±1,96	15,33±3,12	17,50	0,617	9,06±1,96	10,28±2,72	28,00	0,341

\*p≤0,05

Nos quadros 3 e 4 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova *W* de *Wilcoxon* para a diferença entre o pré-teste e o pós-teste e cada grupo respectivamente no sexo masculino e no sexo feminino. Verifica-se que nos grupos experimentais de ambos os sexos, houve mudanças significativas entre o pré-teste e o pós-teste enquanto que nos grupos de controlo não se verificaram mudanças significativas. As mudanças verificadas nos dois sexos no grupo experimental são no sentido positivo, isto é, o rendimento aumentou nos diferentes testes de força. Esta melhoria atingiu o valor de 146% no teste PUSHUP, 119% no teste PULLUP e 22% no LANÇ nos rapazes; 842% no teste PUSHUP, 338% no teste PULLUP e 12% no LANÇ, nas raparigas.

**Quadro 3.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância (p≤0,05) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ).

VARIÁVEL	GE Masculino				GC Masculino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
PUSHUP <sub>(rep)</sub>	8,17±8,73	20,17±10,32	2,207	*0,027	6,13±3,68	5,86±3,24	0,213	0,832
PULLUP <sub>(rep)</sub>	4,33±2,42	9,50±1,64	2,207	*0,027	6,00±2,45	4,86±2,67	1,089	0,276
LANÇ <sub>(m)</sub>	13,37±2,63	16,33±1,96	2,201	*0,028	16,29±3,42	15,33±3,12	0,676	0,499

\*p≤0,05

**Quadro 4.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância (p≤0,05) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes *Push U'ps* (PUSHUP), *Pull U'ps* Modificados (PULLUP) e Lançamento da Bola de Hóquei (LANÇ).

VARIÁVEL	GE Feminino				GC Feminino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
PUSHUP <sub>(rep)</sub>	2,45±3,47	23,09±25,93	2,938	*0,003	4,33±5,59	5,57±3,74	1,913	0,056
PULLUP <sub>(rep)</sub>	2,18±1,99	9,55±8,68	2,941	*0,003	4,00±1,50	4,14±2,12	0,276	0,783
LANÇ <sub>(m)</sub>	8,04±2,59	9,06±1,96	2,401	*0,016	9,01±2,12	10,28±2,72	1,690	0,091

\*p≤0,05

### 1.1.2. Força Máxima Isométrica Voluntária do Arm Curl, Triceps Press, Shoulder Press e Prensão de Mão

Nos quadros 5 e 6 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova U de Mann-Whitney para as diferenças entre o GE e o GC respectivamente no pré e no pós-teste.

Apresentam-se os resultados dos grupos observados referentes à Força Máxima Isométrica Voluntária (FMIV). Curiosamente para esta avaliação, só no pré-teste é que existiram diferenças estatisticamente significativas, com valores médios superiores no grupo experimental (PREEDIR, tanto no sexo masculino como feminino; PREEESQ, no sexo feminino; FIMVSHL, no sexo masculino). No pós-teste, embora não se observe diferenças com significado estatístico, é o grupo de controlo que apresenta valores médios superiores na maior parte das avaliações da força em ambos os sexos.

**Quadro 5.** Média ± desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Prensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL)).**

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
PREEDIR (Kg)	9,51±1,54	6,84±0,97	4,00	*0,010	8,30±1,25	5,80±0,83	4,00	*0,001
PREEESQ (Kg)	6,97±1,31	6,50±1,04	18,00	0,439	6,79±1,30	5,41±1,27	24,00	*0,053
FIMVTRP (Kg)	36,13±8,54	37,97±6,69	19,00	0,519	32,02±8,39	32,43±8,10	48,00	0,909
FIMVARM (Kg)	17,81±3,71	17,40±6,28	17,00	0,366	18,93±8,80	15,20±5,25	28,00	0,102
FIMVSHL (Kg)	28,63±6,06	16,94±1,58	0,00	*0,002	22,90±8,47	21,55±6,89	43,00	0,621

\*p≤0,05

**Quadro 6.** Média ± desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Prensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL)).**

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
PREEDIR (Kg)	7,94±1,88	9,05±1,77	12,00	0,199	6,16±1,96	6,72±1,22	30,00	0,441
PREEESQ (Kg)	7,24±1,97	7,06±1,77	19,00	0,775	5,91±1,92	6,41±1,91	33,00	0,618
FIMVTRP (Kg)	44,79±9,29	42,19±10,41	17,00	0,568	32,54±8,36	36,44±10,92	30,50	0,469
FIMVARM (Kg)	14,84±2,79	16,49±4,68	17,00	0,568	14,12±3,42	15,09±4,57	32,00	0,556
FIMVSHL (Kg)	28,25±4,84	28,87±6,48	20,00	0,886	24,10±5,29	27,99±4,73	21,50	0,123

\*p≤0,05

Nos quadros 7 e 8 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova W de *Wilcoxon* para a diferença entre o pré-teste e o pós-teste e cada grupo respectivamente no sexo masculino e no sexo feminino.

Nestes quadros, os resultados são incongruentes não se podendo retirar deles qualquer ilação sobre os efeitos do Treino. Dado que em alguns testes – PREEDIR nos rapazes e PREEDIR e FIMVARM nas raparigas – se verificam diminuições significativas do rendimento. Por outro lado, no GC verificou-se a ocorrência de melhorias significativas em alguns testes – PREEDIR nos rapazes e as raparigas e no FIMVSHL nos rapazes.

**Quadro 7.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL)).**

VARIÁVEL	GE Masculino				GC Masculino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
PREEDIR (Kg)	9,51±1,54	7,94±1,88	1,992	*0,046	6,84±0,97	9,05±1,77	2,028	*0,043
PREEESQ (Kg)	6,97±1,31	7,24±1,97	0,734	0,463	6,50±1,04	7,06±1,77	1,183	0,237
FIMVTRP (Kg)	36,13±8,54	44,79±9,29	2,201	*0,028	37,97±6,69	42,19±10,41	1,521	0,128
FIMVARM (Kg)	17,81±3,71	14,84±2,79	1,572	0,116	17,40±6,28	16,49±4,68	0,507	0,612
FIMVSHL (Kg)	28,63±6,06	28,25±4,84	0,314	0,753	16,94±1,58	28,87±6,48	2,366	*0,018

\* $p \leq 0,05$

**Quadro 8.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **Força Máxima Isométrica Voluntária (Preensão da Mão Direita (PREEDIR) e Esquerda (PREEESQ), Arm Curl (FIMVARM), Triceps Press (FIMVTRP) e Shoulder Press (FIMVSHL)).**

VARIÁVEL	GE Feminino				GC Feminino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
PREEDIR (Kg)	8,30±1,25	6,16±1,96	2,667	*0,008	5,80±0,83	6,72±1,22	2,366	*0,018
PREEESQ (Kg)	6,79±1,30	5,91±1,92	1,423	0,155	5,41±1,27	6,41±1,91	1,859	0,063
FIMVTRP (Kg)	32,02±8,39	32,54±8,36	0,089	0,929	32,43±8,10	36,44±10,92	0,338	0,735
FIMVARM (Kg)	18,93±8,80	14,12±3,42	2,312	*0,021	15,20±5,25	15,09±4,57	0,507	0,612
FIMVSHL (Kg)	22,90±8,47	24,10±5,29	0,978	0,328	21,55±6,89	27,99±4,73	1,859	0,063

\* $p \leq 0,05$

## 1.2. Factores Morfológicos

### 1.2.1. Perímetros Braquiais Relaxado e Contraído, Pregas Tricipitais e Espessura Muscular Bicipital e Tricipital.

Nos quadros 9 e 10 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova U de Mann-Whitney para as diferenças entre o GE e o GC respectivamente no pré e no pós-teste.

Nos quadros 9 e 10, estão expostos os valores da comparação referentes aos perímetros braquiais relaxados e contraídos, direito e esquerdo; pregas tricpitais, direita esquerda; e espessura muscular, direita e esquerda, de ambos os sexos, antes e após o treino.

Saliente-se que os valores médios dos perímetros braquiais, nos grupos experimentais (masculino e feminino), são sempre superiores, excepto do PBCDIR no sexo masculino, no pré-teste. Contudo, não se registam diferenças significativas em quaisquer das comparações.

Quanto à análise dos resultados das pregas tricpitais, importa realçar que os valores referentes ao grupo experimental (GE) são também, superiores, excepto, como se poderá verificar, no grupo de controlo feminino, no PTDIR no pré-teste e PTDIR e PTESQ no pós-teste.

No que concerne à espessura muscular, as médias registadas nesta variável indicam uma alternância de superioridade da massa muscular, entre o grupo experimental (GE) e o grupo de controlo (GC), apresentando mesmo valores estatisticamente significativos no que se refere ao pré-teste, no EMBDIR e EMBESQ no GE no sexo feminino, bem como no pós-teste, respectivamente no EMTDIR, desta feita, superior no grupo de controlo.

