UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO

ANTROPOMETRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL DE ATLETAS ADOLESCENTES DE PENTATLO MODERNO

Sidnei Jorge Fonseca Junior

RIO DE JANEIRO
2014

UFRJ INJC
Instituto de Nutrição Josué de Castro
Programa de Pós-Graduação em Nutrição

ANTROPOMETRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL DE ATLETAS ADOLESCENTES DE PENTATLO MODERNO

Sidnei Jorge Fonseca Junior

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de doutor em Ciências Nutricionais.

Orientadora: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Rio de Janeiro

Novembro de 2014

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO DO INSTITUTO JOSUÉ DE CASTRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE **DOUTOR EM CIÊNCIAS NUTRICIONAIS**.

Examinada por:

_____

Profª. Dr Cristiana Pedrosa Melo Porto
(INJC/UFRJ)

_____

Profª Dr Eliane de Abreu Soares
(UERJ)

_____

Prof Dr Ronir Raggio Luiz
(IESC/UFRJ)

_____

Prof Dr Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto
(UNIVERSO)

_____

Prof Drª Rejane Andréa Ramalho Nunes da Silva
(INJC/UFRJ)

RIO DE JANEIRO, RJ-BRASIL
NOVEMBRO, 2014

DEDICATÓRIA

“Dedico esta tese à meu avô Osmar Benardo da Fonseca, minha avó Léa Rosa Fonseca, meu pai Sidnei Jorge Fonseca, minha mãe Silvia Maria Santos Fonseca e a minha esposa Jeice Cristina Souza Campos Fonseca, pelo apoio constante em todos os momentos desta trajetória e serem minha base para a conquista de todos os objetivos.”

Obrigado por tudo!!!

AGRADECIMENTOS

Às professoras Anna Paola e Cristiana Pedrosa, pelo acolhimento, confiança que em mim depositaram e pelo incentivo constante em todas as etapas do curso.

Ao companheiro de coleta de dados em todas as fases desta tese e sempre disposto a ajudar Luiz Lannes Loureiro.

Aos participantes do projeto PentaJovem e toda a Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno que tornaram viável a realização da pesquisa.

À todos os integrantes do DAFEE, em especial as colegas Elisa Feital, Letícia Azen, Bruna Soares e Vanessa Antunes, por terem participado em parte deste trabalho.

Ao amigo Aldair José de Oliveira, grande companheiro de trabalho, sempre solícito quando necessito de ajuda.

Aos professores Alexandre Palma, José Fernandes Filho, Glória Valéria da Veiga e Beatriz Gonçalves Ribeiro pela ajuda em momentos do curso.

Aos componentes da banca, pela solidariedade prestada em um momento do ano que o "trabalho aperta", mas mesmo assim foram solícitos em me ajudar nessa acelerada final.

Aos colegas de trabalho e alunos que me ajudaram e aceitaram minhas ausências nessa jornada final.

Deus, sem ti, com certeza, nada teria conseguido na vida. Obrigado por me livrar de todo mal, estando sempre ao meu lado.

EPÍGRAFE

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

RESUMO

FONSECA-JUNIOR, Sidnei Jorge. **Antropometria, composição corporal e maturação sexual de atletas adolescentes de pentatlo moderno.** Rio de Janeiro, 2014. Tese de doutorado em Ciências Nutricionais – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A antropometria, composição corporal e maturação sexual são importantes na caracterização do perfil de atletas e asseguram a identificação de alterações que ocorrem com dietas específicas ou no decorrer de uma temporada de treinamento de adolescentes. Entretanto, o pentatlo moderno é carente de estudos. A pesquisa teve como objetivo geral investigar a antropometria, a composição corporal e a maturação sexual em atletas adolescentes de pentatlo moderno. Inicialmente, o objetivo foi analisar a validade entre a absortometria radiológica de dupla energia (DXA) e as equações preditivas que utilizam dobras cutâneas para estimar a gordura corporal em atletas adolescentes de pentatlo moderno. A amostra foi composta por 27 meninos (média15,1±1,5 anos de idade) e 24 meninas (média14,2±2,5 anos de idade). As equações de densidade corporal de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) demonstraram melhores concordâncias com o DXA no feminino (diferença de médias=-2,03;2DP=8,44) e no masculino (diferença de médias=0,98;2DP=7,30), com a equação de Siri para determinação do percentual de gordura em ambos os sexos, ou a de Weststrate e Deuremberg no masculino (diferença de médias=-1,20;2DP=8,34). No entanto, a alta variabilidade na diferença de resultados, demonstra imprecisão e cuidados com suas aplicações no cotidiano esportivo. Posteriormente, o objetivo foi analisar as características antropométricas, a composição corporal e a maturação sexual de pentatletas adolescente, participantes em três edições do Campeonato Brasileiro de Pentatlo Moderno, com abordagem longitudinal-misto em cada categoria investigada. No masculino (n=59), diferenças significativas ($p<0,05$) entre “destaques” e “não destaques” foram observadas na categoria jovem D (11,0-13,0 anos de idade) na estatura (p=0,001), envergadura(p=0,001), massa corporal(p=0,007), massa magra(p=0,002) e circunferência de tórax(p=0,020). A análise descritiva dos estágios de maturação sexual mostrou benefícios do estado maturacional avançado nos resultados competitivos, que pode ser influenciado pela idade relativa. A descrição dos dados nas demais categorias demonstrou que o baixo percentual de gordura, a massa magra desenvolvida, a envergadura maior que a estatura, somatótipo com maiores valores da mesomorfia, seguido da ectomorfia e com valores baixos de endomorfia são características específicas de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino. No feminino (n=55), os resultados baseados na estatística descritiva, permitiram concluir que a idade relativa, envergadura e o somatótipo antropométrico são medidas importantes na avaliação das pentatletas adolescentes. A idade de ocrrência da menarca foi baixa para atletas de uma modalidade que exige treinamentos intensos. Menores proporções de meninas menarqueadas nas categorias Jovens D e C mostram a tendência de atraso maturacional nas atletas destaques. Os valores encontrados na variável gordura corporal foram altos para as exigências deste desporto. Em suma, nossos achados mostraram que as equações de densidade corporal de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974), com a equação de Siri para determinação do percentual de gordura em ambos os sexos, ou a de Weststrate e Deuremberg no masculino, são as melhores alternativas para avaliação da composição corporal em atletas adolescentes de pentatlo moderno com dobras cutâneas. Ademais, foram apresentados subsídios iniciais da antropometria, composição corporal e maturação sexual de pentatletas adolescentes, que podem ser aplicados no cotidiano esportivo do pentatlo moderno.

Palavras chaves: validade, estado maturacional, puberdade, somatótipo e menarca.

ABSTRACT

FONSECA-JUNIOR, Sidnei Jorge. **Anthropometry, body composition, and sexual maturation in adolescents athletes of modern pentathlon.** Rio de Janeiro, 2014. Tese de doutorado em Ciências Nutricionais – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

The anthropometry, body composition and sexual maturation are important in order to profile athletes and ensure the identification of changes that occur with specific diets or during a season of training teenagers. However, studies about modern pentathlon are scarce. The research had the overall goal of investigate anthropometry, body composition and sexual maturation among adolescent athletes of modern pentathlon. In the first study, we aimed to analyze the validity between dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) and predictive equations based on skinfolds to estimate body fat among modern pentathlon adolescent athletes. We examined 27 males (mean age =15.1;SD=1.5 years) and 24 females (mean age=14.2;SD=2.5 years old). The Durnin and Rahaman (1967) and Durnin and Womersley (1974) body density equations, which involved the Siri equations, showed better agreement for females (difference between means=-2.03;2SD=8.44) and males (difference between means = 0.98;2SD= 7.30)compared to DXA. TheWeststrate and Deuremberg(1989) equations for evaluating body composition also showed low mean difference for males (difference between means = -1.2;2SD=8.34). In the second study, the objective was to analyze the anthropometry, body composition and sexual maturation in adolescents pentathletes using a mixed-longitudinal model according to male and female categories. Athletes could be evaluated once, twice or three times. The description of the data and statistical comparisons between “highlights athletes” and “non highlights athletes” were conducted. In males participants were 59 athletes with 24 athletes that were evaluated in the first and second year in the category relating to their age group. Significant differences between the “highlights” and “non-highlights” were observed in the young D category (11.0 to 13.0 years old) in height (p=0.001), envergadure (p=0.001), body mass (p=0.007), lean mass (p=0.002) and chest circumference (p=0.020). A descriptive analysis of sexual maturation demonstrates benefits of advanced maturational state in this category. In the other categories no significant differences(p>0,05) were found. However, the description of the data showed that low percentage of fat, greater height, somatotype with higher values of mesomorphy followed by ectomorphy and low values endomorphy shown to be specific characteristics of adolescent men athletes of modern pentathlon. Among female the descriptive results showed that relative age and anthropometric somatotype should be consider in the evaluating of these athletes. The menarche age was low for athletes in a sport that requires intense training. Smaller proportions of menarche in the categories “highlights athletes” Young D and C show the trend of maturational delay. The values found in body fat were higher for the demands of this sport. In conclusion, the equations that had a better agreement with gold standard had the largest validity being the best alternatives for assessing body composition in adolescent athletes of themodern pentathlon. In addition, initial subsidies in the anthropometry, body composition and sexual maturation were presented which could be applied in modern pentathlon.

Key words: crossed validity, maturational status, puberty, somatotype, menarche.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1- Idade da menarca em diferentes regiões do Brasil. 28

Quadro 2- Idade da menarca em atletas brasileiras. 29

Quadro 3- Os cinco níveis da composição corporal. 40

Quadro 4- Equações de conversão da densidade corporal em percentual de gordura. 42

Quadro 5- Valores assumidos para os componentes de gordura e massa livre de gordura. 45

Quadro 6- Modelos de multicomponentes para avaliação da composição corporal. 45

Quadro 7- Composição estimada da massa livre de gordura durante a transição entre a adolescência e a idade jovem adulta. 48

Quadro 8- Equações preditivas com dobras cutâneas utilizadas para calcular o percentual de gordura através de medidas antropométricas. 61

Tabela 1- (manuscrito 1)- Características da amostra por sexo e faixa etária: antropometria, composição corporal pelo DXA e tempo de treinamento de atletas adolescentes de pentatlo moderno. 71

Tabela 2- (manuscrito 2)- Comparação e coeficientes de correlação e determinação entre o DXA e as equações preditivas com dobras cutâneas para percentual de gordura corporal. 73

Tabela 1- (manuscrito 2)- Idade cronológica e características da maturação sexual de atletas adolescentes destaques e não destaques de pentatlo moderno do sexo masculino por categoria. 90

Tabela 2- (manuscrito 2)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem D. 91

Tabela 3- (manuscrito 2)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem C. 92

Tabela 4- (manuscrito 2)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem B. 93

Tabela 5- (manuscrito 2)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem A. 94

Tabela 1- (manuscrito 3)- Idade cronológica e características da maturação sexual de adolescentes atletas de pentatlo moderno do sexo feminino. 107

Tabela 2- (manuscrito 3)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem D. 109
Tabela 3- (manuscrito 3)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem C. 110
Tabela 4- (manuscrito 3)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem B. 111
Tabela 5- (manuscrito 3)- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem A. 112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Pressupostos pessoais de desempenho e condições contextuais de desempenho e suas relações com os níveis de desempenho competitivo individual inicial, atual e final.	31
Figura 2-	Somatocarta de Carter e Heath (1990).	60
Figura 1-	(manuscrito1)-Percentual de gordura obtido pelo DXA e pelas equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes.	72
Figura 2-	(manuscrito1)- Abordagens gráficas de Bland e Altman entre o DXA e as equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes do sexo feminino.	74
Figura 3-	(manuscrito 1)- Abordagens gráficas de Bland e Altman entre o DXA e as equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes do sexo masculino.	75
Figura 1-	(manuscrito 2)- Fluxograma de atletas avaliados por edições do Campeonato Brasileiro.	86
Figura 1-	(manuscrito 3)- Fluxograma de atletas avaliados por edições do Campeonato Brasileiro.	103

LISTA DE ABREVIATURAS

ACT	Água corporal total
BD	Densidade corporal
BIA	Impedância bioelétrica
BMC	Conteúdo mineral ósseo
BMD	Densidade mineral ósseo
DC	Dobra cutânea
DC PM	Dobra cutânea de perna medial
DC SB	Dobra cutânea subescapular
DC SE	Dobra cutânea supraespinhal
DC TR	Dobra cutânea de tríceps ou tricipital
DF	Diâmetro de fêmur
DHEA	Desidroepiandrosterona
DO	Densidade óptica
DP	Desvio padrão
DU	Diâmetro de úmero
DXA	Absortometria Radiológica de Dupla Energia
EM	Estágio maturacional
EP	Erro padrão
GH	Hormônio do crescimento (somatotrofina)
HST	Horas semanais de treinamento
IC	Idade cronológica
IM	Idade de ocorrência da menarca
IMC	Índice de massa corporal
IP	Índice ponderal
LOG4DC	Logarítimo do somatório de quatro dobras cutâneas
MC	Massa corporal
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
MM	Massa magra
MSLG	Massa seca livre de gordura
PB	Perímetro de braço
PcB	Perímetro corrigido de braço
PcP	Perímetro corrigido de perna
PM	Pentatlo moderno

PP	Perímetro de perna
pQCT	Tomografia computadorizada periférica quantitativa
PVE	Pico de velocidade da estatura
TBca	Cálcio corporal total
TBN	Nitrogênio corporal total
2C	Modelo de dois componentes para avaliação da composição corporal
3C	Modelo de três componentes para avaliação da composição corporal
4C	Modelo de quatro componentes para avaliação da composição corporal
5C	Modelo de cinco componentes para avaliação da composição corporal
%GC	Percentual de gordura corporal
Σ7DC	Somatório de sete dobras cutâneas

SUMÁRIO

1**INTRODUÇÃO** 17

1.1JUSTIFICATIVA 19

2**REVISÃO DE LITERATURA** 21

2.1O PENTATLO MODERNO 21

2.1.1 **A esgrima** 21

2.1.2 **A natação** 22

2.1.3 **O hipismo** 22

2.1.4 **O evento combinado** 23

2.1.5 **Categorias do Pentatlo Moderno** 23

2.1.6 **O Pentatlo Moderno em Pesquisa** 24

2.2 O ESPORTE NA ADOLESCÊNCIA E PUBERDADE 25

2.2.1 **Adolescência e Puberdade** 25

2.2.2 **O Atleta Adolescente** 27

2.2.2.1 Adolescentes atletas do sexo Feminino 27

2.2.2.2 Adolescentes Atletas do Sexo Masculino 30

2.3 AVALIAÇÃO DO ESTADO MATURACIONAL, DA ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DO ATLETA ADOLESCENTE 31

2.3.1 Métodos de Avaliação da Maturação Biológica e sua Importância na Formação de Atletas 32

2.3.2 **Antropometria em Atletas Adolescentes** 34

2.3.2.1 O Somatótipo Antropométrico de Carter e Heath 37

2.3.3 **Métodos da Avaliação da Composição Corporal em Atletas Adolescentes** 40

2.3.3.1 Modelos Multicomponentes de Composição Corporal 41

2.3.3.2 Métodos de Avaliação Indiretos 41

2.3.3.3Métodos de Avaliação da Composição Corporal Duplamente Indireto 46

2.3.3.4 Atletas Adolescentes e Composição Corporal 47

3 **OBJETIVOS** 51

3.1 OBJETIVO GERAL 51

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 51

4 **MÉTODOS** 52

4.1 TIPO DE ESTUDO 52

4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA 52
4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS 52
4.4 INSTRUMENTOS E PROTOCOLOS 54
4.4.1 **Avaliação da Maturação Sexual** 54
4.4.1.1 A Autoavaliação dos Estágios de Maturação Sexual e Fase Puberal 55
4.4.1.2 Avaliação da Ocorrência da Menarca 55
4.4.2 **Avaliação Antropométrica** 55
4.4.2.1 Massa Corporal 56
4.4.2.2 Estatura 56
4.4.2.3 Envargadura 56
4.4.2.4 Medidas Circunferências 56
4.4.2.5 Diâmetros Ósseos 57
4.4.2.6 Dobras Cutâneas 57
4.4.3 **Somatótipo Antropométrico** 58
4.4.4 **Avaliação da Composição Corporal** 60
4.4.4.1 Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) 60
4.4.4.2 Equações com Dobras Cutâneas para Medir a gordura Corporal em Adolescentes 60
4.5 **ANÁLISE ESTATÍSTICA** 62
5 **RESULTADOS** 64
5.1 MANUSCRITO 1- composição corporal de adolescentes atletas de pentatlo moderno: validade entre a absortometria radiológica de dupla energia e equações de dobras cutâneas. 64
5.2 MANUSCRITO 2- Antropometria, Composição Corporal e Maturação sexual de Pentatletas Adolescentes nas categorias masculinas. 82
5.3 MANUSCRITO 3- Antropometria, Composição Corporal e Maturação sexual de Pentatletas Adolescentes nas categorias femininas. 99
6 **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 121
ANEXOS 132
Anexo 1-Protocolo de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa. 133
Anexo 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. 135
Anexo 3-Ficha dos Pessoais, Avaliação Antropométrica e de dobras Cutâneas. 143

Anexo 4- Padrão Fotográfico e Ilustrações dos Estágios de Maturação Sexual. 145
APÊNDICES – Produções Vinculadas ao Projeto. 148
Apêndice 1 149
Apêndice 2 166
Apêndice 3 188

1 INTRODUÇÃO

O pentatlo moderno é composto pelas modalidades esportivas esgrima, natação, hipismo e um evento combinado de corrida e tiro, sendo disputado em Jogos Olímpicos desde 1912. Cada modalidade possui regras elaboradas e requer treinamento específico. Por ser uma modalidade esportiva que envolve diferentes desportos, o atleta de pentatlo moderno deve possuir uma boa coordenação e aptidão motora para um bom desempenho em geral. Nesse sentido, para o acompanhamento nutricional, do treinamento e elaborar referências que norteiem o processo de detecção, seleção e orientação de talentos, faz-se necessário uma ampla avaliação físico-funcional, envolvendo a antropometria, a composição corporal e o desempenho motor nas diferentes categorias e estágios maturacionais de ambos os sexos (PEARSON; NAUGHTON; TORODE, 2006; KISS *et al*., 2004).

As características antropométricas e de composição corporal de atletas têm como pressuposto definir uma ótima condição morfológica em cada desporto, apresentando a possibilidade de determinar as características físicas de atletas que se destacam já nas fases iniciais de treinamento, auxiliando na seleção de talentos (VENKATA RAMANA *et al*., 2004; KISS *et al*., 2004; SEDEAUD *et al*., 2014). Em atletas de alto rendimento, podem auxiliar treinadores, fisiologistas e nutricionistas com relevantes informações para o planejamento do treinamento e do suporte nutricional (VENKATA RAMANA *et al*., 2004; DUTHIE *et al.*, 2006).

A detecção de talentos consiste em reconhecer indivíduos com maiores resistências orgânicas e habilidades para a prática esportiva (PEARSON; NAUGHTON; TORODE, 2006). Em geral, os estudos que abordam o processo de detecção e orientação de talentos esportivos valorizam a utilização das avaliações da antropometria, da composição corporal e da maturação biológica para identificar o perfil de uma determinada modalidade esportiva, constituindo uma base de referência no treinamento de todas as categorias (PROKOPEC *et al.*,2003; KNECHTLE; KOHLER, 2007; PEARSON; NAUGHTON; TORODE, 2006). Nesta perspectiva, por envolver a combinação de diferentes modalidades esportivas, o processo de detecção e a orientação de talentos no pentatlo moderno parece ser mais complexo.

No que tange as características antropométricas, de composição corporal e maturacionais, diferentes estudos abordam separadamente as modalidades esportivas do pentatlo moderno (PASCHOAL; AMANCIO, 2004; TSOLAKIS; KOSTAKI; VAGENAS, 2010). Entretanto, apenas o estudo de Claessens *et al*. (1994) analisou especificamente o pentatlo moderno, avaliando as características antropométricas de 65 participantes do sexo

feminino na Copa do Mundo de 1989, um período em que as regras eram diferentes das atuais. Com respeito à formação de atletas durante o período pubertário, há carência de estudos que referencie a antropometria e a composição corporal, dificultando o processo de detecção e orientação de talentos, o suporte nutricional e o treinamento no pentatlo moderno.

Importante ressaltar que poucas são as pesquisas com a proposta de validação de métodos de campo, fácil praticidade e baixo custo para a avaliação da composição corporal no cotidiano esportivo. Nesse sentido, os métodos de dobras cutâneas e bioimpedância elétrica, para avaliar os compartimentos massa magra e gorda, mesmo sendo duplamente indiretos, são constantemente utilizados na avaliação de atletas (SÁNCHEZ-MUNÕZ; SANZ; ZABALA, 2007; FRANCHINI *et al.*, 2007; CHAOUACHI *et al.*, 2009; MIHALOPOULOS *et al*., 2010; GONZALEZ *et al*., 2011; LOHMAN, 2013), sendo necessário que as propostas dos diferentes procedimentos de avaliação divulgados na literatura sejam validados com atletas de diferentes modalidades esportivas até que sejam elaboradas propostas de métodos duplamente indiretos específicas para atletas.

Nas investigações que envolvem a puberdade, deve-se levar em consideração a maturação biológica, pois apenas a idade cronológica limita a avaliação do atleta, visto que crianças e adolescentes de mesma idade cronológica podem estar em estágios maturacionais diferentes. Neste caso, jovens do sexo masculino com a maturação atrasada podem perder oportunidades de treinamento em um momento crítico do seu desenvolvimento, deixando de ser selecionados excelentes atletas durante este processo, pois há preferência aos de maturação adiantada por obterem vantagens motoras na prática desportiva. (MIRWALD *et al.*, 2002; PEARSON; NAUGHTON; TORODE, 2006). De forma contraditória, no sexo feminino, em determinadas modalidades esportivas, há destaque para meninas com atraso maturacional, com determinadas medidas antropométricas podem estar relacionadas a esta característica (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Entre os métodos utilizados na avaliação da maturação biológica, a maturação sexual através de uma escala dos estágios maturacionais desenvolvido por Tanner (1962) é comumente requisitada em pesquisas, sendo realizadas por meio de avaliações clínicas ou pela autoavaliação (ERLANDSON *et al*, 2007; BERNADETTE *et al*, 2006). Entretanto, informações a respeito de eventos específicos da puberdade, como a menarca e a ocorrência do pico de velocidade da estatura (PVE), podem auxiliar a avaliação do estado maturacional. Demais métodos que necessitam de equipamentos mais sofisticados, sendo invasivos e de custo mais alto, como o de maturação óssea e análise dos hormônios sexuais não apresentam facilidade de aplicação no cotidiano desportivo (MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2004).

Entre as principais transformações somáticas da puberdade, no sexo masculino há o aumento da massa magra e a redução da gordura corporal em conjunto com o estirão do crescimento. Em adendo, no sexo feminino, embora haja o aumento da massa magra, há também o aumento da gordura corporal acompanhada do estirão do crescimento que ocorre normalmente antes da menarca, ou seja, em média aos 12 anos de idade (TANNER, 1990; LINHARES *et al.*, 2009; SIERVOGEL *et al.*, 2003). No entanto, no sexo feminino, o treinamento esportivo neste período pode resultar em menores medidas relacionadas à gordura corporal, influenciadas pelo treinamento, dietas restritivas e, em algumas modalidades esportivas, os transtornos alimentares (GEORGOPOULOS *et al.*, 1999; MATTHEWS *et al.*, 2006). Em suma, as transformações fisiológicas e somáticas, acompanhadas de fatores emocionais, originadas pelos efeitos do intenso treinamento em algumas modalidades esportivas podem levar ao atraso ou prolongamento maturacional e a gerar impacto no desenvolvimento físico (GEORGOPOULOS *et al.*, 1999; GEORGOPOULOS *et al.*, 2004; CLAESSENS *et al.*, 2003; MEIRA; MORAES; BÖMHE, 2009; MISHRA *et al*., 2009; SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010; COELHO *et al.*, 2013).

No momento atual, principalmente no Brasil, muitos investimentos estão sendo dirigidos à criação e implementação de estratégias que visem melhorias nas condições de formação e treinamento de atletas e praticantes de atividade física, com vistas à prospecção de resultados em eventos mundialmente consagrados. Após a ocorrência dos Jogos Mundiais Militares e da Copa do Mundo, surge a expectativa de resultados positivos nas Olimpíadas. No caso do pentatlo moderno, são necessários, inicialmente, estudos que norteiem o acompanhamento nutricional, o treinamento e o processo de detecção e orientação de talentos, visando o desenvolvimento desta modalidade não só no país como no mundo.

1.1 JUSTIFICTIVA

Em diferentes modalidades esportivas, desde o processo de formação desportiva até ao alto nível, a antropometria e a composição corporal são investigadas com o intuito de caracterizar o perfil ideal de um atleta. Importante considerar que tais variáveis podem variar de acordo com a modalidade esportiva, posição de jogo em desportos coletivos e nível competitivo do atleta (SEDEAUD, 2014). Em adolescentes, o estado maturacional deve ser considerado por influenciar no desempenho motor e por sofrer com os efeitos do treinamento, que pode atrasar ou prolongar o momento maturacional dependendo da modalidade esportiva e da intensidade do treinamento no sexo feminino. No masculino, o avanço maturacional pode favorecer o desempenho esportivo (PROKOPEC *et al.*,2003; DUNCAN; WOODFIELD;

NAKEEB, 2006; KNECHTLE; KOHLER, 2007; SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007; COELHO *et al.*, 2013).

No pentatlo moderno, a escassez de estudos que envolva a antropometria, a composição corporal e o estado maturacional em atletas adolescentes dificulta o processo de detecção, seleção e orientação de talentos esportivos, a prescrição de dietas e de treinos, havendo a necessidade de investigações científicas em todas as categorias de formação desportiva nos sexos masculino e feminino.

No contexto da avaliação da composição corporal, vale ressaltar a importância dos métodos duplamente indiretos, pois são de baixo custo econômico e de fácil aplicabilidade para estudos populacionais, na prática clínica e no cotidiano do treinamento desportivo. Entre os métodos mais utilizados estão as equações que utilizam medidas de dobras cutâneas. No entanto, não se conhece equações validadas especificamente para adolescentes atletas, o que obriga a utilização de equações validadas com crianças e adolescentes não atletas. Nesse sentido, parece adequado a investigação por meio da validação cruzada, do método de dobras cutâneas que pode apresentar melhor concordância com um padrão ouro, identificando qual é o mais preciso para a população de pentatletas adolescentes.

Em suma, este estudo justifica-se pela possibilidade de elaborar referências para a antropometria e composição corporal de atletas de pentatlo moderno na adolescência, considerando os fenômenos maturacionais e utilizando equações de dobras cutâneas, selecionadas por meio de um estudo de validação cruzada com um método padrão ouro, permitindo assim, resultados com a melhor precisão possível.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em um âmbito geral, a antropometria, a composição corporal, o desempenho motor e, em adolescentes, o desenvolvimento maturacional, são comumente avaliados em atletas. Desta forma é possível identificar um perfil ideal para cada modalidade esportiva em diferentes níveis competitivos e categorias em ambos os sexos. Tais perfis são importantes na elaboração de um plano de treinamento e no processo de seleção e orientação do talento esportivo, auxiliando toda a equipe multidisciplinar que atua neste laboro no processo de avaliação física. Este capítulo tem o objetivo de revisar os embasamentos teóricos que servem de suporte e orientação para auxiliar a compreensão do problema em questão, com ênfase na modalidade esportiva pentatlo moderno.

2.1 O PENTATLO MODERNO

Inspirado nos soldados da cavalaria do século XIX, que deveriam saber montar um cavalo desconhecido, disparar, esgrimir, correr e nadar, o Barão Pierre de Coubertan, fundador dos jogos olímpicos da era moderna, inventou esta modalidade esportiva. Embora faça parte dos jogos olímpicos desde 1912, o evento para mulheres somente foi introduzido em 2000, nos Jogos de Sydney. As disputas podem ser por equipes ou individual e, atualmente, a esgrima, a natação, o hipismo e um combinado envolvendo tiro e corrida fazem parte desta modalidade esportiva (CBPM, 2014).

2.1.1 A esgrima

Esporte olímpico desde 1896 (Athenas), a esgrima pode ser praticada nas categorias florete, sabre e espada. No pentatlo moderno, os atletas se enfrentam entre si numa série de duelos com a espada. Cada combate dura um minuto ou o tempo necessário para que ocorra um toque (contato) em qualquer parte do corpo do adversário. Caso não ocorra o toque durante o minuto destinado ao combate, ambos os pentatletas assumem a derrota. Realizar um jogo perigoso, sair dos limites da pista ou dar as costas ao adversário levam à perda de ponto (CBPM, 2014; ROI; BIANCHED, 2008). Após contabilização das vitórias e derrotas, somente atletas que conquistarem 70% das vitórias conquistam os 1000 pontos totais da modalidade.

Tais regras são diferentes da esgrima tradicional, na qual o combate tem um tempo maior de duração, além do resultado final ser baseado no total de pontos ganho pelo atleta ao fim do jogo. Desta forma, os parâmetros fisiológicos e antropométricos encontrados em

estudos com esgrimistas podem ser diferentes do necessitado pelo pentatleta. Cabe ressaltar que a esgrima só é incluída no pentatlo moderno a partir da categoria Jovem A, que atende adolescentes com faixa etária de 16 a 18 anos de idade. (CBPM, 2014).

2.1.2 A natação

Modalidade esportiva muito praticada e alvo de diferentes estudos que variam de acordo com o estilo de nado, a distância da prova e do ambiente de disputa (WEITKUNAT *et al.* 2012; LÄTT *et al*., 2010), no pentatlo moderno ocorre por meio de uma prova que, dependendo da categoria, pode variar de 50 a 200 metros nado livre, em piscinas que podem ser de 25 a 50 metros.

Com respeito a formação de atletas de natação, a antropometria, a composição corporal e a maturação sexual também possuem diferentes estudos (SILVA *et al.*, 2012; LÄTT *et al*., 2010). Entretanto, além da natação, o atleta de pentatlo moderno precisa treinar outras modalidades que podem causar impacto na antropometria, composição corporal e maturação sexual do pentatleta em relação aos que são apenas nadadores. O estudo de Carbuhn *et al.* (2010), por exemplo, mostra menor densidade corporal em atletas de natação quando comparados à outras modalidades esportiva. Estudos mostram, ainda, que o percentual de gordura não gera tanta preocupação em nadadores, não diferindo de populações de não atletas (KJNDLIE *et al*., 2004; RICHARDSON *et al*., 2000), pois a gordura corporal pode promover maior flutuabilidade e deslocamento na água (DUSEK, 2001). Entretanto, atletas de pentatlo moderno devido ao treinamento de outras modalidades podem ter densidade corporal maior do que atletas específicos de natação e necessitam de baixa quantidade de gordura para modalidades como a esgrima e o combinado.

2.1.3 O hipismo

No pentatlo moderno, o cavaleiro deve percorrer um trajeto de 350 a 450 metros, com obstáculos de no máximo 1,2m, sendo um duplo e outro triplo, totalizando 15 esforços. O percurso menor deve ser concluído em um minuto e o maior em 1’17”. O pentatleta só conhece seu cavalo antes da prova, por meio de sorteio, que ocorre na ordem de classificação do somatório de pontos das duas provas anteriores. Há 20 minutos de familiarização com o cavalo e, em seguida, inicia-se a prova. Duas quedas levam a interrupção do percurso (CBPM, 2014).

Cabe reforçar que o hipismo somente faz parte do desporto na categoria Júnior (19 e 20 e 21 anos de idade), sendo a última etapa da formação do atleta.

2.1.4 O evento combinado

Originalmente, a corrida e o tiro não aconteciam juntos. Para proporcionar maior motivação, ambas as modalidades passaram a fazer parte do “evento combinado”, que é a última prova do pentatlo moderno. A largada segue a ordem da classificação por meio de pontos (*handicap)*, com cada 4 pontos correspondendo a um segundo a mais para largar em relação aos outros. Logo após a largada, os competidores dão a primeira parada para o tiro, tendo que acertar cinco vezes o alvo. Depois de cada 800 metros de corrida, haverá novamente os disparos, que devem ser feitos no espaço de 50 segundos. O alvo fica a dez metros com visibilidade para o público. Os atletas atiram na posição de pé, com apenas uma das mãos, sem qualquer auxílio ou apoio. A prova termina após os atletas executarem quatro sequências de 800m e acertar quatro sequência de tiros (CBPM,2014).

Nas categorias Jovem F e E há apenas a corrida de 400 metros. Na categoria Jovem D a corrida é de 800 metros. A partir da categoria Jovem C inicia-se o evento combinado de corrida e tiro, sendo duas sequências de 800m e tiros; três sequências de 800m e tiros na categoria Jovem B; e a partir da categoria Jovem A a prova já é disputada no formato original.

2.1.5 Categorias do pentatlo moderno

O pentatlo moderno é uma modalidade esportiva dividida por categorias, em que o nível de dificuldade evolui conforme há o aumento da idade. Nas categorias F e E (abaixo de 9 e 11 anos de idade, respectivamente), a competição abrange 50 metros de natação e 500 metros de corrida. Na categoria D (abaixo de 13 anos de idade), 100 metros nado livre e 800 metros de corrida. Na categoria C (abaixo de 15 anos de idade), a natação ocorre com uma competição de 100 metros e o combinado com duas sequências de tiros e corridas de 800 metros. Na categoria B (abaixo de 17 anos de idade), a natação já ocorre com 200 metros nado livre e o combinado é composto por três sequências de cinco tiros e voltas de 800 metros. Na categoria jovem A (abaixo de 19 anos de idade), já ocorrem as quatro sequências de tiros e corrida de 800 metros, além da esgrima fazer parte da competição. As competições de hipismo só ocorrem a partir da categoria Junior.

Devido as primeiras modalidades por atletas em formação serem a natação e a corrida, parece que o processo de detecção de talentos inicia-se por achar indivíduos com maiores aptidões para estas duas modalidades esportivas, desenvolvendo, posteriormente, habilidades para as demais modalidades. Para um futuro bom desempenho, faz-se necessário que o treinamento para modalidades como esgrima, tiro e hipismo ocorram antes do início de competições oficiais. Importante reforçar que a cada mudança das regras oficiais pode ocorrer

alterações nos parâmetros fisiológicos dos atletas (LE MEUR *et al*., 2012; LE MEUR *et al*., 2010; NUNES, BERGIANTE E MELLO,2009).

2.1.6 O pentatlo moderno em pesquisa

O estudo de Claessens *et al.* (1994) analisou a antropometria de pentatletas da categoria Senior do sexo feminino participantes da Copa do Mundo de 1989 e pode ser considerada como o início do interesse científico na modalidade. No entanto, nesta época, a competição era disputada sem o combinado, iniciando-se com a prova de tiro, com duração de 40 segundos e o objetivo de 20 acertos, havendo perda de pontos de acordo com a quantidade de alvos não acertados; uma corrida de 3000 metros encerrava a competição após a esgrima, a natação e o hipismo. Posteriormente, com a alteração das regras, maiores exigências no tempo de nado e nas regras do hipismo, além da inclusão do evento combinado de corrida e tiros, o pentatlo moderno ficou carente de estudos que identificassem um perfil antropométrico ideal para um ótimo desempenho em competições.

No Brasil, a pesquisa de Rolim e Fernandes Filho (2007) analisou o somatótipo de participantes de pentatlo moderno da categoria Senior ainda na regra de competição antiga. Nunes, Bergiante e Mello (2009) analisaram as mudanças de resultados com as alterações de regras por meio das colocações dos atletas nos resultados de competições no Brasil, demonstrando a maior importância da corrida e menor influência da sequência de tiros no resultado final da competição, sem levar em consideração a influência do treinamento.

Embora o pentatlo moderno ainda seja carente de pesquisas, o evento combinado, especificamente, começa a despertar curiosidade no mundo científico. Entre os estudos recentes, Le Meur *et al.* (2012) buscaram investigar em oito homens e uma mulher das categorias Junior e Sênior as demandas fisiológicas provocadas pelo novo evento combinado do pentatlo moderno, além das estratégias de velocidade de corrida em cada sequência do combinado e seus efeitos na precisão e tempo para acertar a sequência de tiros. Os resultados demonstraram a necessidade de uma boa resistência anaeróbica lática e que estratégias de corrida não influenciam na performance geral da corrida e no tempo atirando. Este estudo foi realizado antes das alterações de regras de 2013, sendo realizados com três séries de cinco tiros intervalados, com três sequências de corridas de 1000 metros.

Outro estudo interessante foi a comparação de grupos masculinos participantes de uma etapa da Copa do Mundo de Pentatlo Moderno no que diz respeito as estratégias durante o evento combinado. De 36 participantes, o primeiro terço, por ordem de chegada, mostrou diferenças significativas na precisão de tiro e tempo atirando, parecendo que este é um fator

importante para o sucesso. Foi observado, ainda, que todos os atletas realizam os primeiros duzentos metros de corrida com mais velocidade e que a última performance de 1000 metros foi realizada em menor tempo (LE MEUR *et al.*, 2010).

Com respeito a formação de atletas, o pentatlo moderno ainda necessita de investigações que norteiem a detecção e orientação de jovens atletas. Apenas o estudo de Fonseca-Junior *et al*. (2014) apresenta informações limitadas sobre a antropometria de adolescentes atletas pertencentes a uma Federação Regional do Brasil. A identificação em crianças e adolescentes de características que possibilitem um bom desempenho em cinco modalidades esportivas diferentes, pode ser uma tarefa complexa. Em adendo, convencer adolescentes a dedicarem semanalmente uma grande quantidade de horas em treinamentos, com intuito de um bom aprendizado e desempenho em cinco modalidades, também é difícil.

Talvez esta seja a dificuldade para a realização de pesquisas com adolescentes praticantes de pentatlo moderno, pois a modalidade em questão parece ser prejudicada pela baixa aderência, devido às distinções entre as características das atividades e a necessidade de uma predisposição para frequentar uma alta carga de treinamento.

2.2 O ESPORTE NA ADOLESCÊNCIA E PUBERDADE

Durante a adolescência e, em especial na puberdade, a prática esportiva pode exercer impacto no processo maturacional e em todo o desenvolvimento físico, o que estimula a elaboração de estudos científicos aplicados em atletas de diferentes modalidades esportivas.

2.2.1 Adolescência e puberdade

Estudiosos divergem sobre a idade de início da adolescência no sexo masculino, porém é comum encontrar a idade entre dez e doze anos apontada com frequência. No feminino, a idade de dez anos é a mais referenciada. Desta forma, com duração aproximada de uma década, a idade de 20 anos é descrita para o término. Sua importância deve-se por ser uma fase da vida de intensas mudanças biológicas e comportamentais, até que seja alcançada a idade adulta (TANNER, 1990; WEINECK, 2005; RÉ; MASSA, 2010).

A adolescência é dividida em duas fases, com a primeira terminando próxima aos quinze anos de idade, ou junto com a puberdade que, principalmente nas meninas, pode iniciar antes da idade prevista para início da adolescência. Este período é caracterizado por uma série de transformações somáticas, decorrentes do desenvolvimento das características sexuais primárias e secundárias, sendo importante destacar que, em termos de idade

cronológica, tende a ocorrer até dois anos mais cedo no sexo feminino (GUEDES; GUEDES, 1997; TANNER, 1990; RÉ; MASSA, 2010).

Dentre as características da primeira fase da adolescência e da puberdade, no sexo masculino ocorrem o surgimento e desenvolvimento dos pelos axilares e pubianos, genitálias e demais órgãos do aparelho reprodutor, em conjunto com eventos relevantes de âmbito antropométrico, como o pico de velocidade da estatura (PVE), seguido da redução do crescimento longitudinal e do aumento mais exacerbado da massa magra. No sexo feminino, especificamente, ocorrem o arredondamento dos quadris, surgimento da menarca, desenvolvimento mamário e o aumento da gordura corporal (TANNER,1990; GUEDES; GUEDES, 1997). Nos meninos, o aumento da massa magra e, consequentemente, o aumento da força muscular e os ganhos de estatura durante PVE são mais intenso (chegando a ser 10cm por ano) que nas meninas (WEINECK, 2005).

De um a dois anos antes do desenvolvimento visível das características sexuais secundárias, inicia-se o aumento da produção de hormônios do crescimento (GH) e gonadotróficos pela hipófise e glândulas sexuais, respectivamente. Desta forma, pouco antes da entrada da puberdade, ocorre o aumento de hormônios específicos de cada sexo e, com isto, todas as alterações corporais específicas para meninos e meninas (WEINECK, 2005; PARENT *et al*., 2003).

No sexo masculino, os andrógenos são responsáveis pelo aumento da síntese de proteínas, estimulando o aumento da massa muscular nos meninos, que proporcionalmente passa a ser maior que nas meninas em relação aos demais tecidos do corpo humano (WEINECK, 2005; SIERVOGEL *et al*., 2003). Por conseguinte, o forte aumento da massa corporal, faz parte desta fase em ambos os sexos, pois em meninas, o aumento da massa magra, mesmo sendo menos intenso, é acompanhado do aumento da gordura corporal (SIERVOGEL *et al*, 2003).

