

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE VARIÁVEIS
NEUROMUSCULARES E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES.**

Dissertação de Mestrado

Kelly Cristina de Mello Moraes

Porto Alegre

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE VARIÁVEIS
NEUROMUSCULARES E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS E
ADOLESCENTES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Aluna: Kelly Cristina de Mello Moraes
Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto
Co-Orientador: Prof. Dr. Sebastián Ratel

Porto Alegre
2017

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Escola Superior de Educação Física, Fisioterapia e Dança por proporcionarem o meu crescimento na carreira acadêmica. Durante esses 10 anos, desde que entrei na graduação em Bacharel em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, agradeço muito a algumas pessoas: minhas colegas de graduação, de especialização e de mestrado e aos professores que me acompanharam nesse percurso.

Agradeço aos funcionários do Lapex e do PPGCMH pela ajuda no desenvolvimento do meu projeto. Sou muito grata aos primeiros professores que me apoiaram para que eu ingressasse no mundo da pesquisa: Anelise Gaya e Adroaldo Gaya. Agradeço ao Grupo de Pesquisa desses professores (Proesp-Brasil), que deram suporte para a finalização das coletas com o meu grupo controle.

Ao meu professor, Dr. Eduardo Cadore, que durante o primeiro ano do mestrado substituiu o professor Ronei e dedicou imensa colaboração ao meu trabalho.

Ao Co-orientador desse trabalho: Professor Dr. Sebastien Ratel, que sempre de longe contribuiu imensamente com opiniões e artigos sobre a área de treinamento de força com crianças e adolescentes.

Agradeço imensamente ao meu orientador, o professor Dr. Ronei Silveira Pinto, que confiou em mim quando enfrentei diversas dificuldades para a realização deste trabalho e me apoiou sempre que precisei.

Aos professores, Giovani Cunha e Flávia Meyer pelas contribuições durante a qualificação deste estudo.

Agradeço à banca de defesa dessa dissertação: Professor Dr. Régis Radaelli, da UFPEL, e aos demais professores desta instituição: Dra. Anelise Gaya e Dr. Giovani Cunha.

Ao Comandante, ao Major Segato e ao Major Babot, ambos do Colégio Militar de Porto Alegre, por todo o suporte para que meu projeto fosse realizado, disponibilizando a academia do Colégio e viaturas para o transporte até à ESEFID/UFRGS. Ao Luciano Scarinci, pela colaboração no uso da academia de musculação do Colégio Militar.

À Direção e Supervisão das seguintes escolas: Escola Estadual de 1º e 2º

Graus Professor Otávio Souza, Escola Estadual de 1º Grau Professor Leopoldo Tietbohl e Escola Estadual de 1º e 2º Grau Presidente Roosevelt que me auxiliaram durante o contato com as turmas durante a seleção da amostra.

Aos pais e à todas as crianças e adolescentes que participaram deste projeto.

Às minhas colegas do Grupo de Pesquisa em Treinamento de Força (GPTF) Larissa Xavier e Lucinéia Pfeifer, em especial, que me apoiaram desde o início do mestrado e são pessoas que tenho imenso carinho e gratidão.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa que me ajudaram nas coletas: Rafael Grazioli, Pedro Lopez, Cíntia Botton, Juliana Teodoro, Diana Muller. Obrigada pela disponibilidade e paciência em todos os momentos. Ao Tágli Henrique que me ajudou muito nas coletas, levando seus materiais e sempre disposto a ajudar.

Ao meu colega Pedro Lopez pela ajuda na escrita e correção deste trabalho. E a todos os outros membros do Grupo de Pesquisa em Treinamento de Força: Régis Radaelli, Clarissa Mueller, Carlos Machado, Felipe Minozzo, Erick Menger, Marcelo Gava, Anderson Rech.

Aos meus colegas: Luciana Brandt e Rodrigo Carlet por me substituírem no meu trabalho fora da faculdade em todas às vezes que precisei.

Aos meus chefes: Caline Menegaz e Luciano Menegaz por entenderem meus atrasos e ausências no trabalho.

A todos os meus alunos, em especial ao Francisco Piovesan e Janine Graeff por sempre entenderem quando eu não poderia dar aulas ou precisaria mudar seus horários.

À todas as minhas amigas e amigos de Porto Alegre e de Rio Pardo, por entenderem minha ausência durante a finalização do meu trabalho. Em especial, agradeço à minha prima e amiga Tatiana Gaedke, que foi a primeira pessoa a comemorar comigo a conquista na seleção do mestrado.

O meu maior agradecimento é aos meus pais porque sem eles essa conquista não seria possível. Não tenho palavras para agradecer à minha mãe, Nilce Moraes, que me apoiou desde que saí de Rio Pardo para estudar, me aconselhando e me dando forças para eu nunca desistir. E ao meu pai, Paulo Moraes, por também estar presente em todas as minhas conquistas. Obrigada por tudo! Amo muito vocês! A todos os meus familiares e aos meus irmãos Karen Moraes e Jean Moraes, que sempre me apoiaram apesar da distância. Amo vocês!!!

Obrigada de coração a todos vocês!!!

EPÍGRAFE

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

Este trabalho apresenta como objetivo verificar os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento de força sobre variáveis neuromusculares e composição corporal de crianças e adolescentes. A amostra foi composta por alunos de ambos os sexos, entre 10 a 14 anos de idade, que foram divididos em grupo experimental (GE; n=14) e grupo controle (GC; n=11). Para a classificação maturacional, avaliou-se o pico de velocidade de crescimento e a Escala de Tanner. Foram realizadas as seguintes avaliações: ultrassonografia para analisar a espessura muscular e a eco intensidade; força máxima através do teste de uma repetição máxima (1-RM) de extensores de joelho; pico de torque (PT) isométrico e taxa de produção de torque (TPT), no dinamômetro isocinético; ativação muscular por meio do sinal eletromiográfico (EMG) do Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF); potência de membros inferiores, através de saltos com contramovimento (CMJ) em tapete de contato; composição corporal e densidade mineral óssea (DMO) por absorciometria de dupla energia de raios-x (DEXA). Para analisar a normalidade e a homogeneidade dos dados das variáveis dependentes, foram realizados o teste de Shapiro-Wilk e o Teste de Levene, respectivamente. Foi utilizado o teste T independente para comparar as variáveis dependentes no momento basal entre grupos. Após, aplicou-se o teste de correlação de Pearson, seguido pelo teste de regressão linear com o método *backward*, entre as variáveis de caracterização da amostra e as variáveis dependentes, sendo que as variáveis significativas ($p < 0,05$) foram utilizadas como covariantes. Para verificar o efeito do treinamento de força, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) de duas vias entre os grupos. O índice de significância adotado foi de 0,05 em todas as comparações. Após 12 semanas de TF, o grupo experimental melhorou a qualidade muscular, espessura muscular do Reto Femoral, 1-RM e TPT_{0-100 ms}, quando comparado ao grupo controle ($p < 0,05$). A partir disso, pode-se constatar que o treinamento de força induz melhorias no sistema neuromuscular de crianças e adolescentes, melhorando parâmetros de saúde física.

Palavras-chave: qualidade muscular, espessura muscular, treinamento de força, potência muscular, crianças.

ABSTRACT

The goal from this study is to verify the effects of a twelve-week strength training program in neuromuscular variables, as well as the body composition from children and teenagers. The sample was comprised by the students of both sexes and divided into: experimental group (EG; n=14) and control group (CG; n=11). For the mature classification, it was evaluated the growth velocity peak (GVP) and the Tanner's stages. The following evaluations were done: ultrasonography to analyze the muscle thickness and echo intensity; maximum strength through the one repetition test (1RM) for the right knee extensors'; isometric peak torque (IPT) and rate of force development (RFD) at the isokinetic dynamometer; muscle activation by electromyographic signal from the Vastus Lateralis (VL) and Recto Femoris (RF); lower limbs' power through countermovement jumps (CMJ) at the contact rough; body composition and mineral bone density (MBD) by dual x-ray absorptiometry (DXA). The normality and homogeneity of the dependent variables were verified from the Shapiro-Wilk and Levene's tests, respectively. It was made an independent t test in order to compare the differences between groups for the dependent variables at the basal moment. After, a Pearson correlation test was calculated, followed by a linear regression using the backward method, in order to compare the characterization variables from the sample and the dependent variables, using the ones with significance value ($p < 0,05$) as a covariant. To verify the effect of the strength training, a two way analyzes of variance (ANOVA two way) was made between the groups. The 0,05 level of significance was adopted in all analyzes. After twelve weeks of strength training, the experimental group improved its' muscle quality, Recto Femoris muscle thickness, 1-RM and RFD 0-100ms, when compared to the control group ($p < 0,05$). From this, it could be stated that strength training induced improvements in the neuromuscular system of children and teenagers, improving physical health parameters.

Key words: muscle quality, muscle thickness, strength training, muscle power, children.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Periodização de 12 semanas de Treinamento de Força.....	50
Tabela 2 - Dados de Caracterização da Amostra (Média ± DP)	51
Tabela 3 - Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.....	52
Tabela 4 - Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.....	52
Tabela 5 -Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.....	53
Tabela 6 - valores de média ± DP para a variável qualidade muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.....	53
Tabela 7 - Valores de média ± DP para a variável espessura muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.....	54
Tabela 8 - Valores de média ± DP para as variáveis neuromusculares: Taxa de Produção de Torque, Ativação Muscular, Força máxima e Potência muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.....	55
Tabela 9 - Valores de média ± DP para as variáveis de Composição Corporal e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desenho Experimental do Estudo	37
--	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala de Tanner (1962): Desenvolvimento Puberal Masculino	42
Figura 2 - Escala de Tanner (1962): Desenvolvimento Puberal Feminino	43
Figura 3 - Teste no Dinamômetro Isocinético de Membros Inferiores	46
Figura 4 - Avaliação realizada no DEXA	48
Figura 5 -Tensão Específica pré e pós 12 semanas, do GE comparado ao GC.....	54
Figura 6 - Força máxima pré e pós 12 semanas do GE quando comparado ao GC.	56

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

CIVM - Contração Isométrica Voluntária Máxima

CMJ - Saltos com contramovimento (CMJ)

DEXA - Absorciometria de dupla energia de raios-x

DMO - Densidade Mineral ssea

EI - Eco Intensidade

EM - Espessura Muscular

EMG - Sinal eletromiográfico

EJ - Extensão de Joelhos

ESEFID - Escola Superior de Educao Física, Fisioterapia e Dança

LAPEX - Laboratório de Pesquisa do Exercício

PVC - Pico de velocidade de Crescimento

QM - Qualidade Muscular

RF - Reto femoral (RF)

SNC - Sistema Nervoso Central

TF - Treinamento de Força

TPT - Taxa de Produção de Torque

VI - Vasto intermédio

VL - Vasto lateral

VM - Vasto medial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	HISTÓRICO DO TREINAMENTO DE FORÇA APLICADO COM CRIANÇAS E ADOLESCENTES.....	16
2.2	O TREINAMENTO DE FORÇA COMO UM MÉTODO SEGURO E EFICAZ PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES	17
2.3	A INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO SEXUAL NA APLICAÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES.....	20
2.4	QUALIDADE MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES	23
2.5	O DESENVOLVIMENTO DA ESPESSURA MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES.....	25
2.6	GANHOS DE FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES.....	26
2.7	ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM O TREINAMENTO DE FORÇA	29
2.7.1	Composição corporal	29
2.7.2	Densidade Mineral Óssea (DMO).....	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	35
3.2	AMOSTRA	35
3.3	CÁLCULO AMOSTRAL	35
3.4	RECRUTAMENTO DA AMOSTRA.....	35
3.5	DELINEAMENTO DO ESTUDO	36
3.6	VARIÁVEIS.....	37
3.6.1	Variáveis dependentes	37
3.6.2	Variáveis independentes.....	39
3.7	PROCEDIMENTOS DAS COLETAS DE DADOS	39
3.7.1	Avaliação antropométrica	39

3.7.2	Classificação maturacional.....	39
3.7.3	Avaliação da qualidade muscular	43
3.7.4	Avaliação das variáveis neuromusculares.....	44
3.7.4.5	Desempenho de saltos.....	47
3.7.5	Avaliação da composição corporal.....	47
3.8	PROGRAMA DE TREINAMENTO.....	48
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	50
4	RESULTADOS	51
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	51
4.2	DETERMINAÇÃO DAS COVARIANTES	52
4.3	QUALIDADE MUSCULAR.....	53
4.4	ESPESSURA MUSCULAR.....	54
4.5	FORÇA MÁXIMA DINÂMICA E ISOMÉTRICA, TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE E ELETROMIOGRAFIA.....	55
4.6	COMPOSIÇÃO CORPORAL	56
5	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	57
6	REFERÊNCIAS	62
7	ANEXOS.....	73
7.1	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO.....	73
7.2	TERMO DE ASSENTIMENTO.....	75

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de valências físicas em crianças e adolescente apresenta-se como um fator importante para diversos desfechos de saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). Sabe-se atualmente que a exposição aos fatores de risco para doenças cardiovasculares e metabólicas tem aumentado exponencialmente durante a infância, tornando-se um problema de saúde pública (FAIGENBAUM *et al.*, 2007).

Neste sentido, a manutenção de níveis adequados de aptidão física tem sido relevante ao causar efeitos benéficos à saúde, principalmente, para a prevenção dessas doenças, ao desenvolver a capacidade cardiorrespiratória, força e resistência muscular e flexibilidade (MALINA, 2007). Com aumento do sedentarismo e diminuição dos níveis de atividade física de crianças e adolescentes, a aptidão física tornou-se um motivo de grande interesse dos profissionais da área da saúde (MALINA, 2007).

Dentre as formas de melhorar os parâmetros de saúde, o treinamento de força (TF), em conjunto com as atividades desenvolvidas no cotidiano de crianças tem promovido diversos benefícios, sendo responsável por aperfeiçoar o sistema musculoesquelético, ao promover mudanças na qualidade muscular, aumentar a densidade mineral óssea e alterar a composição corporal (BENSON *et al.*, 2008; FAIGENBAUM *et al.*, 2003, 2005). Além disso, crianças e adolescentes também se adaptam às exigências do TF conforme o estágio maturacional (MEYLAN *et al.*, 2014), requisitando atenção na hora da prescrição, e tomando cuidado conforme a maturação de cada indivíduo (MORAN *et al.*, 2016). Entretanto, para promover estes benefícios, deve-se ter supervisão adequada por meio de programas individualizados conforme a idade e os objetivos pessoais de cada sujeito (DAHAB; MCCAMBRIDGE, 2009).

A posição atual sobre o TF com crianças e adolescentes recomenda de 1 a 3 séries de exercícios e com intensidade mínima de 50% para induzir ganhos na força máxima muscular e no desempenho motor (BEHRINGER *et al.*, 2011), sendo que após adaptações iniciais, a intensidade e o volume devem progredir inversamente (2-4 séries de 6-12 repetições com 80% de 1-RM) (LLOYD *et al.*, 2014). Estudos prévios demonstram efeitos significativos do TF sobre a força máxima (FAIGENBAUM *et al.*, 2001; FAIGENBAUM *et al.*, 2003; FAIGENBAUM *et al.*, 2005;

FAIGENBAUM *et al.*, 2007) e aspectos morfológicos (FUKUNAGA *et al.*, 1992; FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Entretanto, enquanto incrementos de força máxima muscular são mais comuns de serem alcançados com crianças e adolescentes, mudanças na espessura muscular (EM) se manifestam de forma mais expressiva quando as concentrações hormonais do sexo feminino e masculino aumentam (FLECK; KRAEMER, 2006).

A participação regular em programas de TF pode resultar em alterações significativas da composição corporal em crianças e adolescentes (BENSON; TORODE; SINGH, 2008), podendo afetar a força muscular (BARBIERI; ZACCAGNI, 2013), diminuir a circunferência de cintura e o percentual de gordura corporal, sem afetar a estatura e a maturação (FAIGENBAUM, 2007; CUNHA *et al.*, 2014).

Outro benefício do TF está na melhoria da qualidade muscular (QM) de crianças e adolescentes (FUKUNAGA *et al.*, 2014), que é associada à ganhos de força muscular e melhorias no desempenho físico (SIPILÄ *et al.*, 2004). A qualidade muscular pode ser representada através da interação de fatores neurais e morfológicos (NEWMAN *et al.*, 2003), ou através, apenas, de fatores morfológicos. Além disso, a qualidade muscular (quantidades de tecido fibroso e adiposo dentro do músculo) e a quantidade muscular (tamanho muscular) podem contribuir de maneira independente para alterações na força muscular (FUKUMOTO *et al.*, 2012).

A avaliação da qualidade muscular pode ser feita através da tensão específica muscular, que expressa a razão entre a força e a unidade de massa muscular (TRACY *et al.*, 1999), e também por ultrassonografia, ao analisar medidas de eco intensidade (EI). Estudos prévios têm utilizado estas duas formas de representação da qualidade muscular para expressar suas relações com o perfil atlético e desempenho físico de crianças e adolescentes (FUKUNAGA *et al.*, 2014; O'BRIEN *et al.*, 2010). Entretanto, ainda existem dúvidas quanto as suas adaptações ao TF com crianças e adolescentes.

Há poucos estudos na literatura sobre qualidade muscular com crianças e adolescentes e também há controvérsias sobre a hipertrofia muscular em indivíduos pré-púberes (FAIGENBAUM *et al.*, 2009; RAMSAY *et al.*, 1990; OZMUN, MIKESKY; SURBURG, 1994; FUKUNAGA *et al.*, 1992). Nesta perspectiva, a relevância deste estudo baseia-se no melhor entendimento dessas variáveis neuromusculares e as alterações na composição corporal após a aplicação de um programa de TF com crianças e adolescentes.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento nas variáveis neuromusculares e composição corporal de crianças e adolescentes.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar os parâmetros neuromusculares após a aplicação do programa de treinamento de força com crianças e adolescentes;
- b) Verificar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a qualidade muscular de crianças e adolescentes;
- c) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a espessura muscular de crianças e adolescentes;
- d) Analisar o efeito do treinamento de força na força e potência muscular de crianças e adolescentes;
- e) Observar o efeito do treinamento de força na composição corporal de crianças e adolescentes.

1.3 HIPÓTESE

A hipótese do presente estudo é que os indivíduos da amostra terão incrementos na qualidade muscular e na força máxima.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DO TREINAMENTO DE FORÇA APLICADO COM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

No final da década de 1970, alguns autores não acreditavam no aumento da força e hipertrofia muscular de pré-púberes gerados pela prática do TF. O estudo de Vrijens (1978), por exemplo, não encontrou aumentos significativos de força muscular de membros superiores e inferiores de crianças pré-púberes após três sessões por semana, durante 8 semanas. Apenas o grupo pós-púbere exibiu melhoras significativas em todos os músculos investigados, juntamente com aumento da área de secção transversa, concluindo que o desenvolvimento da força em resposta ao treinamento foi relacionado à maturação sexual e que o TF foi ineficaz antes da puberdade, possivelmente, devido aos níveis insuficientes de andrógenos circulantes (VRIJENS, 1978).