**Quadro 9.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR)** e **Esquerdo (PBRESQ)** e **Contraído Direito (PBCDIR)** e **Esquerdo (PBCESQ)**; **Prega Tricipital Direita (PTDIR)** e **Esquerda (PTESQ)**; **Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR)** e **Esquerda (EMBESQ)** e **Tricipital Direita (EMTDIR)** e **Esquerda (EMTESQ)**.

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
<b>PBRDIR</b> (cm)	21,25 $\pm$ 2,56	20,69 $\pm$ 2,90	19,00	0,513	21,25 $\pm$ 2,15	21,20 $\pm$ 3,30	45,00	0,732
<b>PBRESQ</b> (cm)	21,17 $\pm$ 2,48	20,50 $\pm$ 2,94	18,00	0,431	21,34 $\pm$ 2,27	21,21 $\pm$ 3,30	45,00	0,731
<b>PBCDIR</b> (cm)	22,70 $\pm$ 2,50	23,20 $\pm$ 4,04	23,50	0,948	22,75 $\pm$ 2,01	21,99 $\pm$ 3,00	39,00	0,423
<b>PBCESQ</b> (cm)	22,55 $\pm$ 2,26	21,76 $\pm$ 2,80	17,50	0,401	22,31 $\pm$ 1,91	22,09 $\pm$ 3,17	40,50	0,492
<b>PTDIR</b> (mm)	9,17 $\pm$ 2,71	6,36 $\pm$ 2,69	11,00	0,088	10,82 $\pm$ 2,44	11,00 $\pm$ 3,84	44,50	0,702
<b>PTESQ</b> (mm)	8,83 $\pm$ 2,79	6,83 $\pm$ 2,42	16,00	0,295	10,27 $\pm$ 2,15	9,89 $\pm$ 3,22	41,50	0,540
<b>EMBDIR</b> (cm)	2,52 $\pm$ 0,37	2,14 $\pm$ 0,59	11,50	0,105	2,31 $\pm$ 0,30	1,86 $\pm$ 0,27	12,50	*0,005
<b>EMBESQ</b> (cm)	2,48 $\pm$ 0,33	2,10 $\pm$ 0,54	13,50	0,174	2,35 $\pm$ 0,45	1,95 $\pm$ 0,24	22,00	*0,036
<b>EMTDIR</b> (cm)	1,88 $\pm$ 0,20	1,96 $\pm$ 0,42	22,50	0,844	1,89 $\pm$ 0,29	2,12 $\pm$ 0,36	31,00	0,157
<b>EMTESQ</b> (cm)	1,90 $\pm$ 0,20	1,93 $\pm$ 0,30	23,50	0,948	1,95 $\pm$ 0,39	2,21 $\pm$ 0,56	35,00	0,269

\*p $\leq$ 0,05

**Quadro 10.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR)** e **Esquerdo (PBRESQ)** e **Contraído Direito (PBCDIR)** e **Esquerdo (PBCESQ)**; **Prega Tricipital Direita (PTDIR)** e **Esquerda (PTESQ)**; **Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR)** e **Esquerda (EMBESQ)** e **Tricipital Direita (EMTDIR)** e **Esquerda (EMTESQ)**.

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
<b>PBRDIR</b> (cm)	22,42 $\pm$ 2,87	21,03 $\pm$ 2,62	13,50	0,283	22,32 $\pm$ 1,98	21,81 $\pm$ 3,88	30,50	0,466
<b>PBRESQ</b> (cm)	22,42 $\pm$ 2,87	20,93 $\pm$ 2,68	13,50	0,283	22,23 $\pm$ 2,02	21,89 $\pm$ 3,74	33,50	0,648
<b>PBCDIR</b> (cm)	23,67 $\pm$ 2,58	22,90 $\pm$ 2,40	17,50	0,614	23,45 $\pm$ 2,08	22,74 $\pm$ 3,37	30,50	0,467
<b>PBCESQ</b> (cm)	23,50 $\pm$ 2,53	22,21 $\pm$ 2,75	14,00	0,315	23,32 $\pm$ 2,21	22,70 $\pm$ 3,30	32,50	0,586
<b>PTDIR</b> (mm)	9,33 $\pm$ 3,20	8,09 $\pm$ 3,74	18,00	0,666	10,64 $\pm$ 2,06	11,00 $\pm$ 4,51	33,50	0,646
<b>PTESQ</b> (mm)	9,50 $\pm$ 2,74	6,66 $\pm$ 2,87	8,00	0,059	10,00 $\pm$ 1,61	10,86 $\pm$ 3,48	37,00	0,890
<b>EMBDIR</b> (cm)	2,12 $\pm$ 0,55	2,21 $\pm$ 0,46	20,00	0,886	2,15 $\pm$ 0,48	1,96 $\pm$ 0,15	23,50	0,171
<b>EMBESQ</b> (cm)	2,12 $\pm$ 0,57	2,19 $\pm$ 0,35	18,50	0,719	2,14 $\pm$ 0,31	2,04 $\pm$ 0,24	30,50	0,463
<b>EMTDIR</b> (cm)	1,95 $\pm$ 0,38	2,04 $\pm$ 0,30	18,50	0,719	1,78 $\pm$ 0,34	2,26 $\pm$ 0,42	15,00	*0,032
<b>EMTESQ</b> (cm)	1,88 $\pm$ 0,22	2,06 $\pm$ 0,47	16,50	0,514	1,89 $\pm$ 0,31	2,23 $\pm$ 0,47	21,50	0,122

\*p $\leq$ 0,05

Nos quadros 11 e 12 são apresentados as estatísticas descritivas (média  $\pm$  dp) e os valores da prova *W* de *Wilcoxon* para a diferença entre o pré-teste e o pós-teste e cada grupo respectivamente no sexo masculino e no sexo feminino.

Como se pode observar, no pré-teste existem diferenças estatisticamente significativas no GE tanto nas raparigas como nos rapazes nos testes PBRDIR, PBRESQ, PBCDIR E PBCESQ, no pré e no pós-teste. No GC feminino, também existem diferenças significativas no PBCDIR.

Relativamente às pregas tricipitais, convém realçar que os valores médios referentes ao GE são também aqui, maiores, excepto, como se poderá verificar, no grupo de controlo feminino, no PTDIR no pré-teste e PTDIR e PTESQ no pós-teste.

Os resultados da espessura muscular bicipital apresentam no pós-teste dois valores estatisticamente significativos, no EMBDIR e EMBESQ no grupo de controlo feminino.

A maioria dos valores patentes indicam, na generalidade, que não existe aumento dimensional ao nível do músculo bicipital e tricipital, mesmo após o treino aplicado aos grupos experimentais.

**Quadro 11.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes **Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ).**

VARIÁVEL	GE Masculino				GC Masculino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
<b>PBRDIR</b> (cm)	21,25±2,56	22,42±2,87	2,041	*0,041	20,69±2,90	21,03±2,62	0,378	0,705
<b>PBRESQ</b> (cm)	21,17±2,48	22,42±2,87	2,041	*0,041	20,50±2,94	20,93±2,68	0,333	0,739
<b>PBCDIR</b> (cm)	22,70±2,50	23,67±2,58	2,201	*0,028	23,20±4,04	22,90±2,49	0,135	0,893
<b>PBCESQ</b> (cm)	22,55±2,26	23,50±2,53	2,060	*0,039	21,76±2,80	22,21±2,75	0,552	0,581
<b>PTDIR</b> (mm)	9,17±2,71	9,33±3,20	0,687	0,492	6,36±2,69	8,09±3,74	1,753	0,080
<b>PTESQ</b> (mm)	8,83±2,79	9,50±2,74	1,414	0,157	6,83±2,42	6,66±2,87	0,272	0,785
<b>EMBDIR</b> (cm)	2,52±0,37	2,12±0,55	1,633	0,102	2,14±0,59	2,21±0,46	0,412	0,680
<b>EMBESQ</b> (cm)	2,48±0,33	2,12±0,57	1,787	0,074	2,10±0,54	2,19±0,35	0,681	0,496
<b>EMTDIR</b> (cm)	1,88±0,20	1,95±0,38	0,677	0,498	1,96±0,42	2,04±0,30	0,256	0,798
<b>EMTESQ</b> (cm)	1,90±0,20	1,88±0,22	0,000	1,000	1,93±0,30	2,06±0,47	1,476	0,140

\* $p \leq 0,05$

**Quadro 12.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **Perímetros Braquiais Relaxado Direito (PBRDIR) e Esquerdo (PBRESQ) e Contraído Direito (PBCDIR) e Esquerdo (PBCESQ); Prega Tricipital Direita (PTDIR) e Esquerda (PTESQ); Espessura Muscular Bicipital Direita (EMBDIR) e Esquerda (EMBESQ) e Tricipital Direita (EMTDIR) e Esquerda (EMTESQ).**