A segunda fase da adolescência caracteriza-se pela redução dos fenômenos da puberdade, incluindo as alterações antropométricas. Nesta fase, o crescimento estatural e o aumento da massa corporal não é tão intenso quanto na primeira fase, efeitos estes provocados pela regulagem dos mecanismos hipotálamo-hipofisário. Ocorre, então, a harmonização das proporções corporais, o que favorece a recuperação das capacidades coordenativas, prejudicadas anteriormente pelas rápidas alterações antropométricas da puberdade (WEINECK, 2005).

2.2.2- O atleta adolescente

Os efeitos do treinamento durante a adolescência podem provocar diferentes alterações na maturação biológica e, em conjunto, no desenvolvimento físico e motor dos jovens atletas, tanto do sexo masculino quanto do feminino.

2.2.2.1- Adolescentes atletas do sexo feminino

No sexo feminino, atletas submetidas à prática desportiva, desde o nível escolar à elite mundial em sua modalidade esportiva específica, apresentam diferenças no desenvolvimento somático quando comparadas a grupos controles (CLAESSENS *et al*., 2003; SANTOS; LEANDRO; GUIMARÃES, 2007). Diferentes estudos, realizados principalmente em desportos que necessitam de um intenso treinamento desde a infância, como a ginástica rítmica, ginástica artística e o balé, demonstram resultados mais críticos a respeito do desenvolvimento físico, pois podem, inclusive, influenciar no estado de saúde do atleta (ERLANDSON *et al*., 2008; MUÑOZ *et al*., MEIRA; MORAES, BÖHME, 2010).

O atraso maturacional, um problema ainda não tão bem elucidado, que pode ser provocado pela reduzida quantidade de gordura corporal necessária para um bom desempenho, ou mesmo pelo estresse competitivo, promove início tardio ou o prolongamento da puberdade, incluindo disfunções menstruais, sendo comum o atraso da menarca (GEORGOPOULOS *et al.*, 2004; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; CLAESSENS *et al.*, 2003;). O quadro 1 apresenta dados referentes à menarca em estudos com brasileiras, enquanto o quadro 2 apresenta dados de brasileiras praticantes de modalidades esportivas. A pouca quantidade de estudos que investiguem a idade de ocorrência da menarca em atletas adolescentes brasileiras mostram a pouca preocupação com este grave problema de saúde dos profissionais que labutam nas ciências do esporte.

Os dados dos quadros 1 e 2 demonstram a idade da menarca das atletas de natação próximas as apresentadas por não atletas, ressaltando que esta é uma modalidade esportiva que é citada como não causadora de efeitos ao atraso maturacional (GAGLIARDI; VILLAR; UEZU, 2010; MILANESE *et al*., 2014). No entanto, o estudo de Kishali *et al*. (2006) descreve uma idade de 13,75 para a menarca de atletas de elite de vôlei, idade que em termos descritivos pode ser avaliada como superior ao apresentado no quadro 2, embora o nível de competição e as diferenças culturais possam ser uma explicação para esta diferença. A ginástica artística e rítmica são os maiores alvos de estudos no que tange ao atraso ou prolongamento do período pré-puberal, principalmente devido ao início precoce do treinamento, ou seja, antes da menarca (MALINA *et al*.,2013; GEORGOPOULOS *et al.*,

2004). Ávila-Carvalho *et al*. (2013) apresentaram média da idade da menarca de 16,6 anos em participantes das copas do mundo de 2009 e 2010 de ginástica rítmica. Esta parece ser a melhor explicação para os resultados observados entre os valores encontrados com ginastas e atletas de natação e vôlei no quadro 2.

Quadro 1- Idade da menarca em diferentes regiões do Brasil.

Autores	Local	N	IM
KLUG; FONSECA (2006)	Estudo de revisão com diferentes regiões do Brasil (1993-2006).	3963	12,20
CASTILHO *et al.* (2012)	Escolas particulares de Campinas, São Paulo (2001).	503 (magreza+eutróficas) 182 (sobrepeso+obesidade)	12,45 12,08
CASTILHO *et al.* (2012)	Escolas particulares de Campinas, SP (2010)	504 (magreza+eutróficas) 246 (sobrepeso+obesidade)	12,33 11,60
SILVA; GIGANTE; MINTEN (2008)	Mulheres nascidas em 1982 de Pelotas, RS	2876	12,4
PEREIRA; TAQUETTE; PEREZ (2013)	Escolares de ensino médio de três diferentes instituições do Rio de Janeiro, RJ	161 (Escola Estadual) 119 (Escola Privada) 129 (Escola Federal)	12,1 12,1 11,8

IM=Idade de ocorrência da menarca.

Quadro 2- Idade da menarca de atletas Brasileiras.

Autores	Esporte/Local	N	IM
LIMA; AMORIM (2002)	Jogadoras de clubes de Belo Horizonte, MG.	171 atletas	12,06
SANTOS; LEANDRO; GUIMARÃES (2007)	Atletas de natação de Recife, PE.	84 atletas 81 não atletas	12,00 11,20
SCHTSCHERBYNA *et al.* (2012)	Atletas de natação do Rio de Janeiro, RJ.	78 atletas	12,38
CAMARGO *et al.* (2014)	Atletas de ginástica rítmica.	26% de 136 atletas de 23 equipes do Brasil	13,2

IM=Idade de ocorrência da menarca.

Atletas de determinadas modalidades possuem baixo percentual de gordura para um bom desempenho. A leptina, hormônio relacionado ao estímulo do eixo hipotalâmico para a produção dos hormônios sexuais e, produzido em maior quantidade pelo tecido adiposo, consequentemente tem relação inversa com a gordura corporal. Sua baixa produção em atletas adolescentes pode ser uma explicação ao atraso maturacional. No entanto, estudos adicionais são necessários para elucidar a influência deste hormônio (MEIRA; NONOMURA, 2009; SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010). Vale ressaltar que a literatura cita a importância de 22% de gordura relativa para a ocorrência de ciclos menstruais normalizados e 17% para a idade da menarca (IM) (PARDINE *et al*., 2001).

Outro tema debatido na literatura é o processo natural de seleção desportiva, que inclui meninas de alta estatura ou longilíneas, medida de quadril reduzida e pouca gordura corporal, características antropométricas que estão relacionadas ao atraso maturacional (MEIRA; NONOMURA, 2009). Em contrapartida, a idade do início do treinamento vem sendo investigada como o principal influenciador do atraso maturacional, pois meninas que iniciaram o treinamento antes da puberdade ou menarca tiveram atraso maturacional mais evidente do que meninas que iniciaram o treinamento após o início da puberdade ou ocorrência da menarca, independente do efeito do percentual de gordura (SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010; CLAESSENS *et al*., 2003). Mishra *et al*. (2009) cita que fatores estressantes no período pré-menarca estão associados ao atraso da menarca. Em

adendo, surge a interpretação que o estresse psíquico do treinamento, devido à busca por bons resultados, pode ser uma explicação ao atraso maturacional.

Em geral, preocupações com a imagem corporal, a ocorrência de desordens alimentares, o estresse gerado por necessidade de bons resultados, as disfunções menstruais, ou até mesmo a tríade da mulher atleta (disfunções menstruais, desordens alimentares e perda de massa óssea) são problemas de saúde que necessitam estar em pauta da equipe multidisciplinar responsável pelo treinamento em determinadas modalidades esportivas (SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010).

2.2.2.2 Adolescentes atletas do sexo masculino

No sexo masculino, não é necessário uma alta quantidade de gordura corporal para o equilíbrio do sistema reprodutor. Entretanto, a busca por baixos valores de percentual de gordura para um bom desempenho, acompanhado do déficit energético e nutricional, pode promover o atraso do crescimento, retardar o desenvolvimento puberal, causar osteopenia, anemia, síndromes relacionadas à deficiência de vitaminas, minerais, aminoácidos, ácidos graxos e elementos traço (SILVA *et al.*, 2004; ALVES; LIMA, 2008). Em adendo, atletas adolescentes inseridos em modalidades esportivas que necessitam de força e resistência muscular em geral podem ser estimulados a utilização de substâncias ergogênicas anabólicas, ocasionando, também, problemas sérios para a saúde, dentre elas as limitações do crescimento devido ao fechamento prematuro epifisário por meio do treinamento de força desorientado (ALVES; LIMA, 2008; MULCAHEY; SCHILLER; HULSTYN, 2010).

Ainda a respeito do crescimento estatural, mesmo havendo contradições na literatura no que tange aos efeitos do treinamento na estatura final, o mais evidenciado é que um treinamento bem elaborado não prejudica o crescimento de atletas, mesmo em modalidades como a ginástica artística e rítmica, podendo ocorrer, no máximo, diferentes momentos do PVE. Ademais, a revisão de literatura realizada por Malina *et al*. (2013) buscou responder diferentes questões sobre os efeitos da ginástica artística no crescimento total e de membros, chegando a conclusão que em estudos mais recentes a estatura final não é extremamente prejudicada. Os efeitos deletérios dos esportes sobre o crescimento e desenvolvimento só foram observados em atletas de elite submetidos a treinamento intensivo e restrição alimentar (BAXTER-JONES; MAFFULLI, 2002; CAINE *et al.*, 2001; ALVES; LIMA, 2008).

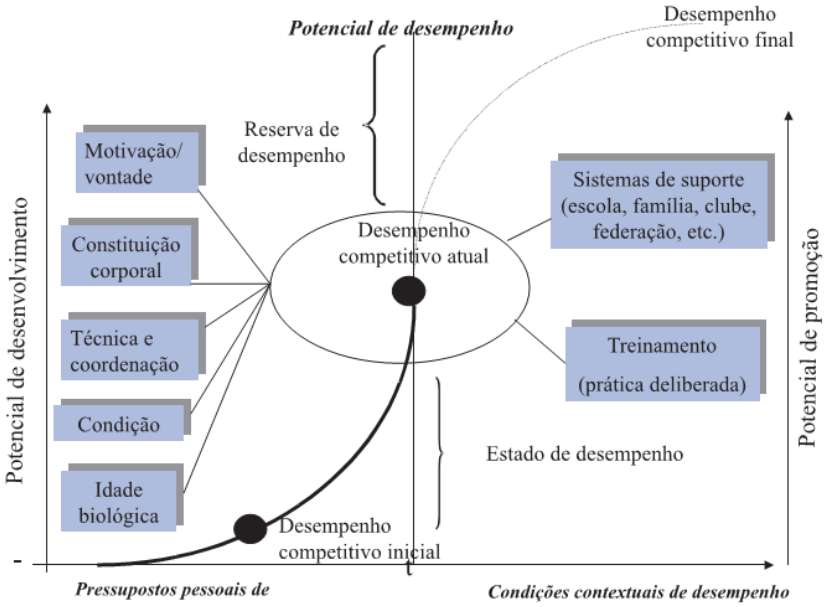
Outro assunto discutido na literatura são os efeitos da maturação biológica no desempenho esportivo. Vale observar que ao contrário do que acontece com o feminino, a maturação precoce é uma vantagem para o atleta masculino nesta fase da vida, principalmente

pelo melhor desempenho em qualidades físicas importantes para determinadas modalidades como a força muscular, velocidade e a resistência anaeróbica, promovida pelo aumento da produção de hormônios androgênicos, que favorecem a síntese de proteínas (DA SILVA; DANIELSKI; CZEPIELESKI, 2002; MULCAHEY; SCHILLER; HULSTYN, 2010).

2.3 AVALIAÇÃO DO ESTADO MATURACIONAL, DA ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DO ATLETA ADOLESCENTE

De acordo com o processo de detecção e orientação do talento esportivo, dentro de uma avaliação do treinamento desportivo, a avaliação maturacional, além da antropometria e da composição corporal permite conclusões eficazes a respeito do desempenho geral de um atleta ou equipe, sendo imprescindível para toda equipe multidisciplinar.

A figura 1 apresenta um modelo de talento em esporte proposto por Hohmann *et al.* (2002) e adaptado por Böhme (2007), como uma relação dinâmica entre os níveis de desempenho competitivo individual inicial, atual e final; além de considerar os potenciais de desenvolvimento, de desempenho e de promoção do talento, assim como a reserva e o estado de desempenho. Neste modelo é possível observar a preocupação com a constituição corporal e a idade biológica nos pressupostos pessoais de desempenho, o que justifica toda a importância de sua avaliação no cotidiano esportivo.



(HOHMANN et al. (2002) adaptado de BOHME (2007)

Figura1- Pressupostos pessoais de desempenho e condições contextuais de desempenho e suas relações com os níveis de desempenho competitivo individual inicial, atual e final

2.3.1- Métodos de avaliação da maturação biológica e sua importância na formação de atletas

Para uma boa avaliação do desempenho motor, da antropometria e da composição corporal na adolescência, faz-se necessário o conhecimento do atual estado maturacional em que o indivíduo se encontra, pois a puberdade inicia-se nesta fase da vida, ocorrendo uma série de transformação somática que interferem na performance do atleta. Ademais, indivíduos de mesma idade cronológica podem estar em momentos maturacionais distintos, com a literatura apontando para diferenças de idade biológica de até cinco anos durante a adolescência. Estudos abordando a idade relativa, ou seja, a diferença de idades dentro de uma mesma categoria de formação esportiva, apontam que indivíduos nascidos no início do ano possuem vantagens relacionadas à idade cronológica, que podem ser ainda maiores em casos de maturação mais avançada (CÔTÉ *et al*. 2006; COBLEY *et al*. 2009). Entre as formas utilizadas para avaliar a maturação biológica, as mais referenciadas são a maturação esquelética, a maturação sexual, a maturação somática e a maturação dental, sendo os três primeiros os mais utilizados em estudos desenvolvimentais observacionais (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Contudo, possivelmente devido à fácil aplicabilidade e baixo custo econômico de alguns métodos, a maturação sexual é constantemente utilizada em estudos (SILVA *et al.*, 2012; HIMES *et al*, 2004; MIDYETT; MOORE; JACOBSON, 2003). Entre os métodos de avaliação, destaca-se a utilização das características sexuais secundárias (pelos pubianos, axilares e da face, desenvolvimento de mamas e genitálias e engrossamento da voz), a ocorrência da menarca, desenvolvimento dos testículos e exames bioquímicos que possuem indicadores da produção de hormônios sexuais (CAREL *et. al*., 2004).

Desta forma, a proposta propagada por Tanner (1962) vem sendo utilizada constantemente no âmbito clínico e do treinamento desportivo. Neste procedimento o adolescente é classificado em um dos cinco estágios correspondentes ao desenvolvimento de pelos pubianos em ambos os sexos e da mama no feminino ou da genitália no masculino. Estudos adicionais testando a concordância da avaliação clínica com a autoavaliação têm apresentado resultados com baixa, moderada e alta concordância, gerando dúvidas quanto a reportagem dos estágios maturacionais em estudos populacionais no caso de dificuldades com a presença de um profissional qualificado (SHIRTCLIFF; DAHL; POLLAK, 2009; BOJIKIAN *et al*., 2002; SCHLOSSBERGER; TURNER; IRWIN, 1992).

No entanto, contribuindo ainda mais com as constantes dúvidas, o estudo de Shirtcliff, Dahl e Pollak (2009) utilizou a escala de avaliação puberal por meio de questões relativas ao

desenvolvimento das características sexuais secundárias, desenhos com informações sobre cada estágio baseado nas escalas de Tanner (1962), exames físicos com profissionais qualificados classificando os estágios mencionados e hormônios basais responsáveis pelo avanço puberal em meninos e meninas (testosterona, desidroepiandrosterona-DHEA, estradiol). Nas associações foram observadas que o exame realizado por profissionais mostraram resultados significativos com a avaliação hormonal, exceto o estradiol nas meninas; as avaliações realizadas com desenhos e questões mostraram resultados significativos com todas as avaliações hormonais. A limitação deste estudo talvez seja não considerar nos procedimentos estatísticos informações relevantes como o aumento dos níveis do DHEA no período pré-púberal e sua influência no desenvolvimento dos pelos pubianos, o que leva esta característica secundária ocorrer antes do desenvolvimento de genitálias/mamas.

Todavia, os resultados deste estudo servem como uma base para a escolha do método a ser utilizado em pesquisas, pois algumas informações adicionais devem ser levadas em consideração, como a recusa de 13% da amostra em realizar o exame físico com profissionais qualificados, as altas associações entre exames de genitália/mama e de pelos pubianos na autoavaliação e no exame físico, com 37% (meninos) e 52% (meninas) nas genitálias/mamas e 47% (meninos) e 57% (meninas) nos pelos pubianos relatando os mesmos resultados entre a autoavaliação e o exame físico. Ademais, importante a informação de melhores concordâncias em estudos com atletas. Nesse sentido, o estudo de Leone e Comtois (2007) apresentou alto coeficiente kappa de 0,79 e 0,67 em meninos (desenvolvimento genital) e 0,86 e 0,97 em meninas (pelos pubianos, respectivamente).

No sexo feminino também pode ser avaliada a ocorrência da menarca. Contudo, por ser um evento tardio, por ocorrer cerca de dois anos após o início da adolescência, oferece determinadas limitações. Em adendo, sabe-se que a ocorrência da menarca está associada à características genéticas, nutricionais, influências ambientais e interações complexas, incluindo o treinamento desportivo (MEGHAN; OINONEN, 2011; CHUMLEA *et. al.*, 2003; VITALLE *et. al*., 2003). Ou seja, em atletas, pode ser também um importante indicador de saúde, visto que neste grupo pode ocorrer uma menarca mais tardia (CLAESSENS *et al*., 2003; DUARTE, 1993). Nesse sentido, a constante necessidade do controle de peso através da perda de gordura corporal, exigido por determinadas modalidades esportivas, pode ser favorável ao aumento de risco para desenvolver a tríade da mulher atleta, síndrome associada às desordens alimentares, amenorréia e osteoporose ou osteopenia (COELHO *et al*., 2013; ACMS, 2007).

A maturação esquelética é o método de avaliação mais indicado para a maturação biológica de crianças e adolescentes, pois seus índices se estendem desde o nascimento até os 17-18 anos de idade, baseando-se que o osso inicia seu desenvolvimento como um centro primário de ossificação que sucessivamente vai se calcificando e remodelando, até a fusão das epífises com o corpo do osso, adquirindo sua forma adulta. Tais fusões podem ser avaliadas, comumente, por meio de radiografias de mão e punho, comparando a imagem obtida com um modelo padrão para a idade do avaliado. Ademais, o radiografia do joelho também pode ser um recurso a ser utilizado (GREULICH; PYLE, 1959; GUEDES; GUEDES, 1997).

A maturação somática, por ser um método que necessita do acompanhamento longitudinal para identificar os fenômenos do crescimento e desenvolvimento, não é utilizada em estudos observacionais transversais, sendo apenas mais um parâmetro para o acompanhamento maturacional quando outros métodos são utilizados. O pico de velocidade da estatura (PVE), a proporção dos aumentos de membros inferiores e tronco e o aumento da massa corporal total, no sexo masculino o intenso aumento da massa magra e do diâmetro de ombro, no feminino o aumento do diâmetro e perímetro de quadril e da adiposidade, são fenômenos somáticos que servem de base para o acompanhamento maturacional (GUEDES; GUEDES, 1997; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004;).

Nesta prespectiva, estudos apontam uma série de medidas antropométricas que estão relacionadas ao desenvolvimento maturacional (GOMES CAMPOS *et al.*, 2012; MEDEIROS *et al.*, 2014). Baseado em medidas antropométricas e adotando como padrão ouro a maturação esquelética, Cabral *et al*. (2013) desenvolveram equações com medidas antropométricas em alunos de um projeto de iniciação esportiva que determina uma idade somática. Entretanto, necessita de estudos de validação em diferentes modalidades esportivas com atletas de um nível mais avançado.

2.3.2 Antropometria em atletas adolescentes

Segundo Fernandes Filho (2003), a antropometria é a ciência que estuda e avalia o tamanho, o peso e as proporções do corpo humano, através de medidas de rápida e fácil realização, não necessitando de equipamentos sofisticados e de alto custo financeiro, podendo ser empregadas nas áreas que estudam a composição corporal. Conforme o mesmo autor, as medidas antropométricas devem ser tomadas de forma correta, seguindo uma metodologia definida, de maneira que os resultados sejam claramente entendidos e possam ser igualmente utilizados por outros avaliadores. Assim, apresenta informações valiosas para a predição e a

estimação dos vários componentes corporais dos sedentários aos atletas no crescimento, desenvolvimento e envelhecimento.

O número de medidas antropométricas que podem ser realizadas no corpo de um indivíduo é quase ilimitado. Porém, devem ser escolhidas levando em consideração os propósitos das medidas. Na prática do treinamento de atletas adolescentes, são comuns as medidas do crescimento somático, que podem ser específicas para determinadas modalidades esportivas e em avaliações periódicas para avaliar os resultados da periodização do treinamento, sendo importantes recursos tanto para retratar um bom perfil de desempenho quanto para analisar determinados efeitos negativos e positivos do treinamento no contexto da saúde (COELHO *et al.* 2013; GUEDES; GUEDES, 1997; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Desta forma, medidas de estatura, comprimento de segmentos, diâmetros, perímetros, dobras cutâneas, área corporal, volume corporal, medidas de relação como o índice de massa corporal, cintura e quadril e o índice de conicidade, equações de determinação para a densidade corporal, percentual de gordura e compartimentos da composição corporal, área muscular, maturação somática, análise do PVE, predição da estatura final e o somatótipo estão entre os recursos propiciados pela antropometria, que em jovens esportistas, por meio de seus índices, componentes ou estrutura corporal pode estar associada à performance, seleção ou previsão do sucesso esportivo (GAGLIARDI; VILLAR; UEZU, 2010; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004)

A puberdade, em um contexto geral, é considerada uma das fases de maiores transformações de um indivíduo, incluindo as somáticas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Guedes e Guedes (1997) ao debaterem os recursos utilizados na avaliação do crescimento e da composição corporal, descrevem que a análise do fracionamento da massa corporal em seus diferentes componentes, torna-se um dos procedimentos mais importantes para avaliar as características morfológicas que caracterizam o organismo humano.

Como já foi observado no contexto da maturação sexual, em atletas a antropometria e a composição corporal podem apresentar comportamentos diferenciados ao de populações de não atletas. Em modalidades como a ginástica rítmica, por exemplo, os movimentos de alto impacto causam uma preocupação com a saúde óssea e o comprometimento da estatura final (THEINTZ *et al*., 1993; SILVA; TEIXEIRA; GOLDBERG, 2003). Entretanto, demonstrando contradição de resultados, o estudo longitudinal de Erlandson *et al.* (2008) não observou efeitos do treinamento de diferentes modalidades esportivas na estatura final em atletas do sexo feminino de ginástica rítmica, tênis e natação, mas mostrou momentos maturacionais

diferenciados. Malina *et al.* (2013), em revisão de literatura, corrobora que ginastas não tem a estatura prejudicada.

Milanese *et al.* (2014) estudaram meninas no período pré-menarca e verificou que a modalidade esportiva praticada e a quantidade de horas semanais influenciaram na gordura corporal total e na densidade mineral óssea. Dias Quiterio *et al.* (2011) verificaram maior massa óssea em atletas do sexo masculino de modalidades esportivas de impacto ao comparar com um grupo de atletas sem impacto e um grupo controle. Neste estudo, atletas de atividades sem impacto apresentou menor conteúdo mineral ósseo nos membros inferiores que atletas de impacto e o grupo controle. Em suma, verificou-se melhor saúde óssea de atletas de atividades de impacto.

Nesse sentido, o pico de velocidade da estatura (PVE), associado à maturação sexual, também pode sofrer impacto de um treinamento intenso. O estudo de Fuji e Demura (2005) optou por verificar o intervalo de tempo entre o PVE e a menarca em meninas japonesas, obtendo como resultado 1,62 anos em grupos de atletas e 1,08 anos em grupos de não atletas, chegando a conclusão que esta diferença significante ocorreu devido a menarca mais tardia das atletas em relação as não atletas, pois não houve diferenças significantes na idade do PVE.

Nos meninos, o aumento da massa magra durante toda a puberdade, provocada pelo aumento do tecido muscular e conteúdo mineral ósseo (BMC), é mais evidente em atletas devido às influências do treinamento. Em adendo, faz-se necessário observar que os aumentos destas variáveis apresentam variabilidade de acordo com a modalidade esportiva praticada (CARBUHM *et al.*, 2010; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Em meninas, o comum aumento da gordura corporal durante todas as fases da puberdade não é observado em atletas que treinam intensamente em determinadas modalidades esportivas (CLAESSENS *et al.*, 2003; SANTOS; LEANDRO; GUIMARÃES, 2007). Como já foi discutido, a baixa quantidade de gordura corporal, exigida em algumas modalidades esportivas, aumenta o risco do surgimento de sintomas associados à tríade da mulher atleta durante a adolescência. Nesse sentido, há modalidades que atletas podem apresentar menor densidade mineral óssea que não atletas (COELHO *et al*, 2013; SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010).

Ao levar em consideração toda a importância da antropometria no contexto esportivo de adolescentes, diferentes tipos de medidas de campo são utilizadas na caracterização de diferentes tipos de modalidades esportivas e nos níveis de competição de atletas, principalmente por serem mais práticas do que técnicas laboratoriais, que são mais caras e de difícil praticidade.

Desta forma, elaborado por Carter e Heath em 1967, o somatótipo antropométrico é alvo de estudos no cotidiano esportivo, pois permite a análise do tipo físico do atleta em diferentes modalidades esportivas (CLAESSENSS *et al*., 2003; CARTER *et al*., 2006; SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007; MALOUSARIS *et al.*, 2008). Mesmo sem ser conhecida uma equação desenvolvida com atletas adolescentes, diferentes equações com dobras cutâneas, que permitem a quantificação da composição corporal em dois compartimentos, as massas magra e gorda, são utilizadas nas ciências do esporte (SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007; SANTOS *et al*., 2007; SAMPEI *et al.*, 2008).

2.3.2.1 O somatótipo antropométrico de Carter e Heath.

A descrição e interpretação da biotipologia humana é um dos núcleos centrais de investigação em muitas áreas da antropologia, da medicina e das ciências do desporto (MAIA *et al*., 2004).

De acordo com Berardinelli (1932), citado por Fernandes Filho (2003), a biotipologia surgiu através de Pende em 1922, que afirmou que esta era a síntese funcional da personalidade integrada, construída a partir da herança e expressa pelas vertentes morfológica, funcional e temperamental. Nesta época, os homens eram listados em dois tipos: longilíneo e brevilíneo, cada um dos tipos se subdividindo em dois subtipos: estênico e brevilíneo, portanto ou excedia ou era deficiente ao desejável. Refletindo sobre os passos de Pende, trabalhando inicialmente com psicopatas e valendo-se da antropometria, do desenho e da observação clínica, constatou a associação entre tipo morfológico, psicopatia e comportamento, gerando quatro tipos físicos diferentes. Estes estudos ganharam importância, pois foram um dos apoios de Sheldon (1940) que, baseados nos dados de necrópsias e na análise fotográfica, chegou ao conceito de somatótipo, que ele fundamentou nos três folhetos embrionários, isto é, do endoderma deriva o endomorfismo, do mesoderma deriva o mesomorfismo e do ectoderma deriva o ectomorfismo.

Ainda segundo Fernandes Filho (2003), conceitualmente, Sheldon havia encontrado a resposta do problema de Pende, há uma personalidade integrada, baseada no genótipo, e ela pode ser expressa de forma individual, quer no tocante ao somático ou ao psicológico. A problemática estava na sua técnica, pois usar a fotografia e a tomada das medidas antropométricas era trabalhosa e demorada, necessitando de ambiente adequado, além da grande possibilidade de erro por parte de quem não estivesse altamente treinado. Foi então que surgiu a solução prática ao desafio, possibilitando ampla aplicação do conceito

Sheldoniano, com a publicação de Carter e Heath no ano de 1967, de um método simples de calcular o somatótipo, culminando nas técnicas antropométricas atualmente em uso.

Entre os recursos disponíveis no meio científico, a técnica do somatótipo vem sendo constantemente utilizada na avaliação da forma e composição corporal (GUEDES; GUEDES; CARTER *et al*. 2006), pois expressa uma qualificação de três números que representam os componentes endomórfico, mesomórfico e ectomórfico, respectivamente, sempre na mesma ordem. Assim, exemplificando a quantificação de 3-5-2, há possibilidade de detalhar a magnitude de cada um dos três componentes, apresentando as características físicas de um indivíduo e sendo possível, ainda, qualificar tal característica de acordo com a predominância dos componentes (FERNANDES FILHO, 2003). Desta forma, o somatótipo foi definido como o representante da conformação morfológica atual de um indivíduo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Após a obtenção dos índices de cada componente do somatotipo e da média geral de cada grupo, estes podem ser "qualificados" de acordo com as categorias propostas por Heath e Carter (1990), baseadas nas áreas da somatocarta (representação gráfica tipo standard, onde se encontra cada um dos componentes em relação aos outros):

- Central – os três componentes são iguais entre si, e não diferem em mais de uma unidade (menor ou igual a 1), em relação aos outros dois, estando em torno de 3 ou 4.
- Endo-ectomórfico – o endomorfismo é dominante; e o ectomorfismo é maior que o mesomorfismo.
- Endomorfismo balanceado – o endomorfismo é dominante; e o mesomorfismo e o ectomorfismo são iguais (não diferem mais de 0.5).
- Endo-mesomórfico – o endomorfismo é dominante; e o mesomorfismo é maior que o ectomorfismo.
- Endomorfo-mesomorfo – o endomorfismo e o mesomorfismo são iguais (não diferem em mais que 0.5); e o ectomorfismo é menor.
- Meso-endomórfico – o mesomorfismo é dominante; e o endomorfismo é maior que o ectomorfismo.
- Mesomorfismo balanceado – o mesomorfismo é dominante; e o endomorfismo e ectomorfismo são iguais (não diferem mais que 0.5).
- Meso-ectomórfico – o mesomorfismo é dominante; e o ectomorfismo é maior que o endomorfismo.
- Ectomorfo-mesomorfo – o ectomorfismo e mesomorfismo são iguais (não diferem e

mais de 0.5), e o endomorfismo é menor.

- Ecto-mesomórfico – ectomorfismo é dominante; e o mesomorfismo é maior que o endomorfismo.
- Ectomorfismo balanceado – o ectomorfismo é dominante; e o mesomorfismo e endomorfismo são iguais (não diferem mais de 0.5).
- Ecto-endomórfico – o ectomorfismo é dominante; e o endomorfismo é maior que o mesomorfismo.

As categorias podem simplificar-se em 4 categorias maiores:

Central – nenhum componente difere em mais de uma unidade, com respeito aos outros

- Endomorfo – o endomorfismo é dominante, e o mesomorfismo e o ectomorfismo são mais de ½ unidade (0.5) menores.
- Mesomorfo – o mesomorfismo é dominante, e o endomorfismo e o ectomorfismo são mais de ½ unidade (0.5) menores.
- Ectomorfo – o ectomorfismo é dominante, e o mesomorfismo e o endomorfismo são mais de ½ unidade (0.5) menores.

O endomorfismo representa a adiposidade relativa, sendo originado do somatório de três dobras cutâneas; o mesomorfismo a robustez ou magnitude músculo esquelética ajustado para a estatura, sendo calculado a partir das circunferências biepicondilar de fêmur e biepicondilar de úmero, da circunferência do braço fletido corrigida pelo valor da dobra cutânea triciptal e da circunferência da panturrilha corrigida pela espessura da dobra cutânea da panturrilha medial; e o ectomorfismo indica a linearidade ou delgadez de um físico, sendo obtido pelo índice ponderal (estatura dividida pela raiz cúbica do peso). Variabilidade nos componentes do somatótipo pode ser observada em diferentes modalidades esportivas (BOJIKIAN; RÉ; MASSA, 2011; CARTER; HEATH, 1990).

Ao expor sobre a teoria dos três componentes do somatótipo, Carter e Heath (1990) levaram em consideração a formação que se dá em nível das camadas embrionárias, usando a referência de “MORFOFENÓTIPO”, (morphophenotype), em relação ao físico atual, ou presente; e “MORFOGENÓTIPO” (morphogenotype), em relação ao físico, determinado geneticamente. Este pressuposto demonstra que o somatótipo revela uma relação, genótipo e fenótipo, no desenvolvimento do indivíduo. No entanto, o mesmo autor alerta para a necessidade de mais investigações, com foco em diversas populações, as

estimativas sobre famílias de gêmeos, e outros grupos específicos, no intuito de reforçar a relação existente, entre aspectos genotípicos, fenotípicos e a classificação de tipo físico.

Em linhas gerais, o somatótipo tem sido utilizado nas ciências para descrever e comparar desportistas em diferentes níveis de competição (CLAESSENS, *et al.*, 2003; SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007), caracterizar as mudanças do físico durante o crescimento, o envelhecimento e o treinamento (MAIA, *et al*. 2004), comparar a forma relativa de homens e mulheres (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004), como ferramenta para a análise da imagem corporal (MONSMA; MALINA; FELTZ, 2006) e sobre o tipo físico que gera maior atração sexual em homens e mulheres (DIXSON *et al*., 2007).

2.3.3- Métodos de avaliação da composição corporal em atletas adolescentes

Muitos são os recursos utilizados na tentativa de estimar a composição corporal de indivíduos em vida, com possibilidades de aplicação de medidas antropométricas tradicionais até as mais complexas técnicas de laboratórios. No entanto, a complexidade e a diferenciação de resultados obtidos entre os diferentes métodos, surgem como a complicação da avaliação da composição corporal. Segundo Wang, Pierson e Heymsfield (1992) a composição corporal pode ser abordada em cinco diferentes níveis, que oferece uma estrutura de trabalho compreensiva dentro da qual o atrativo e a dificuldade inerente ao estudo de composição corporal possam ser apreciados (Quadro 1).

Quadro 3- Os cinco níveis da composição corporal. Adaptado de Wang, Pierson e Heymsfield, (1992).

Os cinco níveis de pesquisa de composição corporal	
Nível	Componentes
I	Atômico – Oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio e outros elementos.
II	Molecular - Água, proteína, minerais, glicogênio e lipídios.
III	Celular – Células e fluídos extracelulares e sólidos.
IV	Tecidual – Músculo-esquelético, visceral, adiposo e residual.
V	O corpo inteiro.

2.3.3.1- Modelos Multicomponentes de Composição Corporal

De acordo com o nível molecular, o corpo humano é composto por cinco componentes: água, proteína, mineral, glicogênio e gordura corporal. Uma quantidade bem pequena de carboidrato na forma de glicogênio, cerca de 300 a 500g em adultos, é encontrada no fígado e nos músculos esqueléticos. A dissecação cadavérica por meio de análises químicas é o método de avaliação direta da composição corporal que oferece subsídios para a elaboração de novos métodos. Com indivíduos em vida, métodos de avaliações indiretos são utilizados e considerados padrão ouro, analisando de forma direta um ou mais componentes do corpo humano e estimando os demais não mensurados (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996).

2.3.3.2- Métodos de avaliação indiretos

Clarys, Martin e Drinkwater (1984) citam como pioneiros os estudos de Behnke (1942) e Brozek (1953), que estabeleceram a pesagem hidrostática como método critério para todos os outros métodos indiretos e a aceitação do modelo de dois componentes (massas gorda e magra) como base para estudos da composição corporal. Em conseqüência, diferentes métodos de análise da composição corporal foram desenvolvidos a fim de facilitar o diagnóstico da gordura subcutânea. Os métodos indiretos são obtidos por meio de princípios químicos e físicos para estimar as quantidades de gorduras e de massa magra existentes no corpo. Entre estes métodos podemos referir: os métodos químicos, como a contagem de potássio radioativos (K40 e K42), excreção de creatinina urinária, etc; os métodos físicos, como o ultra-som, o Raio-X, a absortometria radiológica de dupla energia (DXA), a ressonância magnética e a densitometria (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996).

Uma vez que a obtenção da densidade corporal, por meio da hidrodensitometria (pesagem hidrostática) ou mais recentemente pela pletismografia, foram desenvolvidas equações com diferentes populações para a conversão da densidade em percentual de gordura (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996). Dentre as fórmulas mais utilizadas para converter a densidade corporal em percentual de gordura, as propostas por Brozek *et al*. (1963) e Siri (1956) são as mais utilizadas. Tais fórmulas e suas premissas foram obtidas a partir de amostragem de adultos. Ademais, suas aplicações são questionadas em amostras de indivíduos muito magro, obesos ou crianças. Posteriormente, Weststrate e Deurenberg *et al.*(1989) propuseram a utilização de equações específicas para crianças e adolescentes, de acordo com a idade. O quadro 4 apresenta as equações de percentual de gordura por meio de valores de densidade corporal (BC).

Quadro4- Equações de conversão da densidade corporal em percentual de gordura.

Siri (1956)	%gordura= (4,950/BD)-4,500
Brozek (1963)	%gordura= (4,570/BD)-4,142
Weststrate e Deuremberg (1989)	Meninas 2-10anos %G={[562-1.1(idade-2)]/BD}-[525-1.4(idade-2)] Meninas 10-18anos %G={[553-7.3(idade-10)]/BD}-[514-8.0(idade-10)] Meninos 2-18 anos %G={[562-4.2(idade-2)]/BD}-[525-4,7(idade-2)]

A pesagem hidrostática baseia-se no princípio de Arquimedes, onde um corpo mergulhado em água desloca um volume de água igual ao seu próprio volume. É verificada a massa do corpo fora dá água e depois dentro. Na pesagem dentro da água, a pessoa tem que fazer uma expiração máxima, para eliminar o ar dos pulmões. São realizadas de 8 a 12 pesagens submersas, usando a média das três medidas. Calcula-se o volume do corpo pela diferença entre o peso do corpo e a medição do corpo submerso em água. Por necessitar de equipamentos dispendiosos e técnicos especializados, além de não ser confortável para o avaliado, não é tanto utilizado no cotidiano, principalmente para crianças e adolescentes. No entanto é o método mais utilizado em estudos de validação de métodos duplamente indiretos (McARDLE; KATCH; KATCH, 1998).

Um outro método mais recente, que por meio da relação inversa entre pressão (p) e volume (v), baseado na Lei de Boyle (P1V1=P2V2), determina o volume corporal, é a pletismografia (Bod Pod). Com a determinação do volume, também é possível aplicar os princípios da densitometria para a determinação da densidade corporal e, posteriormente, de equações específicas de percentual de gordura, possibilitando a estimativa dos demais componentes da composição corporal (FIELDS; HIGGINS; HUNTER, 2004; McCRORY *et al*., 1995).

A diluição isotópica é considerada também um método indireto de avaliação da composição corporal por ser possível medir a água corporal total (ACT), a partir da qual a massa livre de gordura pode ser calculada. É sabido que o tecido corporal magro é constituído por 73,2% de água em adultos; o princípio básico das técnicas de diluição é que o volume de um compartimento pode ser definido como a razão da dose de um marcador, administrado por via oral ou endovenosa, para a sua concentração em dado compartimento corporal, dentro de um curto espaço de tempo após a sua administração. Nesta técnica, duas amostras de fluídos

(sangue, saliva ou urina) são coletadas, uma imediatamente antes da administração da dose, para determinar os níveis basais prévios e a segunda amostra após o tempo de equilíbrio para a penetração do marcador no compartimento de interesse. O deutério é um isótopo de hidrogênio com grande facilidade de distribuição nos espaços corporais, além de se mostrar seguro e isento de efeitos prejudiciais à saúde; entretanto outros deutérios, como o nitrogênio-15 podem ser utilizados (FJELD; BROWN; SCHOELLER, 1988; BUTTE-WONG; KLEIN; GARZA, 1991; LAFORGIA; WITHERS, 2002).

Com respeito à excreção da creatinina urinária, Monteiro e Fernandes Filho (2002) cita Lukaski (1987), que abordou sobre a relação direta da creatinina corporal com a creatinina urinária. O mesmo autor afirma que alguns fatores têm afetado a validade deste método, como por exemplo, a variação intra-individual (11-20%) atribuída ao processamento renal da creatinina. Quando a massa livre de gordura é estimada pela excreção da creatinina, o erro é alto (3-8kg) quando comparado com os valores da pesagem hidrostática e contagem de potássio.

Entre as técnicas laboratorias que abordam imagens, Monteiro e Fernandes Filho (2002) descrevem que a ultrassonografia e a ressonância magnética, devido ao custo excessivo e a necessidade de profissionais devidamente treinados para tal diagnóstico, são mais utilizadas em hospitais e clínicas especializadas; a tomografia computadorizada também não é muito utilizada devido ao alto custo, dificuldade técnica e exposição à radiação, embora possa ser um recurso importante na análise da gordura visceral. A tomografia computadorizada periférica quantitativa (pQCT) é uma adaptação de menor radiação da tomografia computadorizada tradicional, sendo cada vez mais acessíveis para estudos em crianças e jovens.

A absortometria radiológica de dupla energia (DXA) representa a utilização de um aparelho que apresenta importantes funções no que diz respeito a estudos científicos em ciências do esporte, pois além da composição corporal, permite a avaliação da densidade óssea e vem sendo utilizada de forma mais constante em estudos clínicos, embora também seja de alto custo, apresente exposição à radiação, mesmo que baixa, e necessite de operadores especializados (LOHMAN, 1996).