Uma das primeiras evidências que relatou aumento de força muscular de crianças pré-púberes foi o estudo de Sewall & Micheli (1986), em que dezoito crianças pré-púberes foram submetidas a um programa de TF três vezes por semana durante nove semanas. Neste estudo, houve um aumento de 43% na força de membros superiores e inferiores, enquanto que a força no grupo controle foi de apenas 9%, sem que nenhum dos indivíduos sofresse lesão muscular.

Logo após, um estudo realizado por Kraemer *et al.* (1989), apresentou fatores que influenciam no ganho de força muscular na infância e na adolescência, como: aspectos hormonais, desenvolvimento da massa magra e aspectos neurais. Embora alguns observadores questionassem a segurança e a eficácia do TF na infância e na adolescência nos anos 1980 e 1990, Kraemer *et al.* (1989) destacaram aplicações práticas para integrar o treinamento de força nessa faixa etária.

Em comparação com os estudos acima, Ramsay *et al.* (1990) relataram ganhos semelhantes em valores de força isométrica e isocinética máxima de vários músculos em meninos pré-púberes, com a aplicação de um programa de treinamento de 20 semanas, três vezes por semana. Alguns anos depois, Faigenbaum *et al.* (1996), que estudaram os efeitos de vários protocolos de treinamento de força para crianças pré-púberes, verificaram ganhos de força de 74% de extensores de joelho após oito semanas de treinamento.

Após este estudo, vários trabalhos foram realizados com a aplicação do TF para avaliar os riscos e benefícios para crianças e adolescentes (FAIGENBAUM, 2001; FAIGENBAUM, 2003; FAIGENBAUM, 2005; FAIGENBAUM, 2007; FAIGENBAUM, 2010; BENSON *et al.*, 2008; BEHM *et al.*, 2008; FAIGENBAUM 2010). Uma meta-análise recente (BEHRINGER *et al.*, 2010) reportou a efetividade do TF para aumentos de força muscular de jovens. Outros autores (LATER *et al.*, 2011) conduziram uma meta-análise sobre o TF com atletas adolescentes e identificaram uma diferença média no desempenho do salto vertical de 3,0 cm.

O trabalho de Dotan *et al.* (2012) revelou que as diferenças na ativação muscular entre crianças e adultos são devido a incapacidade desses indivíduos recrutarem ou utilizarem plenamente fibras musculares tipo II. Mais recentemente, Lesinski, Prieske e Granacher (2016) realizaram uma meta-análise sobre a dose-resposta de diferentes programas de TF para crianças e adolescentes e encontraram um tamanho de efeito médio para as qualidades físicas analisadas.

As recomendações de saúde visam aumentar o número desses indivíduos em atividades de fortalecimento muscular, assim como um crescente número de escolas e centros desportivos oferecem programas para crianças e adolescentes que são projetados para aumentar a força muscular, melhorar o desempenho de habilidades motoras, melhorar aptidão física, e reduzir o risco de lesões esportivas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

2.2 O TREINAMENTO DE FORÇA COMO UM MÉTODO SEGURO E EFICAZ PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Durante muito tempo, o TF não foi recomendado para crianças por que acreditavam que ocasionava um alto risco de lesões. No entanto, nunca houve um relato de queda de crescimento ou redução da formação óssea provocada por sua aplicação (FAIGENBAUM; WESTCOTT, 2001). Hoje, sabe-se que o risco de lesões associadas a este tipo de treinamento é semelhante em crianças e adultos (FAIGENBAUM; KANG, 2005).

Embora sejam realizados questionamentos sobre a segurança do TF para essa faixa etária (FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013), escolas e centros esportivos estão motivando a sua prática para que, além de desenvolver a força e a hipertrofia muscular, possa desenvolver habilidades motoras e diminuir o risco de

lesões esportivas (FAIGENBAUM *et al.*, 2005; FLEC; KRAEMER, 2006). De acordo com Faigenbaum e Westcott (2001), um sistema musculoesquelético forte prepara as crianças e adolescentes não atletas para qualquer tipo de exercício e reduz o risco de lesões. Um dos mecanismos pelo qual o TF pode prevenir e diminuir o risco de lesões inclui o fortalecimento das estruturas ósseas, aumentando a força de tendões, ligamentos e ossos (FAIGENBAUM; MYER 2003; FAIGENBAUM, 2010).

O TF pode ser seguro e eficaz, desde que seja planejado adequadamente (FAIGENBAUM; KANG, 2005) e tenha uma supervisão, orientação e instrução específica para cada idade (FAIGENBAUM; KANG, 2005; FAIGENBAUM, 2010). Um treinamento adequado deve variar periodicamente o estímulo, com períodos de baixa, moderada e alta intensidade, para que os ganhos de desempenho à longo prazo sejam otimizados (FAIGENBAUM *et al.*, 2013). Segundo esses autores, o TF parece não causar impactos negativos para o crescimento durante a infância e a adolescência (FAIGENBAUM *et al.*, 2013).

Uma preocupação tradicional é que crianças e adolescentes possam danificar a cartilagem de crescimento nas extremidades dos ossos longos, próximo da inserção do tendão e da superfície articular, mas isso parece acontecer somente se a força sobre ela for excessiva (FAIGENBAUM; WESTCOTT, 2001). O potencial para uma lesão da placa de crescimento pode ser menor em uma criança do que em um adolescente, visto que a placa de crescimento de uma criança é mais forte e mais resistente a forças de cisalhamento (MICHELI *et al.*, 2000). As lesões nessa cartilagem podem ocorrer também devido ao excesso na prática de esportes e de TF sem um repouso adequado, gerando um estresse repetitivo na área de crescimento ósseo que precisa de um tempo adequado de recuperação (FAIGENBAUM; WESTCOTT, 2001).

A cartilagem de crescimento das articulações de sujeitos pré-púberes parece ser mais propícia a lesões do que em adultos (FLECK; KRAEMER, 2006). Segundo esses autores, não deve ser realizado TF com intensidade máxima ou exercícios com técnica incorreta com crianças e adolescentes (FLECK; KRAEMER, 2006). Em uma revisão sistemática sobre as lesões que ocorrem nas cartilagens de crescimento relacionadas ao esporte, houve um total de 2157 casos de lesões agudas, sendo que 38,3% estavam relacionadas ao esporte e apenas 14,9% estavam associadas a algum distúrbio de crescimento (CAINE; DIFIORI; MAFFULLI, 2006).

Estudos com crianças e adolescentes não evidenciaram casos de lesões, como o estudo de Coutts *et al.* (2004) com 21 adolescentes com uma média de 16,7 anos que realizaram TF vezes por semana, durante 12 semanas. O estudo de Faigenbaum *et al.* (2002) observaram 56 crianças de ambos os sexos (média de 9,3 anos) que completaram o treinamento de força com duas sessões semanais durante oito semanas e não relataram nenhuma ocorrência de lesão. Faigenbaum *et al.* (2005), acompanharam uma amostra composta por 41 crianças de ambos os sexos, de 8 a 12 anos de idade, que realizaram TF duas vezes por semana, durante oito semanas e, novamente, não foi observada nenhuma lesão. Durante o estudo, não foram observadas nenhum tipo de lesão durante todo o período de treinamento.

Estudos prévios demonstraram um decréscimo de incidências de lesões com crianças e adolescentes que participaram de programas de TF (FAIGENBAUM *et al.*, 2009). Isso foi evidenciado com atletas escolares de futebol americano e nadadores que, ao praticarem o TF em suas pré-temporadas, geraram um decréscimo na taxa de lesão (FAIGENBAUM, 2010).

Ainda avaliando atletas escolares de ambos os sexos, foi visto que a taxa de lesão dos sujeitos que realizaram TF foi de 26,2% comparado aos 72,4% para aqueles que não o praticaram (FAIGENBAUM, 2010). A aplicação de um programa de TF em um período de um ano foi efetiva para o decréscimo de incidências de lesões em jogadores escolares de futebol e para evitar o desequilíbrio articular de jogadores colegiais de futebol americano, diminuindo a incidência de lesões (MICHELI *et al.*, 2000).

Não há evidências que sugerem que o TF possa impactar negativamente o crescimento e a maturação durante a infância ou adolescência (FAIGENBAUM *et al.*, 2009). Até o momento, não há relatos sobre prejuízos gerados para a cartilagem de crescimento em qualquer estudo sobre o treinamento de força.

O TF pode diminuir a incidência de lesões em jovens atletas, tanto pelo aumento da força musculoesquelética quanto pelo desenvolvimento do equilíbrio muscular de determinado grupo muscular que envolve e sustenta uma articulação específica (FAIGENBAUM *et al.*, 2009). Portanto, este método de treinamento é importante, quando aplicado de forma segura, por fortalecer estruturas ósseas, evitar lesões e influenciar de maneira positiva no desenvolvimento e no crescimento de crianças e adolescentes (LÖFGREN *et al.*, 2012).

2.3 A INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO SEXUAL NA APLICAÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES

O termo maturação pode ser descrito como o progresso em direção ao estado biologicamente maturo, ou o progresso até o estado maduro, sendo que ocorrem alterações quantitativas e qualitativas que conduzem o indivíduo de um estado indiferenciado ou imaturo a um estado altamente organizado ou maturo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). A maturação é vista como um processo biológico contínuo e dinâmico, que inicia na concepção e termina na morte, sendo pontuada por alterações na estatura, composição corporal e características sexuais secundárias que parecem associar-se ao estágio de maturação (BAXTER-JONES; EISENMANN; SHERAR, 2005) e podem confundir a magnitude do aumento da força muscular adquirida com o treinamento (DE STE CROIX; DEIGHAN; ARMSTRONG, 2003).

As diferenças no desempenho motor ao comparar sujeitos em diferentes etapas da maturação tornam necessária a classificação maturacional no contexto esportivo ou nas pesquisas realizadas com crianças e adolescentes (MALINA *et al.*, 2004). Uma alternativa para a classificação maturacional é o pico de velocidade de crescimento (PVC), técnica com maior exatidão para marcar o período de maturação na adolescência e é mais utilizado em estudos longitudinais (MIRWALD *et al.*, 2002).

O PVC reflete na velocidade máxima do crescimento da estatura durante a infância e a adolescência (MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2004). A partir do acompanhamento das variáveis de crescimento, pode-se detectar o momento em que o indivíduo atinge o PVC ((MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2004). Esta técnica utiliza avaliações de algumas variáveis antropométricas, capaz de prever a distância em anos em que um indivíduo se encontra da sua idade do PVC e indicar o seu estágio maturacional (MIRWALD *et al.*, 2002).

De acordo com Malina *et al.* (2004), existe uma grande variabilidade individual no momento em que meninos e meninas atingem o PVC durante a adolescência. Além disso, as alterações maturacionais variam de acordo com o sexo dos sujeitos (MARCEAU *et al.*, 2011). Em um estudo 70 escolares (35 meninos e 35 meninas) de 10 a 14 anos de idade, o PVC ocorreu, em média, dos 12 para os 13 anos nos meninos e dois anos antes nas meninas (BERGMANN *et al.*, 2007).

As adaptações geradas pelo TF são menos evidentes quando o treinamento é realizado antes do pico de velocidade de crescimento (PVC) (MEYLAN *et al.*, 2014). Segundo Meylan *et al.* (2014), as ações musculares podem ser desenvolvidas otimamente antes do PVC devido ao aumento do comprimento do fascículo e ao desenvolvimento mais rápido do sistema nervoso central. O TF com crianças pré-púberes parece não impedir o crescimento em estatura, pelo menos, por períodos de treinamento de 8 a 20 semanas (MALINA *et al.*, 2006). Além disso, a sua aplicação pode aperfeiçoar o desenvolvimento de habilidades motoras de crianças que não atingiram o PVC (LLOYD *et al.*, 2015).

O estágio maturacional é fortemente influenciado por hormônios associados ao aumento de força e hipertrofia muscular (ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006). Antes do PVC, os sujeitos apresentam baixas concentrações hormonais, o que pode justificar o surgimento de pequenas mudanças morfológicas e menores ganhos de força, quando essas variáveis são comparadas com sujeitos que já atingiram o PVC (ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006).

Durante a adolescência ocorre o chamado estirão de crescimento, período em que se manifesta o PVC, sendo este considerado um marcador importante do início da puberdade (MIRWALD *et al.*, 2002). Na puberdade, além de um rápido aumento em estatura e massa corporal (FORD *et al.*, 2011), ocorrem ganhos de hipertrofia muscular associados com concentrações crescentes de hormônios anabólicos e com um melhor desenvolvimento da capacidade de produção de força, assim como alterações na massa corporal e ganhos no tecido ósseo e musculoesquelético (MORAN *et al.*, 2016). O TF parece mais efetivo durante e após o PVC, podendo ser mais relevante conduzir um maior volume de exercícios durante esses períodos, após a realização de um treinamento apropriado durante as idades mais jovens (MORAN *et al.*, 2016).

Neste sentido, uma meta-análise concluiu que o TF é mais eficaz durante e após o PVC em atletas do sexo masculino e isso é importante para determinar os exercícios que devem ser estrategicamente programados neste momento (MORAN *et al.*, 2016). Esta meta-análise sugere que analisar a maturidade biológica como a proposta por Mirwald *et al.* (2002), pode auxiliar os profissionais a avaliar o estágio maturacional para que o treinamento seja prescrito adequadamente conforme cada estágio.

O PVC pode coincidir com uma maior suscetibilidade a lesões traumáticas e de uso excessivo por causa da rigidez articular, da coordenação motora prejudicada e de um diferencial na proporção entre o crescimento do membro e a força do músculo (VAN DER SLUIS *et al.*, 2014). Neste sentido, os treinadores devem ser cautelosos ao programar o treinamento de força para evitar lesões que também podem persistir após o PVC (VAN DER SLUIS *et al.*, 2014).

Outra maneira de avaliar a maturação é a Escala de Tanner (1962), que é baseada na idade de aparecimento e evolução das características sexuais primárias e secundárias. As características sexuais primárias são aquelas diretamente relacionadas à reprodução: desenvolvimento dos ovários, útero e vulva nas meninas; e desenvolvimento dos testículos, próstata e produção de esperma nos meninos. As características sexuais secundárias são: desenvolvimento das mamas e menarca nas meninas; desenvolvimento do pênis e pelos faciais e mudanças na voz nos meninos; e desenvolvimento dos pelos púbicos em ambos os sexos.

São cinco estágios de Tanner (1962): o estágio 1 em que cada característica indica o estágio pré-púbere ou fase infantil, enquanto o estágio 2 caracteriza o início do desenvolvimento de cada característica, marcando a transição para a puberdade. Os estágios 3 e 4 marcam o progresso na maturação e indicam a fase púbere, e o estágio 5 indica a fase pós-púbere ou adulta (TANNER, 1962).

Para a *National Strength and Conditioning Association* (NSCA), o termo “crianças” é destinado a indivíduos de ambos os sexos que ainda não tenham desenvolvido as características sexuais secundárias (aproximadamente até a idade de 11 anos em meninas e 13 anos nos meninos; estágios de maturação de Tanner: 1 e 2). Já o termo “adolescência”, refere-se a um período entre a infância e a idade adulta que compreende idades entre 12 e 18 anos do sexo feminino e entre 14 e 18 anos no sexo masculino (estágios de maturação de Tanner: 3 e 4) (FAIGENBAUM *et al.*, 2009).

Adicionalmente, as diferentes fases do estirão de crescimento analisadas pelo PVC parecem se relacionar com os estágios de maturação sexual (TANNER, 1962). Nas meninas, o início da puberdade (M2) coincide com o início do estirão puberal na fase de aceleração, atingindo o máximo da velocidade de crescimento em M3 e desacelerando em M4, quando geralmente ocorre a menarca (NEINSTEIN, 2002). Nos meninos, o início da puberdade (G2) ocorre no momento de velocidade de

crescimento estável, a aceleração do crescimento geralmente ocorre no estágio de G3 e o PVC em G4, iniciando a desaceleração (NEINSTEIN, 2002).

Essa diferença na característica do estirão puberal entre os sexos pode explicar o fato da estatura final do homem ser maior que a da mulher, uma vez que eles permanecem mais tempo na fase pré-púbere (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010). Segundo esses autores, outro aspecto que justifica a diferença de estatura entre os sexos é a magnitude da velocidade de crescimento, ocorrendo um pico de 10 a 12 cm/ano no sexo masculino, enquanto no sexo feminino o pico é de 8 a 10 cm/ano (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010).

2.4 QUALIDADE MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

A qualidade muscular é caracterizada pela produção de força por unidade de massa muscular ativada (NARICI *et al.*, 2005). Neste sentido, a qualidade muscular estabelece uma estimativa da contribuição de fatores neuromusculares associados a alterações na força muscular (KORHONEN *et al.*, 2009). A sua utilização é relevante para a observação de adaptações morfológicas e neurais em resposta a um programa de TF, e parece ser uma medida mais interessante do que a análise apenas do valor da produção de força muscular, à medida que pode representar a capacidade funcional muscular (RADAELLI *et al.*, 2011). Além disso, a qualidade muscular é afetada pela idade e pelo sexo, mas a magnitude desse efeito depende do grupo muscular estudado e do tipo de ação muscular (concêntrica ou excêntrica) (LYNCH, 1999).

Fukunaga *et al.*, (2014), concluíram que a qualidade muscular parece não gerar influências significativas na maturação, após a realização de um estudo com o objetivo de verificar o efeito da maturação na qualidade muscular de membros inferiores de meninos adolescentes de 12 a 15 anos separados em dois grupos: pré púberes e púberes (FUKUNAGA *et al.*, 2014).

A qualidade muscular tem sido avaliada por métodos não-invasivos como: tomografia computadorizada, ressonância magnética, e mais recentemente, por ultrassonografia (KORHONEN *et al.*, 2009). Através de imagens de ultrassonografia, é possível avaliar a eco intensidade de acordo com análises de escala de cinza e analisar se o indivíduo apresenta baixa ou alta qualidade muscular (PILLEN *et al.*, 2003). A eco intensidade faz inferência à composição de diferentes componentes

encontrados na musculatura, sendo proposta como medida indireta de infiltração de gordura e tecidos musculares não contráteis (ARTS *et al.*, 2010).