VARIÁVEL	GE Feminino				GC Feminino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
<b>PBRDIR</b> (cm)	21,25±2,15	22,32±1,98	2,820	*0,005	21,20±3,30	21,81±3,88	1,604	0,109
<b>PBRESQ</b> (cm)	21,34±2,27	22,23±2,02	2,051	*0,040	21,21±3,30	21,89±3,74	1,841	0,066
<b>PBCDIR</b> (cm)	22,75±2,01	23,45±2,08	2,941	*0,003	21,99±3,00	22,74±3,37	2,264	*0,024
<b>PBCESQ</b> (cm)	22,31±1,91	23,32±2,21	2,603	*0,009	22,09±3,17	22,70±3,30	1,826	0,068
<b>PTDIR</b> (mm)	10,82±2,44	10,64±2,06	0,359	0,719	11,00±3,84	11,00±4,51	0,318	0,750
<b>PTESQ</b> (mm)	10,27±2,15	10,00±1,61	0,722	0,470	9,89±3,22	10,86±3,48	1,300	0,194
<b>EMBDIR</b> (cm)	2,31±0,30	2,15±0,48	0,870	0,384	1,86±0,27	1,96±0,15	2,226	*0,026
<b>EMBESQ</b> (cm)	2,35±0,45	2,14±0,31	1,471	0,141	1,94±0,24	2,04±0,24	2,058	*0,040
<b>EMTDIR</b> (cm)	1,89±0,29	1,78±0,34	0,845	0,398	2,12±0,36	2,26±0,42	0,516	0,606
<b>EMTESQ</b> (cm)	1,95±0,39	1,89±0,31	0,354	0,723	2,21±0,56	2,23±0,47	0,170	0,865

\* $p \leq 0,05$

### 1.3. Factores Neuromusculares

#### 1.3.1. Amplitude do Sinal Electromiográfico

Nos quadros 13 e 14 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova U de Mann-Whitney para as diferenças entre o GE e o GC respectivamente no pré e no pós-teste.

Observando os quadros 13 e 14, no pré-teste, encontram-se valores estatisticamente significativos nas raparigas no ACAEMDIR e TPAEMVMD, favorável

ao grupo experimental; no grupo masculino temos um valor estatisticamente significativo no SPAEMVME também favorável ao grupo experimental. O único valor estatisticamente significativo no pós-teste surge-nos no grupo de controlo feminino no ACAEMDIR favorável ao grupo de controlo.

**Quadro 13.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME)).**

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
ACAEMDIR	0,19 $\pm$ 0,05	0,27 $\pm$ 0,15	18,00	0,439	0,19 $\pm$ 0,07	0,39 $\pm$ 0,23	19,00	*0,020
ACAEMESQ	0,50 $\pm$ 0,10	0,40 $\pm$ 0,29	13,00	0,156	0,45 $\pm$ 0,26	0,22 $\pm$ 0,27	25,00	0,063
TPAEMVLD	0,37 $\pm$ 0,14	0,29 $\pm$ 0,17	15,00	0,245	0,33 $\pm$ 0,10	0,36 $\pm$ 0,16	45,00	0,732
TPAEMVMD	0,22 $\pm$ 0,08	0,18 $\pm$ 0,12	19,00	0,519	0,16 $\pm$ 0,06	0,26 $\pm$ 0,15	24,00	*0,053
TPAEMVLE	0,66 $\pm$ 0,96	0,30 $\pm$ 0,12	20,00	0,606	0,28 $\pm$ 0,09	0,43 $\pm$ 0,19	28,00	0,102
TPAEMVME	0,34 $\pm$ 0,14	0,43 $\pm$ 0,20	19,00	0,519	0,36 $\pm$ 0,18	0,39 $\pm$ 0,21	47,00	0,849
SPAEMVLD	0,39 $\pm$ 0,15	0,40 $\pm$ 0,22	21,00	0,699	0,33 $\pm$ 0,14	0,36 $\pm$ 0,20	48,00	0,909
SPAEMVMD	0,19 $\pm$ 0,07	0,20 $\pm$ 0,10	24,00	1,00	0,15 $\pm$ 0,05	0,17 $\pm$ 0,09	43,00	0,621
SPAEMVLE	0,48 $\pm$ 0,11	0,36 $\pm$ 0,11	10,00	0,071	0,34 $\pm$ 0,08	0,37 $\pm$ 0,10	48,00	0,909
SPAEMVME	0,34 $\pm$ 0,10	0,22 $\pm$ 0,11	5,00	*0,014	0,23 $\pm$ 0,10	0,31 $\pm$ 0,16	36,00	0,305

\*p $\leq$ 0,05

**Quadro 14.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Man-Whitney* e nível de significância no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME)).**

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
ACAEMDIR	0,28 $\pm$ 0,10	0,30 $\pm$ 0,27	12,00	0,372	0,27 $\pm$ 0,14	0,37 $\pm$ 0,11	15,00	*0,033
ACAEMESQ	0,64 $\pm$ 0,35	0,38 $\pm$ 0,22	7,00	0,088	0,64 $\pm$ 0,23	0,54 $\pm$ 0,33	28,00	0,342
TPAEMVLD	0,31 $\pm$ 0,12	0,27 $\pm$ 0,09	32,00	0,556	0,23 $\pm$ 0,10	0,26 $\pm$ 0,11	14,00	0,570
TPAEMVMD	0,17 $\pm$ 0,11	0,23 $\pm$ 0,19	21,00	0,113	0,14 $\pm$ 0,07	0,27 $\pm$ 0,19	13,00	0,465
TPAEMVLE	0,28 $\pm$ 0,12	0,24 $\pm$ 0,20	31,00	0,497	0,26 $\pm$ 0,13	0,24 $\pm$ 0,16	13,00	0,465
TPAEMVME	0,27 $\pm$ 0,07	0,32 $\pm$ 0,13	26,00	0,258	0,24 $\pm$ 0,14	0,27 $\pm$ 0,04	17,00	0,935
SPAEMVLD	0,37 $\pm$ 0,09	0,33 $\pm$ 0,19	14,00	0,570	0,26 $\pm$ 0,14	0,33 $\pm$ 0,25	35,50	0,786
SPAEMVMD	0,13 $\pm$ 0,05	0,16 $\pm$ 0,10	16,00	0,808	0,11 $\pm$ 0,05	0,17 $\pm$ 0,12	27,50	0,319
SPAEMVLE	0,22 $\pm$ 0,14	0,19 $\pm$ 0,21	14,00	0,570	0,24 $\pm$ 0,16	0,18 $\pm$ 0,12	29,50	0,415
SPAEMVME	0,30 $\pm$ 0,11	0,26 $\pm$ 0,07	13,00	0,465	0,25 $\pm$ 0,10	0,21 $\pm$ 0,06	31,50	0,526

\*p $\leq$ 0,05

Nos quadros 15 e 16 são apresentados as estatísticas descritivas (média  $\pm$  dp) e os valores da prova *W* de *Wilcoxon* para a diferença entre o pré-teste e o pós-teste e cada grupo respectivamente no sexo masculino e no sexo feminino.

As comparações, revelam resultados estatisticamente significativos no que concerne ao grupo experimental masculino no ACAEMDIR e no SPAEMVME, do grupo de controlo. No sexo feminino, o grupo experimental feminino, apresenta valor com significado estatístico no TPAEMVME, enquanto o grupo de controlo o exibe no SPAEMVLE.

**Quadro 15.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes da **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME))**.

VARIÁVEL	GE Masculino				GC Masculino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	P	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
ACAEMDIR	0,19±0,05	0,28±0,10	2,023	*0,043	0,27±0,15	0,30±0,27	0,845	0,398
ACAEMESQ	0,50±0,10	0,64±0,35	0,674	0,500	0,40±0,29	0,38±0,22	0,845	0,398
TPAEMVLD	0,37±0,14	0,31±0,12	0,944	0,345	0,29±0,17	0,27±0,09	0,676	0,499
TPAEMVMD	0,22±0,08	0,17±0,11	1,214	0,225	0,18±0,12	0,23±0,19	0,845	0,398
TPAEMVLE	0,66±0,96	0,28±0,12	0,674	0,500	0,30±0,12	0,24±0,20	0,676	0,499
TPAEMVME	0,34±0,14	0,27±0,07	1,753	0,080	0,43±0,20	0,32±0,13	1,521	0,128
SPAEMVLD	0,39±0,15	0,37±0,09	0,674	0,500	0,40±0,22	0,33±0,19	0,000	1,000
SPAEMVMD	0,19±0,07	0,13±0,05	1,753	0,080	0,20±0,10	0,16±0,10	1,183	0,237
SPAEMVLE	0,48±0,11	0,22±0,14	1,753	0,080	0,36±0,11	0,19±0,21	1,859	0,063
SPAEMVME	0,34±0,10	0,30±0,11	0,944	0,345	0,22±0,11	0,26±0,07	2,366	*0,018

\* $p \leq 0,05$

**Quadro 16.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACAEMDIR) e Esquerdo (ACAEMESQ), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPAEMVLD) e Esquerdo (TPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPAEMVMD) e Esquerdo (TPAEMVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPAEMVLD) e Esquerdo (SPAEMVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPAEMVMD) e Esquerdo (SPAEMVME))**.