Nesse sentido o DXA é uma técnica que permite a análise da composição do tecido mineral ósseo e do tecido mole do corpo, fornecendo estimativas de composição de todo o corpo e de regiões específicas. O método consiste em dois feixes de fótons, um de baixa e outro de alta energia, que passam através do corpo, com o exame durando aproximadamente 20 minutos em máquinas antigas e apenas cinco minutos em novas. A unidade DXA mede a

atenuação de baixa dosagem feixe de Raio-X, conforme é passado em diferentes tecidos do corpo. Registra-se o quanto cada feixe de fóton é absorvido pelos átomos no tecido mineral ósseo e nos tecidos moles do corpo durante o escaneamento, sendo, então convergidos para estimativas dos tecidos analisados (LOHMAN, 1996). O equipamento deve estar relacionado a algoritmos de computador apropriados para produzir estimativas de tecido mineral ósseo, tecido mole livre de gordura e conteúdo de tecido de gordura do corpo todo. Os algorítmos também permitem uma divisão do corpo por segmentos anatômicos (braços, pernas, tronco e cabeça) para estimativas de composição corporal regional (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Demais métodos não tão utilizados na literatura são retratados como estimadores de componentes da composição corporal. Dentre eles estão a análise do “potássio corporal total”, que tem o objetivo de estimar a massa livre de gordura através da contagem de potássio existente no corpo pela técnica de espectrometria de raios gama.

Outro método é a “análise de ativação de nêutrons”, baseada nas reações nucleares para medir os elementos múltiplos da composição do corpo humano (cálcio, sódio, cloro, fósforo e nitrogênio) (LUKASKI, 1987). A primeira aplicação foi através da determinação do cálcio corporal total (TBCa). O cálcio é uma fração relativamente constante do peso do mineral ósseo (38-39%); então estimativas do TBCa podem ser utilizadas para quantificar o mineral ósseo corporal total. Uma outra aplicação desta técnica é através da medida do nitrogênio corporal total (TBN), a qual tem sido valiosa para a determinação da composição corporal de indivíduos saudáveis e portadores de doenças. Medidas de TBN podem estimar a massa muscular e não muscular com seus respectivos conteúdos de proteína usando modelos matemáticos (MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).

Ao levar em consideração a avaliação da composição corporal por meio da condutividade elétrica total, foi desenvolvido a TOBEC, onde o corpo é envolvido por um rolo eletromagnético. A medida é baseada na mudança da energia do rolo com a passagem do corpo pelo campo magnético (LOHMAN, 1992). Segundo Monteiro e Fernandes Filho (2002) o TOBEC perdeu espaço no mercado para a impedância bioelétrica devido ao seu altíssimo custo.

O conjunto de métodos indiretos que avalia diferentes componentes da composição corporal proporciona, por meio de equações específicas, a análise da composição corporal por multicomponentes. Neste caso valorizam-se os métodos de referência para cada componente e estimam-se os demais.

O modelo de dois componentes divide a massa corporal em compartimentos de gordura corporal e massa livre de gordura corporal. A gordura consiste de todos os lipídios que podem ser extraídos, enquanto a massa livre de gorduras inclui a água, proteínas e componentes minerais (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996). Brozek *et al.* (1963) realizando dissecação cadavérica de três homens brancos com 25, 35 e 46 anos de idade, passaram a adotar os valores referenciais de 0,901g/cm³ para a densidade da gordura e de 1,10g/cm³ para a massa livre de gordura. O quadro 5 resume os valores de densidade e sua proporção dos componentes da composição corporal.

Quadro5: Valores assumidos para os componentes de gordura e massa livre de gordura.

Componente	**Densidade (g/cm³)**	**Proporção (%)**
Gordura	0,9007	15,3
MLG	1,1000	84,7
Água	0,9937	73,8
Proteínas	1,34	19,4
Minerais	3,038	6,8

MLG=Massa Livre de Gordura Adaptado de Brozek et al., (1963)

A partir destes valores, os componentes massa gorda e livre de gordura são estimados de forma relativa. A avaliação da água corporal total permite avaliar a massa livre de gordura (MLG); este seria um modelo de três componentes. Nos modelos de quatro componentes também é avaliado o conteúdo mineral ósseo e resíduos (MALINA, 2007). Tais modelos com multicomponentes são utilizados, atualmente, para avaliar a validade de métodos indiretos em diferentes populações (SILVA *et al.*, 2006). O quadro 6 apresenta a subdivisão dos modelos multicomponentes.

Quadro 6- Modelos de multicomponentes para avaliação da composição corporal.

Massa corporal	Água+proteína+mineral+gordura
2 Componentes (2C)	MLG+gordura corporal
3 Componentes (3C)	Água+MSLG+gordura
4 Componentes (4C)	Água+massa óssea+gordura+residual

MLG=massa livre de gordura; MSLG=massa seca livre de gordura

2.3.3.3- Métodos de avaliação da composição corporal duplamente indireto

Os métodos de avaliações duplamente indiretos foram desenvolvidos para possibilitarem uma análise de baixo custo financeiro, com maior rapidez e com maior facilidade de uso em campo. Destacam-se as medidas antropométricas e a impedância bioelétrica (BIA), incluindo os desenvolvidos pela marca Tanita e Omron, e a interactância quase-infravermelha (NIR)(HEYWARD; STOLARCZYK, 1996; MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).

Diferentes equações utilizando medidas antropométricas foram desenvolvidas em grupos de diferentes idades, estado nutricional, etnias e nível de atividade física. Das medidas antropométricas, as dobras cutâneas, por medirem a espessura da gordura subcutânea em pontos específicos são destaques. No entanto, medidas da massa corporal, de perímetros do corpo e de diâmetros ósseos também são requisitadas em determinadas equações para medir a densidade corporal ou o percentual de gordura. Em adendo, índices antropométricos baseados em algumas medidas são utilizados para avaliação do estado nutricional e da gordura visceral, com destaque para o índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade e o índice da relação cintura e quadril (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996).

Para estimar o percentual de gordura e, consequentemente, os componentes de gordura corporal e massa livre de gordura, as dobras cutâneas têm sido muito utilizadas devido a sua praticidade e baixo custo em campo e na clínica (MALINA, 2007; LOHMAN, 2013). Além disso, tais medidas podem ser usadas para estimar a distribuição regional de gordura determinando a proporção de gordura subcutânea no tronco e nas extremidades. Entretanto, uma importância deve ser dada a padronização das medidas e ao treinamento dos avaliadores, pois diferenças de até 3% no %GC estimado ou até 12 mm para um único ponto podem ser encontradas mesmo com indivíduos experientes. Ou seja, a variabilidade de medidas pode ser atribuída a erros de medidas entre avaliadores, que pode ocorrer, com mais freqüência em indivíduos obesos ou extremamente musculosos. Outro cuidado importante é a respeito do tipo de compasso (adipômetro) utilizado; os estudos são contraditório quanto as diferenças de resultados entre diferentes tipos de adipômetros (HEYWARD; STOLARCZYK, 1996).

A impedância bioelétrica (BIA) tem como base o fato de que o tecido mole tem maior número de eletrólito e um conteúdo de água superior ao de gordura. Essa diferença permite uma estimativa de massa livre de gordura a partir da magnitude da condutividade elétrica do corpo ou da impedância do corpo para uma corrente elétrica. A massa livre de gordura tem baixa impedância e alta condutividade, enquanto a massa gorda tem um conteúdo relativamente baixo de água e eletrólito, tem alta impedância e baixa condutividade. A razão

de correntes imperceptíveis e voltagem, em que eletrodos posicionados em locais estratégicos de acordo com o aparelho são utilizados para as medidas. Como a impedância é proporcional à geometria do avaliado, a variação na forma corporal pode ser um fator a ser levado em consideração na aplicação da BIA; nesse sentido, as equações que utilizam a BIA devem utilizar a estatura. A BIA também é um recurso prático, de preço acessível e não invasivo, sendo conveniente sua utilização no âmbito clínico e no campo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

A Tanita e o Omron são marcas de equipamentos recentemente comercializados que utilizam também o fluxo da corrente elétrica para estimar o percentual de gordura corporal. O equipamento da Tanita utiliza o contato dos pés em uma plataforma medidora, a qual envia uma corrente elétrica de 500 µA a uma freqüência de 50 kHz através das pernas e do tronco. O indivíduo fica em posição ereta, com quatro eletrodos dispostos no calcanhar e na sola dos pés. Existem mais de dezesseis modelos diferentes de equipamentos da Tanita, todos ainda em processo de validação (JEBB *et al*., 2000; MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).

A interactância quase-infravermelha é uma técnica baseada nos princípios de absorção e reflexão da luz através da densidade óptica (DO), usando um espectrofotômetro quase infravermelho. A suposição baseada neste princípio, é que medidas de interactância podem caracterizar a composição corporal do lugar medido. A quantidade de energia refletida e absorvida dependerá do grau de dispersão e absorção desta amostra. Se a gordura corporal absorve luz e a massa corporal magra reflete luz e a luz refletida é convertida para em DO, podemos dizer que uma maior absorção de luz infravermelha é igual a uma menor DO. Ou seja, a DO é inversamente proporcional ao percentual de gordura corporal (LUKASKI, 1987; MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).

2.3.3.4- Atletas adolescentes e composição corporal

Atualmente, o maior interesse em avaliar a composição corporal de crianças e adolescentes deve-se ao aumento da prevalência da obesidade no mundo. Entretanto, pesquisas sobre novos métodos laboratoriais e de campo de avaliação da composição corporal vêm sendo elaboradas. Com respeito a composição corporal de adolescentes, o quadro abaixo apresentado por Malina (2007), adaptada de Lohman (1986), representa valores de referência de componentes da composição corporal.

Quadro 7- Composição estimada da massa livre de gordura durante a transição entre a adolescência e idade jovem adulta.

Componentes da massa livre de gordura (%)					
Idade (anos)	água	Proteína	mineral	Potássio (g/kg)	Densidade (g/cm³)
Homens					
9-11	76,2	18,4	5,4	2,45	1,084
11-13	75,4	18,9	5,7	2,52	1,087
13-15	74,7	19,1	6,2	2,56	1,094
15-17	74,2	19,3	6,5	2,61	1,096
17-20	74,0	19,4	6,6	2,63	1,099
Mulheres					
9-11	77,0	17,8	5,2	2,34	1,082
11-13	76,6	17,9	5,5	2,36	1,086
13-15	75,5	18,6	5,9	2,38	1,092
15-17	75,0	18,9	6,1	2,40	1,094
17-20	74,8	18,2	6,0	2,41	1,095

O componente proteína da massa livre de gordura foi estimada da equação proteína=100-água-mineral. Fonte: Malina (2007), adaptado de Lohman (1986).

Lohman (2013) refletiu sobre a evolução dos métodos de avaliação da composição corporal para crianças e adolescentes nos últimos 25 anos. Nesta revisão descreve a importância do surgimento da pletismografia, que permite a determinação da densidade corporal sem precisar mergulhar a criança na água como na pesagem hidrostática.

A utilização como método padrão ouro do DXA, também foi outro fato importante. O DXA está agora bem estabelecido como um método de laboratório de baixa radiação para a estimativa da composição corporal em crianças. Um dos principais estudos de validação foi realizada por Sopher *et al*. (2004) em uma amostra grande de crianças e adolescentes usando um método de multicomponentes como referência. O erro de predição neste estudo foi de 3,7% no percentual de gordura e a média da diferença entre os métodos foi 1%. Em valores de alto percentual de gordura (> 30% de gordura) o DXA apresenta o viés de superestimar a gordura corporal, e em menores percentuais de gordura (<15%) foi subestimado. A reprodutibilidade do DXA foi considerada boa em diferentes estudos com crianças e

adolescentes (FIGUEROA-COLON *et al.*,1998; ROEMMICH *et al.*, 1997; WANG *et al.*, 2002).

Quanto aos estudos com modelos de avaliação da composição corporal com multicomponentes, sua utilização é limitada, principalmente devido às dificuldades de combinar diferentes avaliações em crianças e adolescentes. Entretanto, cabe ressaltar a importância deste método para desenvolver melhores equações de dobras cutâneas e de BIA (LOHMAN, 2013).

O estudo de Silva *et al.*, (2006), com atletas adolescentes dos sexos masculino e feminino, analisou a validade cruzada do DXA e da pletismografia com um modelo de cinco componentes, verificando maior precisão da pletismografia em ambos os sexos. Os resultados do DXA demonstraram boa concordância no masculino, mas os autores relataram que no feminino os valores são subestimados. Ao analisar o gráfico de concordância de Bland e Altman foi percebido que o 5C subtraiu o DXA, quando deveria ser o contrário conforme Bland e Altman (1986), sugerindo que o DXA superestima os resultados de um modelo 5C.

Mesmo havendo uma série de limitações, principalmente pela carência da utilização de métodos de multicomponentes, a revisão de Lohman (2013) aborda ainda sobre o desenvolvimento de diferentes métodos de campo nos últimos anos, visto que diferentes modelos de impedância bioelétrica, além de equações de dobras cutâneas para diferentes sexos, etnias e idades que foram desenvolvidas; aponta, ainda, para a futura utilização do IMC para estimar a gordura corporal. No entanto, tais equações, incluindo a de Slaughter *et al.* (1988), que é a mais utilizada, necessita de mais estudos de validação cruzada.

Ao avaliar a composição corporal de adolescentes é importante ressaltar que esta pode ser influenciada pelo crescimento e estado de maturidade, além, de no caso de atletas, pela modalidade esportiva praticada. Com poucas exceções, os jovens atletas de ambos os sexos tendem a ser igual ou acima dos valores de referência médios de estatura e massa; exceções são ginastas de ambos os sexos e patinadores femininos. Jovens atletas do sexo masculino de elite tendem a ser, em média, mais avançado no estado de maturidade, embora haja variação entre os esportes.

No sexo feminino, atletas adolescentes de elite tendem a ter um estado de maturidade atrasado em comparação com os seus pares da mesma idade cronológica. Tal característica está associada com a estrutura do corpo direcionada ao desporto praticado, um físico mais linear, menor percentual de gordura e, geralmente, melhor desempenho motor (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

Excessiva gordura corporal tende a exercer uma influência negativa sobre o desempenho motor, especialmente performances que exigem o movimento ou projeção do corpo através espaço, como correr e saltar, em contraste com aqueles que necessitam de projeção de objetos, como arremesso de peso e lançamento de disco. Treinadores de atletas jovens, muitas vezes focam no controle de peso e gordura relativa (MALINA *et al*., 2012).

Estimativas da gordura relativa de atletas adolescentes em uma variedade de esportes podem ser encontradas na literatura (CLAESSENSS *et al*., 2003; CARTER *et al*., 2006; SANCHEZ-MUÑOZ; SANZ; ZABALA, 2007). Como já foi observado anteriormente, atletas do sexo masculino e não atletas mostram uma diminuição do percentual de gordura durante a adolescência; atletas têm menos gordura relativa na maioria das idades. Em contraste, o percentual de gordura em atletas do sexo feminino tende a ser razoavelmente estável ao longo da adolescência, enquanto que, para não atletas aumenta com a idade. A diferença no percentual de gordura entre atletas do sexo feminino e não atletas é maior do que entre os atletas do sexo masculino e não atletas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

O aumento da massa livre de gordura, provocado pelo impacto do treinamento desportivo, e as alterações da gordura corporal podem ser responsáveis por alterações nas referências de componentes moleculares do corpo e na densidade corporal. Portanto surge a importância de valores de referência para atletas adolescentes de todas as modalidades esportivas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a antropometria, a composição corporal e a maturação sexual em atletas adolescentes de pentatlo moderno.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a validade entre o DXA e equações de dobras cutâneas na avaliação da composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno.
- Avaliar a composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno por meio do DXA e de equações de dobras cutâneas.
- Determinar o perfil antropométrico, a composição corporal e a maturação sexual em atletas adolescentes de pentatlo moderno participantes de campeonatos brasileiros, nas categorias Jovens A, B, C e D, nos sexos masculino e feminino, por meio de uma abordagem longitudinal-misto.
- Comparar a antropometria, a composição corporal e a maturação sexual entre os atletas adolescentes de pentatlo moderno considerados destaques com os não destaques de campeonatos brasileiros, nas categorias Jovens A, B, C e D, nos sexos masculino e feminino, por meio de uma abordagem longitudinal-misto.

4 MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo observacional, havendo duas abordagens metodológicas: uma transversal, por meio de um estudo de validação cruzada entre métodos de avaliação da composição corporal e uma abordagem longitudinal-misto com atletas participantes de três edições do campeonato brasileiro.

4.2- População e amostra

Um estudo inicial foi desenvolvido com 51 atletas adolescentes de pentatlo moderno, de ambos os sexos, inseridos no Projeto Pentajovem da Federação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro, com idades variando entre 10,00 e 17,99 anos de idade. Todos foram convidados a participar do estudo como voluntários, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis. Foram adotados, ainda, como critérios de inclusão, a prática de pentatlo moderno por pelo menos seis meses e estar gozando de boa saúde, com ausência aparente de lesões que impossibilitassem a coleta de dados.

No segundo estudo, a população foi composta de participantes dos Campeonatos Brasileiros de Pentatlo Moderno de 2012, 2013 e 2014, nas categorias Jovens D, C, B e A. Cada categoria possui intervalos de dois anos, com a categoria Jovem D, a de menor idade, sendo composta por atletas que completarão 11 anos de idade durante o ano da competição e a categoria Jovem A, de maior idade, encerra com os atletas completando 18 anos durante o ano. Desta forma, a amostra deste estudo foi composta por atletas que estão nas faixas etárias das categorias Jovens D, C, B e A, dos sexos masculino e feminino. Os atletas que se disponibilizaram a participar foram avaliados uma, duas ou três vezes. A amostra total foi composta de 59 atletas do sexo masculino e 55 atletas do sexo feminino, com as avaliações ocorrendo durante as três edições do campeonato brasileiro.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mediante o protocolo 923/11(ANEXO1).

4.3- PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Inicialmente o projeto de pesquisa acompanhado de um termo de consentimento para a realização do estudo foi enviado à Confederação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro. Posteriormente, houve uma reunião com os membros da confederação, incluindo os

treinadores, para detalhar todos os objetivos, os procedimentos, os benefícios e os possíveis riscos para a população envolvida. Foi agendada, ainda, uma reunião com os responsáveis e com os atletas para explicar os objetivos, os procedimentos, os benefícios e os possíveis riscos do estudo, além de solicitar a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2).

A avaliação iniciou com a aplicação de uma ficha de identificação (nome, data de nascimento, nome dos responsáveis, endereço e telefone) acompanhada de uma anamnese para obter informações sobre tempo de treinamento, quantidade de vezes que treina e o total de horas semanais e modalidades esportivas praticadas antes do pentatlo moderno (ANEXO 3). Posteriormente, foi realizada a autoavaliação dos estágios maturacionais de Tanner (1962) e obteve-se a informação do período de ocorrência da menarca (ANEXO 4); Em seguida, a antropometria foi avaliada através das medidas de massa corporal, estatutra, envergadura, perímetros de braço forçado, panturrilha, dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, supra-espinhal, suprailíaca, abdominal, coxa, panturrilha medial e diâmetros ósseos biepicondilar de úmero e de fêmur. Logo em seguida, a composição corporal foi avaliada pela absortometria radiológica de dupla energia (DXA), permitindo a quantificação da gordura corporal, da massa magra, do conteúdo mineral ósseo (BMC) e da densidade mineral óssea (BMD) no corpo inteiro.

No estudo de abordagem longitudinal-misto, a Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno autorizou a realização da coleta de dados durante a competição. Todos os responsáveis pelas equipes participantes foram comunicados do estudo e de todos os seus procedimentos, informando aos responsáveis e aos atletas sobre a pesquisa. A coleta de dados foi realizada entre os períodos de chegada ao hotel e o início do evento, em horários marcados de acordo com a disponibilidade pessoal. Somente participaram do estudo atletas que quiseram participar e tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável, quando menores de idade, ou que assinaram em caso de maiores de idade.

Uma anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelos atletas com auxílio dos pais ou treinadores, possibilitando determinar além dos dados pessoais, como a data de nascimento, as características referentes ao tempo de prática do pentatlo moderno e de horas semanais dedicadas ao treinamento (ANEXO 3). Posteriormente, foi realizada a autoavaliação dos estágios de maturação sexual, utilizando-se dos cinco estágios de desenvolvimento de mamas conforme foi propagado por Tanner (1962) no sexo feminino e do recordatório da

menarca com precisão de meses, em casos de ocorrência. No sexo masculino foi utilizado os cinco estágios de desenvolvimento de genitália, conforme propagado por Tanner (1962).

A antropometria foi avaliada através das medidas de massa corporal, estatutra, envergadura, perímetros de braço forçado, panturrilha, tórax normal (masculino), cintura e quadril (feminino), dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, supra-espinhal, suprailíaca, abdominal, coxa, panturrilha medial e diâmetros ósseos biepicondilares de úmero e de fêmur.

Vale ressaltar que todas as medidas foram realizadas no ponto anatômico indicado no estudo original das equações utilizadas para o cálculo da densidade corporal, do percentual de gordura e do somatótipo. As medidas de tórax, cintura e quadril foram tomadas seguindo os protocolos do ISAK (2001).

Os resultados do campeonato brasileiro foram obtidos por meio da Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno, que logo após o encerramento da competição passava as colocações das atletas por categoria. Os atletas destaques foram separados para comparações estatísticas da seguinte forma: estar nas três primeiras colocações na própria categoria, ou ser primeiro colocado quando houve cinco ou menos competidores. Também foram considerados destaques os que participaram das competições em categorias acima da adequada para sua faixa etária e foram classificados de acordo com os critérios estabelecidos. Independente da categoria de participação na competição, os atletas foram incluídos dentro das categorias adequadas para sua faixa de idade.

4.4 INSTRUMENTOS E PROTOCOLOS

4.4.1 Avaliação da maturação sexual

A autoavaliação da maturação sexual por meio das pranchas de Tanner (1962) e com desenhos informativos (MORRIS; UDRY, 1980), utilizando os estágios de desenvolvimento de mamas e de pelos pubianos nas atletas do sexo feminino e os estágios de desenvolvimento da genitália e pelos pubianos no sexo masculino foram utilizados no estudo de validação cruzada. Na abordagem longitudinal-misto utilizou-se apenas o padrão fotográfico e os desenhos informativos (MORRIS; UDRY, 1980) parcialmente, avaliando os estágios de desenvolvimento de mamas nas atletas do sexo feminino e os estágios de desenvolvimento da genitália no masculino. Foi analisado, ainda, informações sobre a ocorrência da menarca pelo “status quo” e o recordatório do período com precisão de meses.

4.4.1.1- A Autoavaliação dos estágios de maturação sexual e fase puberal

A fundamentação para a autoavaliação da maturação sexual foi baseada nos estágios propostos por Tanner (1962) em conjunto com ilustrações acompanhadas de orientações sobre cada um dos cinco estágios de desenvolvimento de mamas no feminino ou genitálias no masculino e de pilosidade pubiana em ambos os sexos (MORRIS; UDRY, 1980). Na autoavaliação da maturação sexual, o próprio adolescente, auxiliado por prévias explicações, visualiza as fotos da prancha de Tanner e indicará em qual estágio maturacional se encontra. Para evitar constrangimentos, uma pesquisadora do sexo feminino auxiliou as meninas e um do sexo masculino auxiliou os meninos. Os estágios variam do “um” ao “cinco”. As classificações marcadas pelos adolescentes podem indicar a fase puberal da seguinte forma: I- ainda não iniciou a puberdade, indicando o estado pré-púbere; II- indica o início da puberdade; III e IV- indica o estado intermediário da puberdade; V- indica a fase final do desenvolvimento (pós-púbere).

Em uma sala comum, individualmente, as pranchas foram apresentadas com as fotografias dos diferentes estágios de desenvolvimento para cada característica sexual secundária em particular segundo o sexo, havendo assim duas pranchas para cada sexo. Para evitar a curiosidade e facilitar o entendimento do procedimento deve ser colocada em cima das pranchas com as fotos uma folha em que é solicitado à criança observar com atenção cada uma das fotos e marcar na ficha de avaliação o número da foto que mais parece com ela naquele momento. A característica sexual avaliada é registrada como P (pelos), M (para mamas) e G (para genitália) e o número correspondente ao estágio.

4.4.1.2- Avaliação da ocorrência da menarca

Na avaliação da ocorrência da menarca, inicialmente é perguntado sobre a ocorrência da menarca (“*status quo*”). Posteriormente, caso a resposta seja positiva, deve ser recordado o mês e ano do primeiro fluxo menstrual. A idade da menarca é obtida através da subtração do mês e ano de ocorrência pelo mês e ano de nascimento (precisão de meses).

4.4.2- Avaliação Antropométrica

A avaliação antropométrica constou das seguintes medidas: massa corporal, estatura, envergadura, perimetria de braço contraído, perna, tórax normal, cintura e quadril, diâmetros biepicondilar de úmero e fêmur e dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, supra-espinhal, abdominal, coxa, perna medial. Em todas as medidas os

indivíduos usaram vestimentas adequadas, de maneira que estivessem com a pele nua no ponto de medida, conforme recomenda os protocolos.

4.4.2.1. Massa corporal

Para a mensuração da massa corporal, o avaliado deve se posicionar em pé, de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés, estando a plataforma entre os mesmos. Em seguida, coloca-se sobre e no centro da plataforma, ereto com o olhar num ponto fixo à sua frente. Deve usar o mínimo de roupa possível. Foi realizada apenas uma medida (LOHMAN, 1991). O instrumento utilizado foi uma balança digital da marca Plenna Brasil, com capacidade para marcação de até 150kg e precisão de 100g

4.4.2.2- Estatura

Para a mensuração da estatura, o avaliado deve estar na posição ortostática e ereta, braços estendidos ao longo do corpo, pés unidos, procurando colocar em contato com o instrumento de medida as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital, colocando-se o cursor acima da cabeça. A medida foi realizada com o avaliado em apnéia inspiratória, de modo a minimizar possíveis variações sobre esta variável antropométrica. O cursor deve estar em ângulo de 90° em relação à escala. Permite-se ao avaliado usar calção e camiseta, exigindo-se que esteja descalço (LOHMAN, 2001).

Estas medidas foram realizadas mediante um estadiômetro metálico da marca WCS® (Brasil), com precisão de 1mm.

4.4.2.3- Envergadura

Foi mensurada entre os dactylon direito e esquerdo, com o examinado em pé, os braços abduzidos 90° em relação ao tronco com os antebraços supinados, sendo utilizada uma régua metálica milimetrada da marca WCS® (Brasil) com precisão de 1mm (FERNANDES FILHO, 2003).

4.4.2.4- Medidas circunferências

As medidas circunferências foram realizadas com uma trena metálica da marca Sanny (Brasil) com precisão de 1mm. Seguem os pontos utilizados em cada medida.

Perímetro de braço contraído – Foi medida no local de maior circunferência no momento da contração, ao lado direito, com o braço flexionado formando ângulo de 45° com o tronco e o antebraço, que deve estar em supinação (CARTER; HEATH, 1990).

Perímetro de perna – Foi medida a maior circunferência da perna em um plano horizontal, com o indivíduo sentado e pés apoiados no chão (CARTER; HEATH, 1990).

Tórax normal – A medida foi realizada horizontalmente na altura dos mamilos no sexo masculino com respiração normal (ISAK, 1991).

Cintura – A medida foi realizada horizontalmente no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (ISAK,2001).

Quadril – A medida foi realizada horizontalmente no ponto de maior volume da região do quadril (ISAK, 2001).

4.4.2.5- Diâmetros ósseos

As medidas de diâmetros ósseos foram tomadas com um paquímetro metálico da marca WCS ® (Brasil), com precisão de 1mm. Seguem os pontos medidos:

Diâmetro biepicôndilar do úmero – Com o avaliado de pé, o cotovelo e ombro em flexão de 90°. As hastes do paquímetro estando a 45° em relação à articulação do cotovelo. O avaliador deve posicionar-se à frente do avaliado, devendo delimitar o diâmetro biepicondilar com o auxílio dos dedos médios enquanto os indicadores controlam as hastes do paquímetro (CARTER; HEATH, 2001).

Diâmetro biepicôndilar de fêmur – O avaliado deve estar sentado, com a perna e a coxa formando um ângulo de 90° e os pés livres. As hastes do paquímetro foram ajustadas à altura dos côndilos em um ângulo de 45° em relação à articulação do joelho; os epicôndilos foram delimitados pelos dedos médios, enquanto que os indicadores controlaram as hastes do paquímetro (CARTER; HEATH, 2001).

4.4.2.6- Dobras cutâneas

Todas as medidas de dobras cutâneas foram medidas do lado direito do corpo com um adipômetro científico tipo *harpenden* da marca Cescorf com precisão de 1mm, tomada entre o polegar e o indicador esquerdos com o cuidado de não incluir tecido muscular, por um único e experiente avaliador. Os indivúduos foram recomendados a estarem com a pele seca e não terem realizado atividades físicas antes. As medidas foram tomadas três vezes e calculou-se a média aritimética. Em caso que a medida ultrapassou 5% de variação entre as mesmauma nova série de medidas foi realizada. Os protocolos utilizados foram baseados nos descritos

para as medidas no estudo original de cada equação utilizada ou nos protocolos adotados por Carter e Heath (1990) para o somatótipo. Desta forma, a medida subescapular precisou ser medida em dois pontos, pois os demais pontos coincidiram o local. Os protocolos abaixo foram descritos como cita Lohman *et al*.(1991), ao levar em consideração similaridades de descrição dos pontos dos estudos originais, exceto a "subescapular 2" e a supra-espinhal, que foi medida conforme o ponto citado por Carter e Heath (1990).

Dobra cutânea de tríceps – Na parte posterior do tríceps, na linha posterior média, no ponto médio entre os pontos acromial e radial, com a dobra sendo medida verticalmente.

Dobra cutânea de bíceps – Na parte anterior do braço, sobre o bíceps, no ponto medial de uma linha imaginária entre o ponto acromial e radial, com a dobra sendo medida verticalmente.

Dobra cutânea suprailíaca – Localizada na borda superior do ilíaco na direção do seguimento entre a axila e as falanges dos dedos, sendo medida horizontalmente.

Dobra cutânea abdominal – Medida aproximadamente três centímetros ao lado da cicatriz umbilical em vertical.

Dobra cutânea subescapular – O ponto foi localizado 2cm abaixo do ângulo inferior da escápula, com a dobra sendo medida obliquamente num ângulo de 45°, de cima para baixo.

Dobra cutânea subescapular 2 - O ponto foi localizado logo abaixo do ângulo inferior da escápula com a dobra sendo medida obliquamente num ângulo de 45°, de cima para baixo.

Dobra cutânea supra-espinhal – O ponto foi definido pela interseção de duas linhas: a linha do ponto íleo espinhal em direção a linha axilar anterior e a linha horizontal na altura da marca íleo cristal. A dobra foi medida no sentido inclinado.

Dobra cutânea de coxa – Foi medida verticalmente no ponto médio da linha inguinal e da borda superior da patela, sendo medida na parte anterior da coxa no ponto médio femural.

Dobra cutânea de perna – Foi medida verticalmente no ponto de maior volume da perna, na parte medial, após a tíbia.

4.4.3 – Somatótipo antropométrico

O somatótipo expressa uma qualificação de três números que representam os componentes endomórfico, mesomórfico e ectomórfico, respectivamente, sempre na mesma ordem (HEATH; CARTER, 1990).

O endomorfismo representa a adiposidade relativa, a mesomorfismo a robustez ou magnitude músculo esquelética e o ectomorfismo a linearidade ou delgadez de um físico.

Endomorfia – Para o cálculo da endomorfia foram utilizadas as medidas de estatura (cm) e das dobras cutâneas (mm) triciptal (TR), subescapular (SB) e supraespinhal (SE), seguindo o padrão ISAK (2001). Após as medidas realizadas, será utilizada a seguinte equação:

$$XC= ((TR+SB+SE) \times 170,18) / \text{estatura (cm)}$$

O valor de XC (somatório das medidas das dobras cutâneas corrigido) foi lançado na equação padrão do componente, obtendo-se o valor da endomorfia.

$$\text{ENDOMORFIA} = -0,7182 + 0,1451 (XC) – 0,00068 (XC)^2 + 0,0000014 (XC)^3$$

Mesomorfia – Para a determinação da mesomorfia foram realizadas as medidas de diâmetro biepicondiliano umeral (DU), diâmetro biepicondiliano femural (DF), dobras cutâneas tricipital (DC TR) e da panturrilha medial (DC PM), perímetros de braço forçado (PB) e perímetro da panturrilha (PP) e a estatura (H), conforme os procedimentos descritos por ISAK (2000). A seguir, foram obtidos, respectivamente, os perímetros corrigidos de braço (PcB) e perna (PcP) da seguinte forma:

$$PcB = PB – DC\ TR\ (cm) \text{ e } PcP = PP – DC\ PM\ (cm)$$

Por fim, foram utilizadas a seguinte equação:

$$\text{MESOMORFIA}= 0,858 (DU) + 0,601 (DF) + 0,188 (PcB) + 0,161 (PcP) – 0,131 (H) + 4,5$$

Ectomorfia – Para a determinação da ectomorfia foram realizadas as medidas de peso corporal e estatura. A seguir, foi calculado o Índice Ponderal (IP), conforme proposto por Sheldon, com a estatura sendo dividida pela raiz cúbica da massa corporal. Após o cálculo, o resultado do IP foi aplicado nas seguintes equações:

com o IP maior ou igual que 40,75; ECTOMORFIA = (IP x 0,732) – 28,58

com o IP menor que 40,75 ou maior que 38,25; ECTOMORFIA = (IP x 0,463) – 17,63

com o IP menor ou igual que 38,25; ECTOMORFIA = 0,1

Após a obtenção dos índices de cada componente do somatótipo e da média geral de cada grupo, estes foram ser qualificados de acordo com as categorias propostas por Carter e Heath (1990), baseadas nas áreas da somatocarta (representação gráfica tipo standard, onde se encontra cada um dos componentes em relação aos outros- Figura 2).

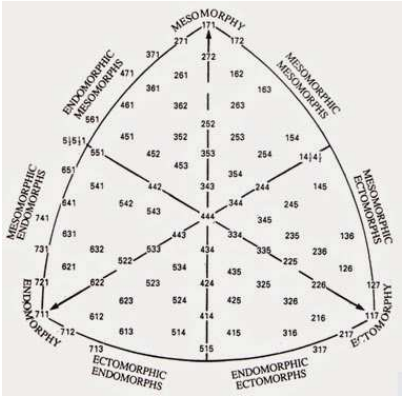


Figura 2- Somatocarta de Carter e Heath (1990)

4.4.4 Avaliação da Composição Corporal

4.4.4.1- Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

Para obter uma avaliação mais precisa da composição corporal foi realizada a densitometria computadorizada por absortometria radiológica de dupla energia (DXA). Trata-se de um procedimento de captação de imagens que envolve alta tecnologia e baixa radiação e que permite a quantificação da gordura e do músculo, assim como do conteúdo mineral ósseo e das estruturas ósseas mais profundas do corpo.

Este método utiliza uma fonte de Raios-X com um filtro que converte o feixe de raios em picos fotoelétricos de baixa e alta energia. Este feixe atravessa o corpo e é detectada a atenuação provocada pelos diferentes tecidos. Levando-se em consideração que a atenuação é uma função da proporção de gordura e de tecido magro, a partir dos valores obtidos pode-se inferir a quantidade de gordura e de tecido magro em cada pixel avaliado. O exame foi realizado com o indivíduo deitado em decúbito dorsal sobre uma mesa, onde a fonte e o detector foram passados através do corpo com uma velocidade relativamente lenta de 1cm/s (PINTO *et al*., 2005; MELLO *et al.*, 2005; LASKEY; PHIL, 1996).

O modelo utilizado foi o *Prodigy Advance Plus-Lunar* da *GE Healthcare,* com software específico para crianças e adolescentes.

4.4.4.2- Equações com dobras cutâneas para medir a gordura corporal em adolescentes

Avaliações antropométricas foram realizadas exatamente antes do DXA no estudo de validade cruzada. Desta forma foi possível a concordância entre o método padrão ouro com as equações preditivas para o cálculo do percentual de gordura propostas por Slaughter *et al*. (1988), o cálculo da densidade corporal por meio das equações desenvolvidas por Durnin e Rahaman (1967), Durnin e Womersley (1974), Weststrate e Deuremberg (1989), Deuremberg

et al. (1990) e posterior cálculo do percentual de gordura pelas equações desenvolvidas por Siri (1961) e Weststrate e Deuremberg (1989). As equações de dobras cutâneas para o cálculo do percentual de gordura e da densidade corporal podem ser observadas no quadro 8. Com os resultados obtidos foi possível calcular a massa gorda (%G x peso gordo/100) e a massa magra (massa corporal - massa gorda).

Quadro 8: Equações preditivas com dobras cutâneas utilizadas para estimar o percentual de gordura através de medidas antropométricas.

Autores	População e Equação preditiva
Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e subescapular (SE+TR).	Meninos brancos 8-18 anos (<35mm) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 1.7 (pré-púberes) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 3.4 (púberes) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 5.5 (pós-púberes) Meninos Negros 8-18 anos (<35mm) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 3.2 (pré-púberes) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 5.2 (púberes) %G = 1.21 (SE+TR) – 0.008 $(SE+TR)^2$ – 6.8 (pós-púberes) Meninas Brancas e Negras 8-18 anos %G= 1,33(SE+TR) - 0,013$(SE+TR)^2$ - 2,5 (<35mm)
Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps (TR) e perna medial (PE).	Meninas 8-18 anos %G=0,61(TR+PE)+5,1 Meninos 8-18 anos %G=0,735(TR+PE)+1
Weststrate e Deuremberg (1989)	Meninas 2-10anos %G={[562-1.1(idade-2)]/BD}-[525-1.4(idade-2)] Meninas 10-18anos %G={[553-7.3(idade-10)]/BD}-[514-8.0(idade-10)] Meninos 2-18 anos %G={[562-4.2(idade-2)]/BD}-[525-4,7(idade-2)]
Siri (1961)	Adultos %G=[(4,95/BD)-4.50]x100
Durnin e Rahaman (1967)	Meninas 13.2-16.4anos BD=1.1369-0.0598 (LOG4DC)

Durnin e Womersley (1974)	Meninos 12.7-15.7anos BD=1.1533-0,0643 (LOG4DC) Meninas16-19 anos BD=1.1549-0.0678 (LOG4DC) Meninos 16-19 anos BD=1.162-0,063(LOG4DC)
Weststrate e Deuremberg (1989)	Meninas 2-10anos BD={1.1315+[0,0004(idade(anos)-2)]}- {[0.0719-0.0003(idade-2)]LOG4DC Meninas 10-18anos BD={1.1350+[0,0031(idade(anos)-10)]}-{[0.0719-0.0003(idade-2)]LOG4DC Meninos 2-18 anos BD={1.1315+[0,0018(idade(anos)-2)]}- {[0.0719-0.0006(idade-2)]LOG4DC
Deuremberg *et al.* (1990)	Meninas pré-puberes BD=1.1187-0.0630(LOG4DC)+1.9 (idade10-3) Meninos pré-púberes BD=1.1133-0.0561(LOG4DC)+1.7 (idade10-3) Meninas púberes BD=1.1074–0.0504 (LOG4DC)+1.6 (age 10-3) Meninos púberes BD=1.0555–0.0352 (LOG4DC)+3.8 (age 10-3) Meninas pós-púberes BD=1.183–0.0813 (LOG4DC) Meninos pós-púberes BD=1.1324–0.0429 (LOG4DC)

%G=percentual de gordura; BD=densidade corporal; LOG4DC=logarítimos de base 10 do somatório das dobras cutâneas de tríceps (TR), bíceps (BI), subescapular (SE) e suprailíaca (SI).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, no estudo de validação entre o DXA e equações preditivas que utilizam dobras cutâneas, foram analisadas as características da antropometria, da composição corporal avaliada pelo DXA e do treinamento foram descritas pela média e desvio padrão nos grupos masculino e feminino, com a faixa etária sendo dividida de 10,00 até 14,99 anos de idade e de 15,00 aos 17,99 anos. As características puberais foram descritas por valores absolutos da fase puberal. As concordâncias entre métodos, a análise geral dos resultados de percentual de gordura, tanto do método padrão ouro quanto das equações preditivas, foram observados por

gráficos *Box plots*; nestes gráficos foi possível analisar o segundo e terceiro espaço interquartílicos em caixas que contém a mediana, sendo observado, ainda, nas extremidades, a distribuição dos resultados por valores mínimos e máximos com a presença ou não de *outliers*. Após análise dos *Box plots* e medidas de variância do percentual de gordura, optou-se pela utilização de métodos paramétricos.

Também foram analisadas comparações entre o percentual de gordura obtido pelo DXA e equações preditivas por meio do teste t de *Student* para dados pareados, sendo adotado $p<0,05$ para identificar diferenças significativas; além dos coeficientes de correlação de Pearson e os coeficientes de determinação (R^2). Como principal análise, por verificar as concordâncias em torno das diferenças de médias, observou-se as abordagens gráficas de Bland e Altman, com regressão linear para identificar a presença de viés de proporção.