Um estudo analisou correlações entre a eco intensidade e a espessura muscular em crianças saudáveis através da análise por ultrassonografia do vasto lateral (VL) e reto femoral (RF) em 28 meninos (idade média de 5 ± 12 anos). Os resultados mostraram correlações entre a espessura do RF e as variáveis dependentes, correlações da taxa de produção de torque 100 ms e 200 ms com a espessura do VL e correlações da espessura muscular e eco intensidade com o desempenho de agilidade (STOCK *et al.*, 2017).

Outra forma de avaliar a qualidade muscular é a tensão específica que é caracterizada pela força relativa por unidade de massa muscular (TRACY *et al.*, 1999). Alterações estruturais e bioquímicas nas fibras musculares e nos tendões (pontes cruzadas, ângulo de penação, rigidez muscular, ...) podem influenciar a capacidade de produção de força e alterar a tensão específica muscular (NARICI & MAFFULI, 2010). De acordo com relatos da literatura, adultos apresentam uma maior proporção de fibras tipo II, que são intrinsecamente mais fortes que as fibras do tipo I, apresentando uma tensão específica maior do que as crianças (SJÖSTROM *et al.*, 1992; DOTAN *et al.*, 2012; O'BRIEN *et al.*, 2010). Essa menor utilização das unidades motoras do tipo II parece afetar a cinética do desenvolvimento da força, pois se espera que uma maior dependência das unidades motoras do tipo II produza uma cinética de força mais rápida e explosiva, enquanto a menor ativação das unidades motoras de contração rápida, como é alegada que ocorra com crianças, resultaria em uma cinética mais lenta (DOTAN *et al.*, 2012). Além disso, de acordo com alguns autores, a tensão específica parece aumentar com a puberdade (O'BRIEN *et al.*, 2010).

Como os dados longitudinais são escassos na literatura, sabe-se relativamente pouco sobre como as mudanças na qualidade muscular influenciam o desenvolvimento ósseo (FARR *et al.*, 2013). Em um estudo longitudinal de dois anos de duração, foram avaliadas as mudanças na qualidade muscular nos parâmetros ósseos em 248 meninas saudáveis de 9 a 12 anos, e os autores sugeriram que a atividade física está associada a ganhos de densidade e força óssea em meninas em menor grau do que mudanças na qualidade muscular (FARR *et al.*, 2013).

Portanto, como há poucos estudos na literatura que investigaram os efeitos do treinamento de força na qualidade muscular de crianças e adolescentes, são necessários estudos futuros, principalmente longitudinais.

2.5 O DESENVOLVIMENTO DA ESPESSURA MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

De acordo com dados na literatura, parece que os ganhos de força induzidos pelo TF durante a infância e a adolescência são principalmente relacionados a adaptações neurais, ao invés de fatores voltados ao aumento da espessura muscular (FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013; GRANACHER *et al.*, 2011). Os fatores neurais são responsáveis pela ativação de unidades motoras, pela coordenação intermuscular e pela aprendizagem neuromuscular (BEHM *et al.*, 2008).

Neste contexto, um estudo com trinta e duas crianças divididas em grupo de intervenção (n = 17), que realizou treinamento de força integrado às aulas de educação física, e grupo controle (n = 15), que participou apenas das aulas de educação física, durante 10 semanas, concluiu que o TF foi incapaz de afetar a espessura muscular, apesar de ter sido eficaz no aumento no pico de torque dos extensores e flexores do joelho (GRANACHER *et al.*, 2011).

O aumento da espessura muscular em crianças e adolescentes continua com controvérsias, visto que as crianças pré-púberes e jovens pós-púberes respondem ao TF de forma diferente (FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013). Na fase pré-púbere, há o predomínio de adaptações neurais (RAMSAY *et al.*, 1990; OZMUN; MIKESKY; SURBURG, 1994), mas também ocorrem alterações hormonais que podem proporcionar o aumento da força muscular, apesar de gerarem um menor desenvolvimento da espessura muscular em ambos os sexos (RAMSAY *et al.*, 1990; OZMUN; MIKESKY; SURBURG, 1994; FLECK; KRAEMER, 2006). De acordo com Faigenbaum *et al.* (2009), indivíduos do sexo masculino na fase pré-púbere podem aumentar a força muscular, mas seu perfil hormonal não é propício para o aumento significativo da espessura muscular, e seu potencial para o ganho de força parece menor do que de meninos em estágio maturacional mais avançado.

O estudo de Fukunaga *et al.* (1992) apresentou conclusões opostas, sugerindo que pode ocorrer aumentos de espessura muscular de crianças pré-

púberes após um programa de TF. Os achados relatados por Fukunaga *et al.* (1992) apresentam a perspectiva de que o aumento da espessura muscular é possível durante o período pré-púbere, após o desenvolvimento de um estudo de coorte com 52 meninos e meninas pré-púberes japoneses. Doze semanas de treinamento de força isométrico (três contrações máximas de 10 segundos, duas vezes por dia, 3 dias por semana) resultou no aumento das áreas transversais (8%) de flexores de cotovelo medidas por ultrassonografia. De acordo com os autores, o aumento da espessura muscular em resposta ao treinamento de força em crianças pré-púberes seria cerca de 50% do aumento observado em adultos (FUKUNAGA *et al.*, 1992).

Um maior aumento na espessura muscular pode ser esperado em adolescentes, especialmente do sexo masculino, devido a influências hormonais (FAIGENBAUM, 2000; FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013). Durante e após a puberdade, há a influência de hormônios como a testosterona, gerando ganhos de força que parecem estar relacionados com o aumento da espessura muscular de indivíduos do sexo masculino, principalmente dos 11 aos 18 anos de idade (FLECK; KRAEMER, 2006; BEHM *et al.*, 2008). Nessa fase da adolescência, podem ocorrer algumas adaptações morfológicas como aumento na rigidez muscular ou o aumento do ângulo de penação muscular (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

Para determinar a contribuição do aumento da espessura muscular para o aumento da força em crianças e adolescentes, vários estudos estão avaliando medidas morfológicas induzidas pelo treinamento de força (RAMSAY *et al.*, 1990; Fukunaga *et al.*, 1992). Estes estudos utilizam técnicas indiretas tais como antropometria ou métodos diretos, como ultrassonografia (FUKUNAGA *et al.*, 1992), radiografia (VRIJENS, 1978), tomografia computadorizada (FUKUNAGA *et al.*, 1992) e ressonância magnética (MERSCH; STOBOY, 1989).

Como sugerido por Faigenbaum, (2000) e Faigenbaum *et al.* (2009), programas de treinamento de força à longo prazo parecem necessários para descobrir maiores efeitos do TF na espessura muscular em crianças ou adolescentes.

2.6 GANHOS DE FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Programas de TF supervisionados e planejados adequadamente estão cada vez mais aceitos com o objetivo de aumentar a força muscular durante a infância e a adolescência (FAIGENBAUM, 2010). É ao longo dos anos iniciais de crescimento que a plasticidade neuromuscular se desenvolve, promovendo ganhos importantes de força máxima muscular (FAIGENBAUM *et al.*, 2016).

Crianças e adolescentes que não são expostos ao TF no início da vida podem não ser capazes de desenvolver o alto grau de plasticidade neuromuscular durante o seu desenvolvimento (MYER; FAIGENBAUM; FORD, *et al.*, 2011). Desequilíbrios musculares e nível baixo de força muscular de crianças e adolescentes, podem torná-los incapazes de realizar movimentos desejados e não completarem sessões de treinamento (FAIGENBAUM *et al.*, 2016).

Para minimizar esses desequilíbrios musculares, alguns achados mostraram incrementos de força máxima de aproximadamente 30% a 50% com crianças e adolescentes destreinados, que participaram de programas curtos TF (de 8 a 12 semanas), e esses aumentos parecem similares entre adolescentes e adultos (FAIGENBAUM, 2003; 2007). Além disso, a forma como é organizada a periodização do treinamento, influencia os ganhos de força máxima, visto que estudos prévios mostraram ganhos similares na força máxima de crianças após um treinamento com poucas repetições e cargas elevadas (6-10RM) em comparação com programas de várias repetições e cargas moderadas (13-20RM) (FAIGENBAUM *et al.*, 2001; FAIGENBAUM *et al.*, 2005).

Como forma de avaliar a força máxima muscular de crianças e adolescentes, utiliza-se o teste de uma repetição máxima (1-RM) que é seguro para estes indivíduos, visto que o esforço exigido pode ser bem tolerado fisiologicamente por eles (Faigenbaum *et al.*, 2003). Os achados de Faigenbaum *et al.*, (2003) demonstraram a segurança e a eficácia da aplicação de testes de 1-RM para a avaliação da força muscular de crianças de 6 a 12 anos, relatando a inexistência de lesões durante todo período de treinamento.

Os dinamômetros isocinéticos apresentam como objetivo acessar, dentre outros parâmetros, o pico de torque muscular (Nm) gerado durante ações musculares dinâmicas (concêntrica e excêntrica), com velocidade constante durante todo o movimento (DE STEEX CROIX; DEIGHAN; ARMSTRONG, 2003). Durante a infância e a adolescência, essas avaliações monitoram o desenvolvimento do torque muscular (DE STE CROIX, 2012). Este método apresenta alta reprodutibilidade e é

considerado padrão ouro no que concerne à avaliação do desempenho neuromuscular em diferentes populações (SOLE *et al.*, 2007).

Uma vez que as habilidades de desempenho motor são componentes essenciais dos movimentos esportivos, é na infância que há a possibilidade de desenvolver um nível basal de potência muscular e gerar uma base sólida para que, durante ou após a puberdade, sejam aplicadas estratégias de treinamento mais avançadas (FAIGENBAUM *et al.*, 2016). Embora não tenham sido estabelecidos quais métodos de treinamento são os mais adequados para aumentar a potência muscular de crianças e adolescentes, combinações de treinamento de força com treinamento pliométrico são eficientes na melhora da potência muscular de acordo com a meta-análise de Harries, Lubans, Callister (2012).

O treinamento pliométrico é uma combinação de potência e força muscular e envolve a transição rápida da fase excêntrica para a fase concêntrica (ciclo alongamento-encurtamento) de um músculo ou grupo muscular (MYERS *et al.*, 2017; GÓMEZ-BRUTON *et al.*, 2017). Segundo Ruas *et al.*, (2014), ao incluir exercícios pliométricos, como saltos ou arremessos com bolas *medicine ball*, e executá-los de forma rápida, pode ser uma estratégia para o ganho de força e potência muscular.

A pliometria é eficaz em aprimorar o desempenho de saltos de atletas jovens, sendo que é preciso complementar com programas de treinamento com menos repetições e maiores intensidades para melhorar o desempenho físico (LESINSKI; PRIESKE; GRANACHER, 2016). Este método de treinamento deve seguir intensidades recomendadas e ser aplicado no máximo de 2 a 3 vezes por semana para evitar lesões musculares (MYERS *et al.*, 2017).

Saltos pliométricos podem ser um dos melhores métodos para desenvolver a massa óssea, devido ao estímulo osteogênico, principalmente, pelos impactos produzidos contra o solo (GÓMEZ-BRUTON *et al.*, 2017). As intervenções de salto afetam positivamente o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea, sendo que essa otimização óssea durante a infância resultará em ossos mais fortes e mais densos na idade adulta, reduzindo as chances de desenvolver osteoporose futuramente (GÓMEZ-BRUTON *et al.*, 2017). Um estudo com amostra composta por doze meninos ($10,2 \pm 0,4$ anos) e 14 homens ($22,0 \pm 0,8$ anos) submetidos a um protocolo com saltos pliométricos (um total de 144 saltos), com análise de marcadores de formação e reabsorção óssea, concluiu que durante o crescimento

ósseo os meninos respondem com maior magnitude aos estímulos do treinamento do que os homens (KISH *et al.*, 2015).

Um programa de treinamento composto por pliometria associado com um programa que enfatize técnicas de equilíbrio podem desenvolver melhor saltos, *sprints* e a rigidez muscular (CHAOUACHI *et al.*, 2014). Esses resultados foram observados por Chaouachi *et al.*, (2014) após um programa de treinamento de oito semanas com meninos de 12 a 15 anos e, ao combinar pliometria e equilíbrio, mostrou resultados mais eficazes do que o grupo que realizou somente o programa de treinamento pliométrico.

Está bem estabelecido na literatura que o treinamento pliométrico pode constituir uma ferramenta segura e apropriada para melhorar ações explosivas em atletas pre-púberes (RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; FERNANDEZ *et al.*, 2016). Pesquisas anteriores mostraram melhorias na capacidade de salto, agilidade e força, bem como no desempenho esportivo após a introdução de programas de treinamento pliométrico com crianças pré-púberes (RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2015).

É importante ressaltar também que os efeitos dos programas de TF e potência podem ser diferentes dependendo do processo maturacional da criança ou adolescente (FERNANDEZ *et al.*, 2016). Neste contexto, parece necessário verificar a classificação maturacional e saber se as melhorias na força e na potência na infância e adolescência ocorrem devido ao treinamento ou ao desenvolvimento natural durante o crescimento e a maturação (FERNANDEZ *et al.*, 2016).

2.7 ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM O TREINAMENTO DE FORÇA

2.7.1 Composição corporal

Apesar de alterações fisiológicas e metabólicas em crianças e jovens ainda não estarem bem documentadas na literatura, há uma tendência de diminuição da adiposidade, aumento da força muscular e aumento da massa muscular em estudos com treinamento de força à longo prazo (MYERS *et al.*, 2017).

Em vista disso, parece que o TF pode não ter influência na perda de massa gorda significativa se não for associado a uma dieta, mas é capaz de aumentar a

massa magra de crianças e jovens (DONNELLY *et al.*, 2009). Por outro lado, um estudo observou reduções na circunferência da cintura ($\approx 1\%$), no percentual de gordura corporal ($\approx 1,8\%$) e no índice de massa corporal ($\approx 0,1\%$), além de aumentos de força nos membros superiores ($\approx 27,7\%$) e inferiores ($\approx 26,5\%$) de crianças obesas, entre 10 a 15 anos de idade, após um TF de oito semanas e sem nenhum controle da dieta dos participantes (BENSON *et al.*, 2008).

Os ganhos de força muscular são muitas vezes associados a melhorias na composição corporal (BARBIERI, 2013), tais como: redução de gordura, baixo percentual de gordura e o aumento da massa corporal magra (PIERCE *et al.*, 2009). Um estudo (CUNHA *et al.*, 2014) foi realizado com dezoito meninos saudáveis divididos em grupo de treinamento de força (TF) ($n=9$, idade= $10,4 \pm 0,5$ anos) e grupo controle (GC) ($n=9$, idade= $10,9 \pm 0,7$ anos). O grupo TF completou 12 semanas de treinamento, 3 vezes por semana, 3 séries de 6 a 15 repetições em intensidades de 60% a 80% de 1-RM. Ambos os grupos apresentaram aumentos estatisticamente significativos ($p < 0,05$) no teste de 1-RM de extensores do joelho e flexores do cotovelo, porém estes aumentos foram estatisticamente maiores no grupo TF (tamanho do efeito [ES] 2,83-9,00) do que no GC (ES= 0,72-1,00). Além disso, ambos os grupos apresentaram aumentos na massa magra e massa óssea, mas nenhuma mudança foi observada nos níveis de aptidão cardiorrespiratória. Os autores concluíram que doze semanas de TF foram eficazes na melhoria da força e impediram o aumento da massa gorda em meninos pré-púberes (CUNHA *et al.*, 2014).

O estudo de Faigenbaum *et al.*, (2003) realizado com crianças pré-púberes de ambos os sexos, com idades entre 8 e 12 anos, que praticaram um programa de TF duas vezes por semana, durante 8 semanas, corrobora com esses achados. Foram observadas melhoras significativas na composição corporal: diminuição de 2,3% das dobras cutâneas em comparação a um aumento de 1,7% no grupo de controle.

O excesso de peso e obesidade durante a infância e a adolescência também estão associados com fatores de risco de doenças cardiovasculares e crônicas (DIETZ *et al.*, 2012). De acordo com a revisão sistemática de Dietz *et al.*, (2012), um TF com intensidade moderada a submáxima em crianças e adolescentes parece mostrar efeitos positivos na composição corporal e evitar a ocorrência de doenças crônicas, visto que pesquisas indicam um aumento na obesidade infantil no Brasil e no mundo (IBGE, 2008/2009). Neste contexto, o TF é capaz de reduzir o excesso de

peso e obesidade, bem como a resistência à insulina e ajuda a melhorar o controle glicêmico de crianças e adolescentes (SHAIBI *et al.*, 2006).

Neste sentido, um estudo com quarenta e oito crianças (n = 26 meninas e 22 meninos, idade média = 9,7 anos) que realizaram um programa de TF ondulatório, com 3 sessões por semana, durante 8 semanas, encontrou uma diminuição significativa na porcentagem absoluta de gordura corporal 2,6% (p = 0,003) e um aumento significativo na massa magra de 5,3% (p = 0,07) dos sujeitos da amostra. Não houve alterações significativas no índice de massa corporal, massa gorda total, ou conteúdo mineral ósseo. Houve aumentos significativos no teste de 1 RM de agachamento (74%), altura de salto com contramovimento (8%), altura de salto estático (4%) e potência (16%). Esses resultados demonstraram que o programa de TF produz alterações significativas na composição corporal, força e potência muscular e sugeriram que um programa ondulatório periodizado aumenta significativamente a massa corporal magra, diminui o percentual de gordura corporal e aumenta a força e a potência de crianças acima do peso e obesas (MCGUIGAN *et al.*, 2009).

As mudanças na composição corporal induzidas pelo TF com crianças e adolescentes avaliados por métodos precisos, como por absorciometria de dupla energia de raios-x (DEXA), são pouco investigadas. Portanto, essa análise dos efeitos do TF sobre a composição corporal por meio de métodos precisos deve ser realizada, à medida que este método de treinamento parece uma boa estratégia para induzir alterações positivas na composição corporal de crianças e adolescentes (DIETZ *et al.*, 2012; SCHRANZ *et al.*, 2013).

2.7.2 Densidade Mineral Óssea (DMO)

O TF à longo prazo parece ter efeitos benéficos sobre os marcadores de formação e reabsorção óssea em crianças e adolescentes (ERICKSON; VUKOVICH, 2010). Para Bass (2000), é na fase pré-púbere que ocorre um maior desenvolvimento ósseo, tornando os ossos biomecanicamente mais fortes.

Shanmugam e Maffulli (2008) relataram que lesões oriundas do esporte com crianças e adolescentes são menores e pouco limitadoras, podendo pressupor que indivíduos dessa faixa etária que praticam esportes combinado com TF apresentam

mais rigidez e resistência óssea. O TF pode reduzir essas lesões, mas também evitar casos futuros de osteoporose (BEHM *et al.*, 2008).