VARIÁVEL	GE Feminino				GC Feminino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	P	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
ACAEMDIR	0,19±0,07	0,27±0,14	1,423	0,155	0,39±0,23	0,37±0,11	0,338	0,735
ACAEMESQ	0,45±0,26	0,64±0,23	1,867	0,062	0,22±0,27	0,54±0,33	2,028	*0,043
TPAEMVLD	0,33±0,10	0,23±0,10	1,778	0,075	0,36±0,16	0,26±0,11	1,352	0,176
TPAEMVMD	0,16±0,06	0,14±0,07	0,711	0,477	0,26±0,15	0,27±0,19	0,169	0,866
TPAEMVLE	0,28±0,09	0,26±0,13	0,889	0,374	0,43±0,19	0,24±0,16	1,183	0,237
TPAEMVME	0,36±0,18	0,24±0,14	2,401	*0,016	0,39±0,21	0,27±0,04	1,352	0,176
SPAEMVLD	0,33±0,14	0,26±0,14	1,245	0,213	0,36±0,20	0,33±0,25	0,676	0,499
SPAEMVMD	0,15±0,05	0,11±0,04	1,867	0,062	0,17±0,09	0,17±0,12	0,507	0,612
SPAEMVLE	0,34±0,08	0,24±0,16	1,689	0,091	0,37±0,10	0,18±0,12	2,366	*0,018
SPAEMVME	0,23±0,10	0,25±0,10	0,978	0,328	0,31±0,16	0,21±0,06	1,183	0,237

\* $p \leq 0,05$

### 1.3.2. Integral do Sinal Electromiografico Relativizado à Duração da Contração.

Nos quadros 17 e 18 são apresentados as estatísticas descritivas (média ± dp) e os valores da prova U de Mann-Whitney para as diferenças entre o GE e o GC respectivamente no pré e no pós-teste.

Como figuram nos quadros 17 e 18, os valores estatisticamente significativos apresentam-se exclusivamente nos resultados do sexo feminino, nos ACEMDTD, TPEMDTVLE e SPEMDTVME, favorável ao grupo de controlo no pré-teste; TPEMDTVLD, TPEMDTVMD favorável ao grupo experimental no pós-teste.

Dado o facto de apenas em três variáveis haver mudanças significativas, não podemos deduzir que os ganhos de força se devem aos factores neuromusculares avaliados.

**Quadro 17.** Média ± desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado à duração da contração Amplitude do sinal Electromiográfico do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME))**.

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
ACEMDTD	0,06±0,01	0,15±0,19	20,00	0,606	0,05±0,02	0,25±0,28	15,00	*0,009
ACEMDTE	0,14±0,03	0,23±0,20	22,00	0,796	0,13±0,06	0,28±0,20	25,00	0,063
TPEMDTVLD	0,11±0,04	0,17±0,26	16,00	0,302	0,09±0,03	0,31±0,35	27,00	0,087
TPEMDTVMD	0,06±0,02	0,22±0,35	15,00	0,245	0,06±0,06	0,17±0,23	35,00	0,271
TPEMDTVLE	0,09±0,03	0,15±0,15	22,00	0,796	0,10±0,07	0,36±0,35	13,00	*0,006
TPEMDTVME	0,11±0,05	0,20±0,24	21,00	0,699	0,10±0,06	0,33±0,35	36,00	0,305
SPEMDTVLD	0,14±0,06	0,19±0,17	22,00	0,796	0,11±0,04	0,38±0,35	29,00	0,119
SPEMDTVMD	0,07±0,03	0,17±0,28	20,00	0,606	0,05±0,02	0,20±0,20	30,00	0,138
SPEMDTVLE	0,13±0,06	0,22±0,25	23,00	0,897	0,13±0,04	0,37±0,39	44,00	0,676
SPEMDTVME	0,12±0,06	0,18±0,20	20,00	0,606	0,10±0,05	0,30±0,24	18,00	*0,017

\* $p \leq 0,05$

**Quadro 18.** Média  $\pm$  desvio padrão, valor *U* de *Mann-Whitney* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC em ambos os sexos nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado à duração da contracção Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME)).**

VARIÁVEL	Masculino				Feminino			
	GE	GC	U	p	GE	GC	U	p
ACEMDTD	0,10 $\pm$ 0,04	0,20 $\pm$ 0,34	13,00	0,465	0,11 $\pm$ 0,07	0,12 $\pm$ 0,03	20,00	0,094
ACEMDTE	0,25 $\pm$ 0,17	0,28 $\pm$ 0,31	15,00	0,685	0,25 $\pm$ 0,09	0,32 $\pm$ 0,28	35,00	0,751
TPEMDTVLD	0,14 $\pm$ 0,12	0,13 $\pm$ 0,10	15,00	0,685	0,07 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,27	12,00	*0,016
TPEMDTVMD	0,04 $\pm$ 0,03	0,11 $\pm$ 0,12	9,00	0,167	0,04 $\pm$ 0,02	0,33 $\pm$ 0,34	15,00	*0,033
TPEMDTVLE	0,08 $\pm$ 0,04	0,20 $\pm$ 0,29	15,00	0,685	0,08 $\pm$ 0,05	0,38 $\pm$ 0,34	23,00	0,160
TPEMDTVME	0,07 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,18	7,00	0,088	0,07 $\pm$ 0,04	0,37 $\pm$ 0,31	10,00	*0,010
SPEMDTVLD	0,11 $\pm$ 0,04	0,20 $\pm$ 0,33	13,00	0,465	0,09 $\pm$ 0,05	0,26 $\pm$ 0,21	22,50	0,147
SPEMDTVMD	0,04 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,14	15,00	0,685	0,04 $\pm$ 0,02	0,28 $\pm$ 0,32	26,50	0,277
SPEMDTVLE	0,07 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,32	17,00	0,935	0,10 $\pm$ 0,08	0,44 $\pm$ 0,41	24,50	0,205
SPEMDTVME	0,09 $\pm$ 0,06	0,31 $\pm$ 0,43	11,00	0,291	0,10 $\pm$ 0,05	0,42 $\pm$ 0,32	20,50	0,103

\* $p \leq 0,05$

Nos quadros 19 e 20 são apresentados as estatísticas descritivas (média  $\pm$  dp) e os valores da prova *W* de *Wilcoxon* para a diferença entre o pré-teste e o pós-teste e cada grupo respectivamente no sexo masculino e no sexo feminino.

Nos quadros 19 e 20, o grupo masculino regista dois valores estatisticamente significativos, na variável ACEMDTD no grupo experimental e na variável SPEMDTVMD no grupo de controlo favorável ao pré-teste.

No que respeita ao sexo feminino, existe uma maior quantidade de valores estatisticamente significativos, nas variáveis ACEMDTD, ACEMDTE, favorável no pós-teste, enquanto que as variáveis TPEMDTVLD, TPEMDTVLE e TPEMDTVME, são favoráveis no pré-teste, exclusivamente no grupo experimental.

**Capítulo IV – Apresentação da Discussão dos Resultados**

**Quadro 19.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo masculino nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado a duração da contracção do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME))**.

VARIÁVEL	GE Masculino				GC Masculino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
ACEMDTD	0,06±0,01	0,10±0,04	2,023	*0,043	0,15±0,19	0,20±0,34	1,014	0,310
ACEMDTE	0,14±0,03	0,25±0,17	0,944	0,345	0,23±0,20	0,28±0,31	0,507	0,612
TPEMDTVLD	0,11±0,04	0,14±0,12	0,135	0,893	0,17±0,26	0,13±0,10	0,676	0,499
TPEMDTVMD	0,06±0,02	0,04±0,03	1,753	0,080	0,22±0,35	0,11±0,12	0,000	1,000
TPEMDTVLE	0,09±0,03	0,08±0,04	0,944	0,345	0,15±0,15	0,20±0,29	0,507	0,612
TPEMDTVME	0,11±0,05	0,07±0,02	1,753	0,080	0,20±0,24	0,17±0,18	0,676	0,499
SPEMDTVLD	0,14±0,06	0,11±0,04	1,483	0,138	0,19±0,17	0,20±0,33	1,014	0,310
SPEMDTVMD	0,07±0,03	0,04±0,01	1,483	0,138	0,17±0,28	0,10±0,14	2,366	*0,018
SPEMDTVLE	0,13±0,08	0,07±0,05	1,753	0,080	0,22±0,25	0,18±0,32	1,521	0,128
SPEMDTVME	0,12±0,6	0,09±0,02	1,483	0,138	0,18±0,20	0,31±0,43	1,014	0,310

\* $p \leq 0,05$

**Quadro 20.** Média ± desvio padrão, valor *W* de *Wilcoxon* e nível de significância ( $p \leq 0,05$ ) no Pré-Teste e Pós-Teste para a diferença entre o GE e o GC no sexo feminino nos testes **integral do sinal electromiografico relativizado a duração da contracção do Arm Curl Bicipete Direito (ACEMDTD) e Esquerdo (ACEMDTE), Triceps Press nos Vastus lateralis (Direiro (TPEMDTVLD) e Esquerdo (TPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (TPEMDTVMD) e Esquerdo (TPEMDTVME)) e Shoulder Press nos Vastus lateralis (Direiro (SPEMDTVLD) e Esquerdo (SPEMDTVLE)) e Vastus Medialis (Direiro (SPEMDTVMD) e Esquerdo (SPEMDTVME))**.