Na abordagem longitudinal-misto, a média, o desvio padrão e o erro padrão foram utilizados como procedimentos estatísticos descritivos. Os estágios maturacionais foram analisados de forma descritiva pelos valores de frequência absoluta e relativa. A análise das medidas de dispersão e a observação da distribuição dos dados por meio de gráficos histogramas nos grupos de destaques e não destaques foram levados em consideração para a escolha de testes paramétricos ou não paramétricos. No feminino, o teste exato de Fisher foi utilizado para comparar a proporção de atletas que reportaram ou não a menarca nas categorias D e C. No estudo com o sexo masculino, as variáveis endomorfia, o somatório de sete dobras cutâneas na categoria Jovem D e as características do treinamento foram comparadas pelo teste U de Mann-Whitney. No feminino, nas variáveis somatório de dobras cutânea e endomorfia na categoria Jovem D, na endomorfia na categoria Jovem C e nas características do treinamento em ambas as categorias, também foi utilizado o mesmo procedimento não-paramétrico. As demais variáveis foram comparadas pelo teste t de Student para amostras independentes. Em todas as análises inferenciais foi adotado para significância $p<0,05$. Por apresentar amostras pequenas para fins de comparações estatística, a categoria Jovem A no masculino e Jovens A e B no feminino, foram analisados somente de maneira descritiva.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no SPSS para Windows 20.0 (SPSS Inc.).

5 RESULTADOS

5.1 MANUSCRITO 1

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADOLESCENTES ATLETAS DE PENTATLO MODERNO: VALIDADE ENTRE A ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA E EQUAÇÕES DE DOBRAS CUTÂNEAS

O Artigo foi traduzido e submetido à European Journal Sport Science.

RESUMO

INTRODUÇÃO: Equações preditivas, utilizando a antropometria para avaliar a composição corporal de atletas adolescentes, são constantemente utilizadas no cotidiano esportivo. OBJETIVO: O objetivo foi analisar a validade entre o DXA e as equações preditivas que utilizam dobras cutâneas para estimar a gordura corporal em atletas adolescentes de pentatlo moderno. MÉTODOS: A amostra foi composta por 51 atletas, sendo 27 meninos (média15,1 e DP1,5 anos de idade) e 24 meninas (média14,2 e DP2,5 anos de idade). Foi utilizado o DXA como método padrão ouro, antropometria, anamnese sobre a prática esportiva e avaliação das fases puberais. *Box plots* dos resultados, o teste t de *Student* para dados pareados ($p<0,05$), os coeficientes de correlação de Pearson e de determinação e gráficos de Bland e Altman foram os métodos de concordância utilizados. RESULTADOS: As equações de densidade corporal de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) demonstraram melhores concordâncias com o DXA no feminino (diferença de médias=-2,03;2DP=8,44) e no masculino (diferença de médias=0,98;2DP=7,30), utilizando a equação de Siri para determinação da composição corporal em ambos os sexos. No masculino, as mesmas equações, utilizando a equação de Weststrate e Deuremberg apresentou baixa diferença de médias (diferença de médias=-1,20;2DP=8,34). Entretanto, a alta variabilidade na diferença de resultados, demonstra imprecisão. CONCLUSÕES: Tais equações, citadas como de melhor concordância em relação ao método padrão ouro, apresentaram melhor validade cruzada. A imprecisão demonstra cuidados com suas aplicações no cotidiano esportivo. No entanto, no contexto de pesquisas com populações de atletas adolescentes parecem as mais indicadas.

Palavras chaves: gordura corporal, dobra cutânea, antropometria e puberdade.

ABSTRACT

Body composition of modern pentathlon adolescent athletes: validity between dual-energy x-ray absorptiometry and skinfold equations.

INTRODUCTION: The body composition of adolescent athletes are often evaluated using standard measures from adolescent non-athletes. We aimed to analise the crossed validity between dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) and predictive equations based on skinfolds to estimate body fat in modern pentathlon adolescent athletes. METHODS: We examined 51 athletes, 27 males (mean age =15.1;SD=1.5 years) and 24 females (mean age=14.2;SD=2.5 years old). DXA was used as the gold standard method. Antropometry parameters, sports practice anamnesis, pubertal stages were also evaluated. Results were analised using box plots, Student's t-test for paired datas (P<0.05) and Pearson's correlation coefficients, coefficient's determination and Bland and Altman graphics were the agreement methods used. RESULTS: The Durnin and Rahaman (1967) and Durnin and Womersley (1974) body density equations, which involved the Siri equations, showed better agreement for females compared to DXA (difference between means = -2.03;2SD=8.44) and males (difference between means = 0.98;2SD= 7.30). TheWeststrate and Deuremberg(1989) equations for evaluating body composition showed low mean difference for males (difference between means = -1.2;2SD=8.34). CONCLUSIONS: The equations that had a better agreement with gold standard had the largest crossed validity. However, the high variability in the results indicates imprecision and should be used carefully when applied sports. On adolescent athletes population searches context, however, they seem to be the most indicated.

Keywords: body fat, skinfold, anthropometry and puberty.

INTRODUÇÃO

A composição corporal merece destaque entre as características consideradas importantes para um excelente desempenho desportivo, em diferentes modalidades esportivas. Sua avaliação, através de instrumentos validados, caracteriza o perfil de atletas e assegura a identificação de alterações que ocorrem com dietas específicas ou no decorrer de uma temporada de treinamento (CARBUHN *et al.*, 2010; SÁNCHEZ-MUNÕZ; SANZ; ZABALA, 2007; MERO *et al*., 2010).

Diferentes métodos podem ser utilizados para a avaliação da composição corporal de adolescentes. A absortometria radiológica de dupla energia (DXA), a pletismografia, a pesagem hidrostática e a diluição isotópica para mensurar a água corporal são os principais métodos padrão ouro para estimar a composição corporal de um indivíduo. No entanto, a difícil praticidade, o alto custo financeiro e em alguns casos a exposição à radiação ou desconforto tornam complexas as suas utilizações no cotidiano esportivo (LOHMAN et al., 2013; HEYWARD; WAGNER, 2004).

Entretanto, as medidas antropométricas, embora apresentem limitações, tem como vantagens a praticidade, a elevada precisão e o custo financeiro relativamente baixo. Nesse sentido, equações preditivas utilizando a antropometria são comumente utilizadas no âmbito do treinamento, na prática clínica e em estudos populacionais, para estimar a gordura corporal e a massa magra (SÁNCHEZ-MUNÕZ; SANZ; ZABALA, 2007; FRANCHINI *et al.*, 2007; CHAOUACHI *et al.*, 2009; MIHALOPOULOS *et al*., 2010; GONZALEZ *et al*., 2011). Entre as medidas antropométricas, as medidas de dobras cutâneas são valorizadas por sua forte associação com métodos considerados padrão ouro.

Nessa perspectiva, as equações propostas por Slaughter *et al*. (1988), que consideram gênero, etnia e as fases puberais, além de requisitarem apenas duas dobras cutâneas para o cálculo, são as mais citadas na literatura para a avaliação do percentual de gordura em adolescentes (RICHARDSON *et al*., 2000; SAMPEI *et al*., 2008).

Weststrate e Deuremberg (1989) e posteriormente Deuremberg *et al*. (1990) também propuseram equações para o cálculo da gordura corporal a partir da estimativa da densidade corporal (DB) por meio das dobras cutâneas. Com o valor de DB obtidos, a equação proposta por Weststrate e Deurenberg (1989) é utilizada para estimar a gordura corporal durante toda a adolescência.

As equações de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) também se destacam por juntas permitirem a avaliação da DB em adolescentes a partir dos 12,7 anos de

idade, possibilitando a predição da gordura corporal por meio da DB. Os autores, desta forma, utilizaram a equação de Siri (1961), que foi desenvolvida para adultos, que possuem proporções diferentes de compartimentos da composição corporal do que crianças e adolescentes. Posteriormente, Weststrate e Deurenberg (1989) propuseram que suas equações para a predição da gordura corporal, específicas para crianças e adolescentes, fossem utilizadas.

Em um contexto geral, tais métodos de avaliação da gordura corporal por meio de dobras cutâneas não foram elaborados especificamente para atletas adolescentes, que dependendo da modalidade esportiva podem apresentar relativamente maiores conteúdos e densidade mineral óssea, massa muscular esquelética e menor gordura corporal que a população de mesma faixa etária (CARBUHN *et al*., 2010; HEYWARD; WAGNER, 2004). Desta forma, parece conveniente a elaboração de estudos que investiguem a validade dessas equações com métodos considerados padrão ouro.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a validade entre o DXA e as equações preditivas que utilizam dobras cutâneas para estimar a gordura corporal em atletas adolescentes de pentatlo moderno.

MÉTODOS

Atletas e recrutamento

A população do estudo foi composta por atletas adolescentes de pentatlo moderno filiados à Federação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro. Para recrutamento dos participantes os seguintes critérios de inclusão foram adotados: ter entre 10,00 e 17,99 anos de idade e estar treinando modalidades do pentatlo moderno por um período superior à um ano com dedicação de um mínimo de cinco horas semanais. Foram excluídos atletas que não estavam treinando devido a lesões. Desta forma, 51 atletas participaram das avaliações, sendo 27 meninos e 24 meninas. Este estudo foi conduzido conforme a Declaração de Helsinki e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho. Todos os responsáveis dos atletas assinaram um termo de consentimento consentindo a participação na coleta de dados.

Procedimentos metodológicos

As avaliações foram realizadas no mesmo dia, momentos antes do exame do DXA, com uma anamnese pessoal, que questionava dados pessoais e características do treinamento, avaliação maturacional e medidas antropométricas.

Anamnese pessoal

Uma anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelos atletas com auxílio dos pais e treinadores, sendo possível determinar além dos dados pessoais, as características referentes ao tempo de prática do pentatlo moderno e de horas semanais dedicadas ao treinamento para a análise dos critérios de inclusão.

Avaliação da maturação sexual

A autoavaliação da maturação sexual foi utilizada para caracterização da amostra e determinação do estágio de puberdade para a aplicação em equações preditivas de percentual de gordura. Foi adotado o padrão fotográfico propagado por Tanner (1962), em conjunto com ilustrações acompanhadas de orientações sobre cada um dos cinco estágios de desenvolvimento de mamas no feminino ou genitálias no masculino e de pilosidade pubiana em ambos os sexos (MORRIS; UDRY, 1980). Para evitar maiores constrangimentos, uma pesquisadora realizou as avaliações com as meninas e um pesquisador com os meninos. Nesse contexto, foi considerado pré-púbere quem se considerou no estágio um nas duas classificações; púbere quem se classificou do estágio dois ao quatro em alguma das avaliações; e pós-púbere quem se classificou no estágio cinco nas duas classificações.

Medidas antropométricas

A massa corporal foi medida em uma balança digital (Plenna Brasil®), com precisão de 0,01kg (LOHMAN et al., 1988). A estatura foi verificada com um estadiômetro de aço (WCS®) com precisão de 1mm (LOHMAN et al., 1988). As dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca e perna medial foram medidas três vezes ao lado direito do corpo por um único e experiente avaliador, com um adipômetro científico tipo *harpenden* (Cescorf ®), com precisão de 1mm, seguindo os padrões descritos nos estudos de origem de cada equação de dobras cutâneas. Em casos de discordâncias superiores a 5%, entre algumas das três medidas, uma nova série de medidas foi realizada; o resultado final foi expresso pela média aritmética das três medidas.

Durnin e Womersley (1974) usaram os protocolos de Weiner e Lourie (1969), com exceção da medida subescapular, que foi localizada logo abaixo do ângulo inferior da escápula em um ângulo de 45°, para igualar as medidas utilizadas em Durnin e Rahaman (1967). A dobra cutânea de bíceps foi medida sobre o ponto médio do músculo com o braço

relaxado e mão supinada junto a coxa do indivíduo; tríceps entre o ponto médio do acrômio e do olecrano, com o braço relaxado; suprailíaca acima da crista ilíaca na linha axilar média. Os estudos de Weststrate e Deuremberg (1989) e Deuremberg *et al*. (1990) utilizaram as mesmas medidas, exceto a subescapular, que foi medida dois centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula. As medidas utilizadas na equação de Slaughter *et al.* (1988) utilizou a padronização descrita por Lohman *et al.* (1988). As medidas subescapular e tríceps foram tomadas como já citado nos estudos de Durnin e Womersley (1974) e a de perna medial localizada no ponto de maior circunferência com o indivíduo sentado e o tornozelo em posição anatômica.

Medidas de composição corporal

A composição corporal foi avaliada pela absortometria radiológica de dupla energia (DXA), permitindo a quantificação da gordura corporal, da massa livre de gordura, do conteúdo mineral ósseo (BMC), da densidade mineral óssea (BMD) no corpo inteiro. Para o exame foi exigido um jejum de quatro horas e não praticar exercícios 24 horas antes do exame. O modelo do equipamento utilizado foi *o Prodigy Advance Plus-Lunar* da *GE Healthcare*.

As avaliações antropométricas foram realizadas exatamente antes do DXA. Desta forma, permitiu-se a análise da validade entre o método padrão ouro com as equações preditivas para o cálculo do percentual de gordura por meio de dobras cutâneas propostas por Slaughter *et al*. (1988) e do cálculo da densidade corporal por meio das equações desenvolvidas por Durnin e Rahaman (1967), Durnin e Womersley (1974), Weststrate e Deuremberg (1989), Deuremberg *et al*. (1990) e posterior cálculo do percentual de gordura pelas equações desenvolvidas por Siri (1956) e Weststrate e Deuremberg (1989). Após os cálculos, realizou-se a quantificação dos compartimentos da composição corporal massa gorda e massa magra.

Análise estatística

Características da antropometria, da composição corporal pelo DXA e do treinamento foram descritos por meio da média e do desvio padrão nos grupos masculino e feminino de acordo com a faixa etária, que foi dividida de 10,00 até 14,99 anos de idade e de 15,00 anos até 17,99 anos. As características puberais foram descritas por valores absolutos da fase puberal. A análise geral dos resultados de percentual de gordura, tanto do método padrão ouro quanto das equações preditivas, foram observados por gráficos *box plots*; nestes gráficos é possível analisar o segundo e terceiro espaço interquartílicos em caixas que contém a

mediana, sendo observado, ainda, nas extremidades a distribuição dos resultados por valores mínimos e máximos ou *outliers*. Após a análise dos *box plots* e medidas de variância do percentual de gordura, para analisar a distribuição dos dados, optou-se pela utilização de métodos estatísticos paramétricos.

Também foram analisadas as comparações entre o percentual de gordura obtido pelo DXA e equações preditivas por meio do teste t de *Student* para dados pareados, considerando $p<0,05$ para identificar diferenças significativas; além dos coeficientes de correlação de Pearson e os coeficientes de determinação (R^2). Entretanto, como método principal para a análise das concordâncias em torno das diferenças de médias, observou-se as abordagens gráficas de Bland e Altman (1986), com regressão linear para identificar diferenças entre as linhas de regressão e o ponto zero.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no SPSS for Windows 20.0 software (SPSS Inc.).

RESULTADOS

Características da antropometria, composição corporal pelo DXA e do treinamento dos sujeitos divididos por faixa etária, permitiram uma análise detalhada dos atletas adolescentes de pentatlo moderno nos sexos feminino e masculino na Tabela 1. Nas idades entre 10,00 e 14,99 anos, três meninas foram classificadas como pré-púberes e 10 púberes. No masculino todos foram classificados como púberes. No grupo com idades entre 15 e 17,99 anos, as seis meninas foram classificadas como pós-púberes. Nos meninos, 11 foram classificados como púberes e seis como pós-púberes.

Tabela 1- Características da amostra por sexo e faixa etária: antropometria, composição corporal pelo DXA e tempo de treinamento de atletas adolescentes de pentatlo moderno.

	Feminino (n=24) 14,2 anos de idade(DP=2,50)				Masculino (n=27) 15,1 anos de idade(DP=1,5)			
	10-14,99anos n=13		15-17,99anos n=11		10-14,99anos n=10		15-17,99anos n=17	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Idade (anos)	12,2	1,1	16,7	0,9	13,4	0,6	16,1	0,8
MC (kg)	41,0	8,6	55,5	3,8	47,2	5,5	62,4	5,8
Estatura(cm)	150,0	2,5	162,9	1,0	160,1	6,0	172,2	4,9
%G Dexa	27,6	7,1	22,2	4,6	13,8	2,7	14,0	2,8
MG(kg)	10,7	3,6	12,2	3,0	6,3	1,6	8,3	2,1
MM(kg)	29,0	7,28	43,2	3,2	40,4	4,6	54,0	5,9
Meses PM	15,1	5,2	18,3	8,7	15,1	5,5	20,0	9,1
HST	18,9	4,5	22,5	4,3	22,0	2,3	25,7	3,8

MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; PM= pentatlo moderno; HST=horas semanais de treinamento.

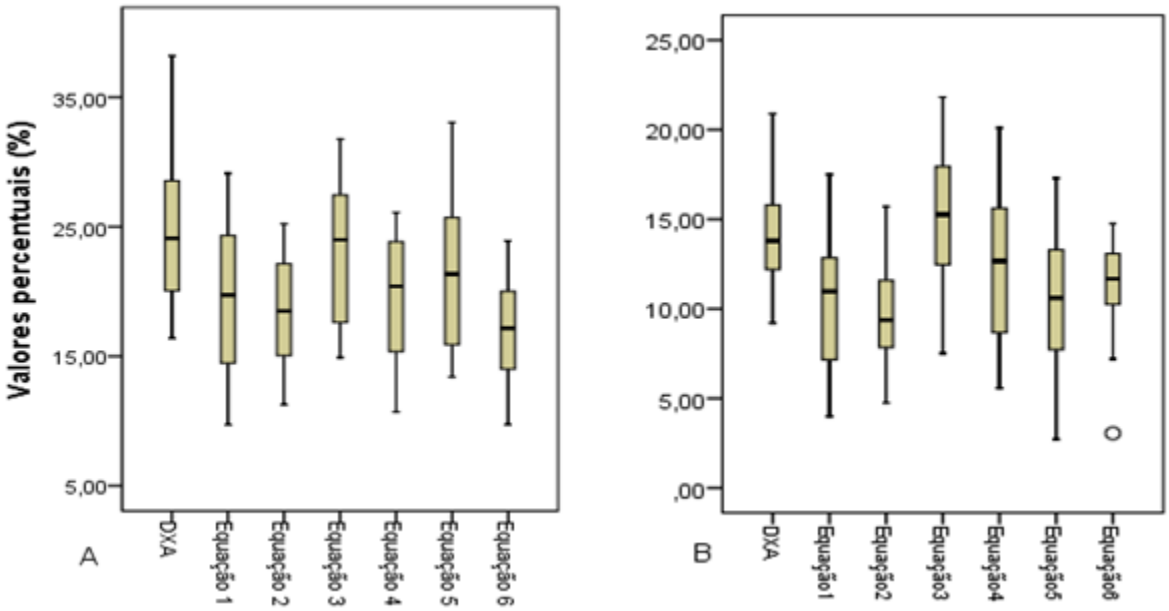
Na figura 1 são apresentadas as distribuições de valores do percentual de gordura obtido pelo DXA em comparação com os resultados das equações preditivas de percentual de gordura utilizando dobras cutâneas, de acordo com o sexo.

Na análise dos valores femininos, representados por *box plots*, pode-se observar uma alta amplitude de resultados em todos os métodos, exceto na equação de Deuremberg *et al.* (1990), que apresenta concentração de valores entre 10 e 20 de percentual de gordura corporal. Observa-se, ainda, maiores percentuais de gordura nos resultados obtidos pelo DXA, com aparente maior equilíbrio de resultados com as equações de densidade corporal de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974), utilizando a equação de percentual de gordura de Siri (1961). As mesmas equações apresentaram forte coeficiente de correlação e de determinação, mas apresentaram diferenças significativas nas comparações de médias (tabela 2).

Na análise dos resultados do grupo masculino na figura 1, observa-se nos *box plots* valores baixos de percentual de gordura e menor amplitude de resultados. São observados valores mais equilibrados de percentual de gordura pelo DXA com os resultados das equações de densidade corporal de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974), tanto utilizando a equação de percentual de gordura de Siri (1961) quanto a de Weststrate e

Deuremberg (1989). Tais equações não apresentam diferenças significativas nas comparações de médias, embora apresentem fracos coeficientes de correlação e determinação (tabela 2). Com as demais equações, o DXA apresenta valores maiores de percentual de gordura (figura 1).

Figura 1- Percentual de gordura obtido pelo DXA e pelas equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes.



A=Feminino; B=Masculino; Equação 1= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e subescapular; Equação 2= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e perna medial; Equação 3=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de percentual de Siri (1961); Equação 4=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de Weststrate e Deuremberg (1989); Equação 5=Weststrate e Deuremberg (1989); Equação 6= Deuremberg et al. (1990).

Tabela 2- Comparação e coeficientes de correlação e determinação entre o DXA e as equações preditivas com dobras cutâneas para percentual de gordura corporal.

	Feminino			Masculino		
	Comparação de métodos (p valor)	r	R^2	Comparação de métodos (p valor)	r	R^2
Equação 1	0.001*	0.607	0.368	0.001*	0.434	0.187
Equação 2	0.001*	0.760	0.577	0.001*	0.452	0.204
Equação 3	0.026*	0.768	0.577	0.176	0.440	0.193
Equação 4	0.001*	0.565	0.319	0.148	0.375	0.141
Equação 5	0.001*	0.809	0.654	0.001*	0.437	0.191
Equação 6	0.001*	0.606	0.368	0.001*	0.406	0.165

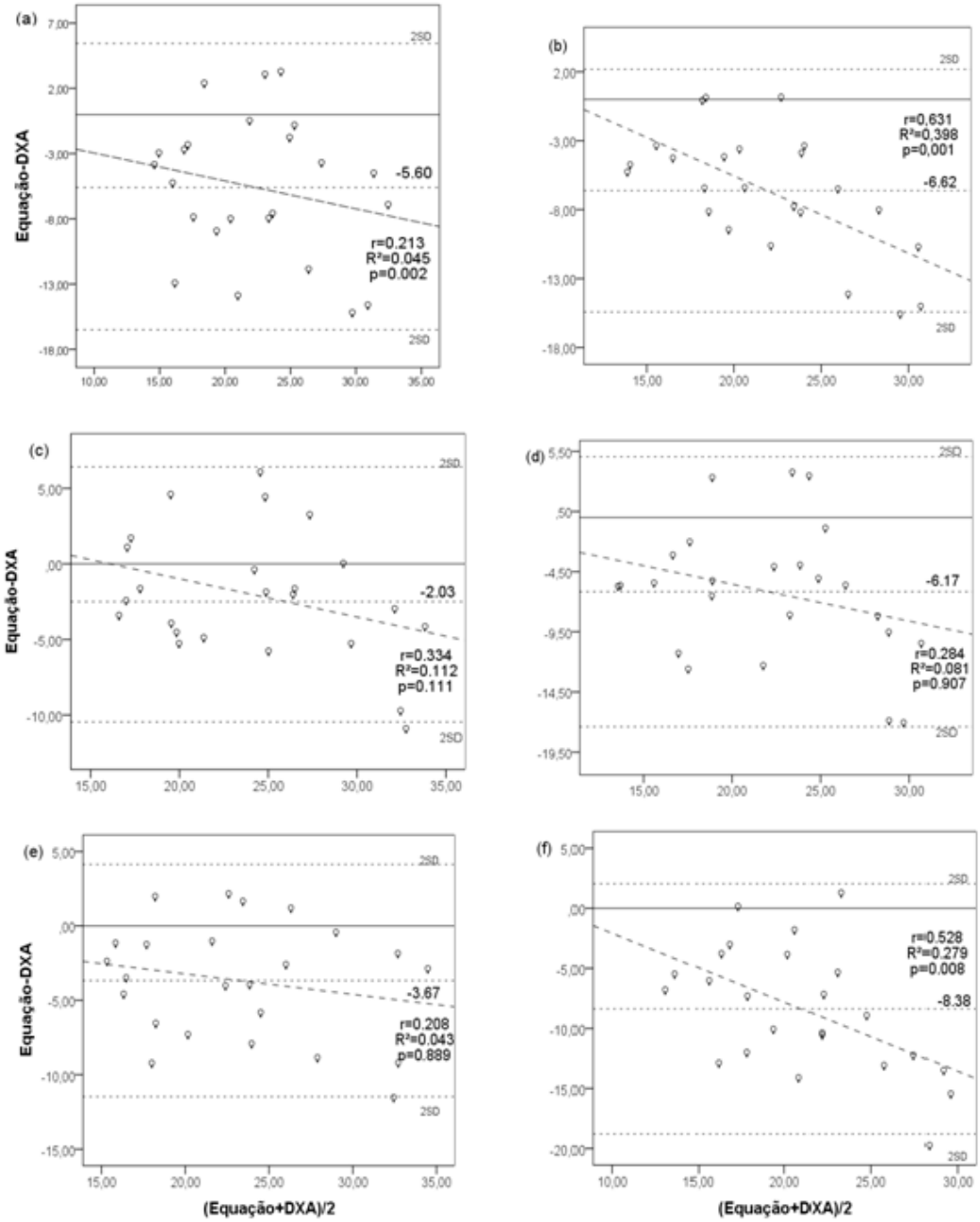
*=p<0,05; Equação 1= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e subescapular; Equação 2= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e perna medial; Equação 3=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de percentual de Siri (1961); Equação 4=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de Weststrate e Deuremberg (1989); Equação 5=Weststrate e Deuremberg (1989); Equação 6= Deuremberg *et al.* (1990).

As diferenças inter-métodos foram observadas, ainda, pelas abordagens gráficas de Bland e Altman nas figuras 2 (feminino) e 3 (masculino). Nesta abordagem é possível observar a diferença de médias entre as equações preditivas e o método padrão ouro em função da média de diferenças das duas medidas e a variabilidade de diferenças através dos limites de concordância, que são representados por duas vezes o desvio padrão das diferenças de médias (2DP), ou seja, 95% do intervalo de confiança. Vieses fixos ou proporcionais podem ser observados por meio da proximidade dos limites de concordância e pela regressão linear com o valor zero no eixo Y.

No grupo feminino foi possível observar que as equações preditivas tendem a subestimar os resultados obtidos pelo DXA, pois a maioria das diferenças se localiza abaixo do valor zero. Uma alta variabilidade nas diferenças de médias foi identificada pelos limites de concordância, demonstrando pouca precisão das equações. A equação que apresentou menor diferença de médias, menores limites de concordância, além de subestimarem menos o método padrão ouro foram as equações de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de percentual de Siri (1961). No entanto, a reta de regressão mostra que conforme aumenta o resultados há um tendência de aumentar a diferença de médias.

No grupo masculino, as equações de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974), tanto com a equação de percentual de Siri (1961) quanto com a sugerida por Weststrate e Deuremberg (1989) apresentaram a menor diferença de médias e menores limites de concordância. As demais equações subestimaram os resultados do DXA, embora a equação de Deuremberg *et al.* (1990) tenha apresentado baixa diferença entre médias e menor variabilidade.

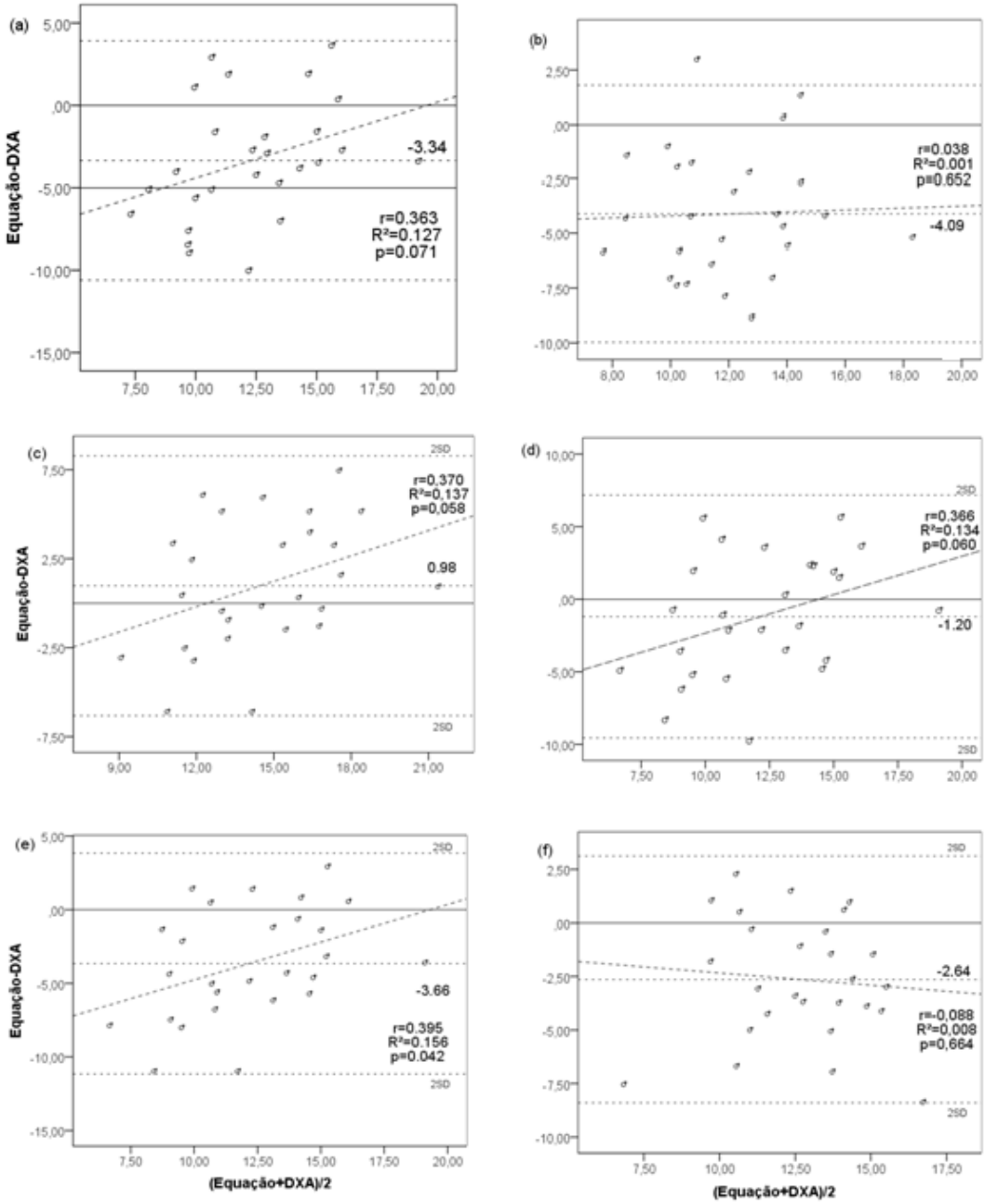
Figura 2- Abordagens gráficas de Bland e Altman entre o DXA e as equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes do sexo feminino.



a)Equação 1= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e subescapular; b)Equação 2= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e perna medial; c)Equação 3=Durnin e

Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de percentual de Siri (1961); d)Equação 4=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de Weststrate e Deuremberg (1989); e)Equação 5=Weststrate e Deuremberg (1989); f)Equação 6= Deuremberg *et al.* (1990).

Figura 3- Abordagens gráficas de Bland e Altman entre o DXA e as equações preditivas utilizando dobras cutâneas em atletas adolescentes do sexo masculino.



a)Equação 1= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e subescapular; b)Equação 2= Slaughter *et al*. (1988) com dobras cutâneas de tríceps e perna medial; c)Equação 3=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de percentual de Siri (1961); d)Equação 4=Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) com equação de Weststrate e Deuremberg (1989); e)Equação 5=Weststrate e Deuremberg (1989); f)Equação 6= Deuremberg *et al.* (1990).

DISCUSSÃO

No cotidiano esportivo, avaliar a composição corporal de adolescentes que praticam modalidades esportivas, por um método simples, prático e com boa validade, tem sido uma dificuldade por parte dos profissionais envolvidos no treinamento. Os resultados deste estudo apresentaram as validades das equações preditivas de dobras cutâneas desenvolvidas para adolescentes não atletas em uma amostra de adolescentes atletas de pentatlo moderno, com o DXA sendo utilizado como método padrão ouro.

É importante ressaltar que o estudo apresenta um quantitativo maior de adolescentes púberes, fase de grandes transformações somáticas, que são submetidos a uma alta carga de treinamento semanal. A quantidade reduzida de adolescentes nas fases pré-púberes e pós-púberes impediu uma análise mais rigorosa entre todas as fases da puberdade e a análise das concordâncias entre os métodos especificamente por fase puberal, sendo esta uma limitação do estudo. No entanto, a complexidade do pentatlo moderno, por envolver diferentes modalidades esportivas, pode ser responsável por atletas iniciarem nesta modalidade esportiva com idades avançadas, provenientes de outros esportes pertencentes ao pentatlo moderno. Essa parece ser a explicação para a pouca quantidade de pré-púberes no estudo. Como vantagens, os atletas de pentatlo moderno praticam distintas modalidades esportivas, podendo apresentar diferentes especificidades no que tange a antropometria.

As medidas de composição corporal, analisadas pelo DXA no grupo feminino, apresentaram valores de acordo com a normalidade para a idade. No entanto, ao levar em consideração que são atletas de um esporte que exige treinamento físico intenso, os resultados foram fora do padrão descrito por Malina e Bouchard (1991) para atletas adolescentes. Importante ressaltar, que parte desses atletas pode ter iniciado na natação, modalidade que não exige um baixo percentual de gordura na fase de iniciação, devida a importância da gordura corporal na flutuabilidade e no deslocamento durante o aprendizado (MILANESE *et al*. 2014).

No grupo masculino, os resultados parecem estar de acordo com a premissa de efeitos positivos da prática esportiva na antropometria e composição corporal, devido aos altos valores da massa corporal magra e seu aumento gradativo durante a puberdade, além da baixa quantidade de gordura corporal (MALINA; BOUCHARD, 1991; SÁNCHEZ-MUNÕZ; SANZ; ZABALA, 2007; JUZWIAK *et al.*, 2008).

As análises estatísticas de concordância entre métodos de avaliação da composição corporal apresentaram resultados que parecem úteis aos futuros estudos. Com respeito às equações preditivas de Slaughter *et al.* (1988), que são as mais citadas na literatura, por

abrangerem a infância e toda a adolescência, ficou evidente que seus valores de percentual de gordura foram subestimados quando comparados ao DXA em atletas adolescentes dos sexos masculino e feminino. Também chama atenção o fato das equações que utilizam o somatório de TR e PE terem menor variabilidade que a de TR e SE, que são mais utilizadas por possuírem melhores resultados de validação no estudo original. No entanto, nos gráficos de Bland e Altman, observa-se, ainda, um viés proporcional, visto que os resultados no feminino são mais subestimados conforme aumenta o percentual de gordura.

Em adendo, Nasreddine *et al.* (2012) investigaram a validade das mesmas equações preditivas com a estimativa da composição corporal através da diluição isotópica em crianças não atletas e os resultados também foram subestimados, demonstrando limitações e a possibilidade de vieses em estudos que as utilizem. No entanto, valores reduzidos de limites de concordância e a ausência de vieses, entre o DXA e as equações preditivas de Slaughter *et al.* (1988) com as dobras de TR e PE, em adolescentes não atletas de ambos os gêneros, foi relatado por Rodríguez *et al*. (2005), indicando sua utilização em estudos e na prática clínica.

O estudo de González-Agüero *et al.* (2011) não observou diferenças significativas e os resultados não foram subestimados ao analisar a validade da equação preditiva de Slaughter *et al.* (1988) com as dobras TR e SE e a pletismografia em adolescentes com Síndrome de Down. No entanto, observou-se alta variabilidade através dos limites de concordância.

Cabe ressaltar que as equações preditivas de Slaughter *et al*. (1988) foram desenvolvidas com amplo controle de variáveis, no que diz respeito a etnia, gênero e aspectos maturacionais, além de serem validadas através da avaliação de quatro compartimentos (4C). Entretanto, as contradições de resultados mostram a necessidade de maiores investigações sobre a validade destas equações preditivas em diferentes populações.

Entre as demais equações preditivas em análise, as equações de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) para o cálculo da densidade corporal em adolescentes, utilizando a equação para cálculo da gordura corporal desenvolvida por Siri (1961) para adultos, foi a que apresentou melhores resultados no sexo feminino analisando o conjunto de resultados estatísticos, além de ser a que subestima menos o DXA e apresenta menor variabilidade, ao levar em consideração dois desvios padrões. Esta equação foi desenvolvida com meninas acima de 13 anos, idade maior do que de algumas integrantes da nossa amostra. Talvez o fato das atletas de determinadas modalidades esportivas apresentarem maior massa magra e não aumentarem a gordura corporal ao longo da adolescência, como inclusive foi apresentado na descrição desta amostra, pode ser o responsável por uma equação para

determinar a gordura corporal desenvolvida para adultos utilizando a densidade corporal, mostrar resultados mais eficientes que outras mais específicas para a faixa etária.

No grupo masculino, as equações de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974), tanto utilizando as equações de Siri (1961), desenvolvida para adultos, quanto a de Weststrate e Deuremberg (1989), desenvolvida para adolescentes, apresentaram menor diferença de médias e variabilidade que as demais, além de não subestimarem os resultados do DXA conforme as demais equações analisadas. Nesse âmbito, tais equações parecem as mais propícias para serem utilizadas na avaliação da composição corporal de atletas púberes e pós-púberes.

Ademais, surge a necessidade de alertar que a indicação das equações que apresentaram melhores resultados de concordância em ambos os sexos necessita de cautelas devido à variabilidade de seus resultados em relação ao método padrão ouro, demonstrando imprecisão. Desta forma, a aplicação das mesmas pode ser a melhor solução para análise de médias em grupos de atletas. Entretanto, uma avaliação predizendo um menor percentual de gordura do que o correto pode resultar em tomadas de decisões erradas no planejamento do treinamento e na prescrição de dietas.

Com respeito ao método padrão ouro utilizado em nosso estudo, a pesquisa de Silva *et al.* (2006) investigou a concordância entre o DXA e a pletismografia com um modelo 5C em atletas adolescentes, analisando separadamente meninos e meninas. Os resultados mostraram, através da abordagem gráfica de Bland e Altman, que o DXA tende a superestimar os valores de percentual de gordura em meninas atletas. Nesse sentido, parece que a utilização do DXA pode ser uma limitação deste estudo no que tange ao grupo feminino, visto que não houve possibilidade de utilizar a pletismografia ou métodos 4C ou 5C.

Em suma, entre as equações preditivas para adolescentes que utilizam dobras cutâneas, as de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) para avaliar a densidade corporal, utilizando a equação de Siri para determinação da composição corporal, foi a que obteve melhor validade com o DXA no feminino. As mesmas equações, tanto utilizando a equação de Siri quanto a de Weststrate e Deuremberg, para determinar o percentual de gordura corporal em púberes e pós-púberes do sexo masculino, foram as que apresentaram as melhores validades. As equações propostas por Slaughter *et al.* (1988), embora muito citada na literatura, têm valores de percentual de gordura subestimados em atletas adolescentes de ambos os sexos quando comparadas ao DXA. Novos estudos com atletas adolescentes seriam importantes no que tange a elaboração de equações preditivas mais precisas por meio de medidas de dobras cutâneas.

Agradecimentos

A pesquisa foi financiada pela FAPERJ e pelo CNPQ e apoiada pela Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno (CBPM). Não há interesse de conflitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAND JM; ALTMAN DG. (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v8, n1, p307-10, 1986.

CARBUHN AF; FERNANDEZ TE; BRAGG AF; GREEN JS; CREUSE SF. Sport and training influence boné and body composition in women collegiate athletes. **Journal of Strength Conditioning Research**, v24, n7, p1710-17, 2010.

CHAARI H; ZOUCH M; ZRIBI M; BOUAJINA E; ZAOUALI M; TABKA C. Specific sites of bone expansion depend on the level of volleyball practice in prepubescent boys. **Biology of Sport**, v30, n3, p227-234, 2013,

CHAOUACHI A; BRUGHELLI M; LEVIN G; BOUDHINA NBB; CRONIN J; CHAMARI K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. **Journal of Sports Sciences**, v27, n2, p151-157, 2009.

DEURENBERG P; PIETERS JJL; HAUTVAST JGAJ. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. **British Journal Nutrition**, v63, p293–303, 1990.

DURNIN JVGA; RAHAMAN NM. Assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thicknesses. **British Journal Nutrition**, v21, p681-9, 1967.

DURNIN JVGA; WOMERSLEY J. Body fat assessed from total density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal Nutrition**, v32, p77-97, 1974.

FRANCHINI E; NUNES AV; MORAES JM; DEL VECCHIO FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. **Journal of Physiology Anthropology**, v26, n2, p59-67, 2007.

FRANCHINI E; TAKITO MY; KISS MA; STERKOWICZ S. Physical Fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. **Biology of Sport**, v22, 315-328, 2005.

GHLOUM K; HAJJI S. Comparison of diet consumption, body composition and lipoprotein lipid values of Kuwuaiti fencing players with international norms. **Journal of the International Society of Sports Nutrition (JISSN)**, v8, n13, 2011.