O aumento da DMO e a perspectiva de que esses benefícios sejam mantidos na idade adulta, sustenta dados de que o exercício pode reduzir riscos de osteoporose (BASS, 2000). De acordo com Fleck e Kraemer (2006), qualquer aumento na DMO no período pré-púbere e púbere pode ajudar na prevenção de osteoporose futura.

Algumas evidências revelam que esse aumento da DMO em crianças tem sua importância por abordar a saúde óssea como parte de uma estratégia preventiva contra a osteoporose, mostrando que intervenções adequadas podem ser implementadas em um estágio inicial da doença (CHONG *et al.*, 2015, LÖFGREN *et al.*, 2012). A maior parte da massa óssea é acumulada durante a juventude, tornando-se o momento ideal para potencializar a força muscular e a estrutura musculoesquelética (FAIGENBAUM; WESTCOTT, 2001).

A quantidade de osso presente no final da maturação esquelética é um determinante do risco de fratura osteoporótica (GÓMEZ-BRUTON *et al.*, 2017). Conforme esses autores, a infância e a adolescência são períodos importantes para intervir com estratégias de estilo de vida que possam prevenir fraturas relacionadas à osteopenia e à osteoporose. Parece que um aumento de apenas 3% a 5% na DMO pode reduzir o risco de fratura de 20% a 30% (JOHNSTON, 1992).

Neste contexto, um programa de TF parece diminuir as taxas de lesões aumentando o índice de força óssea e o conteúdo mineral ósseo, fortalecendo os tendões e melhorando a força dos músculos acessórios (MYERS *et al.*, 2017). Durante o processo de crescimento de crianças e adolescentes, a composição do tendão é alterada mais rapidamente em comparação com aumentos na área da seção transversa com a prática do TF, levando a um desequilíbrio no estresse máximo e a um maior risco de lesão (LEGERLOTZ *et al.*, 2016).

Outro fator importante é que os resultados do TF no crescimento ósseo de crianças e adolescentes podem ser observados por bastante tempo, mesmo após o término dos exercícios (GUNTER *et al.*, 2008). Os resultados positivos do TF na DMO foram observados após oito anos da finalização do estudo de Gunter *et al.*, (2008).

Uma das melhores maneiras para melhorar significativamente o conteúdo mineral ósseo e a DMO durante a infância e a adolescência é o treinamento

pliométrico devido ao estímulo osteogênico e os impactos produzidos contra o solo (GÓMEZ-BRUTON *et al.*, 2017; BEHRINGER *et al.*, 2014). Na fase pré-púbere e púbere, os indivíduos apresentam uma "janela de oportunidade" de acúmulo mineral ósseo (GUNTER *et al.*, 2012), e os exercícios de alto impacto geram maiores benefícios na estrutura óssea e mineralização (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Em relação à frequência de treinamento semanal e a influência sobre o aumento na DMO, uma meta-análise demonstrou que a frequência de mais de três sessões por semana resultou em aumento maior no tamanho de efeito para densidade mineral óssea da coluna lombar em comparação com programas com duração de menos de três sessões semanais. A conclusão desta meta-análise evidenciou que uma maior frequência de TF parece estar relacionada a uma maior DMO da coluna lombar em meninas (ISHIKAWA *et al.*, 2013).

Um estudo com oitenta e dois escolares de Hong Kong que avaliou 41 crianças com idade entre 10,4 anos, após realizarem um TF por seis semanas, por 75min/dia e três sessões por semana, encontrou um aumento na DMO de 3,9% quando comparado ao grupo controle. Os autores concluíram que a participação em um programa de exercícios com ênfase no TF resultou na melhora da massa magra e acréscimo mineral ósseo de crianças pré-púberes obesas ou com sobrepeso, controladas pela dieta (YU *et al.*, 2005).

Várias técnicas densitométricas não invasivas estão disponíveis para o monitoramento da saúde óssea, como a tomografia computadorizada quantitativa, a ressonância magnética e a absorciometria de dupla energia de raio-x (DEXA) (Chong *et al.*, 2015). No entanto, eles são conhecidos por serem diferentes em termos de tecnologias e métodos de aquisição, tornando-se necessário obter os seus conhecimentos sobre qual dessas técnicas fornecem o melhor grau de qualidade óssea. Atualmente, o DEXA é considerado a técnica mais utilizada para a avaliação da densidade mineral óssea (DMO) em crianças e adolescentes devido à sua velocidade, precisão e dados de referência pediátricos robustos (SPECKER, SCHOENAU, 2005).

É importante abordar a saúde óssea em populações mais jovens como parte de uma estratégia preventiva de osteoporose, de modo que os indivíduos com baixa massa óssea possam ser identificados e programas de intervenção adequados possam ser implementados (CHONG *et al.*, 2015). Portanto, o treinamento de força pode otimizar o desenvolvimento da massa óssea na infância, resultando em ossos

mais fortes e mais densos na idade adulta e reduzindo as chances de desenvolver osteoporose mais tarde na vida (RIZZOLI *et al.*, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O treinamento de força, realizado com crianças e adolescentes, pode alterar variáveis neuromusculares e a composição corporal desta população?

3.2 AMOSTRA

A amostra do presente estudo foi voluntária, por conveniência, composta por alunos pré-púberes, púberes e pós-púberes de ambos os sexos e com idades entre 10 e 14 anos, de escolas de Porto Alegre.

3.3 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo amostral foi realizado utilizando valores da diferença das médias e desvio padrão de estudos prévios, a partir do cálculo do tamanho de efeito baseado no g de Hedges. Para a variável força muscular foi utilizado o estudo de Faigenbaum *et al.* (1999), considerando o tamanho de efeito de 0,6, o n total seria de 10 sujeitos. Para a variável massa livre de gordura, foi utilizado o artigo de Benson *et al.* (2008), considerando um tamanho de efeito de 0,2, o n total seria de 36 sujeitos. Considerando o maior valor de n encontrado entre as variáveis, cada um dos grupos será composto por 18 sujeitos. O cálculo foi realizado no software G Power, para um teste ANOVA de medidas repetidas entre sujeitos, com poder de 85% e nível de significância de 5%.

3.4 RECRUTAMENTO DA AMOSTRA

O recrutamento da amostra seguiu algumas etapas. Primeiramente, foram realizadas a apresentação e a aprovação do projeto de pesquisa nas escolas. Em seguida, foi realizado o convite aos alunos nas turmas para explicar o projeto, tirar dúvidas e convidá-los a participar.

Logo após, os alunos que aceitassem participar do estudo, receberam o termo de consentimento livre esclarecido (anexo 1) para entregar aos pais para

assinarem e autorizarem a participação no estudo e o termo de assentimento (anexo 2), em que os próprios alunos deveriam assumir o compromisso com o estudo. Em seguida, organizaram-se as datas e horários das avaliações pré e pós-treinamento, assim como do protocolo de treinamento de força.

A amostra foi não aleatória e subdividida em dois grupos: o grupo experimental (GE) que realizou o programa de treinamento de força, e o grupo controle (GC) que realizou apenas os testes. O recrutamento foi desenvolvido em quatro escolas de Porto Alegre. No grupo experimental (GE; n=14), participaram alunos das seguintes escolas: Colégio Militar de Porto Alegre (n=5), Escola Estadual de 1º e 2º Graus Professor Otávio Souza (n=6) e Escola Estadual de 1º Grau Professor Leopoldo Tietbohl (n=3). No grupo controle (GC; n=11), a amostra foi composta por alunos da Escola Estadual de 1º e 2º Grau Presidente Roosevelt.

Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: ter idades entre 10 e 14 anos, não ter realizado treinamento de força há pelo menos três meses antes do início do estudo e não apresentar limitações físicas que impedissem a prática das avaliações ou do treinamento. Além disso, o grupo controle, além dos testes, poderia praticar apenas exercícios nas aulas de educação física, não podendo realizar treinamento de força ou exercícios em que o foco seria o ganho de força muscular.

Os critérios de exclusão escolhidos foram: sujeitos que tivessem algum problema neuromuscular que os impedisse de realizar os testes ou o treinamento ou não completar pelo menos 80% de frequência até o final do treinamento.

3.5 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, nº: 57528716.5.0000.5347. Trata-se de um estudo com delineamento quase experimental, com abordagem longitudinal, em que os participantes seriam submetidos a uma intervenção, ou a um grupo controle, sendo avaliados antes e após o período de 12 semanas.

Os testes iniciais com o grupo experimental foram aplicados em duas sessões nas salas do Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da Escola Superior de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID/UFRGS). Na primeira sessão, os seguintes testes foram analisados: pico de velocidade de crescimento (PVC), ultrassonografia, DEXA, saltos (CMJ) e avaliações no dinamômetro isocinético. E na

segunda sessão, o teste de uma repetição máxima (teste de 1-RM) do exercício de extensão de joelhos na cadeira extensora.

Após a realização dos testes, os alunos submetidos ao TF iniciaram o programa de intervenção. Ao finalizar as 12 semanas de treinamento de força, as sessões de testes foram repetidas com ambos os grupos, conforme descrito anteriormente no protocolo do pré-treinamento. As descrições das avaliações e do período de treinamento estão explicadas no desenho experimental do estudo (Quadro 1).

Quadro 1 - Desenho Experimental do Estudo

Pré- Treinamento (2 Semanas)		TF (12 semanas)	Pós-Treinamento (2 semanas)	
1ª Sessão	2ª Sessão	2x por semana. Dias não consecutivos. 12 semanas.	1ª Sessão	2ª Sessão
PVC; Ultrassom; DEXA; Saltos (CMJ); Dinamômetro isocinético;	Teste de 1-RM (EJ).		PVC; Ultrassom; DEXA; Saltos (CMJ); Dinamômetro isocinético.	Teste de 1-RM (EJ)

PVC: pico velocidade de crescimento; CMJ: saltos com contramovimento; 1-RM (uma repetição máxima); EJ: Extensão de Joelhos; DEXA: absorciometria de dupla energia de raio-x.

3.6 VARIÁVEIS

3.6.1 Variáveis dependentes

- **Tensão Específica:** Foi calculada pelo valor do 1-RM da extensão dos joelhos, dividido pela massa magra das duas pernas avaliadas através do DEXA.
- **Eco Intensidade:** Obtida através de imagens de ultrassonografia, delimitando a maior área dos músculos: Reto Femoral (RF), Vasto Medial (VM), Vasto Lateral (VL), Vasto

Intermédio (VI) e a análise foi baseada em um histograma de escala de cinza em que 0 foi considerado preto e 255, considerado branco.

- Espessura muscular: Avaliação da espessura muscular por imagens de ultrassonografia, em milímetros (mm), dos músculos VL, VI, RF e VM, bem como a soma das espessuras de todos os músculos.
- Força máxima muscular: carga máxima em kg em que o sujeito consegue realizar apenas uma repetição durante o teste de 1-RM com controle do ritmo de execução e controlando o movimento com amplitude total, durante avaliações pré, pós 6 semanas e pós 12 semanas.
- Taxa de produção de torque (TPT): maior valor de torque registrado no *software* do dinamômetro isocinético em Nm, a partir da realização de 2 contrações isométricas voluntárias máximas de extensão de joelho (perna direita) no ângulo de 60° de flexão (0° de extensão).
- Nível de ativação muscular: atividade eletromiográfica obtida a partir do valor de *root mean square* (RMS) dos músculos Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF) durante contrações isométricas de extensão de joelho, realizadas no dinamômetro isocinético, no período pré e pós-treinamento.
- Desempenho de saltos (CMJ): saltos com contramovimento realizados sobre um tapete de contato e o maior valor de altura do salto (cm) durante testes pré e pós-treinamento foram utilizados para análise da potência muscular.
- Composição corporal: Valores de percentual de gordura (%), massa gorda (kg), massa magra (kg) e DMO (g/cm^2) obtidos na análise do DEXA (absorciometria de dupla energia de raio-x).

3.6.2 Variáveis independentes

Programa de treinamento de força: Tipo de treinamento que envolveu exercícios de treinamento de força para membros superiores e inferiores, executados com pesos livres e em máquinas de musculação, com objetivo de desenvolver a força muscular de crianças e adolescentes.

3.7 PROCEDIMENTOS DAS COLETAS DE DADOS

Para as coletas de dados, foram utilizadas algumas salas e equipamentos do Laboratório de Pesquisa (Lapex) da ESEFID/UFRGS.

3.7.1 Avaliação antropométrica

Para a avaliação da massa corporal, foi utilizada a balança da marca G-Tech, modelo Glass 200 (Rio de Janeiro, Brasil) com capacidade máxima de 200 kg e gradação de 50 g. Para avaliar a estatura dos indivíduos da amostra, utilizou-se um estadiômetro portátil da marca Seca 213 (Hamburg, Alemanha) com escala milimétrica.

Além disso, para a análise da altura tronco-cefálica, utilizou-se um banco antropométrico com medidas padrões de 50 cm de largura, 40 cm de comprimento e 30 cm de profundidade. Essa análise foi utilizada no cálculo de Mirwald *et al.*, (2002) para avaliar o pico de velocidade de crescimento (PVC) dos sujeitos.

3.7.2 Classificação maturacional

A classificação maturacional foi relevante no presente estudo para caracterizar a amostra, sendo realizada de duas maneiras: avaliação do pico de velocidade de crescimento (PVC) e Escala de Tanner. Na análise do PVC, a equação de Mirwald agrupou os indivíduos em pré-PVC e pós-PVC, enquanto a Escala de Tanner caracterizou a amostra em pré-púbere (estágio I), púbere (estágios II, III e IV) e pós-púbere (estágio V).

3.7.2.1 Pico da velocidade de crescimento (PVC)

Para avaliar o PVC, foi utilizada a técnica de Mirwald *et al.*, (2002), com variáveis antropométricas (massa corporal, estatura e altura sentado) para prever a distância em anos em que um indivíduo atinge o PVC e prever uma indicação do estágio maturacional. Esses cálculos de Mirwald *et al.*, (2002) são estratégias importantes para estimar em qual estágio maturacional o indivíduo se encontra, contribuindo também para o entendimento das características maturacionais de cada fase e respeitando suas evoluções físicas individuais.

Para a avaliação do PVC, foram necessários os dados de algumas medidas antropométricas como: massa corporal, estatura e altura tronco-cefálica. O cálculo de PVC é feito da seguinte maneira (MIRWALD *et al.*, 2002):

$$\text{Meninos: PVC} = -9,236 + [0,0002708 \times (\text{CP} \times \text{TC})] + [-0,001663 \times (\text{I} \times \text{CP})] + [0,007216 \times (\text{I} \times \text{TC})] + [0,02292 \times (\text{MC}/\text{E}) \times 100]$$

$$\text{Meninas: PVC} = -9,376 + [0,0001882 \times (\text{CP} \times \text{TC})] + [0,0022 \times (\text{I} \times \text{CP})] + [0,005841 \times (\text{I} \times \text{TC})] - [0,002658 \times (\text{I} \times \text{MC})] + [0,07693 \times (\text{MC}/\text{E}) \times 100]$$

Obs: CP = Comprimento de Perna; TC = Altura tronco-cefálica; I = Idade; MC = massa corporal; E = Estatura.

3.7.2.2 Escala de Tanner

No presente trabalho, a avaliação dos cinco estágios de Tanner (1962) foi aplicada por autoavaliação. Foram utilizadas para a análise, fotografias dos diferentes estágios de desenvolvimento das características sexuais apresentadas na planilha de Tanner (1962). As planilhas foram entregues aos pais, em envelope lacrado, para que auxiliassem seus filhos na autoavaliação e entregassem ao avaliador com o envelope lacrado.

Para a autoavaliação nas meninas, a planilha foi composta por fotos das cinco etapas de desenvolvimento das mamas e dos pelos pubianos. Nos meninos, a planilha também apresentou as cinco fotos das etapas de desenvolvimento dos

pelos pubianos e das gônadas. A descrição de cada estágio foi preenchida ao lado de cada foto para que o avaliado selecionasse o desenho que melhor representasse a fase maturacional em que ele se encontrava, sendo que o preenchimento desta avaliação foi auxiliado pelos pais do avaliado.

As características sexuais foram registradas desta maneira: G (genitália); P (Pelos pubianos); G e P foram acompanhados por um número correspondente ao estágio (1 ao 5).

De acordo com Malina e Bouchard (1991), os estágios de Tanner assumem características conforme os níveis de desenvolvimento da genitália e dos pelos pubianos. Desta forma, os sujeitos da amostra foram registrados da seguinte maneira (MALINA; BOUCHARD, 1991):

Genitália:

- G1: Fase pré-adolescência (Infantil);
- G2: Aumento da bolsa escrotal e dos testículos (sem aumento do pênis);
- G3: Aumento do pênis em toda a sua extensão;
- G4: Aumento do diâmetro do pênis e da glândula; crescimento dos testículos;
- G5: Tipo adulto.

Pelos pubianos:

- P1: Fase pré-adolescência;
- P2: Pelos longos, macios e pigmentados na parte do pênis;
- P3: Pelos escuros, ásperos, sobre o pênis;
- P4: Pelagem tipo adulto, porém a área coberta ainda é menor que do adulto;
- P5: Tipo adulto (estendendo-se até a face interna da coxa).

O último passo foi relacionar esses parâmetros aos estágios de Tanner (MALINA; BOUCHARD, 1991):

- a) Pré-púbere: genitais e pelos pubianos 1;
- b) Púbere: genitais e pelos pubianos 2, 3 e 4;
- c) Pós-púbere: genitais e pelos pubianos 5.