VARIÁVEL	GE Feminino				GC Feminino			
	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p	Pré-Teste	Pós-Teste	W	p
ACEMDTD	0,05±0,02	0,11±0,07	2,578	*0,010	0,25±0,28	0,12±0,03	1,352	0,176
ACEMDTE	0,13±0,06	0,25±0,09	2,756	*0,006	0,28±0,20	0,32±0,28	0,338	0,735
TPEMDTVLD	0,09±0,03	0,07±0,03	1,956	*0,050	0,31±0,35	0,30±0,27	1,014	0,310
TPEMDTVMD	0,06±0,06	0,04±0,02	0,800	0,424	0,17±0,23	0,33±0,34	1,521	0,128
TPEMDTVLE	0,10±0,07	0,08±0,05	2,134	*0,033	0,36±0,35	0,38±0,34	1,183	0,237
TPEMDTVME	0,10±0,06	0,06±0,04	2,490	*0,013	0,33±0,35	0,37±0,31	0,000	1,000
SPEMDTVLD	0,11±0,04	0,09±0,05	1,156	0,248	0,38±0,35	0,26±0,21	2,366	0,018
SPEMDTVMD	0,05±0,02	0,04±0,02	0,978	0,328	0,20±0,20	0,28±0,32	0,338	0,735
SPEMDTVLE	0,13±0,04	0,10±0,08	1,423	0,155	0,37±0,39	0,44±0,41	0,845	0,398
SPEMDTVME	0,10±0,05	0,10±0,05	0,622	0,534	0,30±0,24	0,42±0,32	1,183	0,237

\* $p \leq 0,05$

#### **1.4. Apreciação Global dos Resultados**

Os resultados obtidos e anteriormente apresentados permitem-nos inferir que os ganhos de força, registados nos grupos experimentais masculino e feminino, devem-se sobretudo aos factores neurais subjacentes à aprendizagem motora, supostamente à melhoria da coordenação motora (sincronização intra-musculares e inter-musculares) por efeito da prática contínua e sistemática a que os grupos experimentais foram sujeitos durante 10 semanas; uma vez que, como já se referiu anteriormente, não se registaram aumentos da massa muscular nos sujeitos observados, tal como nos estudos precedentes (Fukunaga, 1976; McGovern, 1984; Weltman *et al.*, 1986; Siegel *et al.*, 1989; Blimkie *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie, 1993; Ozmun *et al.*, 1994).

Visto que os *Push Up's* e os *Pull Up's* estiveram integrados no conjunto de tarefas motoras executadas no protocolo de treino para o grupo experimental, os aumentos de força terão sido possíveis devido a uma eventual aprendizagem motora dos movimentos do programa de treino de força. Este facto apoia o conceito de que existiu uma transferência do treino para as avaliações. Em relação ao LANÇ, não sendo um exercício do protocolo de treino, tal ocorrência poder-se-á justificar, levando em consideração uma eventual transferência de força/coordenação para uma habilidade motora específica, como é o lançamento da bola.

Sabe-se que qualquer tipo de lançamento, mesmo não sendo um exercício constituinte do treino, é por si só uma habilidade motora inata, sendo aceite que as crianças através de tarefas motoras específicas em brincadeiras, jogos e demais actividades físicas, utilizam o gesto de arremesso de diferentes objectos.

Com efeito, a existência de ganhos de força nestes testes de força resistência, leva-nos a pensar que o uso da electromiografia, conjuntamente com os PUSHUP e PULLUP, nos pré e pós testes, poderia confirmar-nos, ou não, a existência de adaptações neuromusculares simultaneamente com a aprendizagem motora. Sendo estes movimentos dinâmicos, seria difícil controlar estas variáveis de uma forma rigorosa, já que teríamos que uniformizar a velocidade de execução determinada para cada sujeito, conseqüentemente, as avaliações da força nestas variáveis seriam, provavelmente, condicionadas, e portanto afectadas.

Nos estudos de Vrijens (1978), Sewall e Michel (1986), Siegel *et al.* (1989) não se verificaram aumentos significativos na Força Isométrica Máxima Voluntária. No

entanto, no estudo de Siegel *et al.* (1989), a força de preensão da mão teve aumentos em média (conjugada a mão direita com a esquerda) 10,3% e 13,7% nos rapazes e nas raparigas, respectivamente.

Conquanto o treino tenha tido a duração, a intensidade e o volume apropriados (princípio da individualização da carga), os resultados do nosso estudo, indicam que o tratamento não se revelou eficaz ao nível da força máxima isométrica voluntária. Podendo significar ainda, que as adaptações decorrentes do treino ter-se-ão canalizado para outra expressão, quiçá mais específica, da capacidade motora em análise.

Não se tendo registado melhorias estatisticamente significativas nos parâmetros electromiográficos, por efeito do treino específico, tais resultados levam-nos a depreender que o treino aplicado terá centrado os seus efeitos de acordo com os movimentos específicos executados nas diferentes semanas de treino, e que terão provavelmente promovido uma coordenação motora específica, e desenvolvida uma velocidade de execução própria (Weineck, 1980).

No nosso estudo, apenas nos grupos de controlo se verificaram aumentos do pré-teste para o pós-teste, na força máxima isométrica voluntária da preensão de mão, aparentemente pelo facto de existir aprendizagem motora, pois em qualquer acção quotidiana os sujeitos executam as suas tarefas motoras com a mão dominante, o que resulta em preensão e repetição da habilidade motora em questão.

Noutros estudos (Vrijens, 1978; Sewall e Michel, 1986; Siegel *et al.*, 1989) onde também utilizaram um programa de treino de força dinâmico, não houve aumentos significativos de força aquando da avaliação da Força Máxima Isométrica Voluntária.

No estudo de Siegel *et al.* (1989) a força de preensão da mão teve aumentos em média (conjugada a mão direita com a esquerda) 10,3% e 13,7% nos rapazes e nas raparigas, respectivamente. Tais resultados apresentaram-se algo ambíguos, já que a magnitude da alteração é bem modesta e funcionalmente questionável no que concerne aos aumentos observados. Não deve ter havido controlo adequado dos efeitos da aprendizagem, apesar da estrutura do programa de treino ter sido correcto, pois já se recorreu ao uso de um grupo de controlo, os métodos de treino não permitiram quantificar ou progredir a resistência de carga.

Os resultados apurados ao nível das dimensões corporais sugerem que, tanto no grupo experimental como no seu controlo não se vislumbram outros efeitos que não sejam os do normal crescimento.

A análise comparativa nestas medidas confirma o que na literatura se refere quanto a estes indicadores relativos de muscularidade, isto é, o treino parece não provocar adaptações morfológicas visíveis (hipertrofia) nestes escalões etários (Vrijens, 1978; Blanksby e Gregor, 1981; McGovern, 1984; Weltman *et al.*, 1986; Sailors e Berg, 1987; Siegel *et al.*, 1989; Blimkie *et al.*, 1989; Mersh e Stoboy, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie 1993; Ozmun *et al.*, 1994; Payne *et al.*, 1997).

No que respeita à espessura muscular, os nossos resultados corroboram com dados da literatura (Vrijens, 1978; McGovern, 1984; Weltman *et al.*, 1986; Sailors e Berg, 1987; Siegel *et al.*, 1989; Blimkie *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1990; Blimkie 1993; Ozmun *et al.*, 1994; Payne *et al.*, 1997) quando estão em análise indivíduos pré-pubertários. Com alguma frequência confirma-se a evidência exposta em vários estudos nesta área: em crianças pré-pubescentes, sujeitas a treino específico de força, não se observa aumento da massa muscular (hipertrofia).

A pesquisa bibliográfica feita, identificou apenas um estudo (Mersch e Stoboy, 1989) onde se registou hipertrofia do músculo em pré-púberes. Não parece muito sustentável este postulado, pelo facto de não haver registo (avaliação maturacional) de potenciais efeitos anabólicos por acção endócrina normalmente iniciada com o salto pubertário (Blimkie e Sale, 1998).

Estas observações indicam que outros factores, para além das mudanças do tamanho do músculo, contam para os aumentos da força de resistência através de treinos, durante a pré-puberdade e o seu início.

Alguns resultados parecem sugerir que, serão de admitir efeitos adaptativos ao nível morfológico, induzidos pelo treino. Contudo, também, nos grupos de controlo se apuram valores médios, quase sempre, maiores no pós-teste.