GONZALEZ-AGUERO A; VICENTE-RODRIGUES G; ARA I; MORENO LA; CARAJÚS JA. Accuracy of prediction equations to assess percentage of body fat in children and adolescent with Down syndrome compared to air displacement plethysmography. **Research in Development Disabilities**, v32, p1764-69, 2011.

HEYWARD VH; WAGNER DR. **Applied body composition assessment**, Human Kinetics, 2° ed, 270p, 2004.

JUZWIAK CR; AMANCIO OMS; VITALLE MS; PINHEIRO MM; SZEJNFELD VL. Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players tennis **Journal of Sports Sciences**, v26, n11, 1209-17, 2008.

LOHMAN, TG. **Anthropometric Standartization Reference Manual**, Human Kinetics Books; Ilinois, 1991.

LOHMAN TG; HINGLE M; GOING SB. Body Composition in Children. **Pediatric Exercise Science**, v25, p573-590, 2013.

MALINA RM; BOUCHARD C. **Growth, Maturation, and Physical Activity**. Human Kinetics Books; Champaign, Illinois, 1991.

MILANESE C; PISCITELLI F; CAVEDON V; ZANCANARO C. Effect of distinct impact loading sports on body composition in pré-menarcheal girls. **Science & Sports**, v29, p10-19, 2014.

MERO AA; HIROVINEN H; MATINTUPA O; HULMI JJ; PUURTINEN R; HOHTARI H; KARILA TAM. Moderate energy restriction with high protein diet results in healthies outcome in women. **Journal of the International Society of Sports Nutrition (JISSN)**, v7, n4, 2010.

MIHALOPOULOS NL; HOLUBKOV R; YOUNG P; DAI S; LABARTHE DR. Expected changes in clinical measures of adiposity during puberty. **Journal of Adolescent Health**, v47, p360-366, 2010.

MORRIS NM; UDRY JR. Validation of a self-administered instrument to assess stages of adolescent development. **Journal of Youth and adolescence**, v9, 271-280, 1980.

NASREDDINE L; NAJA F; HILLS A; YOUSSEF SK; CHAHINE J; HWALLA N. Validity of predictive equations developed to estimate body fat from anthropometry and bioelectrical impedance analysis in 8-10 year-old children. **Clinical Nutrition**, v3, p364-371, 2012.

RICHARDSON J; BEERMAN K; HEISS C; SHULTZ J. Comparison of body weight and body fat classifications of competitive school-age club swimmers. **Journal of the American Dietetic Assocation**, p237-240, v100, n2, 2000.

RODRÍGUEZ G; MORENO LA; BLAY MG; BLAY VA; FLETA J; SARRÍA A; BUENO M. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy x-ray absorptiometry. **European Journal of Clinical Nutrition,** v59, p1158-1160, 2005.

SILVA AM; MINDERICO CS; TEIXEIRA PJ; PIETROBELLI A; SARDINHA LB. Body fat measurement in adolescent athletes: multicompartment molecular model comparison. **European Journal of Clinical Nutrition**, v60, p955-964, 2006.

SÁNCHEZ-MUNÕZ C; SANZ D; ZABALA M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite tennis player. **British Journal of Sports Medicine**, v41, p793-799, 2007.

SAMPEI MA; NOVO NF; JULIANO Y; SIGULEM DM. Anthropometry and body composition in ethnic Japanese adolescent boys. **Pediatrics International**, v50, p679-686, 2008.

SEDEAUD A; MARC A; SCHIPMAN J; SCHAAL K; DANIAL M; GUILLAUME M; BERTHELOT G; TOUSSAINT JF. Secular trend: morphology and performance. **Journal of Sports Sciences,** v32, n12, p1146-1154, 2014.

SIRI WE: Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Techniques for Measuring Body Composition, eds BROZEK J; HENSCHEL A, p 223–234. Washington, DC:National Academy of Sciences, 1961.

SLAUGHTER MH; LOHMAN TG; BOILEAU CA; HORSWILL CA; STILLMAN; VAN LOAN MD; BEMBEN DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Annals of Human Biology**, v60, n5, p709-723, 1988.

TANNER J. Growth at Adolescent. 1 ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

WESTSTRATE JA, DEURENBERG P. Body composition in children: pro-posal for a method for calculating body fat percentage from totalbody density or skinfold-thickness measurements. **American Journal Clinical Nutrition**, v50, p1104–15, 1989.

5.2 MANUSCRITO 2

ANTROPOMETRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL DE PENTATLETAS ADOLESCENTES NAS CATEGORIAS MASCULINAS

Artigo para ser traduzido e submetido para o periódico "International Journal of Sports Physiology and Performance".

Observação: As referências bibliográfica e o resumo seguem as normas da revista.

RESUMO

Proposta: Verificar as características antropométricas, a composição corporal e a maturação sexual de atletas adolescentes do sexo masculino, nas categorias Jovens D, C, B e A, participantes em três edições do Campeonato Brasileiro de Pentatlo Moderno. Métodos: Participaram 58 atletas, com idades que variaram entre 11,0 e 18,99 anos de idade. Atletas foram avaliados uma, duas ou três vezes, sendo que 24 atletas foram avaliados no primeiro e segundo ano na categoria referente à sua faixa de idade. A massa corporal, estatura, envergadura, medidas circunferências, dobras cutâneas, diâmetros ósseos adicionadas à autoavaliação dos estágios de desenvolvimento das genitálias e informações pessoais e de treinamento foram adquiridas antes das competições. O percentual de gordura, as massas gorda e magra e o somatótipo foram calculados. A descrição dos dados e comparações estatísticas entre atletas "destaques" e "não destaques" foram realizadas, adotando $p<0,05$ para significância. Resultados: Diferenças significativas entre destaques e não destaques foram observadas na categoria Jovem D na estatura ($p=0,001$), envergadura ($p=0,001$), massa corporal($p=0,007$), massa magra($p=0,002$) e circunferência de tórax($p=0,020$). A análise descritiva da maturação sexual demonstrou vantagens nos resultados de competições para os atletas com o estado maturacional avançado nesta categoria. Nas demais categorias não houve diferenças significativas, entretanto a descrição dos dados demonstrou que a idade relativa, o baixo percentual de gordura, a envergadura maior que a estatura, somatótipo com maiores

valores da mesomorfia, seguido da ectomorfia e com valores baixos de endomorfia mostraram ser características específicas de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino, por coincidirem em todas as categorias investigadas. Conclusões: A categoria Jovem D é a mais influenciada pelos efeitos maturacionais. O estudo apresenta subsídios iniciais da antropometria, composição corporal e maturação sexual que devem ser utilizados no âmbito do treinamento, prescrição de dietas, na seleção e orientação de talentos esportivos.
Palavras chaves: Estado maturacional, puberdade e somatótipo.

ABSTRACT

ANTHROPOMETRY, BODY COMPOSITION AND SEXUAL MATURATION IN ADOLESCENTS PENTATHLETES: MIXED LONGITUDINAL APPROACH IN MALES CATEGORIES.

Purpose: To analyze the anthropometrics characteristics, body composition and sexual maturity of adolescent athletes in modern pentathlon male participants in three editions of the Brazilian Modern Pentathlon Championships with mixed longitudinal approach. Methods: Participants were 58 athletes. Athletes could be evaluated once, twice or three times, with 24 athletes that were evaluated in the first and second year in the category relating to their age group. Body weight, height, envergadure, measures circumferences, skinfolds, bone diameter added to the self-assessment of the developmental stages of genitalia and personal information and the training were evaluated before competitions. The percentage of fat, fat and lean mass and somatotype were calculated. The description of the data and statistical comparisons between highlights athletes and non highlights athletes were conducted with $p<0,05$. Results: Significant differences between the highlights and non highlights were observed in the young D category (11.0 to 13 years old) in height ($p=0.001$), envergadure ($p=0.001$), body mass ($p=0.007$), lean mass ($p=0.002$) and chest circumference ($p=0.020$). A descriptive analysis of sexual maturation demonstrates benefits of advanced maturational state in this category. In the other categories there were no significant differences, however the description of the data showed that the low percentage of fat, the greater the height, somatotype with higher values of mesomorphy, followed by ectomorphy and low values endomorphy shown to be specific characteristics of adolescent athletes modern pentathlon. Conclusions: The study presents informations of anthropometry, body composition and sexual maturation that must be used within the training, prescribing diets, and in the selection and orientation of sporting talent.
Key words: Maturational Status, puberty and somatotype.

INTRODUÇÃO

A formação do atleta de pentatlo moderno apresenta complexidades pela necessidade de boa aptidão física e motora para cinco distintos esportes: esgrima, natação, hipismo e o tiro combinado com corrida. Portanto, mesmo fazendo parte dos Jogos Olímpicos desde Helsink em 1912, são escassas as informações científicas que possam auxiliar no cotidiano da prescrição do treinamento, na seleção e orientação de talentos esportivos para esta modalidade.

No que tange a pesquisas com adolescentes, o estudo desenvolvido por Fonseca-Junior *et al.*[1] analisou os efeitos do destreinamento na antropometria de pentatletas de ambos os sexos na fase de transição da periodização do treinamento, com uma amostra pertencente a uma Federação Regional Brasileira, não sendo os atletas especificados por categorias e não contando com todos os principais atletas nacionais.

Com adultos, as alterações das regras ocorridas em 2010, que combina as modalidades de tiro e corrida em uma única atividade, parecem ter despertado a atenção científica. Nas atuais regras, este combinado é a atividade decisiva deste desporto que, dependendo da categoria de formação envolve uma série de corridas intervaladas com uma sequência de cinco tiros. Le Meur *et al.*[2] e Le Meur *et al.*[3] buscaram analisar as estratégias de corrida durante o evento combinado, as demandas fisiológicas e os efeitos das estratégias de velocidade na precisão da sequência de tiros.

No pentatlo moderno cada categoria possui intervalo de dois anos, que na puberdade pode favorecer, em termos de resultados esportivos, os indivíduos com idades ou maturação mais avançada[4,5]. Nesse contexto, a literatura aponta que adolescentes de mesma idade cronológica durante a puberdade, uma fase de intensas transformações psicossomáticas, podem ter idade biológica de até cinco anos de diferença, dependendo do atraso ou avanço no estado maturacional[4-6]. Em competições esportivas, tais diferenças influenciam no desempenho e podem influenciar no processo de seleção e orientação de talentos esportivos, favorecendo os atletas de maturação precoce[5-7].

Considerando um planejamento de longo prazo, todas as modalidades envolvidas neste desporto devem ser iniciadas desde o início da formação de atletas. No entanto, em competições, as primeiras modalidades disputadas são a natação e o combinado de corrida e tiro, com posterior inclusão da esgrima na categoria Jovem A. O hipismo somente é disputado na categoria Junior, mas é presente em treinamentos. Desta forma, o pentatlo moderno pode ser influenciado pela maturação mais avançada, por terem entre as qualidades físicas

essenciais a força, a velocidade e a resistência anaeróbica[5]. Entretanto, ainda há carência de estudos com atletas adolescentes no que tange a antropometria, composição corporal e o estado maturacional.

Desta forma, a possibilidade de investigar impactos do estado maturacional, pela avaliação dos estágios de maturação sexual, da antropometria e da composição corporal em resultados de competições de pentatlo moderno, em diferentes categorias de formação na adolescência e, com parte dos atletas sendo investigados no primeiro e segundo ano da categoria, parece contribuir com o processo de treinamento, seleção e orientação de talentos esportivos desta modalidade esportiva.

Com a expectativa da realização dos jogos olímpicos no Brasil, surge o interesse de formar atletas, vislumbrando uma boa participação do país no evento. Desta forma, o objetivo do estudo foi analisar as características antropométricas, da composição corporal e da maturação sexual de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino, participantes do Campeonato Brasileiro de Pentatlo Moderno.

MÉTODOS

Atletas e recrutamento

A população do estudo foi composta de atletas adolescentes do sexo masculino participantes dos Campeonatos Brasileiros de Pentatlo Moderno de 2012, 2013 e 2014, nas categorias Jovens D, C, B e A, que possuem idades podendo variar dos 11,00 aos 18,99 anos de idade, dependendo do dia e mês de nascimento nos anos bases da categoria. Conforme a proposta de um estudo longitudinal-misto, houve atletas que participaram de uma, duas ou três coletas, de acordo com os anos que participaram e o aceite em participar do estudo. Em cada categoria atletas participaram uma ou duas vezes. A figura 1 apresenta o fluxograma do quantitativo de atletas participantes dos campeonatos e de atletas que foram avaliados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho através do protocolo 923/11.

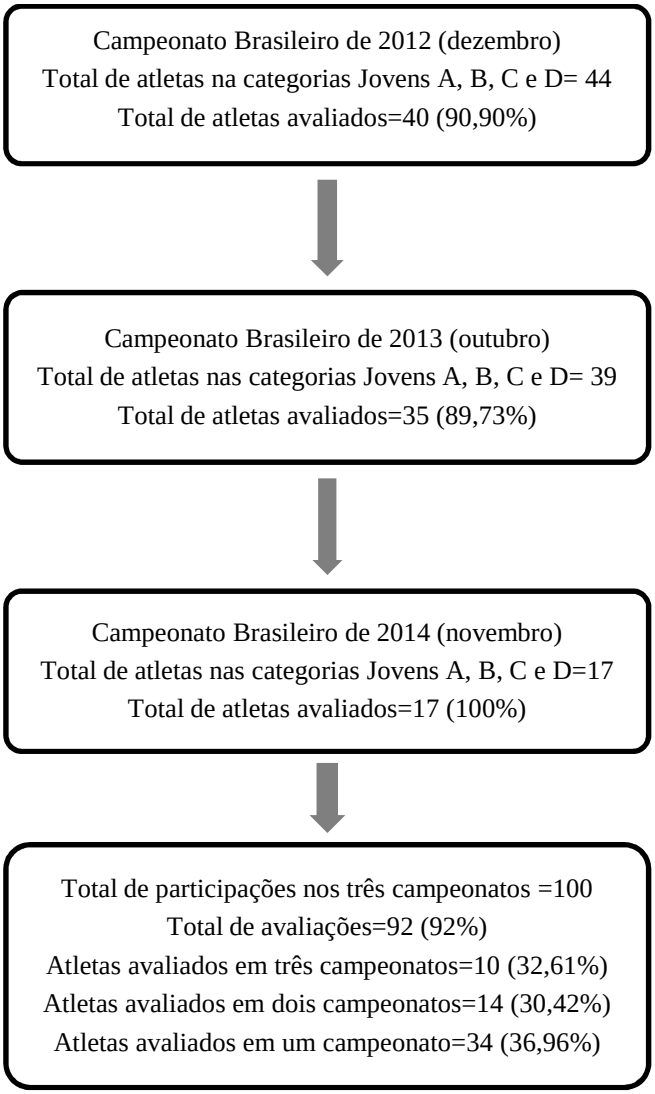


Figura 1- Fluxograma de atletas avaliados por edições do Campeonato Brasileiro.

Na categoria Jovem D, sete atletas participaram da coleta no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto 14 atletas participaram de uma avaliação, totalizando 21 participantes e 28 avaliações. Na categoria Jovem C sete atletas participaram da coleta no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto 17 adolescentes participaram de uma avaliação, totalizando 24 participantes e 32 avaliações. Na categoria Jovem B, sete atletas participaram das avaliações no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto nove atletas participaram de uma avaliação, totalizando 16 atletas e 23 avaliações. Na categoria Jovem A, três atletas foram avaliados no primeiro e segundo ano da categoria, enquanto três atletas participaram de uma avaliação, totalizando seis atletas e nove avaliações. A amostra total foi de 58 pentatletas adolescentes.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, a Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno autorizou a realização da coleta de dados durante a chegada ao local de hospedagem para a competição. Todos os responsáveis pelas equipes participantes foram comunicados do estudo e de todos os seus procedimentos, informando aos responsáveis e atletas sobre as avaliações que seriam realizadas durante a pesquisa. A coleta de dados ocorreu entre os períodos de chegada ao hotel e o início do evento, em horários marcados de acordo com a disponibilidade pessoal de cada atleta. Somente participaram do estudo os atletas que quiseram participar e tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável em caso de menores de idade, ou assinado por si mesmo caso maior de 18 anos.

A anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelos atletas com auxílio dos pais ou treinadores, sendo possível adquirir além dos dados pessoais, as características referentes ao tempo de prática do pentatlo moderno e das horas semanais dedicadas ao treinamento.

Posteriormente foi realizada a autoavaliação dos estágios de maturação sexual, utilizando-se dos cinco estágios de desenvolvimento de genitálias, conforme foi propagado por Tanner[8] , havendo uma prévia explicação sobre a padronização fotográfica para os atletas por parte do pesquisador. Em seguida, apenas com o auxílio de desenhos ilustrativos, com explicações sobre cada estágio[9], que foram utilizados para evitar maiores erros sobre o verdadeiro estágio a ser marcado, os atletas concluíram esta avaliação. Desta forma, também foi possível a classificação em pré-púberes (estágio 1), púberes (estágio 2 ao 4) e pós-púberes (estágio 5).

Em sequência, as medidas antropométricas foram tomadas. A massa corporal foi medida em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,1kg[10]. A estatura foi verificada com um estadiômetro de aço da marca WCS com precisão de 0,1cm[10]. A envergadura foi medida pela distância entre os dactylons direito e o esquerdo, com os braços em abdução e antebraço em supinação[10], com precisão de 0,1cm. O tórax normal foi medido na altura dos mamilos[10] e o braço forçado foi medido com o indivíduo em pé com o braço flexionado formando ângulos de 90° com o tronco e com o antebraço que deve estar em posição de supinação, usando o apoio da outra mão como resistência a contração, sendo medido o ponto de maior volume[11]. Todas as medidas foram realizadas com uma fita de precisão de 0,1cm da marca WCS.

As dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, supraespinhal, suprailíaca, abdominal, coxa e perna medial foram medidas três vezes ao lado direito do corpo por um único e experiente avaliador, com um adipômetro científico tipo harpenden da marca Cescorf, com precisão de 1mm; em casos de discordâncias superiores a 5%, entre algumas das três medidas, uma nova série de medidas foi realizada; o resultado final foi a média aritmética das três medidas.

O diâmetro biepicondilar de fêmur foi medido com o atleta sentado para facilitar a localização dos pontos de medição. O diâmetro biepicondilar de úmero foi medido com braço flexionado em 90° e o cotovelo flexionado em 90°, com o antebraço em supinação. Para as medidas foi utilizado um paquímetro da marca WCS com precisão de 0,1cm[11].

Foi calculado o percentual de gordura pela equação de Slaughter *et al*.[12] nos atletas da categoria Jovem D. Nos atletas Jovens C, B e A optou-se pelas equações de densidade corporal de Durnim e Rahaman[13] e Durnin e Womersley[14], para adolescentes de 13,2-16,4 e acima de 16,4 anos de idade, respectivamente; posteriormente realizou-se o cálculo do percentual de gordura com a equação de Siri[15], considerando a melhor concordância com o DXA em atletas adolescentes na puberdade de pentatlo moderno desta faixa etária (16artigo 1 em submissão). Posteriormente foram calculadas as massas gorda e magra. Para melhor interpretação da variável gordura corporal foi realizado somatório de sete dobras cutâneas com as medidas realizadas conforme Lohman[10](tríceps, bíceps, subescapular, abdominal, suprailíaca, coxa e perna medial).

Os componentes do somatótipo antropométrico propostos Carter e Heath em 1967[11], que permite a análise da biotipologia de um indivíduo por meio dos componentes endomorfia (componente que envolve a gordura corporal relativa), a mesomorfia (componente que envolve a magnitude músculo-esquelético) e a ectomorfia (componente que envolve a linearidade), também foram avaliados por meio de uma avaliação quantitativa e qualitativa.

Vale ressaltar que todas as medidas foram realizadas no ponto anatômico indicado no estudo original das equações utilizadas para o cálculo da densidade corporal, do percentual de gordura e do somatótipo[10-14].

Os resultados do campeonato brasileiro foram obtidos por meio da Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno, que logo após o encerramento da competição passava as colocações das atletas por categoria, sendo possível separar dois grupos: “destaques” e “não destaques”. Os atletas “destaques” foram separados para comparações estatísticas da seguinte forma: estar nas três primeiras colocações na própria categoria, ou ser primeiro colocado quando houve cinco ou menos competidores. Também foram considerados “destaques” os

que participaram das competições em categorias acima da adequada para sua faixa etária e foram classificados de acordo com os critérios estabelecidos. Independente da categoria de participação na competição, os atletas foram incluídos dentro das categorias adequadas para sua faixa de idade.

Análise estatística

Entre os procedimentos estatísticos descritivos, a média, o desvio padrão e o erro padrão foram utilizados. Os estágios maturacionais foram analisados de forma descritiva pelos valores de frequências absolutas e relativas. A análise das medidas de dispersão e distribuição dos dados por meio de gráficos histogramas nos grupos de “destaques” e “não destaques” foi realizada para a escolha de testes paramétricos ou não paramétricos. As variáveis endomorfia, somatório de sete dobras cutâneas na categoria Jovem D e as variáveis de características do treinamento foram comparadas pelo teste U de Mann-Whitney. As demais variáveis foram comparadas pelo teste t de Student para amostras independentes. Em todas as comparações estatísticas foi adotado para significância $p<0,05$. Os dados referentes à categoria Jovem A foram analisados somente de forma descritiva devido ao tamanho pequeno da amostra. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 20.

RESULTADOS

A idade cronológica foi comparada em cada categoria por testes paramétricos e não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Entretanto, o grupo de “destaques” apresentou em todas as categorias, maior média que os “não destaques”, parecendo esta ser uma característica importante.

Na análise dos estágios de desenvolvimento da genitália, a categoria Jovem D apresentou-se como a mais atingida pelos fenômenos da puberdade, pois possui desde um atleta na pré-puberdade (estágio 1) a atletas no último estágio da puberdade (estágio 4). A análise descritiva demonstrou maior quantidade de atletas no estágio 4 no grupo de destaques e a tendência de maturação sexual mais avançada. Ademais, foi demonstrado que nas categorias Jovens C e B ainda há os efeitos da puberdade e, de maneira mais discreta, também é possível observar maturação mais avançada no grupo de destaques.

Tabela 1- Idade cronológica e características da maturação sexual de atletas adolescentes destaques e não destaques de pentatlo moderno do sexo masculino por categoria.

	Jovem D		Jovem C		Jovem B		Jovem A	
	D (n=6)	ND (n=22)	D (n=7)	ND (n=25)	D (n=8)	ND (n=15)	D (n=3)	ND (n=6)
IC	12,16	12,05	14,28	13,83	16,03	15,68	17,83	17,71
DP	0,59	0,55	0,27	0,55	0,40	0,61	0,50	0,59
EP	0,23	0,12	0,11	0,11	0,13	0,15	028	0,23
EM1	X	1(4,5%)	X	x	x	x	x	X
EM2	X	7(31,8%)	X	x	x	x	x	X
EM3	2(33,3%)	13(59,2)	1(14,3%)	8(32%)	x	3(20%)	x	X
EM4	4(66,7)	1(4,5%)	5(71,4%)	13(52,0%)	4(50%)	10(66,7%)	x	X
EM5	X	x	1(14,3%)	4(16%)	4(50%)	2(13,3%)	3(100%)	6(100%)

D=destaques; ND=não destaques; IC=idade cronológica(anos de idade); IM=idade da menarca; DP=desvio padrão; EM=estágio maturacional; x=ausência de atletas.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os resultados descritivos e as comparações entre “destaques” e “não destaques” nas variáveis antropométricas, de composição corporal e nas características do treinamento da categoria Jovens D, C e B, respectivamente. Na tabela 5 os mesmos resultados da categoria Jovem A foram apresentados de maneira descritiva.

A categoria Jovem D, devido aos efeitos do desenvolvimento puberal, apresentou consideráveis diferenças significativas entre “destaques” e “não destaques”, com maior massa corporal, estatura, envergadura, circunferência de tórax, massa magra no grupo “destaque”. O tempo de prática de pentatlo moderno e a quantidade de horas de treinamento apresentaram p valor próximo de 0,05 merecendo serem destacados.

As demais categorias não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) em variáveis antropométricas e de composição corporal entre “destaques” e “não destaques”, resultados que podem ser explicados por já serem menores as influências dos fenômenos da puberdade e pelos atletas possivelmente estarem em níveis competitivos próximos. Diferenças significativas e maiores valores descritivos puderam ser observadas no tempo de treinamento (Jovem B) e horas por semana de treinamento (Jovem C) dos atletas “destaques” quando comparados aos “não destaques”, que talvez possa ser uma explicação para o melhor desempenho.

Ao analisar de forma descritiva os resultados de todas as categorias, a estatura, a massa corporal, a medida de tórax e a massa magra sempre foram maiores nos atletas

“destaques”. A envergadura sempre foi maior que a estatura em todas as categorias e a mesomorfia foi maior que os demais componentes em todas as categorias, assim como a ectomorfia foi maior que a endomorfia, tanto em “destaques” quanto “não destaques”, com os atletas de pentatlo moderno podendo ser qualificados como mesomórficos ou meso-ectomórficos.

Em relação à composição corporal, em todas as categorias foram observados valores baixos de percentual de gordura, de acordo com as referencias para atletas de diferentes modalidades esportivas[4].

Tabela 2- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem D.

	Atletas destaques (N=6)			Atletas não destaques (N=22)			
	Média	DP	EP	Média	DP	EP	Pvalor
MC (kg)	53,47	7,15	2,91	41,49	9,71	2,07	0,007*
Estatura (cm)	165,55	6,02	2,46	151,14	8,79	1,88	0,001*
Envergadura (cm)	166,72	5,65	2,30	153,13	10,00	2,12	0,001*
%GC	12,23	2,78	1,12	12,43	6,98	1,48	0,909
MG (kg)	6,65	2,31	0,93	5,61	4,38	0,42	0,449
MM (kg)	46,82	5,40	2,19	35,83	6,60	1,41	0,002*
Σ7DC (mm)	58,62	15,23	6,21	59,58	30,61	6,53	0,566
Cintura (cm)	68,77	5,25	2,13	65,42	6,16	1,30	0,215
Tórax (cm)	81,97	6,68	2,73	73,03	6,75	1,44	0,020*
Endomorfia	2,31	0,65	0,25	2,34	1,40	0,30	0,643
Mesomorfia	4,74	0,86	0,34	4,41	0,94	0,19	0,445
Ectomorfia	3,66	0,94	0,37	3,61	1,40	0,30	0,911
Tempo PM(meses)	28,00	18,07	7,37	16,54	12,92	2,74	0,088
Horas/semana	22,67	19,74	8,06	11,09	4,98	1,05	0,059

IC=idade cronológica; MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 3- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem C.

	Atletas destaques (N=7)			Atletas não destaques (N=25)			
	Média	DP	EP	Média	DP	EP	pvalor
MC (kg)	55,60	6,21	2,55	53,41	7,32	1,47	0,442
Estatura (cm)	167,49	4,86	1,83	166,27	7,38	1,47	0,613
Envergadura (cm)	172,13	5,83	2,21	170,81	8,49	1,69	0,642
%GC	13,71	1,94	0,74	14,78	5,27	1,04	0,413
MG (kg)	7,59	1,22	0,45	8,01	3,47	0,70	0,758
MM (kg)	48,00	5,64	2,12	45,37	5,87	1,16	0,306
Σ7DC (mm)	40,98	7,13	2,68	52,02	27,47	5,50	0,082
Cintura (cm)	69,58	3,29	1,25	71,46	7,62	1,52	0,349
Tórax (cm)	82,10	3,45	1,31	82,09	6,34	1,26	0,994
Endomorfia	1,57	0,47	0,17	1,95	1,17	0,24	0,217
Mesomorfia	4,32	0,82	0,31	4,13	1,18	0,24	0,631
Ectomorfia	3,60	0,90	0,34	3,83	1,46	0,28	0,594
Tempo PM(meses)	14,48	4,02	1,51	13,81	6,82	1,37	0,169
Horas/semana	17,13	15,55	5,87	15,93	26,52	5,30	0,047*

*=p<0,05; MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 4- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem B.

	Atletas destaques (n=8)			Atletas não destaques (n=15)			
	Média	DP	EP	Média	DP	EP	Pvalor
MC (kg)	62,70	3,20	1,13	59,51	7,02	1,80	0,239
Estatura (cm)	171,12	3,51	1,24	169,28	7,98	2,05	0,547
Envergadura (cm)	178,37	2,87	1,02	173,77	9,73	2,50	0,178
%GC	14,17	4,35	1,53	14,09	3,52	0,90	0,962
MG (kg)	8,90	2,92	1,02	8,41	2,51	0,65	0,684
MM (kg)	53,79	3,50	1,23	51,10	6,13	1,57	0,269
Σ7DC (mm)	45,07	11,78	4,15	45,76	11,66	3,00	0,894
Cintura (cm)	77,97	9,32	3,28	82,63	9,45	2,44	0,273
Tórax (cm)	82,45	7,40	2,62	77,97	9,32	3,28	0,136
Endomorfia	1,78	0,68	0,24	1,72	0,60	0,16	0,838
Mesomorfia	4,76	0,66	0,22	4,86	0,70	0,17	0,774
Ectomorfia	2,96	0,55	0,20	3,21	0,72	0,17	0,380
Tempo PM(meses)	31,94	16,11	5,70	23,31	21,72	5,61	0,047*
Horas/semana	21,74	3,10	1,09	17,47	5,17	1,34	0,922

*=p<0,05; MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 5- Antropometria, composição corporal e características do treinamento de atletas destaques e não destaques da categoria Jovem A.

	Atletas destaques (n=3)			Atletas não destaques (n=6)		
	Média	DP	EP	Média	DP	EP
MC (kg)	68,19	0,87	0,49	66,39	4,92	2,01
Estatura (cm)	175,99	2,64	1,53	174,57	4,79	1,96
Envergadura (cm)	179,67	1,53	0,87	181,67	5,64	2,29
%GC	14,06	3,08	1,78	15,19	4,48	1,82
MG (kg)	9,59	2,17	1,25	10,20	3,41	1,38
MM (kg)	58,60	1,69	0,96	56,19	3,57	1,45
Σ7DC (mm)	45,00	10,33	5,96	45,47	13,34	5,45
Cintura (cm)	75,07	3,51	2,03	76,27	2,86	1,17
Tórax (cm)	89,42	1,49	0,87	89,47	2,70	1,09
Endomorfia	1,45	0,58	0,32	1,89	0,71	0,29
Mesomorfia	5,41	0,45	0,26	4,83	0,82	0,34
Ectomorfia	2,94	0,44	0,26	3,00	0,73	0,29
Tempo PM(meses)	39,27	5,67	3,27	43,20	18,53	7,55
Horas/semana	31,00	15,39	8,89	24,32	5,75	2,35

MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

DISCUSSÃO

Os resultados descritos neste estudo são as primeiras referências de pentatletas adolescentes no que tange a antropometria, a composição corporal e ao estado maturacional, representado pela maturação sexual. A utilização de um abordagem longitudinal-misto em cada categoria, permite melhor precisão, por parte dos atletas participarem durante os dois anos que fizeram parte da mesma categoria e serem avaliados antes da principal competição nacional, estando, possivelmente em um microciclo competitivo, ou seja, em ótima forma físico-técnica[17]. Tais resultados poderão ser aplicados na avaliação do desempenho e desenvolvimento físico de atletas adolescentes, auxiliando no processo de prescrição do treinamento, elaboração de dietas e na seleção e orientação de talentos esportivos.

Os resultados da categoria Jovem D demonstram a importância da avaliação do estado maturacional para melhor interpretação de resultados. A maturação sexual mais avançada dos "atletas destaques" apresentou-se como influenciador dos resultados competitivos nesta categoria. Todas as medidas com diferenças significativas, ou seja, a estatura, envergadura, massa magra e cincunferência de tórax estão associadas à maturação mais avançada e ocorreram antes da idade dos 13 anos, idade reportada pela literatura para início de tais fenômenos[4].

A análise dos estágios de maturação sexual demonstrou, ainda, que até a categoria Jovem B há os efeitos do desenvolvimento puberal, como, por exemplo, o pico de velocidade da estatura, que pode ser observado entre as categorias Jovem D e Jovem C, e o aumento da massa corporal durante toda a adolescência. Tais transformações somáticas devem gerar maiores cuidados da equipe multidisciplinar no que diz respeito às cargas de treinamento e a adequação da dieta[18,19].

Em adição, em todas as categorias investigadas, a idade cronológica foi maior nos atletas destaques, o que também colabora em haver maior quantidade de indivíduos com maturação mais avançada no grupo de destaques. Estudos abordando a idade relativa, que é a diferença de idade entre atletas em uma mesma categoria em modalidades esportivas, têm demonstrado vantagens de atletas de mais idades na adolescência, sendo um dos motivos o maior desenvolvimento maturacional[5,20]. Portanto, em nosso estudo cada categoria possui dois anos, podendo ser de até 24 meses a diferença de idade entre os atletas dentro da mesma categoria.

Desta forma, a idade relativa pode ser responsável pelo maior tempo de treinamento e as horas a mais de treino em atletas "destaques". Para o atleta de menor idade e estado maturacional mais atrasado, a dificuldade de ter bons resultados pode gerar menor motivação e redução da carga horária de treinamento. Todavia, a possibilidade de abandono da modalidade esportiva e a perda de um futuro talento por estar relacionada com atraso maturacional deve ser uma preocupação da equipe multidisciplinar[5,7,20]. O número reduzido de atletas na categoria Jovem A, que pode ser observado pelo tamanho da população de atletas, já que nesta categoria o quantitativo de avaliações chegou a 100%, talvez seja um reflexo do abandono de atletas nesta faixa de idade por falta de resultados positivos, com possíveis influências da idade relativa.

O baixo percentual de gordura e a massa magra desenvolvida com valores maiores que os de referência reportados pela literatura para população de não atletas[4,21,22], foram as características encontradas no âmbito da composição corporal. Na antropometria, a

envergadura maior que a estatura, somatótipo com maiores valores da mesomorfia, seguido da ectomorfia e com valores baixos de endomorfia parecem ser características específicas de pentatletas adolescentes em todas as categorias de formação, levando em consideração os dados descritivos. Nesse contexto, estudos abordando a antropometria e a composição corporal retratam o perfil de atletas adolescentes, que podem ser diferentes de acordo com as modalidades esportivas[21-24]. Os resultados de nosso estudo podem ser adicionados à ciências do esporte como primeiros com pentatletas adolescentes, considerando as dificuldades de realização de estudos com pentatletas em virtude de serem poucos os atletas com predisposição para a prática de cinco distintas modalidades esportivas.

Entretanto, houve dificuldades em avaliar todos os participantes durante os três campeonatos brasileiros, por motivos como, atletas chegando de viagem momentos antes do início da competição, constrangimento com os instrumentos de avaliação da maturação sexual ou a recusa em participar, atrapalharam o desenho do estudo, pois impediram um maior quantitativo de atletas avaliados nos dois anos em que participava da categoria. Estas ocorrências foram consideradas limitações deste estudo, pois reduzem a precisão da abordagem longitudinal-misto.

CONCLUSÕES

O estado maturacional, representado pela maturação sexual, mostrou ser um potencial influenciador nos resultados de competições na categoria Jovem D. A estatura, envergadura, massa corporal, massa magra e circunferência de tórax foram maiores nos atletas destaques nesta categoria. As categorias Jovens C e D também podem sofrer com os efeitos dos diferentes momentos maturacionais, pois ainda apresentam atletas púberes, também necessitando de cuidados especiais da equipe multidisciplinar. A maior idade cronológica sugere maior idade relativa dos atletas destaques, favorecendo maior experiência na modalidade esportiva e a maturação mais avançada. O baixo percentual de gordura, massa magra desenvolvida, a envergadura maior que a estatura, somatótipo com maiores valores da mesomorfia, seguido da ectomorfia e com valores baixos de endomorfia mostraram ser características específicas de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino e devem ser utilizados como subsídios iniciais no âmbito do treinamento, prescrição de dietas e na seleção e orientação de talentos esportivos.

REFERÊNCIAS

1- Fonseca-junior SJ, Loureiro LL, Feital E, Pierucci APT. Impact of detraining on anthropometry of adolescents athletes. *Rev Bras Med Esporte* 2014, 20 (5), p398-401.

2- Le Meur Y, Hausswirth C, Abbiss C, Baup Y, Dorel S. Performance factors in the new combined event of modern pentathlon, *J Sports Sci* (2010), 28(10), p1111-1116.

3- Le Meur Y; Dorel S; Baup Y; Guyomarch JP; Roudaut C; Hausswirth C. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. *Eur J Appl Physiol* (2012), v112, p2583-2593.

4- Malina RM, Bouchard C; Bar-Or. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Human Kinetics, 2004, 2ed, 728p.

5- Cobley S, Baker J, Wattie N, McKenna J. Annual Age-grouping and athlete development. *Sports Med* 2009, 39(3):235-256.

6- Loyd RS, Oliver JL, Radnor JM, Rhodes BC, Faigenbaun AD, Myer GD. Relationship between functional movement screen scores, matration and physical performance in young soccer players. *J Sports Sci* 2014, 13(5): p1-9.

7- Pearson DT, Naughton GA, Torode M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent indentification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport* 2006, 9(4), p277-287.

8- Tanner JM. *Growth at adolescent*. Oxford: Blackwell Scientific 1962, 402p.

9- Morris NM, Udry JR. Validation of a self-administered instrument to assess stages of adolescent development. *J Youth Adolesc* 1980, 9, 271-280.

10- Lohman TG. *Anthropometric Standartization Reference Manual*, Champaign, Ilinois:Human Kinetics Books 1991, 302p.

11- Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping development and applications*.New York – USA: CambridgeUniversity Press. 1990.

12- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau CA, Horswill CA, Stillman, Van Loan MD, Bemben DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Ann Hum Biol 1988*, 60(5), p709-723.

13- Durnin JVGA, Rahaman NM. Assessment ofthe amount offat inthe human body from measurements of skinfold thicknesses. *Br J Nutr* 1967, 21, p681-9.

14- Durnin JVGA & Womersley J. Body fat assessed from total density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974, v32, p77-97.

15- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density:analysis of methods. In: *Techniques for Measuring Body Composition*, [J Brozek and A Henschel, editors], p 223–234. Washington, DC:National Academy of Sciences 1961.

16- Manuscrito 1

17- Chinn S. Mixed longitudinal studies: their efficiency for the estimation of trends over time. *Ann Hum Biol* (1988), 15(6), p443-454.

18- Souza EF, Da Costa TH, Nogueira JA, Vivaldi LJ. Assessment of nutrient and water intake among adolescent from sports federations in the Federal District, Brazil. *Br J Nutr* 2008, 99(6):1275-83.

19- Schmidt CP, Zwingenberg S, Walther A, Reuter A, et al. Prevalence of low back pain in adolescent athletes- an epidemiological investigation. *Int J Sports Med* 2014, 35(8):684-9.

20- Côté J, MacDonald DJ, Baker J, Abernethy B. When “where is more important than Birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise, *J Sports Sci* 2006, 24(10), p1065-1073.

21- Aerenhouts D, Delecluse C, Hagman F, Taeymans J, Debaere S, Van Gheluwe BV, Clarys P. Comparison of anthropometric characteristics and sprint start performance between elite adolescent an adult sprint athletes. *Eur J Sport Sci* 2012, 12(1):9-15.

22- Sanchez-Muñoz C, Sanz D, Zabala M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotipe of elite junior tennis players. *Br J Sports Med* 2007 v41, p793-799.

23- Barlow MJ, Findlay M, Gresty K, Cooke C. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci* 2014, 14(Suppl1),S171-7.

24- Sedeaud A, Marc A, Schipman J, Schaal K, Danial M, Guillaume M, Berthelot G, Toussaint JF. Secular trend: morphology and performance. *J Sports Sci* 2014, 32(12): p1146-54.

5.3 MANUSCRITO 3

ANTROPOMETRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E MATURAÇÃO SEXUAL DE PENTATLETAS ADOLESCENTES NAS CATEGORIAS FEMININAS.

Artigo para ser traduzido e submetido ao periódico “The Journal of Strength and Conditioning Research”.

Observação: As referências bibliográficas seguem as normas da revista indicada.

RESUMO

A antropometria, a composição corporal e a maturação sexual são comumentes investigadas em atletas adolescentes. Entretanto, o pentatlo moderno apresenta escassez de estudos com atletas em formação. Em nosso estudo avaliamos medidas antropométricas, a composição corporal e a maturação sexual de atletas adolescentes do sexo feminino nas categorias Jovens A, B, C e D, com abordgem longitudinal-misto. Sete meninas foram avaliadas nas três edições do campeonato brasileiro, 18 em duas e 30 em uma, totalizando 87% das participações nas três edições. Foram analisadas a idade cronológica, massa corporal, estatura, envergadura, componentes do somatótipo, a composição corporal por meio de equações de dobras cutâneas e a maturação sexual pela menarca e estágios de desenvolvimento de mama. Comparações estatísticas foram realizadas entre atletas “destaques” e “não destaques” em cada categoria investigada, adotando como significância $p<0,05$. As avaliações dos resultados permitiram concluir que a idade relativa, envergadura e o somatótipo antropométrico devem ser considerados na avaliação de pentatletas. A idade da menarca foi considerada baixa para atletas de uma modalidade que exige treinamentos intensos. Menores proporções de meninas menarqueadas nas categorias Jovens D e C mostram a tendência de atraso maturacional. Os valores encontrados na gordura corporal foram considerados altos para as exigências deste desporto. Os resultados obtidos são

referências iniciais da antropometria, composição corporal e maturação sexual de pentatletas Jovens D, C, B e A.
Palavras chaves: Estado maturacional, menarca e somatótipo.