Abaixo, estão as planilhas de Autoavaliação de Tanner (1962):

Figura 1 - Escala de Tanner (1962): Desenvolvimento Puberal Masculino

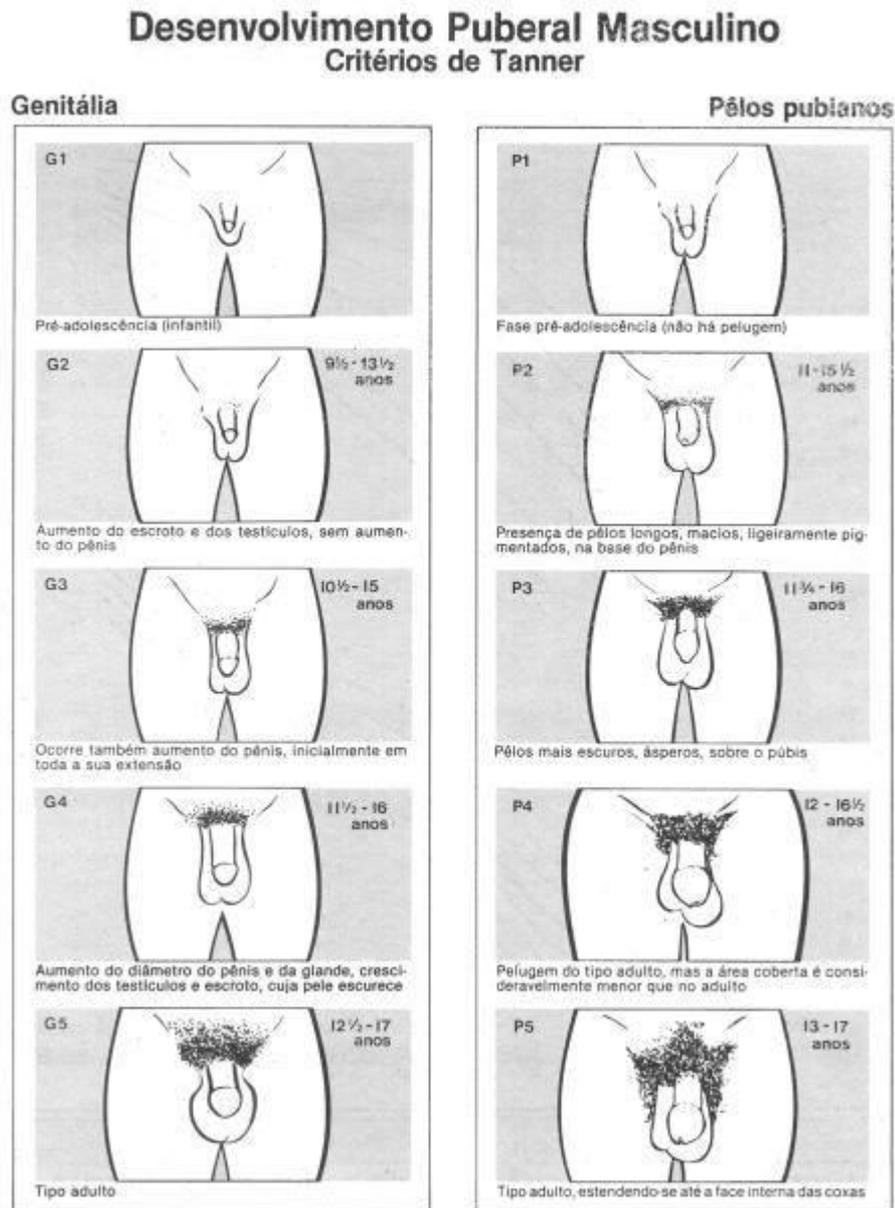
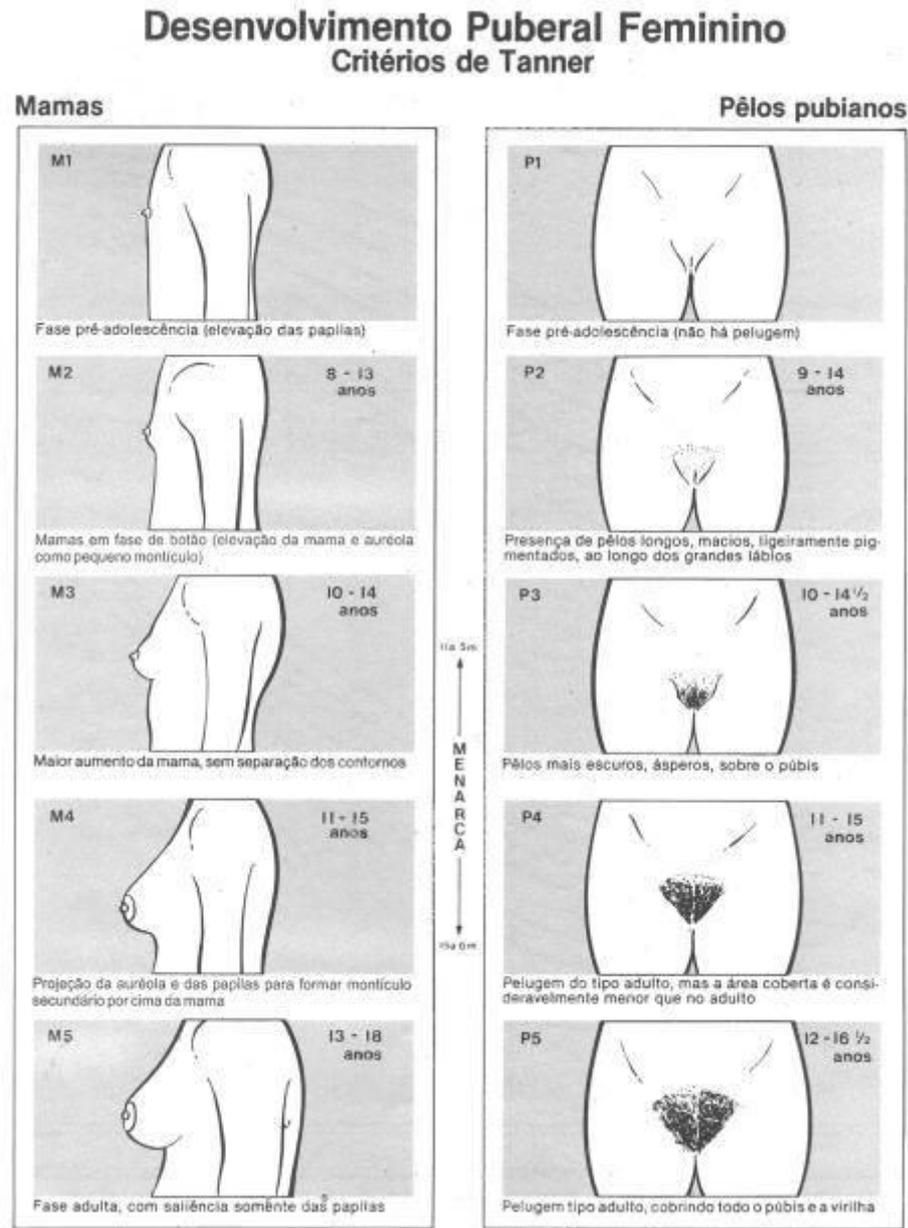


Figura 2 - Escala de Tanner (1962): Desenvolvimento Puberal Feminino



3.7.3 Avaliação da qualidade muscular

A Qualidade Muscular (QM) foi avaliada de duas maneiras: eco intensidade e tensão específica. A mensuração da Eco Intensidade (EI) foi obtida através da ultrassonografia, utilizando as mesmas imagens analisadas na avaliação da espessura muscular. Delimitou-se a maior área dos músculos: Reto Femoral (RF), Vasto Medial (VM), Vasto Lateral (VL), Vasto Intermédio (VI). A análise foi baseada em um histograma de escala de cinza em que 0 foi considerado preto, e 255

considerado branco (RADAELLI *et al.*, 2014). Já, a tensão específica foi calculada a partir do valor da força máxima (teste de 1-RM) realizado de forma bilateral, dividido pela massa magra das duas pernas avaliado através do DEXA.

3.7.4 Avaliação das variáveis neuromusculares

3.7.4.1 Espessura muscular

A avaliação da espessura muscular foi realizada por meio do aparelho de ultrassonografia (US). Foi analisada a espessura muscular do membro dominante do Reto Femoral (RF), Vasto Medial (VM), Vasto Lateral (VL), Vasto Intermédio (VI) dos participantes no período pré- treinamento e após a conclusão do treinamento.

Durante a avaliação, os sujeitos permaneceram posicionados em decúbito dorsal e com o membro inferior direito relaxado. Os locais selecionados para avaliação das medidas foram: VL - ponto médio entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur (KUMAGAI *et al.*, 2000); e VM- 30% da distância entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur (KORHONEN *et al.*, 2009) e o VI e RF- Dois terços da distância do trocânter maior do fêmur ao epicôndilo lateral e 3 centímetros lateral a partir da linha média do membro (CHILIBECK *et al.*, 2004)

Para a aquisição da imagem foi utilizado um gel a base de água. Para o mapeamento dos pontos anatômicos, foram realizadas marcas na pele para a identificação dos pontos. Após a coleta de imagens, as análises foram feita através do software *ImageJ*, onde o avaliador analisou três imagens de cada músculo, utilizando a média destas três imagens para obter o valor de espessura muscular.

As medidas pós-treinamento foram realizadas de três a cinco dias após a última sessão para evitar o edema da musculatura e erros na medida. Durante este tempo, os participantes foram instruídos a não praticar exercícios ou atividades intensas.

3.7.4.2 Teste de uma repetição máxima (Teste de 1-RM)

Caracteriza-se pela maior carga que pode ser levantada na realização de uma repetição de um determinado exercício (GONZÁLES-BADILLO; MEDINA, 2007). Os indivíduos da amostra foram familiarizados com o exercício, como forma de

minimizar os efeitos de aprendizagem para a realização do teste (HATFIELD *et al.*, 2006). Para avaliar a força dinâmica máxima de membros inferiores, o exercício de extensão de joelhos foi realizado de maneira bilateral no equipamento cadeira extensora da marca (Konnem Gym, China) com resolução de 1 kg.

Após a realização de uma série como forma de aquecimento muscular com carga de 20 % da massa corporal, foi aplicado o método de tentativa e erro até atingir um número inferior a 10 repetições, sendo a carga corrigida pela tabela de Lombardi (Lombardi, 1989). Ao utilizar essa tabela, multiplica-se a carga deslocada pelo fator de correção correspondente ao número de repetições completadas, encontrando assim o valor de 1-RM estimado.

O intervalo foi de três minutos entre cada tentativa e as fases concêntrica e excêntrica teve a duração de dois segundos cada uma. Foram realizadas no máximo cinco tentativas para cada indivíduo, e a carga foi redimensionada a fim de encontrar a carga máxima para uma repetição. Essa carga máxima deslocada foi utilizada como valor representativo da força muscular dinâmica máxima, conforme Knuttgen e Kraemer (1987).

3.7.4.3 Contração isométrica voluntária máxima

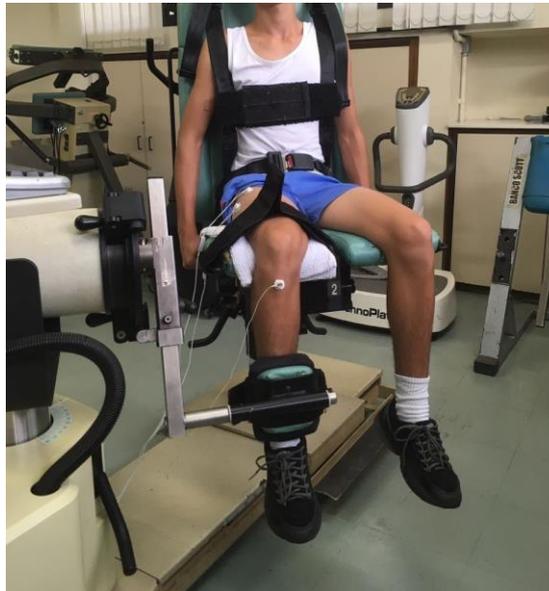
No presente estudo, foi utilizado um dinamômetro isocinético (Cybex Norm, Ronkonkoma, NY) para verificar o torque isométrico (isocinético) máximo e a TPT dos extensores do joelho. Os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 minutos no cicloergômetro e foram posicionados no dinamômetro de acordo com o *Norm Testing and Rehabilitation System User'S Guide* (1995), com o quadril em um ângulo de 90° e estabilizado por um velcro fixando-o ao equipamento na altura na cintura. Os indivíduos realizaram 10 repetições submáximas na velocidade angular de 120°/s como aquecimento e familiarização com o padrão de movimento.

Logo após, os participantes foram instruídos a exercer a máxima força isométrica de extensão do joelho direito em um ângulo de 60° de flexão (i.e., 0° representa a máxima extensão). Foram executadas duas tentativas para obtenção da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com duração de 5 segundos e com intervalo de 60 segundos para a recuperação muscular. Além disso, os participantes foram orientados a iniciarem a contração o mais rápido e mais forte possível (SAHALY *et al.*, 2001; MAFFIULETTI *et al.*, 2016).

O sinal de força foi adquirido pelo software NORM e exportado para o software *Miograph* para obtenção do sincronismo com a eletromiografia. Durante o teste, encorajamento verbal foi realizado pelos pesquisadores para motivar os sujeitos a produzir a força máxima.

A análise dos dados foi realizada no software Matlab (Mathworks, EUA), sendo que a CIVM com maior valor foi utilizada para obtenção da taxa máxima de produção de torque e considerada a máxima variação de força na parte ascendente da curva torque x tempo. A Taxa de Produção de Toque foi calculada em janelas de 50 ms (ex: 0-50ms; 0-100ms) no *software* Excel.

Figura 3 - Teste no Dinamômetro Isocinético de Membros Inferiores



3.7.4.4 Coleta do sinal eletromiográfico (EMG)

Para a análise do sinal EMG, foi avaliada a ativação muscular dos músculos VL e RF. O primeiro passo foi a raspagem dos pelos e a limpeza da pele com algodão umedecido com álcool em gel, onde os eletrodos foram colocados. Os eletrodos de superfície (modelo 242, marca HAL, São Paulo) foram posicionados em configuração bipolar, longitudinalmente à direção das fibras musculares, no ventre dos músculos VL e RF e próximas à região do ponto motor (Leis e Trapani, 2000). Além disso, um eletrodo de referência foi colocado na tuberosidade da tíbia da perna direita e o posicionamento dos eletrodos controlado por meio do mapeamento de

lâminas transparentes onde foram desenhados mapas anatômicos com o posicionamento de eletrodos referentes a pontos anatômicos e sinais na pele (Narici,1989).

O sinal EMG bruto foi adquirido simultaneamente com a CIVM usando um eletromiógrafo de 8 canais (Miotool, Porto Alegre, Brasil), com uma frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, conectado a um computador pessoal (HP, São Paulo, Brasil). Após a aquisição do sinal, os dados foram exportados para o *software* SAD32, onde foram filtrados usando filtro de banda passante *Butterworth*, com uma frequência de corte entre 20 e 500 Hz. Subsequentemente, os registros foram cortados exatamente no 1 segundo que a CIVM foi determinada na curva força-tempo e os valores do quadrado médio da raiz (*root mean square*: RMS) foram calculados, considerando-se os valores absolutos (mV). Os dados de RMS dos músculos RF e VL das contrações dinâmicas foram normalizados pelos valores máximos de RMS destes músculos obtidos durante a CIVM de extensão de joelho em 60°.

3.7.4.5 Desempenho de saltos

Foram realizados saltos com contramovimento (CMJ) no tapete de contato da CEFISE (São Paulo). No primeiro momento, foi realizada a familiarização do teste com os sujeitos. Logo após, iniciou o teste com execução do salto CMJ com o indivíduo posicionado de pé sobre o tapete de contato e com as mãos na cintura, para evitar qualquer participação dos membros superiores. Foram realizados um total de 2 saltos com 1 minuto de intervalo entre eles. O maior valor de altura do salto (cm) foi utilizado para comparações posteriores.

3.7.5 Avaliação da composição corporal

A composição corporal dos indivíduos do estudo foi verificada por absorciometria de dupla energia de raio-x (DEXA) da marca GE Healthcare, modelo Lunar Prodigy (Madison, EUA). O equipamento foi calibrado uma vez por dia, principalmente, anteriormente a cada sessão de avaliação. A partir deste teste, foram analisados dados de percentual de gordura, da massa de gordura e da massa

livre de gordura total e regional (membros inferiores), por meio do *software* do equipamento (LASKEY; PHILL, 1996).

Os participantes foram instruídos a remover qualquer material de metal e a utilizar roupas sem fechos, fivelas ou botões. Este aparelho consiste no escaneamento do corpo inteiro da pessoa, após o avaliador posicionar o indivíduo em decúbito dorsal e solicitar que permaneça sem movimentar-se por aproximadamente 5 minutos, enquanto o braço do equipamento passa sobre o corpo no sentido cabeça - pés.

A análise da DMO também foi verificada pelo DEXA, visto que este equipamento é considerado “padrão ouro” para medidas de conteúdo mineral e apresenta utilidade para o diagnóstico de doenças ósseas (ZERBINI *et al.*, 2007; CHONG *et al.*, 2015) por existir uma relação entre o risco de fraturas e a DMO. Este método contribui também para a classificação diagnóstica de osteoporose realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (LEWIECKI, 2000).

Figura 4 - Avaliação realizada no DEXA



3.8 PROGRAMA DE TREINAMENTO

Após a realização das avaliações, o grupo experimental realizou as 12 semanas de TF. Para proporcionar a aprendizagem da técnica correta, a

familiarização dos exercícios de força foi aplicada em uma sessão anterior ao início do treinamento (BEHM *et al.*, 2008).

A periodização do treinamento de força está explicada na tabela 1, sendo que foram duas sessões semanais em dias não consecutivos (FAIGENBAUM; KAING, 2005; BEHM *et al.*, 2008) durante o período de 12 semanas. Esta periodização seguiu as orientações de Faigenbaum e Westcott (2001) que sugerem: duas a três sessões semanais de treinamento; oito a dez exercícios por sessão; velocidade de movimento controlada (4 a 6 segundos); começar com uma série e progredir até 3 séries; carga suficiente para 10 a 15 repetições.

A periodização foi realizada de forma linear (tabela 1) (MCHARRIES; LUBANS; CALLISTER, 2015), com intensidade submáxima dos exercícios variando entre 60 e 80% de 1-RM (FLECK; KRAEMER, 1999) e realizados com velocidades constantes durante toda a amplitude de movimento (DAHAB; MCCAMBRIDGE, 2009), com as fases concêntricas e excêntricas com duração de aproximadamente 2 segundos cada. Foram desenvolvidos os seguintes exercícios: extensão de joelhos, flexão de joelhos, supino, puxada frontal, rosca bíceps (halteres), remada alta, abdominal e extensão de tronco.

No início de cada sessão, os indivíduos realizaram um aquecimento em ciclo ergômetro, durante cinco minutos (BEHM *et al.*, 2008). Após o aquecimento, começaram o treinamento propriamente dito com a realização dos exercícios com um minuto de intervalo entre as séries (BEHM *et al.*, 2008) e fizeram alongamentos específicos para a musculatura treinada no fim da sessão.