Pode-se, por isso, conjecturar que tanto nos grupos sujeitos a tratamento, como nos seus controlos não se vislumbram outros efeitos que não sejam os do normal crescimento. Não sendo de desprezar alguns efeitos hipertróficos, conforme na literatura sugerem Blimkie (1993), Ramsay *et al.* (1990) e Mersh e Stoboy (1989).

Analisando os resultados dos factores neuromusculares, deparamo-nos com a circunstância singular, de que os aumentos da força não parecem ser imputados a uma maior actividade neuromuscular, sugerindo aliás, que os aumentos de força na pré-púberdade aparentam ser independentes das alterações do tamanho do músculo (hipertrofia), e/ou das alterações na actividade neurológica (leia-se potencial de acção), dependendo provavelmente mais, do processo de aprendizagem motora (Weineck, 1980). Uma melhor coordenação dos grupos musculares envolvidos, parecem ser provavelmente os maiores determinantes de ganhos de força.

Os valores nesta variável levam-nos a acreditar que os aumentos da força poderão não estar obrigatoriamente relacionados aos aumentos neuromusculares, visto que da grande maioria das variáveis não se vislumbram aumentos dessa mesma actividade. Especula-se então que os ganhos de força registados neste estudo poderão advir da coordenação motora implícita na aprendizagem contínua e sistemática providenciada pelo treino, factor neural não registado pela electromiografia.

Os resultados provenientes das medições electromiográficas vêm dar suporte à opinião de que existe uma ausência de adaptações neuromusculares, nos testes de força isométrica máxima voluntária, neste estudo. Mais uma vez se confirmam os resultados expostos nos quadros da amplitude do sinal electromiografico (aEMG) dos testes de força isométrica máxima voluntária.

Em síntese.

A exemplo de algumas investigações (Sailors e Berg, 1987; MCGovern, 1984; Weltman *et al*, 1986; Siegel *et al*, 1989; Blimkie *et al*, 1989; Ramsay *et al*, 1990; Ozmun *et al*, 1994), não se vislumbra evidência, no que concerne a melhorias significativas no desempenho da força associadas à hipertrofia muscular, nestes estudos e com a presente amostra. Mais, as adaptações morfológicas resultantes do treino da força em crianças de ambos os sexos, têm-se revelado cientificamente pouco sustentáveis, mesmo as registadas por Mersh e Stoboy (1989) e por Fukunaga *et al* (1992).

Presume-se, assim, que existem outros factores subjacentes aos ganhos de força em indivíduos pré-puberes.

As adaptações neurais emergentes do treino de força são outra das causas apontadas como essenciais nos ganhos de força.

Usualmente, induz-se, por exclusão de partes, que havendo aumento de força em pré-pubescentes, e não se tendo registado alterações morfológicas ao nível dos músculos solicitados, os ganhos de força exibidos derivam de adaptações neurológicas e/ou neuromotoras imprecisas (Weltman, 1986 e Hassan, 1991).

Com efeito, neste estudo registámos ganhos de força específica das crianças dos grupos experimentais, após dez semanas de aplicação de um treino igualmente com incidência específica. As medições antropométricas, no pré e no pós teste, anunciam que não existem adaptações morfológicas (hipertrofia) por efeito do treino. Adicionalmente, as avaliações electromiográficas não permitiram observar alterações neuromusculares com magnitudes estatisticamente significativas.

Pode-se, então, supor que embora os registos electromiográficos detectem aspectos dos potenciais de acção musculares, não asseveram factores perfeitamente distintos de coordenação motora.

O aperfeiçoamento da coordenação motora, com base na repetição contínua e sistemática de determinados movimentos pode ser a inferência mais apropriada deste estudo, e justificativa do aumento das prestações de força assinaladas nas crianças dos grupos treinados.

## **CAPÍTULO V – CONCLUSÕES**

Da análise dos resultados observados neste estudo, poder-se-á retirar as seguintes conclusões:

1. Os resultados sugerem que as crianças pré-púberes podem aumentar a força após um programa de treino que inclua exercícios calisténicos.
2. Este programa de treino não parece ter efeitos significativos no desenvolvimento da Força Máxima Isométrica Voluntária (FMIV).
3. O aumento da força não foi acompanhado de um aumento da massa muscular.
4. Neste estudo não houve alterações da activação neuromuscular.
5. Parece que os factores que estão subjacentes ao aumento da força podem estar relacionados com o aumento da coordenação do movimento.
6. A coordenação parece ser o factor que mais contribui para o aumento de força para exercícios mais complexos.

Poucos são os estudos de força feitos com esta população alvo (pré-púberes). É de toda a conveniência que se realize mais investigações nesta área, especialmente mais intensivos e com duração acima das 10 semanas, no sentido de se confirmar se a hipertrofia só se torna significativa após um longo período de treino de força, sendo que nos programas de treino com durações inferiores a dez semanas, os ganhos de força são devidos essencialmente a adaptações neurais (Sale, 1989).

**BIBLIOGRAFIA**

American Academy of Pediatrics (1983). Weight training and weight lifting: Information for the Pediatrician. *The Physician and Sportsmedicine*, 11(3), 157-161

American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine (1990). Strength, training, weight and power lifting, and body building by children and adolescents. *Pediatrics* 1990; 86:801.

American Academy of Pediatrics. Committee on Child Health Financing (2000). Guiding principles for managed care arrangements for the health care of newborns, infants, children, adolescents, and young adults. *Pediatrics* 2000; 105: 132-5

American College of Sports Medicine (1993). The prevention of sport injuries of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 25(8 Suppl): 1-7.

American College of Sports Medicine (1995). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins.

American Orthopaedic Society for Sports Medicine (1988). *Proceedings of the Conference on Strength Training and the Prepubescent*. Chicago: Author.

Badillo, J.J.G. e Ayestarán, E.G. (1995) *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.

Badillo, J.J. (2000). Concepto y Medida de la Fuerza Explosiva en el Deporte. Posibles Aplicaciones al entrenamiento. *Entrenamiento Deportivo*, Tomo XIV, n.º 1, 5-15.

Baechle, T. R. (1994). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics.

Baumgartner, T.A. e Wood, S.S. (1984). Development of shoulder-girdle strength-endurance in elementary children. *The Res.Quarterly*, 55(2): 169-171.

Belanger, A.Y. e McComas, A.J. (1981). Extent of motor unit activation during effort. *J. Appl. Physiol.* 51:1131-1135.

Benton, J.W. (1983). Epiphyseal plate fractures in sports. *Physician Sports Med.* 10:63-71

Maes H, Beunen G, Vlietinck R, Neale MC, Claessens A, Lefevre J, Lysens R, Pince, I, Van Den Bossche C, Vanden Eynde B, Derom R (1992) Univariate genetic analysis of

physical characteristics of 10-year-old twins and their parents. In Coudert J, Van Praagh E (Eds) Children and Exercise XVI, Pediatric Work Physiology. Methodological, physiological and pathological aspects Paris: Masson 205-207

Blanksby, B. e Gregor J. (1981). Anthropometric, strength and physiological changes in male and female swimmers with progressive resistance training. Aust J Sport Sciences. 1: 3-6.

Blimkie, C.J., Ramsay , J., Sale, D., MacDougall,D., Smith,K., e Garner, S. (1989a). Effects of 10 weeks of resistance training on strength development in prepubertal boys. In: Oseid e K-H, Carlsen (Eds.), Children and Exercise XIII, pp.183-197. Champaign, IL: Human Kinetics.

Blimklic, C.J.R.; Martin, J.; Ramsay, J.; Sale, D. e MacDougall, D. (1989b). The effects of detraining and maintenance weight training on strength development in prepubertal boys. Can. J. Sport Sci. 14: 102P.

Blimkie, C. J. (1992). Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. Can J Sport Sci 17(4): 264-79.

BLIMKIE, C. J. (1993a). Resistance training during preadolescence. Issues and controversies. Sports Med 15(6): 389-407.

BLIMKIE, C. (1993b). Benefits and risks of resistance training in youth. In: Intensive Participation in Children's Sports, B. Cahill and A. Pearl, eds. Champaign, IL: Human Kinetics.. pp. 133-167.

Blimkie, C. J.; Ebbesen, B.; MacDougall, D.; Bar-Or, O.; Sale, D. (1989). Voluntary and electrically evoked strength characteristics of obese and nonobese preadolescent boys. Hum Biol 61(4): 515-32.

Blimkie, C.J.R. and D.G. Sale (1998). Strength Development and Trainability During Childhood. In: Pediatric Anaerobic Performance. E. Van Praagh (Ed.). Champaign; Human Kinetics Publisher, pp. 193-224,

Bosco, C. (1985). L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. Atletica Studi, 1, 7-117.

Bosco, C. (1988). Valoraciones funcionales de la fuerza dinamica, de la fuerza explosiva i de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. XI Congreso Mundial de la I.T.F.C.A. , Barcelona.