ABSTRACT

Anthropometry, body composition and sexual maturation in adolescents pentathletes in females categories.

The anthropometry, body composition and sexual maturation are usually investigated in adolescent athletes. The modern pentathlon is a sport that presents scarcity studies with adolescent athletes. The aim of the study was to analyze anthropometric measurements, body composition and sexual maturation of adolescent female athletes in Youngs A, B, C and D categories, with mixed-longitudinal approach. Seven girls were evaluated in three editions of the Brazilian championship, 18 in two and, 30 in one, with 87% of the athletes evaluated in three editions. Age chronological, body mass, height, envergadure, components of somatotype, body composition by skinfold equations and sexual maturation by menarche and breast development stages were analyzed. The descriptive statistics followed by statistical comparisons were made between “highlights athletes” and “non highlights athletes” ($p<0.05$). The evaluation of results showed that the relative age, and anthropometric somatotype should be considered in evaluating these athletes. The menarche age was low for athletes in a sport that requires intense training. Smaller proportions of menarqueadas girls in the categories highlights athletes Young D and C show the trend of maturational delay. The values found in body fat were higher for the demands of this sport. The results are initial references anthropometry, body composition and sexual maturation pentathletes Young D, C, B and A.
Key words: Modern Pentathlon, maturational status, menarche, somatotype

INTRODUÇÃO

O pentatlo moderno foi introduzido nos Jogos Olímpicos de Helsink em 1912 e inicialmente era disputado apenas por homens. A presença de mulheres em competições oficiais ocorreu somente nos Jogos Olímpicos de 2000 em Sidney[1]. Em um contexto geral, este desporto apresenta maiores dificuldades no processo da seleção e orientação de talentos esportivos, pois é formada por atividades esportivas de características diferenciadas, necessitando de uma predisposição natural do atleta para enfrentar uma alta carga horária em treinamentos específicos de esgrima, natação, hipismo, tiro e corrida em todas as fases de formação.

Ao analisar estudos científicos que especificaram o sexo feminino, Claessens *et al.*[2] apresentou as características antropométricas de pentatletas participantes do Campeonato do Mundo de 1989. Importante destacar que, com a alteração das regras em 2010, modificações nos parâmetros fisiológicos e antropométricos podem ter ocorrido. Em adendo, informações que favoreçam o processo de treinamento das pentatletas são limitadas, havendo poucos estudos com o masculino abordando sobre estratégias e demandas fisiológicas do evento combinado[3,4].

No que tange ao processo de seleção e orientação do pentatleta ainda há carência de estudos. Recentemente o estudo de Fonseca-Junior *et al.*[5] apresentou características antropométricas e de composição corporal de atletas adolescente de uma Federação Brasileira, analisando os efeitos do destreinamento provocados pela fase de transição. Entretanto, os dados não foram analisados especificando diferentes categorias do pentatlo moderno.

Como em outras modalidades esportivas, este desporto também é dividido por categorias, sendo que nas iniciais ocorrem apenas natação e o combinado de corrida e tiros, com posterior inclusão da esgrima e do hipismo. No entanto, pela complexidade de tais atividades, a atleta desde o início do trinamento pratica a iniciação esportiva em todas as modalidades, estando submetida aos efeitos do treinamento de cada desporto, no que diz respeito ao desenvolvimento físico e maturacional[6,7].

Desde o processo de seleção e orientação do talento esportivo, a antropometria e a composição corporal estão entre os parâmetros de avaliação de atletas, havendo diferentes estudos que elaboram referências específicas de tais medidas por modalidades esportivas, auxiliando na prescrição do treinamento e elaboração de dietas específicas[8,9,10]. Vale ressaltar que o desenvolvimento maturacional deve ser levado em consideração para melhor

interpretação dos resultados, pois atletas de mesma idade cronológica podem estar em momentos maturacionais diferentes[8,10,11]. No que tange o sexo feminino, o atraso maturacional está relacionado a um melhor desempenho motor em determinadas modalidades esportivas[11,12].

O pentatlo moderno, entretanto, ainda é carente de estudos com tais propostas, havendo necessidade de estudos que norteiem o processo de seleção e orientação de talentos, a prescrição do treinamento e elaboração de dietas específicas de adolescentes. Com a expectativa da realização dos jogos olímpicos no Brasil, surge o interesse de formar atletas, vislumbrando uma boa participação do país no evento. Desta forma, o objetivo do estudo foi analisar as características antropométricas, da composição corporal e da maturação sexual de atletas adolescentes das categorias Jovens D, C, B e A do sexo feminino praticantes de pentatlo moderno do sexo feminino, participantes de Campeonatos Brasileiros.

MÉTODOS

Atletas e recrutamento

A população do estudo foi composta de meninas participantes dos Campeonatos Brasileiros de Pentatlo Moderno de 2012, 2013 e 2014, nas categorias jovens D, C, B e A, com idades situando entre 11,00 e 18,99 anos de idade. Conforme a proposta de estudo misto-longitudinal, houve atletas que participaram da coleta uma, duas ou três vezes, de acordo com a quantidade de participações nos campeonatos e o aceite em participar do estudo, o que possibilitou a análise de parte da amostra em dois anos na mesma categoria. A Figura 1 apresenta o fluxograma do quantitativo de atletas participantes em cada edição do campeonato brasileiro e do quantitativo de atletas avaliados. Apresenta, ainda, o quantitativo de atletas que foram avaliados nas diferentes edições. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho através do protocolo 923/11.

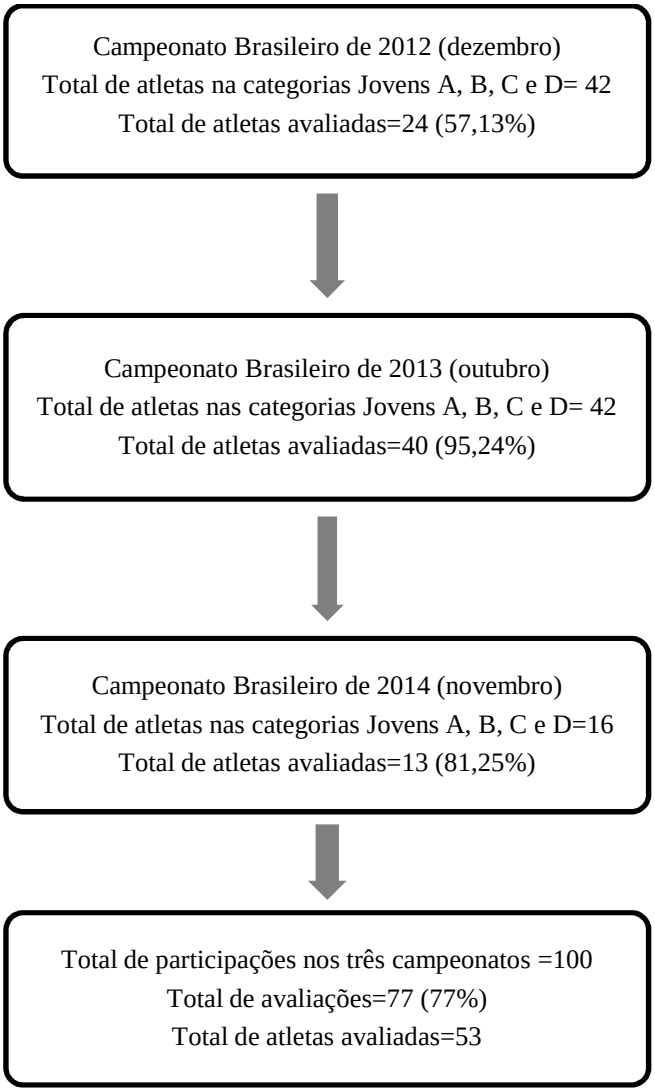


Figura 1- Fluxograma de atletas avaliadas por edições do Campeonato Brasileiro.

Na categoria Jovem D, nove atletas participaram da coleta no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto 12 meninas participaram de uma avaliação, totalizando 21 meninas e 30 avaliações. Na categoria Jovem C sete meninas participaram da coleta no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto 10 meninas participaram de uma avaliação, totalizando17 meninas e 24 avaliações. Na categoria Jovem B, três atletas participaram das avaliações no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto seis atletas participaram de uma avaliação. Na categoria Jovem A, quatro atletas foram avaliadas no primeiro e segundo ano de categoria, enquanto três atletas participaram de uma avaliação.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, a Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno autorizou a realização da coleta de dados durante a chegada ao local de hospedagem para a competição. Todos os responsáveis pelas equipes participantes foram comunicados do estudo e de todos os seus procedimentos, informando aos responsáveis e atletas sobre as avaliações que foram realizadas durante a pesquisa. A coleta de dados foi realizada entre os períodos de chegada ao hotel e o início do evento, em horários marcados de acordo com a disponibilidade pessoal de cada atleta. Somente participaram do estudo as atletas que quiseram participar e tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável.

Foi realizada uma anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelas atletas com auxílio dos pais ou treinadores, sendo possível adquirir além dos dados pessoais, as características referentes ao tempo de prática do pentatlo moderno e de horas semanais dedicadas ao treinamento.

Posteriormente foi realizada a autoavaliação dos estágios de maturação sexual, utilizando-se dos cinco estágios de desenvolvimento de genitálias, conforme foi propagado por Tanner[13], havendo uma prévia explicação sobre a padronização fotográfica para os atletas por parte do pesquisador. Em seguida, individualmente, apenas com o auxílio de desenhos ilustrativos, com explicações sobre cada estágio[14], que foram utilizados para evitar maiores erros sobre o verdadeiro estágio a ser marcado, as atletas concluíram esta avaliação. Assim, também foi possível a classificação em pré-púberes (estágio 1), púberes (estágio 2 ao 4) e pós-púberes (estágio 5).

Em sequência, as medidas antropométricas foram tomadas. A massa corporal foi medida em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,1kg[15]. A estatura foi verificada com um estadiômetro de aço da marca WCS com precisão de 0,1cm[15]. A envergadura foi medida pela distância entre os dactylons direito e o esquerdo, com os braços em abdução e antebraço em supinação[15]. A medida de cintura foi tomada entre a crista ilíaca e a última costela[15]; o quadril foi medido na região de maior circunferência[15] e o braço forçado foi medido com o indivíduo em pé com o braço flexionado formando um ângulo de 90° com o tronco e com o antebraço, usando o apoio da outra mão como resistência a contração, sendo medido o ponto de maior volume[16]. As medidas foram realizadas com uma fita de precisão de 0,1cm da marca WCS.

As dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, supraespinhal, suprailíaca, abdominal, coxa e perna medial foram medidas três vezes ao lado direito do corpo por um único e experiente avaliador, com um adipômetro científico tipo *harpenden* da marca Cescorf, com precisão de 0,1cm; em casos de discordâncias superiores a 5%, entre algumas das três medidas, uma nova série de medidas foi realizada; o resultado final foi a média aritmética das três medidas. Todas as medidas foram realizadas no ponto anatômico indicado no estudo original das equações utilizadas para o cálculo da densidade corporal, do percentual de gordura e do somatótipo[15-19].

Os diâmetros biepicondilares de fêmur e úmero foram medidos com um paquímetro da marca WCS com precisão de 0,1cm[16].

Foi calculado o percentual de gordura pela equação de Slaughter *et al*.[17] nas atletas da categoria Jovem D. Nas atletas Jovens C, B e A optou-se pelas equações de densidade corporal de Durnim e Rahaman[18] e Durnin e Womersley[19], para adolescentes de 13,2-16,4 e acima de 16,4 anos de idade, respectivamente; posteriormente realizou-se o cálculo do percentual de gordura com a equação de Siri[20], considerando a melhor concordância com o DXA em atletas adolescentes na puberdade de pentatlo moderno desta faixa etária (artigo 1 em submissão[21]). Posteriormente foram calculadas as massas gorda e magra. Para melhor interpretação da variável gordura corporal foi realizado somatório de sete dobras cutâneas com as medidas realizadas conforme Lohman[15](tríceps, bíceps, subescapular, abdominal, suprailíaca, coxa e perna medial).

Os componentes do somatótipo antropométrico propostos Carter e Heath em 1967[16], que permitem a análise da biotipologia de um indivíduo por meio dos componentes endomorfia (componente que envolve a gordura corporal), mesomorfia (componente que envolve o padrão músculo-esquelético) e ectomorfia (componente que envolve a linearidade), também foram analisados por meio de uma avaliação quantitativa e qualitativa.

Os resultados do campeonato brasileiro foram obtidos da Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno, que logo após o encerramento da competição passava as colocações das atletas por categoria. As atletas destaques foram separadas para comparações estatísticas da seguinte forma: estar nas três primeiras colocações na própria categoria, ou ser primeira colocada em casos de cinco ou menos competidoras. Independente da categoria de participação na competição, as atletas foram incluídas dentro das categorias adequadas para sua faixa de idade e foram incluídas nas “destaques” as classificadas de acordo com os critérios estabelecidos.

Análise estatística

Entre os procedimentos estatísticos descritivos, utilizou-se a média, o desvio padrão e o erro padrão. Os valores absolutos e relativos de atletas que tiveram ou não a menarca e os absolutos dos estágios de desenvolvimento de mama também foram observados. O teste exato de Fisher foi utilizado para comparar a proporção de atletas que reportaram ou não a menarca nas categorias D e C. A distribuição dos dados da idade cronológica, das variáveis antropométricas e das características do treinamento foram avaliadas pelas medidas de dispersão e gráficos histogramas para escolha de testes paramétricos ou não paramétricos. Desta forma, o teste U de Mann-Whitney foi utilizado para comparar "destaques" e "não destaques" na variável somatório de dobras cutâneas e na categoria Jovem D, na endomorfia nas categorias Jovem D e C e nas características do treinamento nas categorias Jovens D e C. Nas demais comparações utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes. Em todos os procedimentos, foi adotado $p<0,05$ como nível de significância. As categorias Jovens B e A só foram analisadas pelos dados descritivos devido ao baixo quantitativo de atletas "destaques".

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a idade cronológica e as características de maturação sexual, incluindo as características da menarca e estágios de desenvolvimento de mama das atletas por categoria.

Na idade cronológica (IC) foi observada diferença significativa na categoria Jovem B, sendo maior para as "destaques", nas demais categorias não houve diferença significativa, embora a média aritmética tenha valores mais elevados para as consideradas "destaques". Mesmo com maior média de IC das destaques, observou-se menor valor percentual de meninas menarqueadas em relação as não menarqueadas nas categorias D e C, embora não tenha sido encontrado diferenças significativas ($p=0,092$; $p=0,214$, respectivamente). A idade da menarca (IM) não foi comparada estatisticamente por apresentar excesso de duplicatas de valores, visto que parte das atletas participaram dois anos em uma mesma categoria. No entanto, observa-se que em todas as categorias a IM apresentou maiores valores de média nos grupos de "destaques".

A descrição dos valores absolutos dos estágios de desenvolvimento de mama permitiu analisar que as categorias Jovens D e C são as que apresentam as maiores transformações puberais, visto que nas categorias Jovens B e A há apenas duas meninas em final da

puberdade (estágio 4) e as demais são pós-púberes. Importante ressaltar que não houve destaques em estágios 1 e 5 nas categorias Jovens D e C, parecendo esta uma informação relevante para a análise do desempenho nas competições.

Tabela 1- Idade cronológica e características da maturação sexual de adolescentes atletas de pentatlo moderno do sexo feminino.

	Jovem D		Jovem C		Jovem B		Jovem A	
	D (n=7)	ND (n=23)	D (n=9)	ND (n=15)	D (n=4)	ND (n=8)	D (n=4)	ND (n=7)
IC (anos)	12,04	11,62	13,95	13,79	16,36	15,66*	18,25	17,98
DP	0,54	0,65	0,48	0,59	0,44	0,54	0,47	0,48
EP	0,20	0,14	0,15	0,15	0,22	0,17	0,22	0,17
Menarca	1	6	3	11	4	8	4	7
	14,3%	26,1%	33,3%	73,3%	100%	100%	100%	100%
IM (anos)	11,5	10,80	11,80	11,77	11,68	11,50	13,29	12,06
DP	x	0,86	1,96	0,57	11,50	1,47	1,44	1,32
EM1	x	5	x	x	x	x	x	x
EM2	3	5	x	1	x	x	x	x
EM3	3	9	4	4	x	x	x	x
EM4	1	2	5	7	x	2	x	x
EM5	0	2	x	3	4	8	4	7

D=destaques; ND=não destaques; IC=idade cronológica; IM=idade da menarca; DP=desvio padrão; EM=estágio maturacional; x=ausência de atletas; *=diferença significativa entre “destaques” e “não destaques” ($p<0,05$).

Nas tabelas 2, 3, 4 e 5 são apresentados os resultados descritivos entre “destaques” e “não destaques” da antropometria e composição corporal e das características do treinamento nas categorias Jovens D, C, B e A, respectivamente. Nas categorias Jovens D e C são apresentados o p valor das comparações estatísticas.

Nas categorias Jovens D e C não foram observados diferenças significativas em nenhuma variável antropométrica e de composição corporal, exceto na envergadura na Jovem C. Vale ressaltar, que nas categorias Jovens D e A, a média aritmética da envergadura também foi maior nas “atletas destaques”, mas sem significância.

Na categoria Jovem D foi verificado a tendência das “destaques” terem menores valores nas variáveis relacionadas à gordura corporal. O somatótipo antropométrico apresentou a qualificação meso-ectomórfica nas “atletas destaques” e meso-endomórfica para as “atletas não destaques”, com a mesomorfia predominando nos dois grupos, sendo que nas destaques o componente ectomorfia foi alto e nas “não destaques” ocorreu o mesmo com a endomorfia.

Nas categorias Jovens C e B, tanto nas “destaques” quanto nas “não destaques”, os valores de percentual de gordura merecem atenção, pois foram altos para uma população de atletas, ao levar em consideração valores reportados pela literatura[2,8,12]. Com respeito ao somatótipo, tais categorias apresentaram-se como meso-endomórfico balanceado, ou seja, com equilíbrio entre a mesomorfia e endomorfia.

Na categoria Jovem A, o percentual de gordura está de acordo com os valores referenciados na literatura para atletas[2,8,12], a mesomorfia continua sendo maior que os demais componentes, entretanto a ectomorfia passa a ter valores elevados, com a avaliação qualitativa apresentando-se como central (equilíbrio entre os componentes) nas “destaques” e meso-ectomórfica nas “não destaques”.

As características do treinamento mostraram ser um dos responsáveis pelos resultados das competições, ao levar em consideração os valores descritivos de maior tempo de treinamento e a quantidade de horas semanais em treino nas comparações entre “destaques” e “não destaques” em todas as categorias, com diferenças significativas na Jovem C.

Tabela 2- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem D.

	Atletas destaques (N= 7)			Atletas não destaques (N=20)			
	Média	DP	EP	Média	DP	EP	pvalor
MC (kg)	45,01	4,89	1,82	42,61	9,10	1,90	0,511
Estatura (cm)	154,88	6,00	2,25	149,39	8,16	1,69	0,112
Envergadura (cm)	158,63	4,59	1,72	149,19	16,81	3,50	0,157
%GC	19,19	5,12	1,94	21,33	4,53	0,93	0,300
MG (kg)	8,80	3,36	1,26	9,32	3,85	0,79	0,757
MM (kg)	36,20	2,50	0,93	33,28	5,89	1,23	0,218
Σ7DC (mm)	69,16	34,66	6,96	87,05	33,36	1,94	0,229
Cintura (cm)	66,30	8,36	3,16	66,36	7,42	1,56	0,987
Quadril (cm)	81,56	3,11	1,18	82,10	7,45	1,56	0,789
Endomorfia	2,87	1,66	0,63	3,70	1,65	0,33	0,252
Mesomorfia	4,10	0,75	0,29	4,09	0,87	0,17	0,961
Ectomorfia	3,32	0,77	0,28	2,91	1,09	0,23	0,349
Tempo PM(meses)	16,23	11,89	4,50	16,13	14,74	3,08	0,985
Horas/semana	16,20	6,30	2,38	12,59	4,02	0,84	0,191

MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 3- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem C.

	Atletas destaques (N= 9)			Atletas não destaques (N=15)			
	Média	DP	EP	Média	DP	EP	pvalor
MC (kg)	51,24	8,46	2,81	51,62	10,12	2,62	0,924
Estatura (cm)	160,65	5,36	1,79	159,36	5,80	1,50	0,596
Envergadura (cm)	167,71	3,31	1,09	161,34	7,36	1,90	0,009*
%GC	26,00	5,69	1,89	25,72	4,60	1,18	0,892
MG (kg)	13,48	4,35	1,45	13,61	4,68	1,21	0,948
MM (kg)	37,75	5,61	1,87	38,00	5,84	1,50	0,915
Σ7DC (mm)	79,92	34,80	11,60	89,58	32,70	8,43	0,501
Cintura (cm)	67,69	6,09	2,03	71,62	8,20	2,12	0,242
Quadril (cm)	85,60	6,09	2,03	87,58	8,36	2,15	0,544
Endomorfia	3,49	1,85	0,62	3,67	1,37	0,36	0,806
Mesomorfia	3,68	0,60	0,20	3,83	1,15	0,30	0,705
Ectomorfia	3,40	1,43	0,47	2,94	1,46	0,38	0,460
Tempo PM(meses)	33,33	11,42	3,80	19,60	11,93	3,08	0,011*
Horas/semana	20,05	4,88	1,61	14,17	6,56	1,68	0,030*

*($p<0,05$); MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 4- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem B.

	Atletas destaques (n= 4)			Atletas não destaques (n=8)		
	Média	DP	EP	Média	DP	EP
MC (kg)	56,32	5,15	2,56	56,67	3,76	1,32
Estatura (cm)	163,87	2,10	1,05	162,74	4,40	1,56
Envergadura (cm)	162,49	3,32	1,66	163,87	6,63	2,34
%GC	25,00	3,46	1,73	26,44	3,87	1,37
MG (kg)	14,21	3,14	1,56	14,93	2,13	0,74
MM (kg)	42,10	2,04	1,01	41,73	3,89	1,37
Σ7DC (mm)	81,59	17,75	8,86	90,74	24,08	8,50
Cintura (cm)	69,57	5,57	2,77	68,85	4,17	1,48
Quadril (cm)	90,75	4,38	2,19	89,69	5,76	2,03
Endomorfia	3,49	0,87	0,42	3,83	1,14	0,41
Mesomorfia	3,86	1,04	0,52	4,16	0,67	0,23
Ectomorfia	2,75	0,96	0,48	2,45	0,48	0,17
Tempo PM(meses)	20,25	18,23	9,10	20,25	18,23	9,10
Horas/semana	22,24	6,33	3,16	19,49	7,51	2,66

MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

Tabela 5- Antropometria, composição corporal e características do treinamento da categoria Jovem A.

	Atletas destaques (n= 4)			Atletas não destaques (n=7)		
	Média	DP	EP	Média	DP	EP
MC (kg)	53,39	5,69	2,84	53,11	2,39	0,90
Estatura (cm)	164,00	3,37	1,67	163,78	3,90	1,48
Envergadura (cm)	167,25	2,74	1,38	163,13	5,34	2,02
%GC	22,92	7,63	3,81	21,48	3,26	1,22
MG (kg)	12,56	5,43	2,70	12,41	3,26	1,22
MM (kg)	40,83	1,08	0,54	41,65	1,16	0,43
Σ7DC (mm)	72,95	41,90	20,95	60,66	13,46	5,08
Cintura (cm)	69,54	6,84	3,42	67,53	1,30	0,50
Quadril (cm)	86,70	4,38	2,19	87,90	2,12	0,79
Endomorfia	3,26	1,97	0,98	2,30	0,49	0,19
Mesomorfia	3,61	1,69	0,84	3,87	0,84	0,32
Ectomorfia	3,37	1,71	0,84	3,32	0,65	0,24
Tempo PM(meses)	49,00	21,25	10,62	35,13	16,77	6,34
Horas/semana	32,49	4,11	2,05	27,36	8,06	3,05

MC=massa corporal; %GC=percentual de gordura corporal; MG=massa gorda; MM=massa magra; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas; PM=pentatlo moderno.

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são relevantes pela descrição da antropometria, composição corporal e maturação sexual de pentatletas adolescentes do sexo feminino em quatro categorias. A análise comparativa entre atletas “destaques” e “não destaques” permitiu analisar diferenças específicas dentro de cada categoria de formação de acordo com o nível competitivo. Segundo Sedeaud *et al.*[9] esta é uma tendência atual dos estudos com atletas no âmbito da antropometria. Ademais, o acompanhamento de parte desses atletas com a abordagem longitudinal-misto parece ter garantido melhores resultados no que tange aos efeitos do treinamento nas variáveis estudadas, visto que parte da amostra foi avaliada em dois anos na mesma categoria[22].

As categorias Jovens D, C, B e A representam oito anos da adolescência, ou seja, de um período de intensas transformações psicossomáticas[12,23]. Importante destacar que a análise da antropometria, da composição corporal e da maturação sexual em cada categoria permitiu um acompanhamento detalhado por faixas etárias e dos possíveis impactos do treinamento causados pelas intensas cargas de treinos, que podem ser observadas na variável horas por semana de treinos. Entretanto, ao levar em consideração que a partir da categoria Jovem C já é comum a presença de meninas pós-púberes devido à faixa de idade, fase que as transformações somáticas são reduzidas, a não ocorrência de significância estatística nas comparações entre “destaques” e “não destaques” pode ter uma associação com o fim da puberdade.

A diferença da média de idade cronológica das atletas dentro da própria categoria demonstra mais anos de vida para as atletas “destaques”. Esses resultados parecem relevantes e corroboram informações de estudos a respeito da idade relativa, que é a diferença de idade dentro da mesma categoria. Neste caso, o nascimento nos primeiros meses do ano pode favorecer resultados positivos em competição no segundo ano da categoria, pois podem ocorrer diferenças de até 24 meses entre um atleta e outro na mesma competição, com consequente maior avanço maturacional e, no pentatlo moderno, maior tempo (experiência) de treinamento[24,25]. Desta forma, as diferenças observadas nas variáveis tempo de treinamento e horas de treino por semana podem estar associadas à idade relativa e tais características terem parte da responsabilidade dos resultados positivos das atletas “destaques”.

Quanto as avaliações da maturação sexual, com exceção das “destaques” na categoria Jovem A, que apresentaram média da menarca mais alta que a média de não atletas do Brasil (12,24 anos)[26], país de origem das atletas deste estudo, os resultados podem ser considerados

baixos para atletas de um desporto que exige treinamentos intensos e carga horária de treinamento elevada. Estudos abordando a menarca de atletas de determinadas modalidades esportivas apontam para um atraso decorrente de fatores estressantes no período pré-menarca, ao balanço energético negativo, ao baixo percentual de gordura necessário para um bom desempenho, o que gera alterações hipotalâmicas e a liberação dos hormônios sexuais femininos, e do processo natural de seleção desportivo, que valoriza atletas magras com medidas de quadril reduzido e alta estatura[27-30].

Entretanto, nas categorias Jovens D e C, mesmo sem significância estatística, foi observado valores percentuais maiores de atletas menarqueadas no grupo de não destaques em comparação às destaques, que apresentaram em análise descritiva IM e IC maiores. Tais resultados apontam que as atletas "destaques" não menarqueadas destas categorias podem futuramente elevar a média da IM. Portanto estas categorias necessitam de cuidados especiais da equipe multidisciplinar, pois contam com atletas nas fases pré-puberal e puberal, que por serem de grandes transformações somáticas podem necessitar de suporte nutricional adequado a intensidade de treinos[12,30]. Nas demais categorias, todas as atletas já eram menarqueadas e apresentaram-se no período pós-puberal, que corresponde ao fim da puberdade.

Outro aspecto relevante foi os altos valores encontrados nas variáveis relacionadas à gordura corporal observados nas atletas das categorias Jovens B e C, embora sejam submetidas a treinamento intenso. A origem desportiva dessas atletas deve ser levada em consideração na avaliação desses resultados. Nesse sentido, as atletas que tiveram seu início esportivo na natação, modalidade que sofre menos com os efeitos do treinamento por não haver impactos corpóreos e pela gordura corporal auxiliar na flutuabilidade e facilidade de aprendizado do nado[31], e posteriormente migraram para o pentatlo moderno, podem ter elevado a média da gordura corporal. Como as "destaques" também apresentaram alta quantidade de gordura corporal, outra explicação pode ser o nível das participantes destas categorias não ser tão elevado.

Dentre as demais medidas antropométricas utilizadas neste estudo, parece importante destacar a mesomorfia maior em todas as categorias e níveis competitivos, o que pode ter ocorrido devido aos efeitos do treinamento, como também ao processo natural de seleção de talentos esportivos, visto que este componente está relacionado à magnitude músculo esquelético[14]. A envergadura, medida importante na natação e na esgrima[12] também parece relevante para o futuro pentatleta. Todavia, nesta medida, as atletas destaques apresentaram maiores valores na categoria Jovem B e maiores médias, sem significância estatística, nas categorias Jovens D e A.

A dificuldade de avaliar todas as participantes durante as três edições do campeonato brasileiro, por motivos de chegada à cidade que foi realizado o evento próximo ao início da competição, constrangimento com os instrumentos de autoavaliação da maturação sexual ou a simples recusa em participar foram limitadores deste desenho de estudo, pois impediram um maior quantitativo de atletas avaliados nos dois anos da categoria. A continuação do estudo, com abordagem longitudinal, nas atletas da categoria Jovem D, parece importante para analisar os efeitos do treinamento para o pentatlo moderno na antropometria, composição corporal e maturação sexual.

CONCLUSÕES

A idade relativa, a envergadura e o somatótipo antropométrico devem ser considerados no processo de treinamento, de seleção e orientação de talentos esportivos de pentatletas do sexo feminino. A IM foi baixa para atletas de uma modalidade que exige treinamentos intensos. Entretanto, menores proporções de meninas menarqueadas nas categorias Jovens D e C mostram a tendência de atraso maturacional em parte destas atletas que estavam em pleno desenvolvimento puberal. Os altos valores encontrados em variáveis que mediram a gordura corporal podem ser explicados pela origem da atleta na natação ou devido a um baixo nível físico-técnico dessas atletas. Os resultados deste estudo podem ser utilizados como referências antropométricas, de composição corporal e da maturação sexual de atletas adolescentes de pentatlo moderno nas categorias Jovens D, C, B e A.

REFERÊNCIAS

1 International Union of Pentathlon Modern (UIPM). History. In http://www.pentathlon.org/olympics/history/. Acessado em 23 de outubro de 2014.

2 Claessens AL, Hlatky S, Lefevre J, Holdhaus H. The role of anthropometric characteristics in modern pentathlon performance in female athletes. *J Sports Sci* 1994,12(4):391-401.

3 Le Meur Y, Dorel S, Baup Y, Guyomarch JP, Roudaut C, Hausswirth C. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. *Eur J Appl Physiol* 2012, 112, p2583-2593.

4 Le Meur Y, Hausswirth C, Abbiss C, Baup Y, Dorel S. Performance factors in the new combined event of modern pentathlon, *J Sports Sci* 2010, 28(10):1111-1116.

5 Fonseca-Junior SJ, Loureiro LL, Feital E, Pierucci APT. Impact of detraining on anthropometry of adolescents athletes. *Rev Bras Med Esporte*2014, 20(5), p398-401.

6 Erlandson MC, Sherar LB, Mirwald RL, Mafjulli N, Baxter-Jones ADG. Growth and maturation of adolescent female gymnast swimmers and tennis players. *Med Sci Sports Exerc* 2008, 40(1): 34-42.

7 Georgopoulos NA, Markou KB, Theodoropoulou A, Vagenakis GA, Mylonas P, Vagenakis AG. Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Hormones* 2004, 3(4):233-243.

8 Sanchez-Muñoz C, Sanz D, Zabala M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotipe of elite junior tennis players. *Br J Sports Med* 2007, 41:793-799.

9 Sedeaud A, Marc A, Schipman J, Schaal K, Danial M, Guillaume M, Berthelot G, Toussaint JF. Secular trend: morphology and performance. *J Sports Sci* 2014, 32(12): p1146-54.

10 Pearson DT, Naughton GA, Torode M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent indentification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport* 2006, 9:277-287.

11 Malina RM, Baxter-Jones ADG, Armstrong N, Beunen GP, Caine D, Daly RM, Lewis RD, Rogol AD, Russel K. Role of Intensive Training in the Growth and Maturation of Artistic Gymnasts. *Sports Med*2013, 43:783-802.

12 Malina RM, Bouchard C; Bar-Or. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Human Kinetics, 2004, 2ed, 728p.

13 Lohman TG. *Anthropometric Standartization Reference Manual*, Champaign, Ilinois:Human Kinetics Books 1991, 302p.

14 Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping development and applications.*New York – USA: CambridgeUniversity Press. 1990.

15 Tanner JM. *Growth at adolescent*. Oxford: Blackwell Scientific 1962, 402p.

16 Morris NM, Udry JR. Validation of a self-administered instrument to assess stages of adolescent development. *J Youth Adolesc* 1980, 9:271-280.

17 Slaughter MH, Lohman TG, Boileau CA, Horswill CA, Stillman, Van Loan MD, Bemben DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Ann Hum Biol* 1988, 60(5):709-723.

18 Durnin JVGA, Rahaman NM. Assessment ofthe amount offat inthe human body from measurements of skinfold thicknesses. *Br J Nutr* 1967, 21:681-9.

19 Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974, 32:77-97.

20 Siri WE (1961) Body composition from fluid spaces and density:analysis of methods. In: *Techniques for Measuring Body Composition*, [J Brozek and A Henschel, editors], p 223–234. Washington, DC:National Academy of Sciences.

21 Manuscrito 1

22 Chinn S. Mixed longitudinal studies: their efficiency for the estimation of trends over time. *Ann Hum Biol* 1988, 15(6):443-454.

23 Malina RM, Ignasiak Z, Rosek K, Slawinska K, Domaradzki J, Fugiel J, Kochan K. Growth, Maturity, functional characteristics of female athletes 11-15 years of age. *Human Movement* 2011, 12(1): 31-40.

24 Côté J, MacDonald DJ, Baker J, Abernethy B. When “where is more important than Birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise, *J Sports Sci* 2006, 24(10):1065-1073.

25 Cobley S, Baker J, Wattie N, McKenna J. Annual Age-grouping and athlete development. *Sports Med* 2009, 39 (3):235-256.

26 Klug DP, Fonseca PHS. Análise da maturação feminina: um enfoque na idade de ocorrência da menarca. *Rev Educ Fís* 2006; 17:139-147.

27 Muñoz MT, Piedra C, Barrios V, Garrido G, Argente J. Changes in bone density and bone markers in rhythmic gymnasts and ballet dancers: implications for puberty and leptin levels. *Eur J Endocrinol*. 2004; 151:491-496.

28 Kasa-Vubu JZ, Borer KT, Rosenthal A, Meckmongkol T. Twenty-four hour growth hormone and leptin secretion in active postpubertal adolescent girls: impact of fitness, fatness, and age at menarche. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006; 91:3925-40.

29 Mishra GD, Cooper R, Tom SE, Kuh D. Early life circumstances and their impact on menarche and menopause. *Womens Health* (Lond Engl). 2009; 5:175-190.

30 Schtscherbyna A, Soares EA, Oliveira FP, Ribeiro BG. Female athlete triad in elite swimmers of the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Nutrition.* 2009; 25:634-9.

31 Milanese C, Piscitelli F, Cavedon V, Zancanaro C. Effect of distinct impact loading sports on body composition in pré-menarcheal girls, *Science Et Sports*2014, 29:10-19.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos apresentados são os primeiros subsídios para atletas adolescentes de pentatlo moderno em formação desportiva e sugerem a utilização de uma equação com dobras cutâneas desenvolvida para não atletas, ser aplicada com atletas de pentatlo moderno, após análise da validade cruzada. Referências iniciais elaboradas para a antropometria, composição corporal e maturação sexual foram apresentadas em diferentes categorias, devendo ser utilizadas, dentro da prática avaliativa de desempenho motor e estado nutricional, pela equipe multidisciplinar de treinamento, no cotidiano esportivo.

Dentre as equações preditivas para adolescentes com dobras cutâneas utilizadas neste estudo, as de Durnin e Rahaman (1967) e Durnin e Womersley (1974) para avaliar a densidade corporal, utilizando a equação de Siri para determinação da composição corporal, foi a de melhor validade com o DXA em atletas do sexo feminino. As mesmas equações, tanto utilizando a equação de Siri quanto a de Weststrate e Deuremberg, para determinar o percentual de gordura corporal em púberes e pós-púberes do sexo masculino, foram as que apresentaram melhores validades.

As equações propostas por Slaughter *et al.* (1988), embora muito citada na literatura, têm valores de percentual de gordura subestimados em atletas adolescentes de ambos os sexos quando comparadas ao DXA.

Novos estudos com atletas adolescentes seriam importantes no que tange a elaboração de equações preditivas mais precisas com as medidas de dobras cutâneas.

No sexo masculino, o estado maturacional, representado pela maturação sexual, mostrou ser um potencial influenciador nos resultados de competições na categoria Jovem D. A estatura, envergadura, massa corporal, massa magra e circunferência de tórax foram maiores nos “atletas destaques” desta categoria. As categorias Jovens C e B também podem sofrer com os efeitos dos diferentes momentos maturacionais, pois ainda apresentam atletas púberes, necessitando de cuidados especiais da equipe multidisciplinar.

Ainda sobre o masculino, a maior idade cronológica sugere idade relativa mais alta dos atletas destaques, favorecendo maior experiência na modalidade esportiva e o estado maturacional mais avançado. O baixo percentual de gordura, massa magra desenvolvida, a envergadura maior que a estatura, somatótipo com maiores valores da mesomorfia, seguido da ectomorfia e com valores baixos de endomorfia mostraram ser características específicas de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino e devem ser utilizadas como

referências no âmbito do treinamento, prescrições de dietas, na seleção e orientação de talentos esportivos.

No sexo feminino, a idade relativa, envergadura e o somatótipo antropométrico, devido seus resultados apresentarem especificidades para o pentatleta adolescente, devem ser considerados no processo treinamento, de seleção e orientação de talentos esportivos. A idade da menarca foi baixa para atletas de uma modalidade que exige treinamentos intensos. Entretanto, menores proporções de meninas menarqueadas nas categorias Jovens D e C mostram a tendência de atraso maturacional em parte destas atletas.

Em suma, a abordagem longitudinal-misto, por categoria, parece ter aumentado a precisão dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKLAND TR; LOHMAN TG; SUNDGOT-BORGEN J; MAUGHAN RJ; MEYER; *et al*. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. **Sports Med**, v42, n3, p227-249, 2012.

ALVES C; LIMA RV. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. **Rev Paul Pediatr**, v26, n4, p383-91, 2008.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Position stand: The female athlete triad. **Med Sci Sports Exerc**, v39, p1-9, 2007.

ÁVILA-CARVALHO; KLENTROU P; PALOMERO M; LEBRE E. Anthropometric profiles and age at menarche in elite group rhythmic gymnasts according to their chronological age. **Science and Sports**, v28, 172-180, 2013.

BAXTER-JONES ADG; MAFFULLI N. Intensive training in elite young female athletes. **Br J Sports Med**, v36 , p13-15, 2002.

BLAND JM; ALTMAN DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v8, n1, p307-10, 1986.

BOJIKIAN LP; MASSA M; MARTIN RH; TEIXEIRA CP; KISS MA; *et al.*. Auto-avaliação puberal feminina por meio de desenhos e fotos. **Rev Bras Ativ Saúde**, v7, n2, 2002.

BOJIKIAN LP; RÉ AHN; MASSA M. Aspectos Biológicos do Desenvolvimento. In: BÖHME MTS. **Esporte Infantojuvenil: Treinamento a longo prazo e talento esportivo**. Phorte editora, 2011.

BÖHME MTS. Detecção, Seleção e Promoção de Talentos Esportivos. In: BÖHME MTS. **Esporte Infantojuvenil: Treinamento a longo prazo e talento esportivo**. Phorte editora, 2011.

BÖHME MTS. O tema talento esportivo na ciência do esporte. **R Bras Ci Mov**, v15, n1, p119-26, 2007.

BRONIKOWSKI M; BRONIKOWSKA M. Motor fitness in relation to the maturation process of pubertal boys and girls. **Papers on Anthropology XVII**, p28-37, 2008.

BROZEK J; GRANDE F; ANDERSON JT; KEYS A. Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. **Ann N Y Acad Sci**, v110, 113-140, 1963.

BUTTE NF; HOPKINSON JM; WONG WW; SMITH EO; ELLIS KJ. Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. **Pediatr Res**, v47, n5, p578-585, 2000.