Após seis semanas de treinamento, o teste de uma repetição máxima (teste de 1 RM) foi aplicado para identificar a força máxima dinâmica e, conseqüentemente, as cargas foram reajustadas em resposta ao teste. A periodização do treinamento foi aplicada da seguinte maneira (tabela 1):

Tabela 1 - Periodização de 12 semanas de Treinamento de Força

Semana	Séries	Repetições	Intensidade	
Mesociclo 1	Semana 1-2	1	15	55-60% de 1-RM
	Semana 3-4	2	15	55-60% de 1-RM
Mesociclo 2	Semana 1-2	2	12	60-65% de 1-RM
	Semana 3-4	2	12	65-70% de 1-RM
Mesociclo 3	Semana 1-2	2	10	70-75% de 1-RM
	Semana 3-4	2	10	75-80% de 1-RM

1-RM: Uma repetição máxima

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram apresentados a partir de estatística descritiva, em valores de média e desvio-padrão. Para analisar a normalidade e a homogeneidade dos dados das variáveis dependentes do presente estudo, foram realizados o teste de Shapiro-Wilk e o Teste de Levene, respectivamente.

Para verificar diferenças no período basal entre grupos foi utilizado o teste T independente para comparar as variáveis dependentes. Além disso, foi realizado um teste de correlação de Pearson, seguido por um teste de regressão linear pelo método *backward* entre as variáveis de caracterização da amostra e as variáveis dependentes do estudo, sendo que as variáveis que fossem significativas ($p < 0,05$) a partir do teste de regressão linear seriam identificadas como variáveis de influencia nas alterações promovidas pelo TF.

Identificando e assumindo a influência das variáveis de caracterização nos desfechos principais, para verificar o efeito do treinamento de força, foi utilizado um teste T independente entre os ganhos percentuais. O índice de significância adotado foi de 0,05 em todas as comparações. A análise dos dados foi desenvolvida pelo programa SPSS versão 20.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Após doze semanas, 14 sujeitos do grupo experimental ($13,02 \pm 1,41$ anos; $53,35 \pm 7,28$ kg; $161,55 \pm 8,83$ cm) e 11 sujeitos do grupo controle ($10,54 \pm 0,65$ anos; $34,81 \pm 9,54$ kg; $142,45 \pm 7,67$ cm) completaram o estudo. Houve três desistências ao longo do treinamento, no grupo experimental, devido a fatores motivacionais. No grupo controle, 4 sujeitos não completaram o estudo.

No grupo experimental, a amostra foi composta por oito meninos e seis meninas, enquanto no grupo controle participaram do estudo seis meninos e cinco meninas. As características da amostra estão descritas na tabela 2. Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nas variáveis de idade, massa corporal, estatura e tanner.

Tabela 2 - Dados de Caracterização da Amostra (Média \pm DP)

	GE Média \pm DP	GC Média \pm DP	Valor de p
Idade (anos)	$13,02 \pm 1,41^*$	$10,54 \pm 0,65$	0,000
Massa Corporal (Kg)	$53,35 \pm 7,28^*$	$34,81 \pm 9,54$	0,000
Estatura (cm)	$161,55 \pm 8,83^*$	$142,45 \pm 7,67$	0,000
PVC (anos)	$1,16 \pm 1,98^*$	$-5,13 \pm 6,99$	0,004
Pré-PVC	3 (21,4%)	6 (75%)	
Pós-PVC	11 (78,5%)	2 (25%)	
Tanner (u.a.)	$3,15 \pm 0,55$	$2,6 \pm 1,17$	0,147
Estágio I	0 (0 %)	1 (12,5%)	
Estágio II	1 (7,14%)	4 (50%)	
Estágio III	4 (28,5%)	2 (25%)	
Estágio IV	8 (57,14%)	0 (0%)	
Estágio V	1 (7,14%)	0 (0%)	

* Variável significativa na predição de variável dependente. PVC: pico de velocidade de crescimento; GE: grupo experimental; GC: grupo controle.

4.2 VARIÁVEIS DE INTERFERÊNCIA

Foram realizadas correlações entre as variáveis de caracterização da amostra (idade, massa corporal, estatura, PVC e Tanner) e as variáveis dependentes do estudo (1-RM, pico de torque, RMS VL e RF, taxa de produção de torque 0-50 ms e 0-100 ms e saltos CMJ). Após, foram realizados os testes de regressão linear para definir as variáveis de caracterização que influenciam nas variáveis dependentes. As variáveis de idade, massa corporal, estatura, escala de Tanner, e PVC apresentaram capacidade significativa de prever os desfechos e foram utilizadas como covariantes nas análises de medidas repetidas.

Tabela 3. Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.

	1-RM	Torque	RMS VL	RMS RF	TPT 0-50	TPT 0-100	CMJ	CMJ
Idade	0,680*	0,751	-	-	0,610*	-	-	0,756*
Massa Corporal	0,709*	0,660	-	-	-	-	-	0,840*
Estatura	0,776	0,836*	-	-	0,617	0,582	-	0,896
PVC	0,397	-	-	-	-	-	-	0,474
Tanner	0,596	0,592	-	-	0,606	0,628*	0,597*	0,768*

* - Variável significativa na predição de variável dependente.

PVC: pico de velocidade de crescimento; 1-RM: uma repetição máxima; RMS: *root mean square*; TPT: taxa de produção de torque; CMJ: saltos com contramovimento.

Tabela 4. Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.

	Espessura Muscular VL	Espessura Muscular RF	Espessura Muscular VI	Espessura Muscular VM	EIVL	EIRF	EIVI	EIVM
Idade	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa Corporal	-	-	0,553*	0,397*	-	-0,508*	-0,531*	-
Estatura	-	0,427*	-	-	-	-0,507	-	-
PVC	-	-	-	-	-	-0,435	-	-
Tanner	-	0,418	-	-	-	-	-	-

* - Variável significativa na predição de variável dependente.

VL: Vasto Lateral; RF: Reto Femoral; VI: Vasto intermédio; EIVL: Eco Intensidade Vasto Lateral; EIRF: Eco Intensidade Reto femoral; EIVI: Eco Intensidade Vasto Intermédio; EIVM: Eco Intensidade Vasto medial; PVC: Pico de Velocidade de Crescimento.

Tabela 5. Correlação entre variáveis de caracterização da amostra e variáveis dependentes do estudo.

	DMO	Massa magra	Massa Gorda	Percentual de Gordura
Idade	0,799*	0,780	-	-
Massa Corporal	0,825*	0,887*	0,674*	-
Estatura	0,783	0,928*	-	-
PVC	0,530	0,567	-	-
Tanner	0,665	0,749	-	-

* - Variável significativa na predição de variável dependente.

DMO: Densidade Mineral Óssea; PVC: Pico de velocidade de Crescimento.

4.3 QUALIDADE MUSCULAR

Houve diferenças significativas na variável de tensão específica ($p < 0,05$), enquanto a qualidade muscular avaliada por eco intensidade não apresentou diferenças significativas em nenhuma das porções individuais do quadríceps, ou na sua análise por inteiro (tabela 3). O grupo experimental incrementou 63,4%, enquanto que o grupo controle apresentou 8,75% de alterações na tensão específica, após 12 semanas.

Tabela 6 - Valores de média \pm DP para a variável qualidade muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.

	GE			GC P		
	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)
EI VL (u.a)	47,77 \pm 12,6	31,1 \pm 7,6	- 31,1 \pm 15,8	49,5 \pm 10,3	32,8 \pm 4,7	-30,8 \pm 12,5
EI RF ^c (u.a)	48,72 \pm 8,6	32,3 \pm 7,2	-33,6 \pm 12,4	55,32 \pm 8,0	40,3 \pm 6,8	-26,0 \pm 10,9
EI VI ^c (u.a)	17,62 \pm 6,2	18,9 \pm 6,1	29,7 \pm 12,0	20,82 \pm 7,4	25,0 \pm 7,7	31,7 \pm 43,7
EI VM (u.a)	41,96 \pm 9,5	33,3 \pm 5,8	-17,7 \pm 21,1	40,92 \pm 7,3	34,5 \pm 8,3	-17,5 \pm 13,1
EI	39,02 \pm 8,1	28,9 \pm 5,2	-24,1 \pm 15,9	41,66 \pm 6,48	33,2 \pm 4,6	-19,4 \pm 5,8
Quadríceps ⁱ (u.a)						
Tensão	4,51 \pm 0,8	7,2 \pm 1,7*	63,4 \pm 24,9	4,67 \pm 0,93	4,9 \pm 0,7	8,7 \pm 12,4
Específica (u.a) _{a,e}						

* - Diferença significativa comparado ao grupo controle, $p < 0,05$.

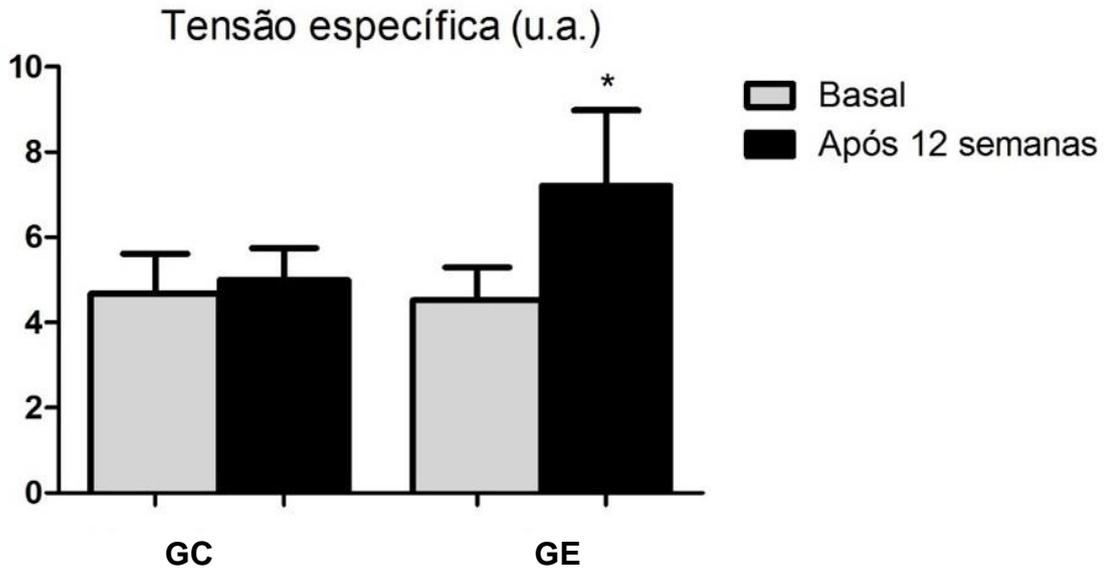


Figura 5. Tensão Específica pré e pós 12 semanas, do GE comparado ao GC.
*Significativamente maior ($p < 0,05$).

4.4 ESPESSURA MUSCULAR

Não houve diferenças significativas na espessura muscular do RF, VI, VL e VM, após 12 semanas de intervenção (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores de média \pm DP para a variável espessura muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.

	GE			GC		
	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)
Espessura Muscular VL (mm)	20,4 \pm 4,3	29,33 \pm 4,07	48,2 \pm 40,6	20,04 \pm 4,58	25,8 \pm 4,4	35,9 \pm 11,3
Espessura Muscular RF ^o (mm)	15,2 \pm 4,1	16,20 \pm 2,63*	12,7 \pm 36,7	14,21 \pm 2,14	12,9 \pm 2,3	-9,3 \pm 8,8
Espessura Muscular VI _{a,c} (mm)	12,2 \pm 2,8	16,5 \pm 3,5	39,2 \pm 21,43	10,04 \pm 1,85	12,6 \pm 3,3	26,8 \pm 18,4
Espessura Muscular VM (mm)	15,8 \pm 3,0	17,1 \pm 3,6	-7,4 \pm 10,4	15,19 \pm 2,50	15,3 \pm 3,1	-0,70 \pm 14,1
Espessura Muscular Quadríceps ^c (mm)	63,7 \pm 10,3	79,2 \pm 9,4	25,7 \pm 11,0	59,49 \pm 8,74	66,7 \pm 12,0	14,3 \pm 8,8

* - Diferença significativa comparado ao grupo controle, $p < 0,05$.

4.5 FORÇA MÁXIMA DINÂMICA E ISOMÉTRICA, TAXA DE PRODUÇÃO DE TORQUE E ELETROMIOGRAFIA

Em relação as variáveis de força máxima, o grupo experimental apresentou interação significativa na variável de 1-RM de extensão dos joelhos ($p < 0,05$). O grupo experimental apresentou incrementos de 65,84%, e o grupo controle demonstrou incrementos de 11,0%, após 12 semanas no 1-RM de extensão de joelhos.

Não foi observada diferença significativa no PT isométrico e nas variáveis de EMG RF e EMG VL, na TPT, e no salto CMJ (Tabela 8).

Tabela 8– Valores de média \pm DP para as variáveis neuromusculares: Taxa de Produção de Torque, Ativação Muscular, Força máxima e Potência muscular e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.

	GE			GC		
	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)
TPT ₀₋₅₀ ^{a,g} (Nm)	355,5 \pm 221,0	500,3 \pm 216,0	13,7 \pm 29,4	159,5 \pm 76,3	180,8 \pm 95,9	27,7 \pm 71,9
TPT ₀₋₁₀₀ ^{a,h} (Nm)	347,8 \pm 242,9	554,5 \pm 184,8*	29,4 \pm 14,5	183,5 \pm 86,4	207,6 \pm 93,9	44,4 \pm 11,3
Torque ^{a,e} (Nm)	127,3 \pm 35,0	160,8 \pm 46,3	25,6 \pm 26,7	77,0 \pm 18,0	85,4 \pm 25,2	18,8 \pm 20,9
RF rms (mV)	157,7 \pm 206,4	141,6 \pm 87,7	25,3 \pm 51,3	81,5 \pm 73,4	76,2 \pm 50,5	41,9 \pm 84,4
VL rms (mV)	146,0 \pm 207,3	139,8 \pm 69,1	36,4 \pm 62,5	66,1 \pm 35,3	88,8 \pm 42,9	43,0 \pm 71,2
1-RM EJ ^{a,b} (kg)	57,0 \pm 13,7	93,4 \pm 29,3*	65,8 \pm 22,5	37,0 \pm 10,4	40,0 \pm 8,7	10,9 \pm 12,2
CMJ altura ^e (cm)	23,3 \pm 7,2	23,9 \pm 7,9	1,4 \pm 8,2	20,1 \pm 1,5	19,7 \pm 1,6	-0,07 \pm 9,7
CMJ potência ^{a,f} (W)	1781,7 \pm 512,5	1883,6 \pm 557,0	3,9 \pm 7,8	838,1 \pm 443,2	795,2 \pm 508,9	-3,5 \pm 26,6

* - Diferença significativa comparado ao grupo controle, $p < 0,05$.

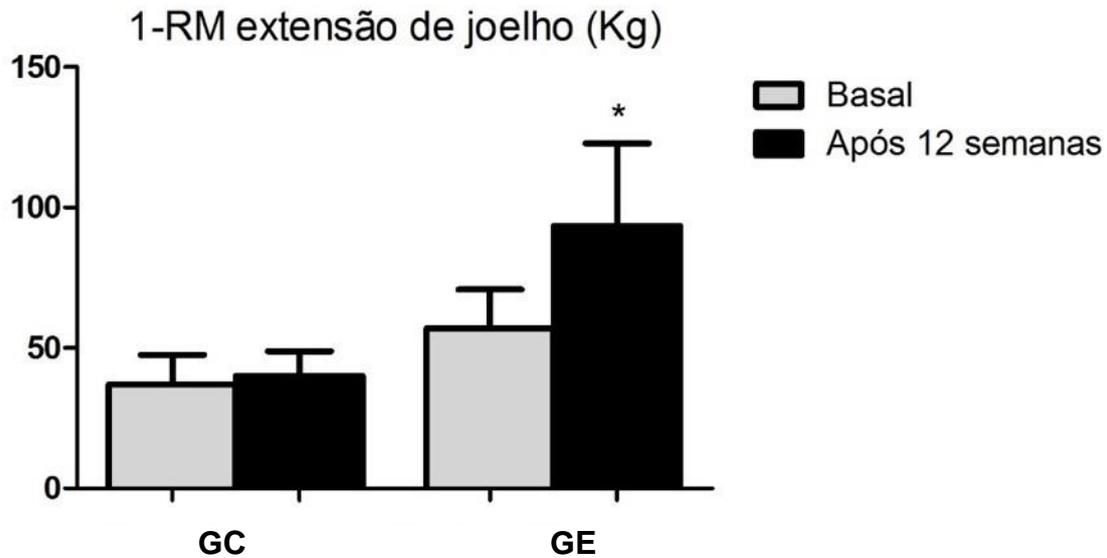


Figura 6. Força máxima pré e pós 12 semanas do GE quando comparado ao GC.

4.6 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Em relação à variável composição corporal, não foram encontradas diferenças significativa no percentual de gordura, massa gorda, massa magra, e DMO, após 12 semanas ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores de média \pm DP para as variáveis de Composição Corporal e percentuais da variação ($\Delta\%$), entre os momentos pré e pós treinamento.

	GE			GC		
	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)	Pré Média \pm DP	Pós Média \pm DP	Δ (%)
Percentual de gordura (%)	27,5 \pm 9,6	27,4 \pm 10,1		28,7 \pm 6,4	28,3 \pm 5,9	
Massa Gorda (kg) ^c	15,0 \pm 5,9	15,3 \pm 6,7		11,0 \pm 4,8	10,9 \pm 4,5	
Massa Magra (kg) _{a,d}	37,0 \pm 6,7	38,1 \pm 7,1		24,3 \pm 5,2	25,1 \pm 5,4	
DMO ^{a,b} (g/cm ²)	1,05 \pm 0,1	1,07 \pm 0,1	1,41 \pm 2,49	0,90 \pm 0,05	0,93 \pm 0,06	3,18 \pm 1,63

* - Diferença significativa comparado ao grupo controle, $p < 0,05$.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento de força sobre variáveis neuromusculares e composição corporal de crianças e adolescentes. Os resultados demonstraram que o TF é capaz de promover melhoras significativas na qualidade muscular (i.e. através da tensão específica), na espessura muscular do RF, na força máxima no teste de 1-RM de extensão de joelhos e na $TPT_{0-100ms}$, mesmo quando controlado por fatores maturacionais. Nossos resultados contribuem para a literatura trazendo informações sobre a qualidade muscular verificada por diferentes métodos e sobre a eficácia do TF em promover adaptações na força máxima, espessura muscular e força rápida.