- Bosco, T. (2000). La fuerza Muscular. Aspectos metodológicos. Editorial Inde.
- Brady, T.; Cahill BR e Bodnar, L.M. (1982). Weight training-related injuries in the high school athlete. *Am J Sports Med.*;10:1-5
- Cahill, B.R. e Griffith, E.H. (1978). Effect of preseason conditioning on the incidence and severity of high school football knee injuries. *Am J Sports Med.* 6:180-184
- Caine DJ (1990) Growthplate injury and bone growth: An update. *Ped. Exerc. Sel.* 1990,-2:209-229
- Carl (1976). Kraft. In: *Sportwissenschaftliches (171)*. Rothig, P. (ed). Lexikon. Schorndorf.
- Carvalho, 1987. Capacidades motoras II – *Revista Treino Desportivo*, Lisboa, II(6): 40-47.
- Carvalho, C. (1996). A força em crianças e jovens. O seu desenvolvimento e treinabilidade. Livros Horizonte.
- Castelo, J.; Barret, H.; Alves, F.; Mil-Homens; P.; Carvalho, J. e Vieira, J. (1996). *Metodologia do Treino Desportivo*. Edições FMH, Universidade Técnica de Lisboa
- Cervera, V. (1996). Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición. Inde Publicaciones.
- Costill, D. L.; Coyle, E. F.; Fink, W. F.; Lesmes, G. R.; Witzman, F. A. L. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of applied Physiology*, 46(1):96-99.
- Docherty, D., H. A. Wenger e Collis, M. L.. (1987). The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys. *Med Sci Sports Exerc* 19(4): 389-92.
- Docherty, D.; Wenger, H.; Collis M. e Quinney H. (1987). The effects of variable speed resistance training on strength development in pre-pubertal boys. *J. Human Mvmt. Studies* 13: 377-382.
- Dons, B., Bonde-Petersen, F. e Hancke, S. (1979). The effects of weight-lifting exercise related to muscle fibre composition and muscle cross-sectional area in humans. *Eur. J.Appl. Physiol.* 40: 95-106.

Faigenbaum, A. e Bradley, D. (1998). Strength training for the young athlete. *Orthop. Phys. Ther. Clin. N. Am.* 7:67-89.

Faigenbaum A. (1993a). Strength Training: A Guide For Teachers and Coaches. *National Strength and Conditioning Association Journal.* 15:5:20- 28.

Faigenbaum, A., L. Zaichkowsky, W. Westcott, L. Micheli, e A. Fehlandt (1993b). The effects of a twice per week strength training program on children. *Pediatr. Exerc. Sci.* 5:339-346

Faigenbaum, A.; Kraemer, W.; Cahill, B.; Chandler, J.; Dziados, J.; Elfrink, L.; Forman, E.; Gaudiose, M; Micheli, L.; Nitka, M. e Roberts, S. (1996). Youth resistance training: Position statement paper and literature review. *Strength and Conditioning,* 18(6), 62-75.

Faigenbaum, A., Zaichkowsky, Leonard D., (1997) Psychological effects of strength training on children ,*Journal of Sport Behavior,* 01627341, jun87, vol. 20, issue 2.

Faigenbaum, A. And D. Bradley (1998). Strength training for the young athlete. *Orthop. Phys. Ther. Clin. N. Am.* 7:67-89.

Faigenbaum, A., W. Westcott, R. LaRosa Loud, e C. Long (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children, *Pediatrics* 104:E5.

Faigenbaum, A. D. ; R. L. Loud, et al. (2001). Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children. *J Strength Cond Res* 15(4): 459-65.

Faigenbaum, A. D., L. A. Milliken, et al. (2002). Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Res Q Exerc Sport* 73(4): 416-24.

Faigenbaum, A., Weestcott, W; Micheli, L.; Outerbridge, A.; Long, C.; LaRosa Loud, R. e Zaichkowsky, L. (1996). The effects of strength training and detraining on children. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10(2): 109-114.

Falk, B. e Mor, G. (1996). The effects of resistance and martial arts training in 6 to 8 year old boys. *Pediatr. Exerc. Sci.* 8:48-56.

Falk, B. e Tenenbaum, G. (1996). The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Med* 22(3): 176-86.

Fleck, S.J. e Kraemer, W.J. (1987). Designing resistance training programs. Champaign, IL: Human Kinetics.

Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. (1999). Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed.

Hutchinson, G.E.; Freedson, P.S.; Ward, A.; Rippe, J. (1990). Ideal to Real-Implementing a Youth Fitness Program. Journal of Physical Education, Recreation and Dance, (Agosto) 52-58

Fukunaga, T. (1976) Die absolute muskelkraft und das krafttraining [Absolute muscle strength and strength training]. Sportarzt und sportmedizin 27: 255-266.

Fukunaga, 1978

Fukunaga, T., K. Funato, et al. (1992). The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. Ann Physiol Anthropol 11(3): 357-64.

Golnick, P. D.; Armstrong, R. B.; Saltin, B.; Saubert, C W.; Sembroveich, W. L. e Sheperd, R. E. (1973). Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. J. Appl. Physiol. 34(1):107-11

Gonyea, W. J. (1983). Skeletal muscle Growth induced by strength training. Frontiers of exercise biology big tem bofy knowledge symposium series. Bores, R. T.; Edengton, D. W.; White, T. P. (eds). Human Kinetics Publishers. Champaign Illinois. 25-26

Gregory, V.; Flachman, L.; Dalton, S. N.; Morrow, J. R. (1995). Muscular strength and edurance training in children and youth: a meta-analysis (abstract). Redearch Quarterly for Exercise and Sport. Vol. 66 (Suplemento), 1995.

Grimm, D. e Raede, H. (1967). Erfolgreiche Anwendung des kreisbetriebs in einer 3 [Successful applications of circuit training in the third class]. Klasse Theor. Prax. Korperkult. 16: 333-342.

Grosser, Bruggemann e Zintl (1989). Alto rendimento deportivo. barcelona: Ediciones Martinez Roca.

Gumbs, V. L.; Segal, D. Halligan, J. B. e Lower, G. (1982). Bilateral distal radius and ulnar fractures in adolescent weight lifters. Am J Sports Med 10(6): 375-9.

Hakkinen, K. & P. Komi. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. Med. Sci. Sports Exerc. 15: 445-460.

Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., et al (1987). Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *Int. J. Sports Med.*; 8 (Suppl): 61-5.

Hakkinen, K., A. Mero, Kauhanen H. (1989). Specificity of endurance, sprint and strength training on physical performance capacity in young athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 29(1): 27-35.

Hamill, B. P. (1994). Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond. Res.*; 8: 53-57.

Harre, R (1976). *Trainingsleshe* Sportverlag. Belin.

Hertogh, C.; Chavet, P.; Gaviria, M.; Bernard, P.; Melin, B.; Jimenez, C. (1994). Méthodes de Mesure et Valeurs de Référence de la Puissance Maximale Développée lors D'Efforts Explosifs. *Cinesiologie*, XXXIII, 157, 133-140.

Hettinger, T.H. (1958). Die Trainierbarkeit menschlicher muskeln in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht. [The trainability of human muscles depending on age and sex] . *Int. Z. angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol.* 17: 371-377.

Hollmann, W. e Hettinger, T. (1983). *Medicina Do Esporte*. São Paulo: Manole.

Kirsten, G. Der Einfluss isometrischen Muskeltrainings auf die Entwicklung der Muskelkraft. *Jugendlicher Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie Einschliesslich Arbeitsphysiologie* 19: 387–402, 1963.

Knuttggen, H. G. e Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sports Science Research*, 1 (1), 1-10.

Kraemer, W., A. Fry, P. Frykman, B. Conroy, and J. Hoffman (1989). Resistance training and youth. *Pediatr. Exerc. Sci.* 1:336-350.

Kraemer, W.J., Fleck, S.J. (1993). Strength training for young athletes. *Human Kinetics*, Champaign.

Kraemer, W. J., S. J. Fleck, et al. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 24: 363-97.

Kuznetsov, 1984

Letzelter, M. (1978): *Trainingsgrundlagen*. Reinbeck. Rohwolt

Letzelter, H. e Letzelter, M. (1986). *Krafttraining: Theorie methoden praxis*. Rowohlt Raschenbusch Verlag Gmbh. Hamburg.

Luthi, J.M., Howald, H., Claasen, H., Rosier, K., Vock, P., e Hoppeler, H. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy resistance training. *Int. J. Sports Med.* 7: 123-127.

Macdougall, J.D. (1986). Adaptability of muscle to strength in training: a cellular approach. *International Review of Sport Sciences.* 16:501-513.

McGovern, M.B. (1984). Effects of circuit weight training on the physical fitness of prepubescent children. *Abstract. Dissertation Abstracts International* 45: 4452A-453A.

Malina, R. M.; Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics. Champaign.

Manno, R. (1991). *Fundamentos del Entrenamiento Deportivo*. (p. 132). Barcelona, España: Editorial Paidotribo, S.A.