CABRAL BGA; CABRAL AS; VITAL R; LIMA KC; ALCANTARA T; *et al*. Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. **Rev Bras Med Esporte**, v19, n2, p99-103, 2013.

CAINE D; LEWIS R; O'CONNOR P; HOWE W; BASS S. Does gymnastics training inhibit growth of females? **Clin J Sport Med**, v11, p260-70, 2001.

CAMARGO CT; GOMEZ-CAMPOS RA; COSSIO-BOLAÑOS MA; BARBETA VJ; ARRUDA M; GUERRA-JUNIOR G. Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes. **J Sports Sci**, v32, n19, p1790-1796, 2014.

CAREL J; ROGER M; CHAUSSAIN JL. Precocious puberty and statural growth. **Hum Reprodution Update**, v 10, p 135-47, 2004.

CARTER JE; ACKLAND TR; KERR DA; STAPFF A. Somatotype and size of elite female basketball players. **J Sports Med Phys Fitness**, v46, n2, p271-80, 2006.

CARTER J. E. L.; HEATH, B. H. **Somatotyping development and applications.**New York – USA: CambridgeUniversity Press. 1990.

CASTILHO SD; PINHEIRO CD; BENTO CA; BARROS-FILHO A; COCETTI M. Secular trends in age at menarche in relation to body mass index. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v56, n3, p195-200, 2012.

CLAESSENS AL; BOURGOIS J; BEUNEN G; PHILIPPAERTS R; THOMIS M; *et al*. Age at menarche in relation to anthropometric characteristics, competition level and boat category in elite junior rowers. **Ann Hum Biol**, v30, n2, p148-59, 2003.

CLAESSENS AL; HLATKY S; LEFEVRE J; HOLDHAUS H. The role of anthropometric characteristics in modern pentathlon performance in female athletes. **J Sports Sci**, v12, n4, p391-401, 1994.

CLARYS JP; MARTIN AD; DRINKWATE DT. Gross Tissue Weights in the Human Body By Cadaver Dissection. **Hum Biol**, v56, n3, p459-473, 1984.

COELHO GMO; FARIAS ML; MENDONÇA LM; MELLO DB; LANZILLOTTI HS; et al. The prevalence of disordered eating and possible health consequences in adolescent female tennis players from Rio de Janeiro, Brasil. **Appetite**, v64, p39-47, 2013.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PENTATLO MODERNO (CBPM). **Pentatlo Moderno.** Disponível em: http://www.pentatlo.org.br/. Acesso em 05/02/2014.

CÔTÉ J; MACDONALD DJ; BAKER J; ABERNETHY B. When “where is more important than Birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise, **J Sports Sci**, v24, n10, p1065-1073, 2006.

COBLEY S; BAKER J; WATTIE N; McKENNA J. Annual Age-grouping and athlete development. **Sports Med**, v39, n3, p235-256, 2009.

DA SILVA PRP; DANIELSKI MA; CZEPIELESKI MA. Esteróides anabolizantes no esporte. **Rev Bras Med Esporte**, v8, n6, p235-43, 2002.

DADSWELL CE; PAYTON C; HOLMES P; BURDEN A. Biomechanical analysis of the change in pistol shooting format in modern pentathlon. **J Sports Sci**, v31, n12, p1294-1301, 2013.

DIAS QUITERIO AL; CARNERO EA; BAPTISTA FM; SARDINHA LB. Skeletal mass in adolescent male athletes and nonathletes: relationships with high-impact sports. **J Strength Cond Res**, v25, n12, p3439-3447, 2011.

DIXSON BJ; DIXSON AF; ANDERSON MJ. Studies of physique and sexual attractiveness: sexual preferences of men women in China. **Am J Hum Biol**, v19, n1, p88-95, 2007.

DUNCAN MJ; WOODFIELD L; NAKEEB YA. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. **Br J Sports Med**, v40, p649-651, 2006.

DURNIN JVGA; RAHAMAN NM. Assessment ofthe amount offat inthe human body from measurements of skinfold thicknesses. **Br J Nutr**, v21, 681-9, 1967.

DUSEK T. Influence of high intensity training on menstrual cycle disorders in athletes. **Croat Med J**, v42, p79-82, 2001.

DUTHIE GM; PYNE DB; HOPKINS WG; LIVINGSTONE S; HOOPER SL. Anthropometry profiles of elite rugby players: quantifying changes in lean mass. **Br J Sports Med**, v40, p202-207, 2006.

ERLANDSON MC; SHERAR LB; MIRWALD RL; MAFFULLI N; BAXTER-JONES AD. Growth and maturation of adolescent female gymnast swimmers and tennis players. **Med Sci Sports Exerc**, v40, n1, 34-42, 2008.

FERNANDES FILHO J. **A prática da avaliação física**: Testes, medidas e avaliação física em escolares, atletas e academias de ginástica. *Shape editora*, 2ed, 2003.

FIELDS DA; HIGGINS PB; HUNTER GR. Assessment of body composition by air displacement plethismography: influence of body temperature and moisture. **Dyn Med**, v3, n3, 2004.

FIGUEROA-COLON R; MAYO MS; TREUTH MS; ALDRIDGE RA; WEINSIER RL. Reproducibility of dual-energy X-ray absorptiometry measurements in prepubertal girls. **Obes Res**., v6, n4, p262-267, 1998.

FONSECA-JUNIOR SJ; LOUREIRO LL; FEITAL EM; PIERUCCI APT. Impact of detraining on anthrometry of adolescents athletes. **Rev Bras Med Esporte**, v20, n5, p398-401, 2014.

FUJII K; DEMURA S. Na approach to verifying delayed menarche in japanese female athletes. **J Sports Med Phys Fitness**, v45, p580-93, 2005.

GAGLIARDI JFL; VILLAR R; UEZU R. Avaliação Cineantropométrica. In: SILVA LRR. **Desempenho Esportivo: Treinamento com Crianças e Adolescentes**, Phorte Editora, 2ed, 2010.

GEORGOPOULOS N; *et al*. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. **J Clin Endocrinol Metab**, v12, n84, p4525-30, 1999.

GEORGOPOULOS NA; *et al*. Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. **Hormones**, v3, n4, p233-243, 2004.

GOMES-CAMPOS R; *et al*. Predicción de la maduración somatic a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. **Nutr Clín Diet Hosp**, v32, n3, p7-17, 2012.

GREULICH WW; PYLE I. **Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist**. 2ed, Stanfor, Stanford University Press, 1959.

GUEDES DP; GUEDES JERP. **Crescimento, Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes**. Ed. CLR Balieiro, 1ed, 1997.

GUEDES DP; GUEDES JERP. Somatótipo de crianças e adolescentes do município de Londrina – Paraná – Brasil. **Rev Bras Cin Des Hum**. , v1, n1, p7-17, 1999.

HEYWARD VH; STOLARCZYK LM. **Applied Body Composition Assessment**. Illinois: Human Kinetics, 1996.

HILLS AP; BYRNE NM. An overview of physical growth and maturation. **Med Sport Sci**, v55, p1-13, 2010.

HIMES JH; OBARZANEK E; BARANOWSKI T; WILSON DM; ROCHON J; McCLANAHAN BS. Early sexual maturation, body composition, and obesity in african-american girls. **Obesity Res**, v12, p64S-72S, Supplement, 2004.

HÖGSTRÖM GM, PIETILA T; NORDSTRÖM P; NORDSTRÖM A. Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. ***J Strength Cond Res,*** v26, n7, p1799-1804, 2012.

JEBB AS; COLE TJ; DOMAN D; MURGATROYD PR; PRENTICE AM. Evaluation of the novel Tanita body fat analyser to measure bdy composition by comparison with a four-compartment model. **Br J Nutr**,83(2),115-22, 2000.

JOHNSON BL; NELSON JK. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**. 3ª ed. Minneapolis: Burgess Publish Company, 1979.

KELLY TL; WILSON KE; HEYMSFIELD SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. **PLOS ONE**, v4, n9, p7038, 2009.

KISHALI NF; IMAMOGLU O; KATKAT D; ATAN T; AKYOL P. Efefects of menstrual cycle on sports performance. **Int J Neurosci**, v116, n12, p1549-63, 2006.

KISS MAPDM; BOHME MT; MANSOLO AC; DEGAKI E; REGAZZINI. Desempenho e Talento esportivo, **Rev Paul Educ Fís**, v8, N.esp, p89-100, 2004.

KJENDLIE PL;INGIER F; STALLMAN RK; STRAY-GUNDERSEN J. Factors affecting swimming economy in children and adults. **Eur J Appl Physiol**, v93, n6, p5-74, 2004.

KLUG, D.P.; FONSECA, P.H.S. Análise da maturação feminina: um enfoque na idade de ocorrência da menarca. **R Educação Física**, v17, n2, p139-147, 2006.

KNECHTLE B; KOHLER G. Influence of anthropometry on race performance in ultra-endurance triathletes in longest triathlon in North America. **Int SportMed Journal**, v8, n2, 2007.

LE MEUR Y; DOREL S; BAUP Y; GUYOMARCH JP; ROUDAUT C; HAUSSWIRTH C. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. **Eur J Appl Physiol**, v112, p2583-2593, 2012.

LE MEUR Y; HAUSSWIRTH C; ABBISS C; BAUP Y; DOREL S. Performance factors in the new combined event of modern pentathlon, **J Sports Sci**, v28, n10, p1111-1116, 2010.

LEONE M; COMCTOIS AS. Validity and reliability of self-assessment of sexual maturity in elite adolescent athletes. **J Sports Med Phys Fitness,** v47, n3,p361-5, 2007.

LINHARES RV; MATTA MO; LIMA JR; DANTAS PS; COSTA MB; FERNANDES FILHO J. Efeitos da maturação sexual na composição corporal, nos dermatóglifos, no somatótipo e nas qualidades físicas básicas de adolescentes. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v53, n1, p47-54, 2009.

LIMA COV; AMORIM PRS. Idade da menarca em jogadoras de voleibol. **R Min Educ Fis,** v10, n2, p7-18, 2002.

LOHMAN TG. Dual energy X-ray absorptiometry. In ROCHE AF; HEYMSFIELD SB; LOHMAN (eds); **Human Body Composition**. Champaign, Illinois, Human Kinetics, p63-78, 1996.

LOHMAN TG. **Advances in body composition assessment.*Current issues in exercise science*.** Champaing, Illinois: Ed Human Kinetics Publishers, 1992.

LOHAMAN TG **Anthropometric Standartization Reference Manual**, Human Kinetics Books; Champaign, Ilinois, 1991.

LUKASKI HC. Methods for assessment of human body composition: traditional and new. **Am Soc Clin Nut**, p537-556, 1987.

MACARDLE WD; KATCH FI; KATCH VL. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano.** Ed Guanabara/Koogan, 4ed, 1998.

MACCRORY MA; GOMEZ TD; BERNAUER EM; MOLÉ PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. **Med Sci Sports Exerc**, v27, p1686-91, 1995.

MAIA JAR; SILVA SAR; FREITAS LD; BEUNEN G; LEFREVE J, *et al*. Modelação da estabilidade do somatótipo em crianças e jovens dos 10 aos 16 anos de idade do estudo de crescimento da Ilha da Madeira (Portugal). **Rev Bra Cin Des Hum**, v6, n1, p36-45, 2004.

MALINA RM. Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. **Clin Sports Med**, v26, p37-68, 2007.

MALINA RM; IGNASIAK Z; ROZEK K; SLAWINSKA T; DOMARADZKI J; *et al*. Growth, Maturity, functional characteristics of female athletes 11-15 years of age. **Hum Movement**, v12, n1, p31-40, 2011.

MALINA RM; BAXTER-JONES AD; ARMSTRONG N; BEUNEN GP; CAINE D; *et al*. Role of Intensive Training in the Growth and Maturation of Artistic Gymnasts. **Sports Med**, v43, p783-802, 2013.

MALINA RM; BOUCHARD C; BAR-OR O. **Growth, Maturation, and Physical Activity. Human Kinetics**, 2ed, 728p, 2004.

MALOUSARIS GG; BERGELES NK; BARZOUKA KG; BAYIOS IA; NASSIS GP; KOSKOLOU MD. Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball player. **J Sci Med Sport**, 11, 337-344, 2008.

MATTHEWS BL; BENNELL KL; McKAY HA; KHAN KM, BAXTER-JONES AD, *et al*. The influence of dance training on growth and maturation of young females: a mixed longitudinal study. **Ann Hum Biol**, v33, n3, p342-356, 2006.

MC MANUS AM; ARMSTRONG N. Physiology of elite young female athletes. **Med Sport Sci**, v56, p23-46, 2011.

MEDEIROS RMV; ARRAIS RF; AZEVEDO JCV; MEDEIROS JA; ANDRADE RD; *et al*. Discriminant analysis of pubertal maturation in young males based on anthropometric charecteristics. **Rev Bras Cin Des Hum**, v16, n1, p96-105, 2014.

MEIRA TB; MORAES FL; BÖHME MTS. Relações entre leptina, puberdade e exercício no sexo feminino. **Rev Bras Med Esporte**, v15, n4, p306-310, 2009.

MEIRA TB; NUNOMURA M. Interação entre a leptina, ginástica artística, puberdade e exercício em atletas do sexo feminino. **Rev Bras Ci Esporte**, v32, n1, p185-99, 2010.

MIDYETT LK; MOORE WV; JACOBSON JD. Are pubertal changes in girls before age 8 bening? **Pediatrics**, v111, n1, 2003.

MILANESE C; PISCITELLI F; CAVEDON C; ZANCANARO C. Effect of distinct impact loading sports on body composition in pré-menarcheal girls, **Science Et Sports**, v29, p10-19, 2014.

MIRWALD RL;BAXTER-JONES AD; BAILEY DA; BEUNEN GP. An assesment of maturity from anthropometric measurements**. Med Sci Sports Exerc**, v34, p689-94, 2002.

MIRWALD RL; WARK JD. The influence of dance training on growth and maturation of young females: a mixed longitudinal study. **Ann Hum Biol**, v33, n3, p342-356, 2006.

MISHRA GD; COOPER R; TOM SE; KUH D. Early life circumstances and their impact on menarche and menopause. **Womens Health (Lond Engl)**, v5, n2, p175-190, 2009.

MONSMA EV; MALINA RM; FELTZ DL. Puberty and physical self-perceptions of competitive female figure skaters: an interdisciplinary approach. **Res Q Exerc Sport**, v77, n2, p158-66,2006.

MONTEIRO; FERNANDES FILHO J. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Rev Bras Cin Des Hum**, v4, n1, p80-92, 2002.

MORRIS NM; UDRY JR. Validation of a self-administered instrument to assess stages of adolescent development. **J Youth Adolesc**, v9, p271-280, 1980.

MULCAHEY MK; SCHILLER JR; HULSTYN MJ. Anabolic steroids use in adolescents: identification of those at risk and strategies for prevention. **Phys Sportsmed**, v38, n3, p105-13, 2010.

NUNES M; BERGIANTE NCR; MELLO JCS. Algumas considerações sobre as mudanças de regras no pentatlo moderno. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v10, n12, 2010.

PARENT AS; TEILMANN G; JUUL A; SKAKKEBAEK NE; TOPPARI J; BOURQUIGNON JP. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. **Endocr Rev**., v24, p668-93, 2003.

PARDINE DP. Alterações hormonais da mulher atleta. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v45, n4, p343-51, 2001.

PASCHOAL VCP; AMÂNCIO OMS. Nutritional status of Brazilian elite swimmers. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, v14, n1, p81-94, 2004.

PEARSON DT; NAUGHTON GA; TORODE M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent indentification for adolescent team sports. **J Sci Med Sport**, n9, p277-287, 2006.

PEREIRA SM; TAQUETTE SR; PÉREZ MA. High school students' opinions of gynecological consultations in Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Rev Saude Publica**, v47, n1, p2-10, 2013.

PROKOPEC M; PADEVETOVÁ M; REMENAR M; ZELEZNY J. Morpho-physiological characteristics of Young female volleyball players, **Papers on Anthropology XII**, p202-218, 2003.

RÉ AHN; MASSA M. Características de Crescimento e Desenvolvimento. In: SILVA LR. **Treinamento com Crianças e Adolescentes**, 2ed, Phorte Editora, 632p, 2010.

RICHARDS MA; OINONEN KA. Age at menarche is associated with divergent alcohol use patterns in early adolescence and early adulthood. **J Adolescence**, v34, n5, 2011.

RICHARDSON J; BEERMAN K; HEISS C; SCHULTZ J. Comparison of body weight and body fat classifications of competitive school-age club swimmers. **J Am Diet Assoc**, v100, p237-40, 2000.

ROEMMICH JN; CLARK PA; WELTMAN A; ROGOL AD. Alterations in growth and body composition during puberty. Comparing multicompartment body composition models. **J Appl Physiol**, v83, n3, p927-935, 1997.

ROI GS; BIANCHED D. The Science of Fencing: Implications for Performance and Injury Prevention. **Sports Med**, v38, n6, p465-481, 2008.

ROLIM FILHO N, FERNANDES FILHO J. identificação do perfil dermatoglífico e somatotípico de pentatletas modernos brasileiros de alto rendimento. **R Educação Física**, v139, n1, p29-39, 2007.

SAMPEI MA; NOVO NF; JULIANO Y; SIGULEM DM. Anthropometry and body composition in ethnic Japanese adolescent boys. **Pediatr Int**, v50, p679-686, 2008.

SANTOS MAM; LEANDRO CG; GUIMARÃES FJS. Composição corporal e maturação somática de meninas atletas e não-atletas de natação da cidade do Recife, Brasil. **Rev Bras Saúde Mater Infant**, v7,n2, p175-181, 2007.

SANCHEZ-MUÑOZ C; SANZ D; ZABALA M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotipe of elite junior tennis players. **Br J Sports Med**, v41, p793-799, 2007.

SCHLOSSBERGER NM; TURNER RA; IRWIN CE; Validity of self-report of puberal maturation in early adolescents. **J Adolesc Health**, v13, n2, p109-113, 1992.

SCHTSCHERBYNA A; BARRETO T; OLIVEIRA FP; RAGGIO LUIZ R; SOARES EA; RIBEIRO BG. A idade do início do treinamento e não a composição corporal está associada com disfunções menstruais em nadadoras adolescents. **Rev Bras Med Esporte**, v18, n3, p161-163, 2010.

SCHTSCHERBYNA A; SOARES EA; OLIVEIRA FP; RIBEIRO BG. Female athlete triad in elite swimmers of the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Nutrition**, v25, n6, p634-9, 2009.

SEDEAUD A; MARC A; SCHIPMAN J; Secular trend: morphology and performance. **J Sports Sci**, v32, n12, p1146-54, 2014.

SHIRTCLIFF EA; DAHL RE; POLLAK SD. Pubertal Development: Correspondence Between Hormonal and Physical Development. **Child Dev**, vol 80, n 2, pages 327-337, 2009.

SIERVOGEL RM; DEMERATH EW; SCHUBERT C; REMSBERG KE; CHUMLEA WC; *et al*. Puberty and body composition. **Horm Res**, v60, (suppl 1), p36-45, 2003.

SILVA A; FIGUEIREDO P; SOARES S; SEIFERT L; VILAS-BOAS JP; FERNANDES RJ. Front craw technical characterization of 11 to 13 year olds swimmers. **Pediatr Exerc Sci**, v24, n3, p409-19, 2012.

SILVA AM; MINDERICO CS; TEIXEIRA PJ; PIETROBELLI A; SARDINHA LB. Body fat ,measurement in adolescents athletes: multicompartiment molecular model comparison, **Eur J Clin Nutr**, v60, p955-964, 2006.

SILVA CC; GOLDBERG TB; TEIXEIRA AS; Does physical exercise increase or compromise children's and adolescent's linear growth? Is it a myth or truth? **Rev Bras Med Esporte**, v10, p520-24, 2004.

SILVA CC; TEIXEIRA AS; GOLDBERG TBL. O esporte e suas impicações na saúde óssea de atletas adolescents. **Rev Bras Med Esporte**, v9, n6, p426-432, 2003.

SILVA CML; GIGANTE DP; MINTEN GC. Premenstrual symptoms and syndrome according to age at menarche in a 1982 birth cohort in southern Brazil. **Cad Saude Publica**, v24, n4, p835-844, 2008.

SILVA DRP; RIBEIRO AS; PAVÃO FH; RONQUE VER; AVELAR A; *et al*. Validade dos métodos para avaliação de gordura corporal em crianças e adolescents por meio de modelos multicompartimentais: uma revisão sistemática. **Rev Assoc Med Bras**, v59, n5, p475-486, 2013.

SIRI WE. **The gross composition of the body. Advances in Biological and Medical Physics**, v4, p239-280, 1956.

SOPHER AB; THORMTON JC; WANG J; PIERSON RN; HEYMSFIELD SB; HORLICK M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartiment model. **Pediatric**,v113, n5, p1285-1290, 2004.

SLAUGHTER MH; LOHMAN TG; BOILEAU RA; HORSWILL CA; STILLMAN RJ; *et al*. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Ann Hum Biol**, v60, n5, p709-723, 1988.

TANNER JM. **Growth at adolescent**. Oxford, Blackwell Scientific, 1962.

TANNER J. **Foetus into Man: physical growth conception to maturity**. Massachusetts, HarvardUniversity Press, 280p, 1990.

THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK). **International Standards for Anthropometric Assessement**. First printed. AustraliaNational Library of Austrália. 2001.

THEINTZ GE; HOWALD H; WEISS U; SIZONENKO PC. Evidence for a reduction of growth potencial in adolescent female gymnasts. **J Pediatr**, v122, p306-13, 1993.

TSOLAKIS C; KOSTAKI E; VAGENAS G. Anthropometric, flexibility, strength-power, and sport specifc correlates in elite fencing. **Percept Mot Skills**, v110, n3, p1015-1028, 2010.

VELDRE G; JÜRIMÄE T. Factor analysis of anthropometrical variables, somatotype components and sexual maturation signs of 12-15 years old children. **Papers on Anthropology XII**, p257-270, 2003.

VENKATA RAMANA Y; KUMARY MVL; RAO SS; BALAKRISHNA N. Comparison of training loads and physiological responses in athletes: Consideration of body weight implications. **JEPonline**, v7, n3, p134-139, 2004.

VENKATA RAMANA Y; KUMARY MVL; RAO SS; BALAKRISHNA N. Comparison of training loads and physiological responses in athletes: Consideration of body weight implications. **JEPonline**, v7, n1, p34-39, 2004.

VITALLE MSS; JULIANO Y; AMANCIO OMS. Índice de massa corporal, desenvolvimento puberal e sua relação com a menarca. **Rev Assoc Med Bras**, v49, p429-33, 2003.

WANG ZM; PIERSON RN; HEYMSFIELD SB. The five-level model: A new approach to organizing body composition research. **Am J Physiol**, v276, pE995-E1003, 1992.

WEITKUNAT T; KNECHTLE B; KNECHTLE P; RUST CA; ROSEMANN T. Body composition and hydration status changes in male and female open-water swimmers during an ultra-endurance event. **J Sports Sci**, v30, n10, p1003-13, 2012.

WEINECK J. **Biologia do Esporte**. Ed Manole, 7ed, 768p, 2005.

WESTSTRATE JA, DEURENBERG P. Body composition in children: pro-posal for a method for calculating body fat percentage from totalbody density or skinfold-thickness measurements. ***Am J Clin Nutr***, v50,p1104–15, 1989.

WONG WW; HERGENROEDER AC; STUFF JE; BUTTE NF; SMITH EO; ELLIS KJ. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **Am J Clin Nutr,** v76, n2, p384-389, 2002.

ANEXOS

Anexo 1

(Protocolo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

CEP - MEMO – n.º 923/11

Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2011.

Do: Coordenador do CEP

A (o): Sr. (a) Pesquisador (a): Drª Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Assunto: Parecer sobre projeto de pesquisa.

Sr. (a) Pesquisador (a),

Informo a V. S.a. que o CEP constituído nos Termos da Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e, devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao protocolo de pesquisa páginas 001 a 076 e seu respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido + Termo de Assentimento, conforme abaixo discriminado:

Protocolo de Pesquisa: 090/11 - CEP

Título: "Avaliação nutricional e funcional da equipe Pentajovem"

Pesquisador (a) responsável: Drª Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Data de apreciação do parecer: 06/10/2011

Parecer: "APROVADO"

Informo ainda, que V. Sa. deverá apresentar relatório anual, previsto para 06/04/2012, anual e/ou relatório final para este Comitê acompanhar o desenvolvimento do projeto. (item VII. 13.d., da Resolução n. º 196/96 – CNS/MS).

Atenciosamente,

Prof. Carlos Alberto Guimarães
Coordenador do CEP

Anexo 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Observação: Para o estudo do Campeonato Brasileiro, com o intuito de melhor compreensão dos responsáveis, adaptamos o TCLE aprovado pelo CEP.

UNIVERSIDADE DO BRASIL UFRJ

INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho(a) está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa **"AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E FUNCIONAL DA EQUIPE PENTA JOVEM"**. Esta pesquisa tem o objetivo de conhecer algumas características de nutrição e de treinamento físico dos atletas da equipe de pentatlo moderno da Federação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro (FPMRJ). A prática de atividade física na formação de atletas precisa ser cuidadosamente acompanhada por profissionais da saúde, porque podem interferir na saúde, no crescimento e no desenvolvimento, principalmente em adolescentes. Além disso, nem sempre os atletas apresentam hábitos alimentares que possam suprir suas necessidades, e isto pode ser prejudicial à saúde, principalmente de adolescentes. A seguir, apresentamos em detalhes todos os procedimentos que serão realizados nesta pesquisa:

1) Consumo alimentar, **ou seja, avaliação dos tipos e as quantidades de alimentos** que seu filho(a) costuma comer no dia a dia - seu filho será entrevistado com perguntas sobre sua alimentação e as respostas serão escritas pela nutricionista em dois formulários: o Recordatório de 24 horas e o questionários de freqüência do consumo de alimentos. Além disso, ele será solicitado a registrar, durante um período de 3 dias, tudo que ele consumir. Com essas informações, serão calculadas as quantidades de nutrientes que são normalmente consumidos e será possível verificar se estão dentro das recomendações, além de avaliar os tipos de alimentos que fazem parte de hábito alimentar do seu filho(a). Também será necessário o preenchimento de um formulário com detalhes das atividades que seu filho (a) realiza ao longo da semana.

2) Avaliação antropométrica, ou seja, avaliação das medidas corporais– para avaliação das medidas corporais, seu filho(a) precisará estar vestido de roupa de banho de piscina. O peso e altura serão avaliados em balança comum, encontrada em consultórios médicos. Serão medidas as dobras cutâneas, ou seja, a espessura da pele, com um aparelho chamado adipômetro ou plicômetro, em que o avaliador segurará, com uma das mãos, locais específicos do corpo e, com o aparelho na outra mão, irá medir a espessura da dobra da pele. Os locais do corpo que serão medidos são a parte de trás do braço (tríceps), perna (coxa), barriga (abdome), tórax (peitoral), costas (subescapular), axila (abaixo da axila) e no quadril (supra-ilíaca). Também serão medidas as circunferências do braço, antebraço e do abdome

com uma fita métrica. Estas medidas são necessárias para calcular, a quantidade de gordura do corpo e o volume de músculo do braço.

A composição corporal também será avaliada através de um exame feito em um equipamento chamado DXA (absortometria radiológica de dupla energia), uma vez que este método é considerado um dos mais precisos e também porque ele permite saber a densidade dos ossos. Para a realização desta avaliação seu filho(a) deverá deitar em uma maca enquanto o equipamento passa lentamente acima dele, sem encostar, havendo o registro das informações em um computador. Este equipamento emite Raio-X durante o exame, mas não oferece risco à saúde de seu filho porque a quantidade de Raio-X é muito pequena.

3) Avaliação do estágio de maturação sexual - quando se pretende avaliar o estado nutricional de adolescentes é importante fazer a avaliação do estágio da maturação sexual. Porque é nesta fase que se inicia mudanças no corpo que indicam a aproximação da fase adulta. Nesta pesquisa esta avaliação será realizada por meio de informações que seu próprio filho(a) irá fornecer preenchendo um formulário que tem figuras/desenhos de bonecos que indicam diferentes fases de amadurecimento. A figura que melhor representar a fase de seu filho(a) deverá ser assinalada por ele. As figuras do formulário apresentam diferenças entre elas quanto ao tamanho dos seios (no caso de meninas), crescimento de pelos e aparência dos órgãos genitais (no caso de meninos).

4) Coletas de sangue - serão realizadas por profissional qualificado (enfermeiro), para dosagem de hemograma completo, glicose e lipidograma completo. Serão coletados dois tubos de sangue de 10mL cada um. Durante a coleta, seu filho(a) poderá sentir um leve desconforto pela entrada da agulha na veia do braço, tipo uma picada. É possível que no braço onde foi retirado o sangue fique um pouco roxo no local em que a agulha foi colocada. Para o exame é preciso que seu filho (a) fique em jejum por 12horas.

5) Avaliação funcional - Para a avaliação das qualidades físicas para a prática do Pentatlo Moderno, seu filho(a) fará alguns testes físicos. Basicamente, ele precisará apertar com a mão um aparelho denominado Dinamômetro, fazer flexão e extensão de braços e abdominal, para avaliação da força e a resistência muscular localizada. Além disso, será instruído a correr e nadar pequenas distâncias, no menor tempo possível e repetidas vezes, para verificar como está seu desempenho físico (resistência) para realizar atividades de alta intensidade e sua capacidade de recuperação. Também será realizado um teste em esteira ergométrica, onde seu filho (a) precisará correr por aproximadamente 12 minutos, com uma máscara no rosto, que

analisa o ar de sua respiração. Este teste serve para avaliar o volume máximo de oxigênio que ele (a) consegue absorver na respiração (VO_2Max).

Todos os atendimentos nutricionais serão feitos com a Nutricionista Letícia Azen dentro do consultório de Avaliação Nutricional a ser ativado no Centro Nacional de Tiro Olímpico em parceria do Instituto de Nutrição da UFRJ e a FPMRJ. Os testes funcionais serão aplicados nos locais onde seu filho(a) costuma treinar (Circulo Militar e/ou Centro Nacional de Tiro Olímpico), e no Laboratório de Biologia do Exercício da Escola de Educação Física da UFRJ, com o Professor de Educação Física Sidnei Fonseca Junior. O exame de DXA será feito no Serviço de Endocrinologia do Hospital Universitário da UFRJ e a coleta de sangue será feita no laboratório de Análises Clínicas (LACFAR) da Faculdade de Farmácia da UFRJ. Os exames serão gratuitos e o transporte até o local dos exames será de responsabilidade da equipe de pesquisa.

Os procedimentos da pesquisa não oferecem risco à saúde e fornecerão resultados importantes para avaliar se seu filho (a) apresenta hábitos alimentares que possam suprir suas necessidades nutricionais, já que está envolvido em prática de atividade física intensa. Ao final das avaliações seu (a) filho (a) receberá um roteiro alimentar, que será elaborado a partir das análises realizadas. Isto poderá trazer benefícios para seu rendimento nas atividades de treino e competição de pentatlo moderno.

Você tem a liberdade de recusar que seu filho(a) participe desta pesquisa ou de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao treinamento de seu filho(a). Os resultados desta pesquisa serão publicados na forma de artigos científicos em revistas científicas, sem haver a identificação dos voluntários que aceitarem participar, ou seja, as informações pessoais de seu filho(a) serão mantidas em sigilo. A participação de seu (a) filho nesta pesquisa não lhe trará ônus algum.

Em caso de dúvida ou necessidade de mais esclarecimentos, faça contato com Sra. Letícia Azen Alves Coutinho, através do telefone (021) 9393-2334 ou através do email: leticiaazenalves@gmail.com ou Dra. Anna Paola Pierucci, através dos telefones (021) 9992-0101 ou (21) 2562 6697, email: pierucci@nutricao.ufrj.br, endereço Av. Carlos Chagas Filho, 373 - CCS J2ss08, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21941-902, Brasil.

Concordo que meu filho(a) participe da pesquisa em questão e declaro estar suficientemente informado sobre os procedimentos e riscos da pesquisa,

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20___

_____	_____
Nome do responsável	Nome do pesquisador
_____	_____
Assinatura do responsável	Assinatura do pesquisador

UNIVERSIDADE DO BRASIL
UFRJ

INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho(a) está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa "Antropometria, composição corporal, maturação sexual e desempenho motor de atletas adolescentes de pentatlo moderno", pertencente ao projeto **"AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E FUNCIONAL DA EQUIPE PENTA JOVEM"**.

Esta pesquisa tem o objetivo de analisar a antropometria, a composição corporal, aspectos maturacionais e o desempenho motor de atletas adolescentes de pentatlo moderno, participantes do Campeonato Brasileiro nos anos 2012, 2013 e 2014.

O treinamento intenso de jovens atletas precisa ser cuidadosamente acompanhado por profissionais da saúde, porque pode interferir no crescimento e no desenvolvimento de crianças e adolescentes. Além disso, identificar características antropométricas e suas relações com o desempenho de competidores é importante para o planejamento do treinamento e na intervenção nutricional, podendo, ainda, auxiliar no processo de seleção e orientação de talentos esportivos. A seguir, apresentamos em detalhes todos os procedimentos que serão realizados nesta pesquisa:

1) Ficha de dados pessoais e características do treinamento- Inicialmente o atleta preencherá uma ficha informando seus dados pessoais e características do seu treinamento (quantos dias e horas treinam cada modalidade do pentatlo moderno e a idade que começou a treinar modalidades do pentatlo).

2) Avaliação antropométrica, ou seja, avaliação das medidas corporais– para avaliação das medidas corporais, seu filho(a) precisará estar vestido de roupa de banho de piscina. O peso e altura serão avaliados em balança comum, encontrada em consultórios médicos. Com uma fita antropométrica será avaliada a envergadura, ou seja, o comprimento horizontal do indivíduo com os dois braços abertos. Serão medidas as dobras cutâneas, ou seja, a espessura da pele, com um aparelho chamado adipômetro ou plicômetro, em que o avaliador segurará, com uma das mãos, locais específicos do corpo e, com o aparelho na outra mão, irá medir a

espessura da dobra da pele. Os locais do corpo que serão medidos são a parte de trás do braço (tríceps), coxa, perna (panturrilha), barriga (abdome), tórax (peitoral), costas (subescapular), axila (abaixo da axila) e no quadril (supra-ilíaca). Também serão medidas as circunferências do braço contraído e relaxado, da coxa e da panturrilha com uma fita métrica. Os diâmetros ósseos do úmero (cotovelo) e do fêmur (joelho) serão medidos com um paquímetro. Estas medidas são necessárias para calcular a quantidade de gordura no corpo e o somatótipo (características físicas).

3) Avaliação do estágio de maturação sexual e da ocorrência da menarca - quando se pretende avaliar o crescimento e o desenvolvimento de adolescentes é importante fazer a avaliação do estágio da maturação sexual. Porque é nesta fase da vida que se inicia mudanças no corpo que podem interferir nos resultados obtidos. Nesta pesquisa esta avaliação será realizada por meio de informações que seu próprio filho(a) irá fornecer preenchendo um formulário que tem figuras/desenhos de bonecos que indicam diferentes fases de amadurecimento. A figura que melhor representar a fase de seu filho(a) deverá ser assinalada por ele. As figuras do formulário apresentam diferenças entre elas quanto ao tamanho dos seios (no caso de meninas), crescimento de pelos e aparência dos órgãos genitais (no caso de meninos). Nas meninas também será avaliado pelo método recordatório a idade de ocorrência da menarca (mês e ano da primeira menstruação), por ser considerado um marco do período da adolescência e um excelente marcador maturacional.

4) Avaliação do desempenho motor - Na avaliação do desempenho motor para a prática do Pentatlo Moderno, será utilizado os dados referentes à participação do seu filho (a) durante o campeonato brasileiro, que serão obtidos através da Federação Brasileira de Pentatlo Moderno. No caso da corrida ou combinado, os dados serão obtidos através da filmagem do evento, sendo, posteriormente, tomado o tempo do participante durante a competição.

Todas as avaliações serão gratuitas e realizadas com o educador físico Sidnei Fonseca e com o nutricionista Luiz Lannes um dia antes da competição, na chegada ao hotel em que os participantes ficarão hospedados, podendo os treinadores ou responsáveis acompanhar seus atletas e filhos.

Os procedimentos da pesquisa não oferecem risco à saúde e fornecerão resultados importantes para o treinamento e à saúde do seu filho (a), já que está envolvido em prática de atividade física intensa. Os resultados das avaliações serão entregues pelo e-mail informado na ficha de dados pessoais.

Você tem a liberdade de recusar a participação do seu filho ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao treinamento de seu filho(a). Os resultados desta pesquisa serão publicados na forma de artigos científicos em revistas científicas, sem haver a identificação dos voluntários que aceitarem participar, ou seja, as informações pessoais de seu filho(a) serão mantidas em sigilo. A participação de seu (a) filho nesta pesquisa não lhe trará ônus algum.

Em caso de dúvida ou necessidade de mais esclarecimentos, faça contato com o professor Sidnei Jorge Fonseca Junior, através do telefone (021) 78845628 ou através do email: sjfjunior@gmail.com ou Dra. Anna Paola Pierucci, através dos telefones (021) 9992-0101 ou (21) 2562 6697, email: pierucci@nutricao.ufrj.br, endereço Av. Carlos Chagas Filho, 373 - CCS J2ss08, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21941-902, Brasil.

Concordo que meu filho(a) participe da pesquisa em questão e declaro estar suficientemente informado sobre os procedimentos e riscos da pesquisa,

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20___

_____	_____
Nome do responsável	Pesquisador
_____	_____
Assinatura do responsável	Assinatura do pesquisador

Anexo 3

FICHA DE AVALIAÇÃO

Anamnese

Antropometria

UNIVERSIDADE DO BRASIL UFRJ

DAFEE DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS E EDUCACIONAIS

DADOS PESSOAIS

Nome:_____ Data de nascimento:_____
Local de treinamento:_____ End.:_____
Tel.:_____ e-mail:_____

ANAMNESE ESPORTIVA

1-Quanto tempo treina o pentatlo moderno?
2-Quantas vezes por semana treina modalidades do pentatlo moderno?

3-Quantas horas por dia treina o pentatlo moderno?
4-Antes de praticar o pentatlo moderno, você praticou outras modalidades esportivas? Quais?

5-Por quanto tempo você praticou as outras modalidades esportivas referidas?

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

ESTATURA: _____ ENVERGADURA: _____ PESO:_____

PERÍMETRO DE BRAÇO CONTRAÍDO:_____ PERÍMETRO DE BRAÇO RELAXADO: _____

PERÍMETRO DE COXA:_____ PERÍMETRO DE PERNA: _____

PERÍMETRO DE TÓRAX NORMAL: _____ PERÍMETRO DE CINTURA:_____

PERÍMETRO DE QUADRIL:_____

DIÂMETRO DE ÚMERO:_____ DIÂMETRO DE FÊMUR:_____

DOBRAS CUTÂNEAS

TRÍCEPS			
BÍCEPS			
SUBESCAPULAR			
SUPRAESPINHAL			
ABDOMINAL			
SUPRAILÍACA			
COXA			
PERNA	_____	_____	_____

Genitália ou mama:_____ Pelos pubianos:_____ Já ocorreu a menarca (primeira menstruação):_____ Em caso de sim, qual o mês e ano?_____

Anexo 4

IMAGENS UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO DOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SEXUAL

PADRÃO FOTOGRÁFICO E ILUSTRAÇÕES INFORMATIVAS DO FEMININO E MASCULINO

(TANNER**,** 1962**;** MORRIS E UDRY**,** 1980**)**

Autoavaliação puberal (feminina)

Indique de qual estágio você está mais próxima:

PELOS

1 - Sem pelo algum

2

3

4

5

MAMAS

1

2

3

4

5

Indique o número correspondente ao estádio de pelos e depois o do estádio de mamas.