Ao investigar a variável qualidade muscular, foram verificadas melhoras significativas na tensão específica (GE= 63,4%; GC= 8,7%), enquanto que o TF não foi capaz de promover alterações na eco intensidade do quadríceps, mesmo quando controlado por fatores maturacionais. A tensão específica representa alterações na força máxima e quantidade de massa magra e, desta forma, este resultado pode ter sido verificado em função das mudanças substanciais na força máxima. No que diz respeito à eco intensidade, nossos resultados estão de acordo com Scholten *et al.*, (2003) que demonstra que o TF não altera a eco intensidade. Um estudo verificou correlações entre a eco intensidade e a espessura muscular do RF e VL de crianças, e essas descobertas mostraram que a eco intensidade VL e RF e a espessura muscular podem ajudar também na melhora do desempenho de atletas na infância e adolescência (STOCK *et al.*, 2017). Segundo esses autores, embora seja claro que a eco intensidade e a espessura muscular sejam úteis em contextos clínicos, ainda não foi determinado se essas variáveis estão correlacionadas com a função muscular em crianças saudáveis (STOCK *et al.*, 2017).

No presente estudo verificou-se que o TF proporcionou aumentos na espessura muscular do RF, à medida que durante a infância e a adolescência, também ocorrem alterações morfológicas capazes de gerar incrementos importantes na espessura muscular dessa população (MALINA *et al.*, 2006). De acordo com a revisão de Malina *et al.* (2006), estudos que demonstraram alterações morfológicas, como algum tipo de aumento na área de secção transversa (AST) dos músculos de crianças após a aplicação de um programa de TF, são limitados metodologicamente

no que se refere à duração, intensidade e das técnicas de treinamento aplicadas para a detecção de mudanças na espessura muscular. No entanto, podemos sugerir que a prescrição do TF deste estudo foi eficiente em promover aumento da espessura muscular, à medida que a periodização do TF alcançou altas intensidades (80%).

Além disso, algumas evidências (RAMSAY *et al.*, 1990; OZMUN; MIKESKY; SURBURG, 1994; FAIGENBAUM *et al.*, 2009; GRANACHER *et al.*, 2011) concluíram que o TF parece não gerar incrementos na espessura muscular de crianças pré- PVC (pré-púberes) por causa da deficiência hormonal nessa fase maturacional. Neste sentido, podemos ir ao encontro de Fukunaga *et al.* (1992) visto que o delineamento deste estudo mostrou que comparados ao grupo controle, o grupo que realizou TF demonstrou incrementos na espessura muscular verificado através de ultrassonografia, e controlados por fatores maturacionais.

Para aprimorar a altura do salto vertical, desempenho do *sprint*, agilidade e desempenho específico de certas atividades vinculadas ao esporte é imprescindível o desenvolvimento da potência muscular (LESINSKI *et al.*, 2016). No presente estudo não foram observados ganhos na potência muscular de saltos, principalmente, pela metodologia de treinamento aplicada sem enfatizar exercícios específicos que promovessem adaptações significativas na altura e potência de saltos. Outro fator importante que justifica esses resultados é a falta de recrutamento de fibras tipo II durante a infância e a adolescência, impedindo ganhos de potência muscular (DOTAN *et al.*, 2012).

Estudos prévios observaram que uma prescrição de pliometria parece ser mais eficiente para desenvolver esta capacidade, devido a especificidade (LLOYD *et al.*, 2016; CHAOUACHI *et al.*, 2014a; 2014b; GRANACHER *et al.*, 2015; MEYLAN; MALATESTA, 2009; RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014; CHAOUACHI *et al.*, 2014; JOHNSON *et al.*, 2011), gerando adaptações de 8 a 31% após 6-8 semanas de treinamento pliométrico com crianças, conforme estudos prévios (CHAOUACHI *et al.*, 2014; FAIGENBAUM *et al.*, (2007). Apesar de não ter sido encontrados incrementos significativos na potência muscular avaliada pelo teste de saltos CMJ no presente trabalho, sabe-se da importância da aplicação do treinamento de potência para melhorar o desempenho relacionado a esportes específicos (GÓMEZ-BRUTON *et*

al., 2017), e futuros estudos devem utilizar do TF combinado com outros componentes que possam contribuir na potência muscular de membros inferiores.

Entretanto, mesmo não observando ganhos na potência muscular dos membros inferiores, o presente estudo demonstrou que o TF é capaz de promover adaptações significativas na força rápida. A TPT tem sido considerada um parâmetro neuromuscular relacionado à capacidade de desenvolver força rápida (AAGAARD *et al.*, 2002), aumentando progressivamente com a idade durante a infância e a adolescência (WAUGH *et al.*, 2013). Apesar de não apresentar incrementos na fase inicial da TPT, o estudo demonstrou que o TF pode incrementar nas fases seguintes (i.e. TPT_{0-100ms}) em crianças e adolescentes. Sugere-se que estes incrementos sejam importantes durante a infância e a adolescência, visto que esta adaptação neuromuscular está relacionada à ativação de unidades motoras, coordenação intermuscular e o desenvolvimento da aprendizagem muscular (BEHM *et al.*, 2008). Em contraste com estudos prévios que encontraram estas mudanças apenas em função do PVC (FAIGENBAUM *et al.*, 2005; BEHM *et al.*, 2008; FAIGENBAUM *et al.*, 2009; LLOYD *et al.*, 2014; FAIGENBAUM *et al.*, 2016), este estudo demonstrou que mesmo com a influência do estágio maturacional, crianças são capazes de obter benefícios realizando TF. Além disso, os incrementos na TPT_{0-100ms} observados no presente estudo demonstram adaptações neuromusculares importantes e fundamentais para o desempenho esportivo (e.g. *sprints* e saltos verticais) de crianças e adolescentes (AAGAARD *et al.*, 2002).

No que diz respeito a força máxima de membros inferiores, o presente estudo demonstrou efeito significativo do programa de TF no 1-RM de extensores do joelho (GE= 65,8%; GC= 10,9%), independente de fatores maturacionais. Os valores encontrados neste estudo (65,8%) estão dentro dos valores verificados na literatura com esta população, como 50-74% na força máxima de extensores de joelho após 8-12 semanas de TF com crianças (FAIGENBAUM *et al.*, 1996). Além disso, o estudo de Faigenbaum *et al.* (2005) investigou os efeitos de dois protocolos de treinamento (6-10 RM vs. 15-20 RM), encontrando que somente o grupo com o protocolo com altas repetições demonstrou ganhos significativos na força máxima muscular (42%), sugerindo que um protocolo de treinamento com altas repetições pode gerar maiores incrementos na força máxima do que protocolos com poucas repetições. Nesta perspectiva, estes incrementos expressivos na força máxima

muscular apresentam repercussão funcional importante, à medida que os ganhos induzidos pelo TF na capacidade muscular durante o processo de crescimento são vitais para desenvolver atividades do dia a dia das crianças como correr e saltar (FAIGENBAUM *et al.*, 2016). Os trabalhos que analisaram incrementos na força máxima (BENSON *et al.*, 2008; BEHM *et al.*, 2008; FAIGENBAUM, 2010), demonstraram ganhos significativos tanto em crianças pré-PVC como pós-PVC e isso mostra a atuação relevante dos fatores neurais.

Em relação à ativação muscular do RF e VL, não foram verificados incrementos significativos na ativação eletromiográfica dos voluntários do presente estudo. Nesta perspectiva, DOTAN *et al.*, (2012) especulam que a menor ativação neuromuscular visualizada em crianças quando comparada aos adultos pode ser explicada pela incapacidade de a criança recrutar ou utilizar totalmente as unidades motoras do tipo II na mesma proporção do que os adultos.

A aplicação de um programa de TF torna-se fundamental para promover alterações na composição corporal de crianças e adolescentes e evitar distúrbios relacionados à obesidade (DIETZ *et al.*, 2012). Para a variável composição corporal, a falta de um controle alimentar dos sujeitos da amostra pode ter influenciado os resultados, visto que não houve diferenças significativas em nenhuma variável de composição corporal, mesmo com o controle das variáveis maturacionais intervenientes. Esse resultado vai ao encontro do estudo Sant'anna *et al.* (2002), que verificou o efeito do TF, três vezes por semana durante 12 semanas e não encontrou mudanças na composição corporal. Além disso, não foi encontrada nenhuma alteração na composição corporal do presente estudo, provavelmente, pelo foco do treinamento não ter sido baseado no controle de peso de crianças e adolescentes, à medida que um treinamento com controle dessas variáveis pode gerar efeitos positivos sobre a composição corporal desses sujeitos (MCGUIGAN *et al.*, 2009; SCHRANZ *et al.*, 2013; SHAIPI *et al.*, 2006; YU *et al.*, 2005). No que diz respeito a DMO, não houve efeito do TF sobre esta variável, uma vez que o programa de TF ocorreu em um período curto quando comparado a estudos que encontraram efeitos nesta variável (MCCAMBRIDGE, 2008; ERICKSON; VUKOVICH, 2010). Estudos prévios encontram incrementos de 4-34%, após períodos de 9-15 meses de TF (ANLIKER *et al.*, 2012, NICHOLS *et al.*, 2001). Desta forma, pesquisas com TF à longo prazo são necessárias para investigar os efeitos

do TF na composição corporal e DMO de crianças e adolescentes, visto que uma série de fatores maturacionais acabam por interferir nestes parâmetros.

As crianças, em fase de crescimento, apresentam tanto as características morfológicas quanto as funcionais em processo de desenvolvimento. Muitas dessas características maturacionais respondem de maneira diferenciada em relação ao estresse fisiológico induzido pelo exercício. É importante levarmos em consideração essas particularidades apresentadas pelo organismo infantil, para realizar uma prescrição correta do TF. Com base nos resultados do presente estudo, pode-se constatar que o TF induz melhorias no sistema neuromuscular de crianças e adolescentes, melhorando parâmetros de saúde física. Diante de todos os achados do presente estudo, uma limitação metodológica deve ser considerada: a falta de randomização e alocação dos sujeitos, permitindo que houvesse diferenças significativas na idade, peso corporal, e estatura do grupo experimental e controle. Entretanto, visto essa limitação, foram utilizadas análises que permitissem minimizar o efeito destas variáveis intervenientes.

Para o melhor do nosso conhecimento, o presente estudo é um dos poucos que analisou os efeitos do TF nas alterações da qualidade muscular desta população (FUKUNAGA *et al.*, 2014; CUNHA, 2015). Além de contribuir para os ganhos já verificados em espessura muscular e força máxima em estudos prévios (FUKUNAGA *et al.*, 1992, GRANACHER *et al.*, 2011, FAIGENBAUM *et al.*, 2001, FAIGENBAUM *et al.*, 2005; FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013), esta pesquisa torna-se importante por verificar os efeitos do TF controlados por fatores maturacionais. Novas perspectivas para a promoção do TF, como parte de uma abordagem à longo prazo são necessárias para destacar a importância deste treinamento para as variáveis neuromusculares analisadas anteriormente e para investigar as alterações geradas na composição corporal de sujeitos pré-púberes, púberes e pós-púberes.

6 REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. *et al.* Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**. 93 (4):1318–26, 2002.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Strength Training by Children and Adolescents. **Council on Sports Medicine and Fitness Pediatrics**. 121;835, 2008.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Youth Strength Training**. Disponível em: <<https://www.acsm.org/docs/current-comments/youthstrengthtraining.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- ANDERSEN, L.L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**. 96 (1): 46– 52, 2006.
- ANLIKER E, DICK C, RAWER R, TOIGO M. Effects of jumping exercise on maximum ground reaction force and bone in 8- to 12-year-old boys and girls: a 9-month randomized controlled trial. **J Musculoskelet Neuronal Interact**. 12 (2): 56-67, 2012.
- ARTS I, PILLEN S, SCHELHAAS H, OVEREEM S, ZWARTS M. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. **Muscle Nerve**. 41 (1): 32-41, 2010.
- BARBIERI, D.; ZACCAGNI, L. Strength Training for Children and Adolescents: Benefits and Risks. **Coll. Antropol.**37 (2): 219–225, 2013.
- BASS, S.L. The Pruberal years. A Uniquely oportune stage of growth when the skeleton is most responsive to exercise? **Sports Med**. 30 (2): 73-78, 2000.
- BAXTER-JONES A.D.; EISENMANN, J.C.; SHERAR, L.B. Controlling for maturation in Pediatric exercise science. **Pediatr Exerc Sci**. 17:18-30, 2005.
- BEHM, D.G. *et al.* Canadian society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, 33(3): 547– 561, 2008.
- BEHRINGER, M. *et al.* Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. **Pediatrics**, 126(5), e1199–1210, 2010.
- BEHRINGER, M. *et al.* Effects of strength training on motor performance skills in children and adoles-cents: A meta-analysis. **Pediatric Exercise Science**. 23(2), 186–206, 2011.
- BEHRINGER, M. *et al.* Effects of weight-bearing activities on bone mineral content and density in children and adolescents: a meta-analysis. **J Bone Miner Res**. 29:467-478, 2014.

BENSON, A.C.; TORODE, M.E.; SINGH, M.A.F. A rationale and method for high-intensity progressive resistance training with children and adolescents. **Contemporary Clinical Trials**, 28: 442-450, 2007.

BENSON, A.C.; TORODE, M.E.; SINGH, M.A.F. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. **International Journal of Obesity**, 32(6), 1016–1027, 2008.

BERGMANN, GG *et al.* Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 9 (4): 333-338, 2007.

CAINE, D.; DIFIORI, J.; MAFFULLI, N. Physeal injuries in children's and youth sports: reasons for concern? **Br J Sports Med**, 40(9):749–760, 2006.

CHAOUACHI, M. *et al.* Within Session Sequence of Balance and Plyometric Exercises Does Not Affect Training Adaptations with Youth Soccer Athletes. **Journal of Sports Science and Medicine**, 16, 125-136, 2017.

CHEN, T.C. *et al.* Potent protective effect conferred by four bouts of low-intensity eccentric exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 42 (5): 1004-12, 2010.

CHILIBECK, P.D. *et al.* Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males e females. **Med Sci Sports Exerc**, 36:1781-1788, 2004.

CHONG, K. *et al.* Radial Quantitative Ultrasound and Dual Energy X-Ray Absorptiometry: intermethod agreement for bone status assessment in children. **BioMed Research International**, 1-7, 2015.

COHEN, R. *et al.* Do neuromuscular adaptations occur in endurance trained boys and men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 35 (4):471–479, 2010.

COLLEGE OF KINESIOLOGY. **University of Saskatchewan**. Disponível em: <http://kinesiology.usask.ca/growthutility/phv_ui.php>. Acesso em: 05 jun. 2016.

COUTTS, A.; MURPHY, A.; DASCOMBE, B. Effect of direct supervision of a strength coach on measures of muscular strength and power in young rugby league players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 18: 316-323, 2004.

CUNHA, G.S. *et al.* Physiological adaptations to resistance training in prepubertal boys. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 1, p. 1-10, 2014.

DAHAB, K.S.; MC CAMBRIDGE, T.M. Strength training in children and adolescents: Raising the bar for young athletes? **Sports Health**, 1 (3): 223-226, 2009.

DE STE CROIX, M.; DEIGHAN, M.; ARMSTRONG, N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. **Sports Medicine**, 33, 727–743, 2003.

DE VILLARREAL, E.S. *et al.* Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 23, 495-506, 2009.

DIETZ, P. *et al.* Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: A systematic review. **Obesity Facts**, 5, 546–560, 2012

DIPLA, K. *et al.* Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. **Eur J Appl Physiol**, 106:645–653, 2009.

DONNELLY, J. E. *et al.* American college of sports medicine stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 41 (2), 459-471, 2009.

DOTAN, R. *et al.* Child-adult differences in muscle activation - a review. **Pediatr Exerc Sci.**, 24:2–21, 2012.

ERICKSON, C.R.; VUKOVICH, M.D. Osteogenic index and changes in bone markers during a jump training program: a pilot study. **Med Sci Sports Exerc**, 42:1485–1492, 2010.

FAIGENBAUM A.D, WESTCOTT W, MICHELI L.J, OUTERBRIDGE A.R, LONG C.J, LOUD R, and ZAICHKOWSKY. The effects of strength training and detraining on children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 10 (2), 109-114,1996.

FAIGENBAUM, A. D.; MILLIKEN, L. A.; LOUD, R.L. Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Estados Unidos da América, v.73, n. 4, p.416-424, dez. 2002.

FAIGENBAUM, A.; LLOYD, R.; MYER, G. Youth resistance training: past practices, new perspectives and future directions. **Pediatr Exerc Sci**, 25:591–604, 2013.

FAIGENBAUM, A.D. *et al.* Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. **Pediatr Exerc Sci**, 20(4):457–469, 2008.

FAIGENBAUM, A.D. *et al.* Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. **Br J Sports Med**, 50:3–7, 2016.

FAIGENBAUM, A.D. *et al.* Early Muscular fitness adaptations in children in response to two different resistance training regimens. **Pediatric Exercise Science**, 17: 237-248, 2005.

FAIGENBAUM, A.D. *et al.* Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 15(4): 459-65, 2001.

FAIGENBAUM, A.D. *et al.* Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. **J Strength Cond res**, 23: S60–S79, 2009.

FAIGENBAUM, A.D. State of the art reviews: resistance training for children and adolescents are there health outcomes? **American Journal of Lifestyle Medicine**, 1(3), 190-200, 2007.

FAIGENBAUM, A.D. Strength training for children and adolescents. **Clin Sports Med**, 19: 593– 61, 2000.

FAIGENBAUM, A.D.; MILLIKEN, L.A.; WESTCOTT, W.L. Maximal strength testing in healthy children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 17 (1):162-166, 2003.

FAIGENBAUM, A.D.; MYER, G.D. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 4, p. 56-63, 2010.

FAIGENBAUM, A.D.; MYER, G.D. Youth resistance training. **President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest**, v. 4, n. 3, p.1-8, set. 2003.

FAIGENBAUM, A.D.; WESTCOTT, W. **Strength and power for young athletes**. São Paulo: Editora Manole, 2001.

FAIGENBAUM, A.D; KANG, J. Youth strength training: facts, fallacies and program design considerations. **American College of Sports Medicine**, (317) 637-9200, 2005.

FALK, B. *et al.* Muscle strength and contractile kinetics of isometric elbow flexion in girls and women. **Pediatric Exercise Science**, 21 (3):354–64, 2009.

FARR JN, DEEPIKA RL, BLEW RM, LEE VN and GOING SB. Effects of Physical Activity and Muscle Quality on Bone Development in Girls. **Med Sci Sports Exerc**. 45(12):1-17, 2013.

FERNANDEZ, J.F. *et al.* The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. **Pediatric Exercise Science**, 28, 77-86, 2016.

FLECK, SJ; KRAEMER, JW. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2.ed. Porto alegre: Artmed, 1999.

FLECK, S.J; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, 37: 145-168, 2007.

FORBES, H. *et al.* Relative torque profiles of elite male youth footballers: effects of age and pubertal development. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 8, p. 592–7, 2009.

FORD, P. *et al.* The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. **Journal of Sports Sciences**, 29 (4), 389–402, 2011.