Manso, J. M.G.; Valdivielso, M.N. e Caballero, J.A.R. (1996) *Bases teóricas del entrenamiento deportivo, principios y aplicaciones*. Madrid: Gymnos Editorial.

Metcalf J. e Roberts S. (1993). Strength Training and the Immature Athlete: An Overview. *Pediatric Nursing.* 19:4:325-332.

Mersch, F. e Stoboy, H. (1989). Strength training and muscle hypertrophy in children. In Oseid & Carlsen (Eds) *Children and exercise XIII*, pp. 165-182, Human Kinetics Publishers, Champaign.

Micheli LJ (1988) Strength training in the young athlete. In Brown EW and Branta CE (eds). *Competitive Sports for Children and Youth*. Human Kinetics.- Champaign 111. 1988: 99-105.

Pezzarat Correia, P; Mil-Homens, P. E Veloso, A. (1993). *Electromiografia. Fundamentação Fisiológica. Métodos De Recolha E Processamento. Aplicações Cinesiológicas*. Edições Da Faculdade De Motricidade Humana Da Universidade Técnica De Lisboa. Lisboa.

Mil-Homens, 1991

Mil-Homens, 1996

Mitra, G. & Mogos A. (1982). O Desenvolvimento das Qualidades Físicas no Jovem Atleta. Lisboa. Horizonte da Cultura Física. Livros Horizonte

Morehouse, 1974

Moritani, T. e Vries, H.A.( 1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am. J. Phys. Med. 58: 115-130.

Narici, M.V., Roi, G.S., Landoni, L., Minetti, A.E., e Cerreteli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. Eur. J. Appl. Physiol. 59: 310-319.

National Strength and Conditioning Association (1996). Youth resistance training: Position statement paper and literature review. Strength and Conditioning, 18(6), 62-75.

Nelson, M.A., Goldberg, B., Harris, S.S., Landry, G.L., & Risser, W.L. (1990). Committee on sports medicine: Strength training, weight and power lifting, and body building by children and adolescents. Pediatrics, 86(5), 801-803.

Nielsen, B., Nielsen, K., Behrendt-Hansen, M., e Asmussen, E. (1980). Training of “functional muscular strength” in girls 7-19 years old. In: K. Berg e B. D. Eriksson (Eds.), Children and Exercise IX, pp.69-78. Champaign, IL: Human Kinetics.

Noack, H. (1956). Fluctuation of performance ability of women during the menstrual cycle and the different athletic talent of the sexes. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 5: 885. (cited in Vrijens, 1978).

Ozmun J., Mikesky A., Surburg P. 1993. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Sep: 10-513.

Ozmun, J. C., Mikesky, A. E. e Surburg, P.R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* 26(4): 510-4.

Payne, V.G., Morrow, J.R., Johnson, L., & Dalton, S.N. (1997). Resistance training in children and youth: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(1), 80-88

Pfeiffer, R. e Francis, R. (1986) Effects of strength training on muscle development in prepubescent and postpubescent males. *Phys. Sportsmed*. 14:134-143.

- Pierce, K.; Byrd, R. e Stone, M. (1999). Youth weightlifting & endash; It's safe? *Weightlifting USA*, 17(4), 5
- Platonov, V.N. (1988) *El entrenamiento deportivo: Teoría y metodología*, Paidotribo, Barcelona
- Ramsay, J. A.; Blimkie, C. J.; Smith, K.; Garner, S. e MacDougall, J (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 22(5): 605-14.
- Rians, C. B.; Weltman, A.; et al. (1987). Strength training for prepubescent males: is it safe?. *Am J Sports Med* 15(5): 483-9.
- Risser, W.L.; Risser, J.M. e Preston, D. (1990). Weight-training injuries in adolescents. *Am J Dis Child.*;144:1015-1017
- Rohmert, W. (1968). Right-left comparison of isometric arm muscle training with different training incentives with 8-year-old children. *Int. Z. angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol.* 26: 363-393.
- Ryan, J.R. e Saliccioli, G. C. (1976). Fracture of the distal radial epiphysis in adolescent weightlifters. *Am. J. Sports Med.* 4: 26-27.
- Rowe, R.A. (1979). Cartilage fracture due to weightlifting. *Br. J. Sports Med.* 13: 130-131
- Saavedra, F. (1998). *Força Capacidade Motora e Biológica do Ser Humano. Identificação e caracterização dos factores anatómicos e neurofisiológicos que condicionam a sua expressão. Relatório de uma aula Teórico/prática.* UTAD, Vila Real.
- Saavedra, F. (1998). *Treino dos Factores de Prestação – FORÇA. Relatório de um Trabalho Prático.* UTAD, Vila Real.
- Sadres, E.; Eliakim, A.; Constantini, N.; Lidor, R. e Falk, B. (2001). The effect of Long-Term resistance training on anthropometric measures, muscle strength, and self concept in pré-pubertal boys. *Pediatric Exercise Science*, 13: 357-372. *Human Kinetics*.
- Safrit, M. J. e Wood, T. M. (1995). *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science.* (3ª ed.). St. Louis: Mosby.
- Sailors, M. e Berg, K. (1987). Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. *J. Sports Med.* 27:30-37.

Sale, D. e MacDougall, D. (1981). Specificity in strength training: A review for the coach and athlete. *Can. J. Appl. Sport Sci.* 6:87-92.

Sale, D. G. (1989). Strength Training in Children. En: Gisolfi, C.V. & Lamb, D.R. *Perspectives In Exercise Science and Sports Medicine: Vol. 2. Youth, Exercise, and Sport* (pp. 165-222). Indiana: Benchmark Press.

Schafer, P. (1991). Prepubescent and adolescent weight training: Is it safe? Is it beneficial? *National Strength and Conditioning Journal.*13:1:39-45.

Scmidtbleicher, D., *Strength Training, Part I - Classification of Methods*; SPORTS, Coaching Association of Canada, Aug., 1985.

Scmidtbleicher, D., (1985). *Strength Training, Part II - Structural Analysis of Motor Strength Qualities and its Application to Training*; SPORTS, Coaching Association of Canada, Sept.

Servedio, F.J., Bartels, R.L., Hamlin, R.L., Teske, D., Shaffer, T. et al. (1985). The effects of weight training using Olympic style lifts on various physiological variables in pre-pubescent boys. Abstract no. 20. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 17: 288.

Sewall, L. e Micheli, L. J. (1986). Strength training for children. *J Pediatr Orthop* 6(2): 143-6.

Siegel, J.A.; Camaione, D.N. e Manfredi, T.G. (1989). The effects of upper body resistance training on prepubescent children. *Ped. Exer. Sci.* 1: 145-154.

Siff, M. e Verkhoshansky, I. (2000). *Super Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Soares, J. M. e Appel, H. J. (1990). *Adaptação muscular ao exercício físico*. Livros Horizonte, Lisboa.

Stoboy, H. (1968). "Physical fitness testing methods and criteria." *Trans N Y Acad Sci* 30(3): 483-96.

Tanner, J.M. (1962). *Growth at adolescence – with a general consideration of the effects of hereditary and environmental factor upon growth and maturation from birth to maturity*. Second edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications

Tanner, S. (1993). Weighing the Risks. *Strength Training for Children and Adolescents. The Physician and Sportsmedicine.* 21:6:105-116.

- Tesh, P.A. e Larssen, L. (1982): Muscle hypertrophy in bodybuilders. *European Journal of Applied Physiology*, 49: 301-306.
- U.S. Consumer Product Safety Commission. (1987). National electronic injury surveillance system. Directorate for Epidemiology, National Injury Information Clearinghouse, Washington.
- Verkhoshansky, I. (2001). *Treinamento Desportivo: teoria e metodologia*. Porto Alegre: ARTMED Editora.
- Vermeil, A. ; Helland, E. (1997). La metodologia corretta. *Coaching and Sport Science Journal*. 2,2 49-55.
- Vrijens, J. (1978). Muscle strength development in the pre-and post-pubescent age. *Medicine and Sport* 11: 152–158.
- Weineck, J. (1986), *Bases Biológico-Esportivas para Treinamento da Criança e do Adolescente* in: *Manual do Treinamento Esportivo*, Editora Manole, São Paulo.
- Weineck, J. (1983). Die koordinativen (oder psychomotorischen) Fähigkeiten und ihr Training. *Sportlerziehung in der Schule*. 7/8 17-20
- Weineck, J. (1989). *Manual de treinamento esportivo*. Editora Manole, São Paulo.
- Weltman, A., Janney, C., Rians, C.B., Strand, K., Berg, B., Tippitt, S., Wise, J., Cahill, B.R., Katch, F.I. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*: 18 (16), 629–638, 1986.
- Wilkins KE.(1980) The uniquenesses of the young athlete: Musculoskeletal injuries. *Amer J. Sports Med*. 1980; 8: 377-382
- Zakharov, A. (1991). *Ciência do Treinamento Desportivo*. Ed. Grupo Palestra Sport. Rio de Janeiro.
- Zatziorsky, V.M. (1972): *Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers* . Bartels & Wernitz. Berlín. 151.