FUKUMOTO Y, TOME I, YOSUKE Y, TSUKAGOSHI R, NAKAMURA M, NATSUKO M, MISAKA K, NORIAKI I. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European journal of applied physiology**.112(4): 1519-1525, 2012.

FUKUNAGA, T.; FUNATO, K.; IKEGAWA, S. The effects of resistance training on muscle area and strength in pre- pubescent age. **Ann Physiol Anthropol**, 11:357-364, 1992.

FUKUNAGA Y, TAKAY Y, YOSHIMOTO T, FUJITA E, YAMAMOTO E AND KANEHISA H. Effect of maturation on muscle quality of the lower limb muscles in adolescent boys. **Journal Physiological Anthropol**. 33:30, 2014.

GÓMEZ-BRUTON, A. *et al.* Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: a systematic review. **World J Pediatr**, 13(2):112-121, 2017.

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **Int. J. Sports Med**, 27, 2007.

GRANACHER, U. *et al.* Effects and mechanisms of strength training in children. **Int J Sports Med**, 32: 357 – 364, 2011.

GRANACHER, U. *et al.* Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A conceptual model for longterm athlete development. **Front Physiol**, 7:164, 2016.

GROSSET, J.F. *et al.* Voluntary activation of the triceps surae in prepubertal children. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 18(3) 455–65, 2008.

GUNTER, K.B., *et al.* Impact exercise increases BMC during growth: An 8year longitudinal study. **Journal of Bone and Mineral Research**, 23: 986-993, 2008.

GUNTER, K.B.; ALMSTEDT, H.C.; JANZ, K.F. Physical activity in child-hood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. **Exerc Sport Sci Rev**, 40:13–21, 2012.

HARRIES, S.K.; LUBANS, D.R.; CALLISTER, R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 15, 532–540, 2012.

HARRIES, S.K.; LUBANS, D.R.; CALLISTER, R. Systematic review and meta-analysis of linear and undulating periodized resistance training programs on muscular strength. **J Strength Cond Res.**, Apr;29(4):1113-25, 2015.

HATFIELD, D.L. *et al.* The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. **J Strength Cond Res**, Nov; 20(4):760-6, 2006.

HATZIKOTOULAS, K. *et al.* Central and Peripheral fatigability in boys and men during maximal contraction. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 46, No. 7, pp. 1326–1333, 2014.

HOFFMAN, J.R. *et al.* Comparison between different off-season resistance training programs in division III American college football players. **J Strength Cond Res**, 23: 11-19, 2009.

IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

ISHIKAWA, S. *et al.* Effects of weight-bearing exercise on bone health in girls: A meta-analysis. **Sports Med**, 43:875–892, 2013.

JOHNSON, B.A.; SALZBERG, C.L.; STEVENSON, D.A. A systematic review: plyometric training programs for young children. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 25, 2623-2633, 2011.

JOHNSTON, C.C. *et al.* Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. **N Engl J Med**, 327:82-87, 1992.

KARA, A.; SNOW, M. Effect of plyometric jump on bone mass in adolescent girls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 32 (6), 1051-7, 2000.

KISH, K. *et al.* Effects of plyometric exercise session on markers of bone turnover in boys and young men. **Eur J Appl Physiol**, 115:2115–2124, 2015.

KNUTTGEN, H.G.; KRAEMER, W.J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science research**, v.1., n.1, p 1-10, 1987.

KORHONEN, M.T. *et al.* Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Med Sci Sports Exerc**, 41:844-856, 2009.

KRAEMER, W.J. *et al.* Resistance Training and Youth. **Pediatric Exercise Science**, 1. 336-350, 1989.

KRAEMER, W.J.; FLECK, S.J. **Treinamento de força para jovens atletas**. São Paulo. Manole, 2001.

KUMAGAI, K. *et al.* Sprint performance is related with muscle fascicle length in male 100m-sprinters. **J Appl Physiol**, 88:811–816, 2000.

LA FOUNTAINE, T. Overweight and at risk for overweight among youth: An evolving american tragedy? **American College of Sports Medicine**, (317) 637-9200, 2005.

LASKEY, M.A.; PHILL, D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **Nutrition**, v.12, n.1, p 45-51, 1996.

LAUERSEN, J.B.; BERTELSEN, D.M.; ANDERSEN, L.B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**, 48:871-877, 2014.

LEGERLOTZ, K. et al. Physiological adaptations following resistance training in youth athletes-a narrative review. **Pediatr Exerc Sci.**, 28:501-20, 2016.

LEIS AA, TRAPANI VC. **Atlas of electromyography**. Oxford, NY, Oxford University Press, 2000.

LESINSKI, M.; PRIESKE, O.; GRANACHER, U. Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med**, 50:781-795, 2016.

LEWIECKI, E.M. **Osteoporose: avaliação clínica**. [S.l.; s.n]: 2000.

LLOYD, R.S.; OLIVER, J. The youth physical development model: a new approach to long-term athletic development. **Strength Cond.**,; 34:61-72, 2012.

LLOYD, R.S. et al. Position statement on youth resistance training: The 2014 international consensus. **Br J Sports Med**. 48(7):498-50, Apr; 2014.

LLOYD, R.S. *et al.* Long-term athletic development, part 2: barriers to success and potential solutions. **J Strength Cond Res.**, 29:1451-1464, 2015.

LÖFGREN, B. *et al.* A 4-year exercise program in children increases bone mass without increasing fracture risk. **Pediatrics**, 129; e1468, 2012.

LOMBARDI, V.P. **Beginning weight training: The safe and effective way**. Dubuque, IA, Wm: C. Brown; 1989.

LOURENÇO, B.; QUEIROZ, L.B. Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. **Rev Med (São Paulo)**. 89(2):70-5, abr.-jun. 2010.

LYNCH, N.A. *et al.* Muscle quality I. Age associated differences between arm and leg muscle groups. **J. Apple Physiol**, 86(1): 188-94, 1999.

MALINA, R.M.; BOUCHARDT C. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign, LIONS: Human Kinetics, 1991.

MALINA R.M, BOUCHARD C, BAR-OR O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd. Champaign, IL: **Human Kinetics Publishers**; 2004.

MALINA, R.M. Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. **Clin J Sport Med**, 16: 478- 487, 2006.

MALINA, R.M. Physical fitness of children and adolescents in the United States: status and secular change. **Med Sport Sci**.50:67-90, 2007.

MARCEAU, K. *et al.* Individual differences in boys' and girls' timing and tempo of puberty: Modeling development with nonlinear growth models. **Developmental Psychology**, 47(5), 1389–1409, 2011.

MCCAMBRIDGE, T.M. *et al.* Strength training by children and adolescents. Council on Sports Medicine and Fitness. **Pediatrics**,121;835, 2008

MCGUIGAN, M. R *et al.* Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 80–85, 2009.

MERSCH, F.; STOBOY, H. Strength training and muscle hypertrophy in children. *In*: OSEID S. **Carlsen: children and exercise**. Part XIII. Champaign, Human Kinetics, 1989, pp 165-182.

MEYLAN, C.; MALATESTA, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 23, 2605-2613, 2009.

MEYLAN, C. M. *et al.* The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-year-olds. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 24(3): 156–164, 2014.

MICHELI, L.; GLASSMAN, R.; KLEIN, M. The prevention of sports injuries in children. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.19, n.5, p.821-834, ago. 2000.

MIRWALD, R.I. *et al.* An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 689-94, 2002.

MITCHELL, C. *et al.* Rate of muscle activation in power and endurance trained boys. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 6(1): 94–105, 2011.

MORAN, J. *et al.* A meta-analysis of maturation-related variation in adolescent boy athletes adaptations to short-term resistance training. **Journal of Sports Sciences**, 1-11, 2016.

MURPHY, J.R. *et al.* Prepubescent males are less susceptible to neuromuscular fatigue following resistance exercise. **Eur J Appl Physiol.**, 114(4):825-35, 2014.

MYER, G *et al.* Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. **Phys Sportsmed**, 39:74–84, 2011.

MYERS, A.M.; BEAM, N.W.; FAKHOURY, J.D. Resistance training for children and adolescents. **Translational Pediatrics**, 6(3):137-143, 2017.

NARICI M.V, ROI G.S, LANDONI L, MINETTI A.E, CERRETELLI P . 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, 1989.

NARICI, M.V.; MAGANARIS, C.; REEVES, N. Myotendinous alterations and effects of resistive loading in old age. **Scand J Med Sci Sport**, 15: 392-401, 2005.

NEINSTEIN, L.S. Adolescent health care: a practical guide. 6. *In*: NEINSTEIN, L.S.; KAUFMAN, F.R. **Abnormal growth and development**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2002.

NEWMAN, A.B. *et al*. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. **J Am Geriatric Soc**, 51:323-330, 2003.

NOGUEIRA, R.C.; WEEKS, B.K.; Beck, B.R. Exercise to improve pediatric bone and fat: a systematic review and meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**, 46:610–62, 2014.

NICHOLS D.L, SANBORN C.F and LOVE A.M. Resistance training and bone mineral density in adolescent females. **The Journal of Pediatrics**.139(4), 494–500, 2001.

Norm Testing and Rehabilitation System User's Guide, 1995. Nova Iorque: Ronkonkoma, 1995.

NOGUEIRA R.C, WEEKS B.K, BECK B.R. Exercise to improve pediatric bone and fat: a systematic review and meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc** 46:610–62, 2014.

O'BRIEN, T.D. *et al*. In vivo measurements of muscle specific tension in adults and children. **Exp Physiol** 95 (1): 202–210, 2010.

OLSEN, O.; MYKLEBUST, G.; ENGBRETSEN, L. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. **British Medical Journal**, v. 26, n. 2, p.330-449, fev. 2005.

OZMUN, J.C.; MIKESKY, A.E.; SURBURG, P.R. Neuromuscular adaptations following pre- pubescent strength training. **Med Sci Sports Exerc**, 26:510– 514, 1994.

PIERCE, K.C. *et al*. Youth resistance training. **Professional Strength and Conditioning**, 10, 9-23, 2009.

PILLEN, S. *et al*. Quantitative skeletal muscle ultrasonography in children with suspected neuromuscular disease. **Muscle Nerve**, 27: 699–705, 2003.

RADAELLI, R. *et al*. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. **Rev Bras Cineantropo Desempenho Hum.**, 13 (2):87-93, 2011.

RADAELLI, R. *et al.* Men and women experience similar muscle damage after traditional resistance training protocol. **Isocinetic Exerc.**, 22:47-54, 2014.

RAMIREZ-CAMPILLO R. *et al.* Effect of vertical, horizontal and combined plyometric training on explosive, balance and endurance performance of young soccer players. **J Strength Cond Res.**, 29(7):1784–1795, 2015.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.* Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. **J Strength Cond Res.**, 28(5):1335–1342, 2014.

RAMSAY, J.A. *et al.* Strength training effects in pre- pubescent boys. **Med Sci Sports Exerc**, 22:605– 614, 1990.

RIZZOLI, R. *et al.* Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. **Bone**, 46:294-305, 2010

RUAS, C.V.; BROWN, L.E.; PINTO, R.S. Treinamento de força para crianças e adolescentes: adaptações, riscos e linhas de orientação. Resistance training for children and adolescents: adaptations, risks and guidelines. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v. 8, nº1, 2014.

SANT'ANNA, M.M. **Adaptações na força muscular, potência aeróbia e composição corporal de meninos submetidos a um programa de treinamento de força.** Tese de mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SCHOLTEN, R.R. *et al.* Quantitative ultrasonography of skeletal muscles in children: normal values. **Muscle Nerve**, 27: 693–698, 2003.

SCHRANZ, N.; TOMKINSON, G.; OLDS, T. What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocialstatus of overweight and obese children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 43, 893–907, 2013.

SEWALL, L.; MICHELI, L. Strength training for children. **Journal of Pediatric Orthopedics**, 6 (2): 143-146, 1986.

SHAIBI, G.Q. *et al.* Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. **Med Sci Sports Exerc.**, 38: 1208–1215, 2006.

SHANMUGAM, C.; MAFFULLI, N. Sports injuries in children. **British Medical Bulletin**, 86: 33-57, 2008.

SIPILÄ S, KOSKINEN SO, TAAFFE DR, *et al.* (2004) Determinants of lower-body muscle power in early postmenopausal women. **J Am Geriatr Soc** 52(6):939-944.

SJÖSTROM, M.; LEXELL, J.; DOWNHAM, D.Y. Differences in fiber number and fiber type proportion within fascicles. A quantitative morphological study of whole vastus lateralis muscle from childhood to old age. **Anat Rec**, 234, 183–189, 1992.

- SOLE, G. *et al.* Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. **Arch Phys Med Rehabil**, 88:626-31, 2007
- SPECKER, B.L.; SCHOENAU, E. Quantitative bone analysis in children: current methods and recommendations. **The Journal of Pediatrics**, 146:726–731. 2005.
- STOCK, M.S. *et al.* Echo intensity and muscle thickness as predictors of athleticism and isometric strength in middle-school boys. **Muscle Nerve**, 55: 685–692, 2017.
- TANNER, J.M. **Growth at Adolescence**. 2nd ed. Chapter 2, The development of the reproductive system; p. 28-39. Oxford: Blackwell Scientific Publications; c1962.
- TRACY, B.L. *et al.* Effects of strength training in 65-to 75-yr-old man and women. **Eur J of Appl Physiol**, 86(1): 195-201, 1999.
- VAN DER SLUIS, A. *et al.* Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, 35(4), 351–355, 2014.
- VRIJENS, J. Muscle strength development in the pre-and post-pubescent age. **Medicine and Sports**, 11: 152-158, 1978.
- WAUGH, C.M. *et al.* Rapid force production in children and adults: mechanical and neural contributions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 4, p. 762–771, 2013.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Recommendations on Physical Activity for Health**. Geneva: WHO Press, 2010.
- YU, C. C. *et al.* Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 19, 667–676, 2005.
- ZATSIORSKY, V.; & KRAEMER, W. **Science and practice of strength training**. Champaign: Human Kinetics, 2006.
- ZERBINI, A.F. *et al.* Densitometria Clínica- Posições Oficiais 2006. **Rev. Bras. Reumatol.**, 47(1): 25-33, 2007.

7 ANEXOS

7.1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar do estudo: “Efeitos do treinamento de força sobre variáveis neuromusculares e composição corporal de crianças e adolescentes”, vinculado à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID- UFRGS).

Seu filho (a) será acompanhado por uma equipe de pesquisadores experientes, desta forma, os riscos gerados pelos exercícios são mínimos. Poderão ocorrer dores musculares, fadiga e desconfortos relacionados aos exercícios durante e após os testes e o programa de treinamento. A participação neste estudo é absolutamente voluntária. Entretanto, vocês terão direito a um laudo individual com os resultados e também a todos os esclarecimentos necessários sobre o estudo. Vocês podem desistir do estudo em qualquer momento sem prejuízos ou penalidades. Todas as informações referentes ao estudo serão totalmente confidenciais, tendo acesso somente os profissionais envolvidos no estudo e os responsáveis pela criança. Todas as informações ficarão armazenadas em local seguro na ESEFID-UFRGS por um prazo de cinco anos, e após, serão destruídas/deletadas. Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Desta forma, esta pesquisa prioriza o cumprimento dos seguintes itens:

1) Submeter-se antes e depois do período de treinamento à análise do peso e estatura, assim como dos testes que serão realizados para verificar a densidade mineral óssea, a composição corporal, a força resistente e a espessura muscular.

2) Nenhum efeito prejudicial é esperado após a aplicação dos testes e do treinamento de força com as crianças.

3) As avaliações serão realizadas até uma semana antes do início do treinamento e até uma semana após o término do treinamento.

4) A locomoção dos indivíduos da amostra será organizada pelos pesquisadores que conduzirão os sujeitos até o Lapex e à sala de musculação.

5) Não haverá nenhum custo aos participantes do estudo.

6) Fica assegurado ao aluno o direito a qualquer esclarecimento sobre a pesquisa, assim como o direito de cancelar esta autorização em qualquer momento.

7) O treinamento terá duração de 12 semanas, 2 vezes por semana em dias não consecutivos.

8) Os alunos que não estiverem interessados no treinamento, farão parte do grupo controle e realizarão somente as avaliações.

Caso seja interesse dos alunos, pais e/ou responsáveis em participar deste estudo, favor preencher os dados a seguir:

Nome do aluno: _____

Nº: _____ Turma: _____

Nome do responsável:

Telefone para contato:

Estou ciente das atividades propostas e:

() Concordo (avaliações e programa de treinamento)

() Concordo (somente avaliações)

() Não concordo

O termo de consentimento deverá ser assinado abaixo em caso de aceitação ao programa de treinamento e/ou das avaliações propostas.

Eu _____ fui informado (a) sobre o objetivo do projeto de forma clara e detalhada.

Recebi informações sobre os procedimentos no qual meu filho (a) será envolvido.

Fui informado (a) que meu filho (a) poderá se retirar do programa a qualquer momento que solicitar.

Em caso de dúvidas, poderei comunicar pelo telefone 51 - 3308-5817.

Assinatura do pai, mãe ou responsável

7.2 TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Efeitos do treinamento de força sobre variáveis neuromusculares e composição corporal de crianças e adolescentes”. Durante o estudo, você poderá sentir-se cansado (a) após os testes e o treinamento, porém será bem orientado pelos pesquisadores para evitar qualquer tipo de dor ou lesão muscular.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você somente participará do estudo se quiser. Mesmo que você aceite participar do estudo assinando seu nome agora, você pode desistir de participar a qualquer momento e ninguém ficará chateado com você. Quando acabar o estudo, você terá direito a receber um laudo com os resultados das suas avaliações. Você poderá fazer perguntas a qualquer momento para os pesquisadores e se você não compreender qualquer parte do estudo, ou ainda se antes de participar você tiver alguma dúvida, você poderá ligar para o pesquisador responsável (Dr. Ronei Silveira Pinto). Se você decidiu que irá participar deste estudo, escreva o seu nome abaixo. Todas as informações referentes ao estudo serão confidenciais e ficarão armazenadas em local seguro na EsEFID-UFRGS por um prazo de cinco anos e após serão destruídas/deletadas.

Os resultados estarão à sua disposição após o término da pesquisa. Nenhum material que indique a sua participação na pesquisa será liberado sem a sua permissão e a do responsável por você. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Porto Alegre, ____ de _____ de 20__16__.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

- Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador (a) responsável: Dr. Ronei Silveira Pinto

- Endereço: Escola Superior de Educação Física Fisioterapia e Dança (ESEFID/UFRGS):
- Rua Felizardo, 750 – Bairro: Jardim Botânico
- CEP: 90690-200 - Porto Alegre -RS
- Telefone: 51 - 3308-5817
- E-mail: ronei.pinto@ufrgs.br / kelly.m.86@hotmail.com