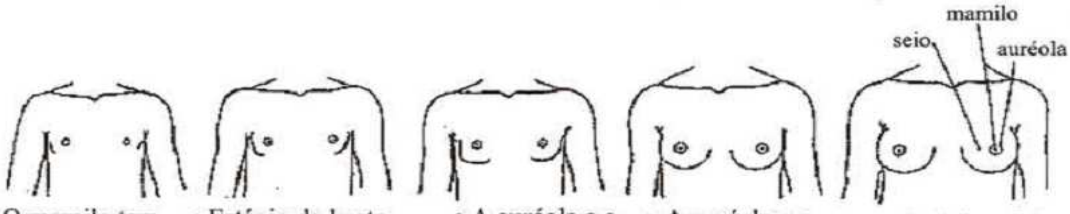
- Sem pêlos
- Estágio infantil

- Pequena quantidade de pêlos longos, finos e esparsos
- Devem ser lisos e levemente encaracolados
- Localizados ao redor dos grandes lábios

- Os pêlos são mais escuros, mais grossos e mais encaracolados
- Localizados na junção da púbis

- Os pêlos são mais grossos, cobrindo uma área maior que P3

- Os pêlos cobrem uma área maior, mais espalhados, com aparência de adulto
- Estágio adulto



- O mamilo tem pequeno relevo
- O seio é ainda plano
- Estágio infantil

- Estágio do broto mamário - aumento do diâmetro da auréola
- Maior relevo do mamilo que em M1
- O seio tem uma pequena elevação
- Inicio da puberdade

- A auréola e o seio são maiores que em M2
- Similar ao seio adulto pequeno

- A auréola e o mamilo sobressaem sobre o seio
- Algumas garotas não apresentam este estágio, indo direto do M3 para o M5

- Estágio adulto
- Somente o mamilo sobressai; a auréola toma a forma do seio

Autoavaliação puberal (masculina)

Indique de qual estágio você está mais próximo:

PELOS

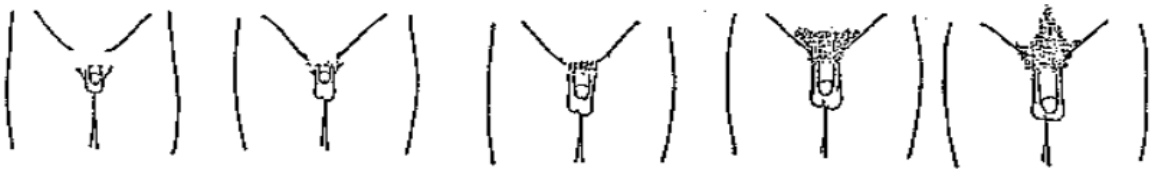
1 - Sem pelo algum

2 3 4 5

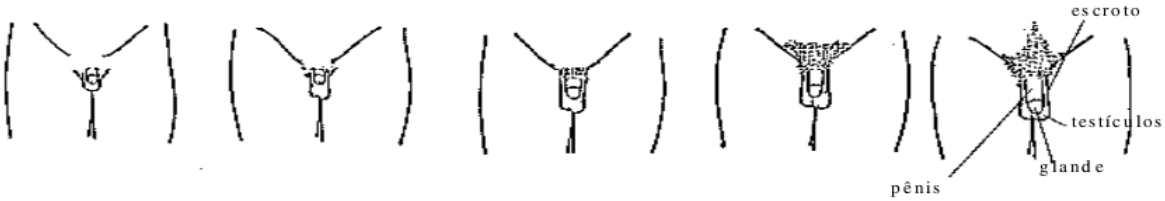
GENITAIS

1 2 3 4 5

Indique o número correspondente ao estádio de pelos, e depois o do estádio de genitais.



G1	G2	G3	G4	G5
• Sem pêlos • Estágio infantil	• Pequena quantidade de pêlos longos, finos e esparsos • Devem ser lisos e levemente encaracolados • Localizados na base do pênis	• Os pêlos são mais escuros, mais grossos e mais encaracolados • Localizados na junção da púbis	• Os pêlos são mais grossos, cobrindo uma área maior que P3	• Os pêlos cobrem uma área maior, mais espalhados, com aparência de adulto • Estágio adulto



G1	G2	G3	G4	G5
• Estágio infantil	• Os testículos e o escrotos são maiores • A pele do escroto muda de textura • O escroto fica mais para baixo • O pênis torna-se um pouco maior • Início da puberdade	• Aumento do comprimento do pênis • Os testículos são maiores e mais baixos que G2	• Aumento da largura e comprimento do pênis • O escroto escurece e aumenta em virtude do aumento dos testículos • A glande desenvolve-se, aumentando o tamanho	• Aspecto adulto

APÊNDICES

PRODUÇÕES VINCULADAS AO PROJETO

Apêndice 1

(Artigo publicado na Revista Brasileira de Medicina do Esporte, n5, 2014)

Observação: O artigo segue as normas de formatação da revista.

ARTIGO ORIGINAL

Impacto do destreinamento na antropometria de adolescentes pentatletas

Impact of detraining on the anthropometry of adolescents pentathletes

RESUMO

Introdução: A caracterização do perfil antropométrico ao fim da fase de treinamento competitivo e após o destreinamento ocorrido pela fase de transição pode auxiliar na elaboração de estratégias que beneficiem pentatletas adolescentes no retorno ao treinamento. Objetivo: Analisar o impacto do destreinamento, originado pela fase de transição, na antropometria de adolescentes pentatletas. Métodos: A amostra foi composta por 16 meninos (15,12±1,77 anos) e 10 meninas (14,57±2,40 anos) praticantes de pentatlo moderno. A aderência a dieta específica no período de destreinamento foi avaliada por profissionais especializados. No fim das fases competitivas e de transição foram avaliadas a maturação sexual e variáveis antropométricas. Resultados: Valores percentuais demonstram que meninas tendem a aderir mais esta dieta do que meninos. Diferenças significativas ($p<0,05$) entre os períodos foram observadas somente no sexo masculino nas variáveis massa corporal (0,003), estatura (0,000), somatório de dobras cutâneas (0,033) e na mesomorfia (0,001). Conclusão: A massa corporal, o somatório de dobras cutâneas e a mesomorfia parecem ter sofrido impacto negativo do destreinamento. O aumento da estatura parece estar associado ao pico de velocidade da estatura. Em meninas, a tendência de aderirem mais à dieta pode ter contribuído para a não identificação de alterações antropométricas.

Palavras chaves: dieta, composição corporal, somatótipo e maturação sexual.

ABSTRACT

Impact of detraining on the anthropometry of adolescents pentathletes

Introduction: The characterization of the anthropometric profile at the end of the competitive training phase and after the detraining occurred because of the transition phase might assist in the elaboration of strategies that benefit adolescent pentathletes when returning to training. Objective: to analyze the impact the detraining originated by the transition had on anthropometry of adolescent pentathletes. Methods: The sample was composed by 16 male adolescents (15,2±1,77 years old) and 10 female adolescents (14,57±2,40 years old), all practitioners of modern pentathlon. The adherence to specific diet in the detraining period was evaluated by specialized professionals. At the end of competitive and transitional phases, the sexual development and the anthropometric variableswere evaluated. Results: Percentage values show that female adolescents tend to adhere more to the diet than male adolescents. Significant differences (p<0,05) between periods were observed only in males in the following variables: body mass (0,003), stature (0,000), sum of skinfolds (0,033) and mesomorphy (0,001). Conclusion: Body mass, sum of skinfolds and mesomorphy might have suffered negative impact from the detraining. The increase in stature might be associated to the peak velocity of stature. In females, the possibility of having followed the diet more strictly might have contributed to the failure to identify anthropometric changes.

Key words: diet, body composition, somatotype and sexual development.

INTRODUÇÃO

Em todas as modalidades esportivas, para um ótimo desempenho do atleta, faz-se necessário a periodização do treinamento, que é definida como o planejamento detalhado dos treinos de acordo com o tempo disponível, com o intuito da obtenção de sucesso nas principais competições existentes. Nesse sentido, um ciclo anual de treinamento é dividido em três fases: preparatória (pré-temporada), competitiva (temporada) e de transição (fora de temporada). O objetivo da transição é a recuperação completa do estado psíquico-funcional do atleta, ocorrendo a total ou parcial redução das cargas de treinamento e, consequentemente, um processo de destreinamento, com reduções das capacidades motoras e antropométricas[1,2].

Em adolescentes, poucas são as informações sobre os efeitos do destreinamento na antropometria. O estudo de Danis, Kiriazis e Klissouras[3] destaca-se pela utilização de gêmeos monozigóticos nos períodos pré-púberes e púberes como amostra. Uma randomização pareada formou o grupo experimental e o grupo controle, sendo comparada a antropometria posterior a três meses de treinamento com as mesmas medidas após três meses de destreinamento, não havendo diferenças significativas. Entretanto, as características do destreinamento destes jovens podem ser diferentes de atletas adolescentes praticantes de pentatlo moderno, que enfrentam treinamento extenuante durante o ano em cinco diferentes modalidades esportivas, tendo o período de destreinamento normalmente junto com as férias escolares.

Vale ressaltar que alterações na antropometria decorrentes do destreinamento, podem ser provocadas pelo aumento da gordura corporal e da redução da massa magra. Em adolescentes, tais alterações podem sofrer influências do desenvolvimento físico pubertário[4-7].

Em um contexto geral, as alterações antropométricas decorrentes do destreinamento podem ser responsáveis por retardar um bom desempenho no início da temporada de treinamentos[1]. Ao levar em consideração que o pentatlo moderno ainda é pouco conhecido

no âmbito científico, surge a importância de ampliar os conhecimentos e especificar o perfil antropométrico tanto ao fim do período de treinamento competitivo, quanto após o destreinamento ocorrido pela fase de transição, auxiliando na elaboração de estratégias que beneficiem o retorno ao treinamento.

Este estudo tem como objetivo analisar o impacto do destreinamento, originado pela fase de transição, na antropometria de atletas adolescentes de pentatlo moderno.

MÉTODOS

População e amostra

A população do estudo é de adolescentes participantes de um projeto de descoberta e orientação de atletas da Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno. A amostra foi composta intencionalmente por atletas de uma determinada federação regional, todos participantes do processo de treinamento para o Campeonato Brasileiro de Pentatlo Moderno, totalizando 26 adolescentes, sendo 16 meninos e 10 meninas. O projeto oferece acompanhamento nutricional por uma equipe de profissionais especializados e todos foram orientados a fazerem exercícios de forma recreativa durante o período de destreinamento. Foram excluídos os atletas que por motivos quaisquer se ausentaram por mais de 15 dias consecutivos do processo de treinamento periodizado durante o ano.

Procedimentos metodológicos

Antes de iniciar o processo de treinamento, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos responsáveis. Toda a periodização do treinamento foi acompanhada pelos pesquisadores, com o ciclo anual sendo iniciado no fim de fevereiro e encerrado em dezembro do mesmo ano com o campeonato brasileiro. Na semana que antecedeu a competição ocorreu a primeira etapa de avaliação. As mesmas medidas foram tomadas no fim do período de destreinamento, havendo um período de 40 a 45 dias entre a primeira e a segunda avaliação.

Primeiramente foi realizada a autoavaliação dos estágios de maturação sexual, utilizando-se do desenvolvimento de mamas para as meninas e de genitálias para os meninos, conforme foi propagado por Tanner[8]. A massa corporal foi medida em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,01kg[9]. A estatura foi verificada com um estadiômetro de aço da marca WCS com precisão de 1mm[9]. As dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, supraespinhal, suprailíaca, abdominal, coxa e perna medial foram medidas três vezes ao lado direito do corpo por um único e experiente avaliador com um adipômetro científico Top Tec da marca Cescorf, com precisão de 0,01, seguindo os padrões descritos por Lohman *et al*.[10]; em casos de discordâncias superiores a 5%, entre algumas das três medidas, uma nova série de medidas foi realizada; o resultado final foi a média aritmética das três medidas.Os diâmetros biepicondilares de fêmur e úmero foram medidos com um paquímetro da marca WCS com precisão de 1mm[9].

De posse dos dados, foram calculados o índice de massa corporal, o percentual de gordura[11] (Slaughter et al., 1988), a massa gorda, a massa magra, o somatório de sete dobras cutâneas (excluiu-se a supraespinhal) e os componentes do somatótipo antropométrico de Heath e Carter[12].

Após consulta clínica de início de temporada, a nutricionista responsável pelo grupo informou se a aderência da dieta prescrita no período de destreinamento foi total, parcial ou nula.

A coleta de dados foi aprovada pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Procedimentos Estatísticos

A frequência absoluta e a relativa das alterações na maturação sexual entre os períodos de fim e início de temporada foram observadas; foram também descritos através de valores percentuais as respectivas fases puberais dos atletas. O teste de Fisher, adotando $p<0,05$, foi utilizado para analisar as proporções de meninos e meninas que realizaram ao menos parcialmente a dieta prescrita. A descrição das variáveis antropométricas, de composição corporal e do somatótipo nos períodos de treinamento e

destreinamento, foi realizada através da média, do desvio padrão e do erro padrão. O teste t de *Student*, adotando p<0,05, foi utilizado para a comparação entre os períodos.

RESULTADOS

Entre os meninos, dois (12,5%) autorrelataram alterações nos estágios de desenvolvimento da genitália entre as avaliações, sendo um passando do estágio três para o quatro e outro do estágio quatro para o cinco. Nas meninas uma (10%) autorrelatou alteração no estágio de mama, passando do dois para o três. Nos atletas do sexo masculino, todos foram classificados como púberes ou pós-púberes, não havendo pré-púberes. Nas meninas, apenas uma foi classificada como pré-púbere. Na tabela 1 pode-se observar a média da idade em anos e o desvio padrão em cada sexo, além da caracterização dos estágios puberais dos pentatletas participantes do estudo.

(inserir tabela 1)

Com respeito à realização de dietas, nenhum integrante da amostra aderiu a dieta de forma integral. No entanto, três meninos (18,75%) e cinco meninas (50%) realizaram parcialmente as dietas prescritas. A figura 1 demonstra as diferenças de proporção na realização de dietas durante ao período de destreinamento entre meninos e meninas, através dos valores percentuais e do Teste de Fisher, adotando p<0,05.

(Inserir gráfico 1)

A descrição das características antropométricas nos períodos de treinamento e destreinamento pode ser analisado nas tabelas 2 (meninos) e 3 (meninas). As comparações de médias pelo teste t de *Student* pareado (p<0,05) entre os dois períodos também podem ser observadas.

(Inserir tabela 2)

(Inserir tabela 3)

DISCUSSÃO

Em atletas adolescentes, avaliar as transformações físicas decorrentes da puberdade deve ser uma tarefa constante em todas as fases do treinamento. Em adendo, a avaliação maturacional auxilia na interpretação das alterações antropométricas, assim como as mudanças no desempenho motor[7,13] (PEARSON, NAUGHTON, TORODE, 2006; BIRO et al. 2003). Neste estudo, o intervalo entre a primeira e a segunda avaliação maturacional foi de 40 a 45 dias, não favorecendo a identificação de muitos atletas que alteraram os resultados.

Nesse sentido, este estudo apresenta como uma das limitações a utilização da autoavaliação dos estágios maturacionais para o controle do desenvolvimento durante o destreinamento. Destaca-se, ainda, que entre um estágio e outro podem ser várias as alterações físicas provenientes da puberdade[14,15]. Desta forma, embora houvesse a tentativa de controlar esta variável, não há como descartar totalmente as influências dos aspectos maturacionais nos resultados do estudo.

Outra limitação considerada neste estudo foi a dificuldade de controlar a prática de exercícios físicos no período de destreinamento. Para evitar uma agravante baixa de condicionamento físico, recomenda-se que durante o destreinamento haja a prática de atividades físicas diversificadas e diferenciadas das modalidades praticadas pelos atletas[1]. A prática de exercícios em conjunto com uma dieta específica pode beneficiar o atleta no retorno às atividades.

Neste estudo os participantes tiveram a possibilidade de realizarem dietas prescritas por profissionais especializados durante o destreinamento, fato que merece atenção especial. Mesmo sendo reconhecida a importância de uma dieta específica para um melhor desempenho físico[16], o quantitativo de atletas que cuidaram dos aspectos alimentares foi baixo, com o alarde de nenhum atleta aderir totalmente a prescrição dietética durante o destreinamento. Cabe ressaltar que estudos apontam pouca preocupação com cuidados nutricionais por parte de grupos de atletas adolescentes[17,18].

Mesmo não havendo diferença significativa, fato que poderia ser diferente com o aumento da amostra e mudança do teste estatístico, os valores percentuais demonstram a tendência de meninas disporem de maior atenção à realização de dietas em relação aos meninos. Estudos relatam maior preocupação de atletas do sexo feminino com o aumento da massa gorda e até mesmo maiores riscos de transtornos alimentares, o que pode favorecer a realização de dietas restritivas[19,20]. Nesta perspectiva, parecem necessários estudos que investiguem estratégias que eduquem atletas adolescentes de pentatlo moderno para uma alimentação mais saudável, como já foi realizado com sucesso em jovens de outras modalidades[16,21].

Nesse sentido, a prática de dietas pode estar relacionada aos resultados da adiposidade encontrados nas comparações entre os dois períodos em ambos os sexos. Nos meninos diferenças significativas foram observadas no somatório de dobras cutâneas, indicando aumento da gordura corporal, sugerindo efeitos do destreinamento na composição corporal. Nas meninas não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis antropométricas relacionadas ao aumento da gordura corporal.

Vale ressaltar que durante a puberdade é comum o aumento da gordura corporal em meninas, sendo o treinamento de determinadas modalidades esportivas um fator de proteção[14,22,23]; ademais, nos meninos o desenvolvimento físico pubertário provoca o aumento da massa magra e redução da gordura corporal[4,14]. Assim, possíveis efeitos do desenvolvimento físico proporcionado pela puberdade nos resultados são poucos prováveis, sendo mais coerente associar o aumento do somatório de dobras cutâneas nos meninos ao destreinamento.

Demais diferenças significativas foram observadas na estatura e na massa corporal total nos meninos. A ocorrência do pico de velocidade da estatura (PVE), que no gênero masculino envolve um rápido e considerável crescimento, parece ser a explicação pelo aumento da estatura e em parte para o aumento da massa corporal[4,24], visto que o aumento da massa gorda, mesmo que não significativo, tenha colaborado (tabela 2). Desta forma,

parece que os fenômenos pubertários podem estar associados a alterações na estatura, mas não totalmente na massa corporal.

Com respeito aos componentes do somatótipo, apenas a mesomorfia apresentou reduções significativas no masculino após o destreinamento (tabela 2), embora seja interessante observar que o p valor no feminino também foi baixo (tabela 3), mostrando que este foi o componente mais afetado. Estes resultados são contraditórios aos descritos sobre o comportamento da mesomorfia na puberdade masculina, pois é comum o aumento desta variável, devido, principalmente, ao aumento da massa muscular e do conteúdo mineral ósseo nos estágios finais da puberdade[4,24].

Em contradição, o estudo de Mortatti e Arruda[25] não mostrou efeito do treinamento intenso para o futebol no somatótipo de meninos com idades entre 11 e 13 anos de idade. No entanto, a média aritmética da idade dos integrantes deste estudo é maior, além da maior parte já terem concluído ou estarem nos estágios finais da puberdade (tabela 1). Como este componente é direcionado a magnitude músculo-esquelético, parece que o fim da puberdade é mais sensível a redução de propriedades musculares devido ao destreino.

O presente estudo, embora haja limitações, apresenta características antropométricas de adolescentes praticantes de pentatlo moderno, tanto do período competitivo, quanto do fim do período de destreinamento resultante da transição do treinamento, que corresponde também ao início da temporada de treinamentos. Desta forma, parece preencher uma lacuna no âmbito das ciências do esporte por se tratar de uma modalidade esportiva pouco investigada na literatura científica.

CONCLUSÃO

O impacto do destreinamento em atletas adolescentes de pentatlo moderno foi observado no sexo masculino nas variáveis antropométricas massa corporal, somatório de dobras cutâneas e no componente somatotípico mesomorfia. O aumento da estatura parece estar relacionado à ocorrência do pico de velocidade da estatura. Em meninas, parece haver uma tendência de maiores cuidados com a dieta, podendo ter contribuído para a não

identificação de alterações antropométricas derivadas do destreinamento. Novos estudos parecem necessários para analisar em interação os efeitos do destreinamento, de dietas específicas e do desenvolvimento puberal na antropometria de pentatletas, buscando uma melhor compreensão do período de transição do treinamento em atletas adolescentes que competem em modalidades esportivas que exigem um treinamento extenuante.

Todos os autores declaram não haver qualquer potencial de conflito de interesses referente a este artigo.

Referências Bibliográficas

1. Bompa T, Haff G. Periodization: Theory and Methodology of Training. Illinois: Human Kinetics; 2009.
2. Dantas E. A Prática da Preparação Física. 5 ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
3. Danis A, Kyriazis Y, Klissouras V. The Effect of Training in Male Prepubertal and Pubertal Monozygotic Twins. Eur J Appl Physiol 2003;89:309-18.
4. Siervogel R, Demerath E, Schubert C, et al. Puberty and body composition. Horm Res 2003;60:36-45.
5. Santos A, Marinho D, Costa A, M MI, Marques M. The Effects of Concurrent Resistance and Endurance Training Follow a Specific Detraining Cycle in Young School Girls. J Hum Kinet 2011;Special Issue:93-103.
6. Erlandson M, Sherar L, Mirwald R, Maffulli N, Baxter-Jones A. Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players. Med Sci Sports Exerc 2008;40:34-42.
7. Pearson D, Naughton G, Torode M. Predictability of Physiological Testing and the Role of Maturation in Talent Identification for Adolescent Team Sports. J Sci Med Sport 2006;9:277-87.
8. Tanner J. Growth at Adolescent. 1 ed. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.

9. Marfell-Jones M, ed. International Standards for Anthropometric Assessment. 1 ed. New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2001.

10. Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometric Standartization Reference Manual. 1 ed. Ilinois: Human Kinetics; 1991.

11. Slaughter M, Lohman T, Boileau C, et al. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. Ann Hum Biol 1988;60:709-23.

12. Carter J, Heath B. Somatotyping Development and Applications. 1 ed. New York: Cambridge University Press; 1990.

13. Biro F, Simbartl L, Barton B, et al. Pubertal Maturation in Girls and the Relationship to Anthropometric Changes: Pathways Through Puberty. J Pediatr 2003;142:643-6.

14. Tanner J. Foetus into Man: Physical Growth Conception to Maturity. 1 ed. Massachusetts: Harvard University Press; 1990.

15. Staiano A, Broyles S, Gupta A, Malina R, Katzmarzyk P. Maturity Associated Variation in Total and Depot Specific Body Fat in Children and Adolescents. Am J Hum Biol 2013;25:473-79.

16. Valliant M, Emplaincourt H, Wenzel R, Bethany H. Nutrition Education by a Registered Dietitian Improves Dietary Intake and Nutrition Knowledge of a NCAA Female Volleyball Team. Nutrients 2012;4:506-16.

17. Hoogenboom B, Morris J, Morris C, Schaefer K. Nutritional Knowledge and Eating Behaviors of Female, Collegiate Swimmers. N Am J Sports Phys Ther 2009;4:139-48.

18. Hinton P, Sanford T, Davidson M, Yakushko O, Beck N. Nutrient intakes and dietary behaviors of male and female collegiateathletes. Int J Sports Nutrit Exerc Metab 2004;14:389-405.

19. Costa N, Schtscherbyna A, Soares E, Ribeiro B. Disordered eating among adolescent female swimmers: Dietary, biochemical,and body composition factors. . Nutrition 2013;29:172-77.

20. Nichols J, Rauh M, Lawson M, Ji M, Barkai H. Prevalence of the Female Athlete Triad Syndrome Among High School Athletes. Arch Pediatr Adolesc Med 2006;160:137-42.

21. Abood D, Black D, Birnbaum R. Nutrition Education Intervention for College Female Athletes. J Nutr Educ Behav 2004;3:135-9.

22. Claessens A, Bourgois J, Beunen G, et al. Age at Menarche in Relation to Anthropometric Characteristics, Competition Level and Boat Category in Elite Junior Rowers. Ann Hum Biol 2003;30:148-59.

23. Schneider P, Meyer F. Avaliação Antropométrica e da Força Muscular em Nadadores Pré-púberes e Púberes. Rev Bras Med Esporte 2005;11:209-13.

24. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. 2004 ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.

25. Mortatti A, Arruda M. Análise do Efeito do Treinamento e da Maturação Sexual Sobre o Somatótipo de Jovens Futebolistas. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2007;9:84-91.

Tabela 1- Características da idade e dos estágios maturacionais e puberais de adolescentes atletas de pentatlo moderno.

Idade e EPGM	Meninos(N=16)		Meninas(N=10)	
	Treinados	Destreinados	Treinados	Destreinados
Idade (anos)	15,12±1,77	15,17±1,77	14,57±2,40	14,66±2,40
Estágio 1	0	0	1	1
Estágio 2	1	1	1	0
Estágio 3	4	3	1	2
Estágio 4	9	9	3	3
Estágio 5	2	3	4	4

EPGM= Estágios puberais de genitália e mama; Estágio 1= pré-púbere; Estágios 2, 3 e 4=púberes; Estágio 5=pós-púberes

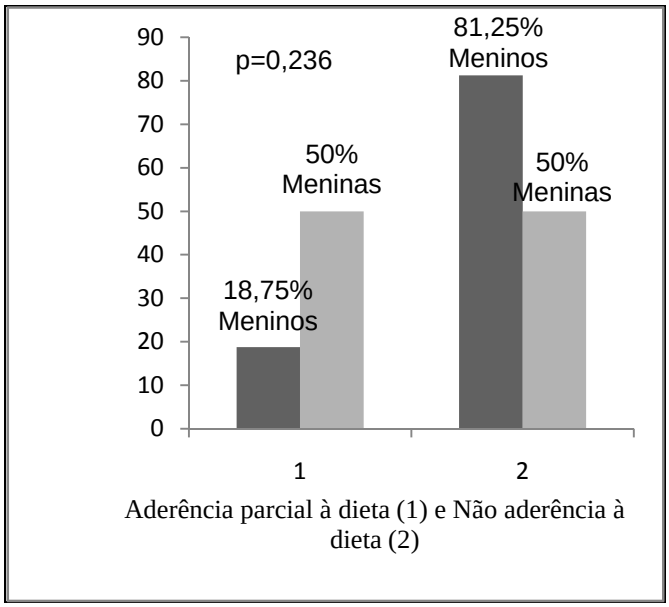


Gráfico 1- Valores relativos de meninos e meninas que realizaram a dieta de forma parcial durante o destreinamento.

Tabela 2- Efeitos do destreinamento na antropometria de meninos praticantes de pentatlo moderno.

	Período de treinamento		**Período de destreinamento**		**p valor entre os períodos**
	Média±DP	EP	Média±DP	EP	
MCT(kg)	58,24±9,10	2,34	59,01±9,31	2,39	0,003*
Estatura(cm)	168,29±7,94	2,05	169,49±7,97	2,06	0,000*
IMC (kg/m²)	20,41±1,87	0,47	20,42±2,04	0,53	0,861
%gordura	10,71±2,88	0,75	11,53±3,45	0,88	0,176
Peso gordo(kg)	6,34±2,34	0,61	6,96±2,87	0,73	0,079
Peso magro(kg)	51,90±7,55	1,95	52,03±7,31	7,31	0,751
Somatório DC	44,65±9,01	2,32	48,75±11,95	3,07	0,033*
Endomorfia	1,69±0,58	0,15	1,83±0,61	0,15	0,219
Mesomorfia	4,77±0,67	0,18	4,53±0,79	0,21	0,001*
Ectomorfia	3,31±0,78	0,19	3,39±0,92	0,24	0,114

*= $p<0,05$; MCT= massa corporal total; DC= dobras cutâneas

Tabela 3- Efeitos do destreinamento na antropometria de meninas praticantes de pentatlo moderno.

	Período de treinamento		Período de destreinamento		p valor entre os períodos
	Média ± DP	EP	Média ± DP	EP	
MCT(kg)	51,43±8,13	2,57	51,35±8,14	2,57	0,804
Estatura(cm)	160,60±6,02	1,90	160,60±5,46	1,72	0,872
IMC (kg/m²)	19,79±2,27	0,71	19,79±2,15	0,68	0,961
%gordura	22,55±6,56	2,08	22,50±6,08	1,92	0,928
Massa gordo(kg)	11,78±4,65	1,47	11,72±4,34	1,37	0,839
Massa magro(kg)	39,64±6,51	2,06	39,62±6,07	1,91	0,924
Somatório DC	89,70±37,48	11,84	90,05±34,68	10,96	0,894
Endomorfia	3,81±1,91	0,61	3,63±1,55	0,48	0,313
Mesomorfia	3,87±0,51	0,16	3,77±0,60	0,19	0,094
Ectomorfia	3,19±1,00	0,31	3,17±0,95	0,29	0,889

*= p<0,05; MCT= massa corporal total; DC= dobras cutâneas

Apêndice 2

Artigo em submissão na Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil

Observação: O artigo segue as regras de formatação da revista

IDADE DA MENARCA EM ATLETAS ADOLESCENTES DE PENTATLO MODERNO

AGE AT MENARCHE IN ADOLESCENTS ATHLETES OF MODERN PENTHATLON

RESUMO

INTRODUÇÃO: Avaliar a menarca possibilita identificar a maturação precoce ou atrasada em atletas de diferentes modalidades esportivas. No pentatlo moderno, não há investigações científicas a respeito das características da menarca.

OBJETIVO: Avaliar a idade da menarca e suas relações com a antropometria, idade de início e tempo de treinamento em atletas adolescentes de pentatlo moderno dos campeonatos brasileiros de 2012 e 2013.

MÉTODOS: Participaram 31 atletas menarqueadas (14,69±2,03anos de idade) e 15 não menarqueadas (12,22±1,07anos de idade). Foram avaliadas a idade da menarca, idade ginecológica e medidas antropométricas. Utilizou-se a estatística descritiva, comparações para amostras independentes e a correlação de *Pearson* ($p<0,05$). RESULTADOS: A idade da menarca foi 11,80±0,95 anos. Após divisão do grupo das menarqueadas, diferença significativa ($p=0,006$) foi observada na idade da menarca entre meninas que iniciaram o treinamento antes (12,62±0,95) e após (11,42±1,17) a menarca. A análise descritiva permitiu observar a idade cronológica do grupo não menarqueadas sendo maior que a idade da menarca no grupo das menarqueadas, assim como foi maior o tempo de treinamento e menor a adiposidade.

CONCLUSÕES: A idade de início do treinamento aparenta ser o maior responsável pelas características da menarca apresentadas em pentatletas, sem descartar possíveis efeitos do baixo percentual de gordura.

Palavras chaves: maturidade sexual, antropometria e ciclo menstrual.

ABSTRACT

INTRODUCTION: To evaluate the characteristics of menarche is important to identify early or late maturation in athletes of different sports. In modern pentathlon, there is not scientific research about the characteristics of menarche.

OBJECTIVE: To analyze the age at menarche and its relationship with anthropometry, age of onset and duration of training in adolescent athletes of the Modern Pentathlon Brazilians Championships in 2012 and 2013.

METHODS: 31 girls with menarche (14.69 ± 2,03 years old) and 15 without menarche (12.22 ± 1,07 years old). Menarche age, gynecological age and anthropometric measurements were assessed. We used descriptive statistics, comparisons for independent samples and Pearson's correlation ($p < 0.05$).

RESULTS: The age at menarche was 11.80 ± 0.95 years. After division of the group with menarche, a significant difference ($p=0.006$) was observed in age of menarche between girls who started training before (12.62 ± 0.95) and after the menarche (11.42 ± 1.17). The descriptive analysis revealed the chronological age of the group whitout menarche being longer than the age of menarche in the groups whit menarche and was greater training time and lower adiposity.

CONCLUSIONS: The age of onset of training appears to be the greater responsible for the characteristics of menarche presented in pentathletes without discard possible effects of lower body fat percentage.

Key words: sexual maturity, anthropometry and menstrual cycle.

INTRODUÇÃO

O início do ciclo menstrual na vida mulher chama-se menarca, e no desporto pode ser útil para avaliar o estado maturacional ou a saúde de atletas adolescentes em diferentes modalidades esportivas [1]. Em geral, a idade de ocorrência da menarca (IM) pode estar associada ao estado socioeconômico, nutricional e as condições ambientais de uma população, com a observação, inclusive, de uma tendência secular da sua redução[2,3].

O treinamento físico é um dos fatores que estão associados às alterações na IM. Atletas adolescentes de determinadas modalidades esportivas tendem apresentar baixo percentual de gordura corporal, que podem levar a alterações hipotalâmicas, as quais influenciam na liberação dos hormônios sexuais femininos e, consequentemente, na ocorrência atrasada da menarca[4]. Estudos adicionais investigam a ação da leptina, um hormônio produzido principalmente pelo tecido adiposo e em menor proporção pelo estômago, placenta e mamas, que atua como estimulador do eixo hipotalâmico e influencia na IM. Em atletas, o balanço energético negativo, por meio do exercício associado a um estado nutricional debilitado, tem relação com baixas concentrações de leptina plasmática e a desregulação do sistema reprodutório[5-7].

Entretanto, estudos demonstram influências do treinamento intenso na IM, ou mesmo na regularidade do fluxo menstrual, independente da quantidade de gordura corporal[8,9]. Vale destacar, ainda, que outras características antropométricas podem influenciar na menarca de atletas, como medidas que predispõe a seleção natural para o desporto, privilegiando a maior estatura e a medida de quadril reduzida[7]. Por outro lado, o estresse gerado por fatores psicossociais associado à prática desportiva também pode ser um influenciador[1,10] .

Desta forma, a IM é investigada em diferentes modalidades esportiva[11-13]. Por possibilitar avaliar a precocidade ou o atraso da maturação sexual, por um simples relato do período da sua ocorrência, a menarca pode auxiliar no planejamento do treino de jovens

atletas, pois meninas de mesma idade cronológica podem estar em momentos maturacionais diferentes, influenciando no desempenho motor[14-16]. Todavia, avaliações adicionais por meio da idade ginecológica, que é obtida pela subtração da idade cronológica pela idade da menarca, pode ser um importante recurso na avaliação maturacional no período pós-menarca[14,17].

O pentatlo moderno é um desporto olímpico de origem militar, que envolve a esgrima, natação, hipismo e um combinado de corrida e tiro, exigindo uma alta carga de treinos já na fase de iniciação esportiva. De tais modalidades esportivas, a menarca vem sendo alvo de estudos recentes em atletas de natação[8,11,13]. Entretanto, não há investigações específicas com esta modalidade esportiva.

O objetivo deste estudo foi avaliar a idade da menarca e suas relações com a antropometria, idade de início e tempo de treinamento em atletas adolescentes de pentatlo moderno dos campeonatos brasileiros de 2012 e 2013.

MÉTODOS

A amostra foi composta por adolescentes do sexo feminino participantes dos campeonatos brasileiros de 2012 e 2013 das categorias Jovens A, B, C e D. 51% (23) das participantes do campeonato brasileiro de 2012 participaram da coleta de dados, das quais 12 eram menarqueadas e 11 não menarqueadas; 85% (37) se prontificaram a participar da coleta em 2013, das quais 24 eram menarqueadas e 13 não menarqueadas. Em casos de meninas que participaram das duas coletas, houve preferência para as avaliações de 2012, por ser mais fácil recordar os dados da menarca com menos tempo de ocorrência. Foram excluídos, então, os dados de cinco meninas menarqueadas da coleta de 2013 que já haviam participado em 2012. Desta forma, foram incluídas apenas 19 meninas menarqueadas da coleta de 2013, totalizando 31 praticantes de pentatlo moderno, menarqueadas.

Participantes não menarqueadas também foram incluídas na coleta de dados para análise de características pré-menarca. Neste caso houve preferência pelos dados coletados em 2013, em casos de meninas que também participaram em 2012, pelo fato de estarem mais próximas da menarca. Porém, atletas sem menarca que participaram em 2012 e não participaram ou relataram a menarca somente em 2013, também foram incluídas. Desta forma, este grupo foi formado por 13 atletas do campeonato brasileiro de 2013 e de duas participantes de 2012, totalizando uma amostra de 15 atletas não menarqueadas.

Todos os procedimentos da coleta de dados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho com protocolo 090/2011.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, a Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno autorizou a realização da coleta de dados. Todos os treinadores das equipes participantes foram comunicados do estudo e de todos os seus procedimentos, informando aos responsáveis e atletas sobre a pesquisa. A coleta de dados foi realizada entre os períodos de chegada ao hotel e o início do evento, em horários marcados de acordo com a disponibilidade pessoal. Somente participaram do estudo as atletas que quiseram participar e tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável.

A idade de ocorrência da menarca (IM) foi obtida pelo método "*status quo*", que questionava a ocorrência ou não da menarca. Em caso de resposta positiva foi identificado o mês e o ano de ocorrência por um questionário retrospectivo. A idade ginecológica (IG) foi adquirida por meio da subtração da idade atual pela IM. Também foi reportada a idade de início de treinamento, quantidade de dias semanais e horas diárias de treinamento, sendo calculados o tempo de treinamento em meses e a quantidade de horas semanais treinadas.

Medidas de massa corporal foram realizadas em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,1 kg. A estatura foi medida em um estadiômetro portátil da marca

WCS, com precisão de 0,1cm. As dobras cutâneas de bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaca, coxa e perna medial foram tomadas por um único e experiente avaliador, sendo medidas três vezes ao lado direito do corpo com um adipômetro científico tipo harpenden da marca Cescorf, com precisão de 1mm. Em casos que medidas na mesma dobra cutânea extrapolaram o limite de 5% de diferença das demais, uma nova série de três medidas foi realizada. O resultado das medidas de cada dobra cutânea foi a média aritmética das três medidas. Medidas de perímetros do quadril e cintura foram realizadas com uma trena metálica da marca Sanny, com precisão de 0,1cm. Os protocolos de medidas descritos por Lohman *et al.*[18] foram adotados em toda a avaliação antropométrica.

O percentual de gordura foi calculado por meio da equação proposta por Slaughter *et al.*[19], para crianças e adolescentes, utilizando as medidas de dobras cutâneas de tríceps e subescapular. Nos casos de meninas com mais de 18,00 anos de idade, utilizou-se a equação de Durnin e Womersley (1974)[20], utilizando as dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular e suprailíaca.

Características antropométricas e do treinamento das atletas com menarca e sem menarca foram analisadas por meio da média aritmética, desvio padrão e valores mínimo e máximo. Atletas menarqueadas foram divididas em um grupo com meninas que reportaram ocorrência da menarca posterior ao início do treinamento de pentatlo moderno (GM1) e outro com ocorrência da menarca anterior ao início do treinamento (GM2). Após análise da distribuição dos dados por meio de medidas de dispersão e gráficos homogramas, comparações a respeito da menarca, antropometria e características do treinamento entre os grupos foram realizadas pelo teste t de *Student* para amostras independentes, exceto na variável tempo de treinamento, que optou-se pelo teste U de *Mann Whitney*.

Após análise das medidas de dispersão, a correlação de *Pearson* foi utilizada entre a variável IG e as características antropométricas nas atletas menarqueadas. Nas atletas não menarqueadas, a idade cronológica foi correlacionada com a antropometria.

Em todos os procedimentos estatísticos adotou-se $p<0,05$ para significância e foram realizados por meio do pacote estatístico SPSS versão 20.

RESULTADOS

As características das participantes dos campeonatos brasileiros de 2012 e 2013 podem ser observadas na Tabela1. Nas atletas menarqueadas pode-se observar a IM e a IG. Características antropométricas e do treinamento, tanto de meninas menarqueadas como não menarqueadas também podem ser analisadas. Vale destacar diferenças descritivas em características importantes de atletas menarqueadas e não menarqueadas, como a menor adiposidade e o tempo maior destinado ao pentatlo do grupo não menarqueado, mesmo tendo idade cronológica mais baixa. Outro relevante resultado foi a idade cronológica do grupo não menarqueado ser maior que a idade da menarca verificado no grupo menarqueado, demonstrando já na descrição dos resultados, as influências da idade de início do treinamento.

Inserir Tabela 1

A tabela 2 permite comparações entre um grupo que obteve a menarca após iniciar o treinamento de pentatlo moderno (GM1) com outro grupo que já havia obtido a menarca antes de iniciar o treinamento (GM2). Observa-se que não há diferenças de idade cronológica entre os dois grupos, no entanto a IM foi significantemente mais elevada no GM1, provocando menor IG. Na antropometria não houve diferenças significativas nas varáveis analisadas, entretanto o GM1 apresentou mais tempo de treinamento de pentatlo moderno e, mesmo não

sendo significativo, o p valor encontrado foi próximo a 0,05. Nesse sentido, os resultados obtidos com respeito a IM parecem estar relacionados as características do treinamento.

Inserir Tabela 2

As correlações entre a IG e a antropometria apresentadas na tabela 3 demonstram importantes características de desenvolvimento físico de atletas submetidos a treinamento intenso de pentatlo moderno. No GM1 o coeficiente de correlação (r) encontrado com a MC foi baixo e o p valor não significativo. No entanto o alto valor do coeficiente de correlação encontrado com a estatura demonstra o seu aumento no período pós-menarca. Em adendo, o coeficiente negativo observado com o DC demonstra tendência de redução da adiposidade após a menarca.

No GM2 o coeficiente encontrado foi forte e significativo com a MC, embora a correlação com o DC tenha apresentado, mesmo que próximo de zero, valor negativo, parecendo não haver influência do ganho de gordura corporal e sim da massa corporal magra. A correlação com a estatura também apresentou forte e significativo coeficiente, embora mais baixo que no GM1, também demonstrando aumento da estatura após a menarca.

Ao analisar as correlações nos três grupos, no que tange a adiposidade, os valores negativos demonstram que a gordura corporal tende a reduzir com o aumento da IG ou idade cronológica, o que mostra a tendência de redução da gordura corporal com o avanço maturacional. Destaque para um maior coeficiente na correlação com o somatório de dobras cutâneas de membros inferiores com a idade cronológica no grupo não menarqueado.

Vale observar que o coeficiente de correlação foi mais alto e significativo entre a IG e a medida de perímetro de quadril no grupo GM1. Mais baixo no grupo GM2 e negativo na correlação no grupo de atletas não menarqueado. Tais resultados podem indicar a redução da

gordura corporal com o avanço maturacional, embora a amostra reduzida do GM1 possa ter contribuído com um coeficiente mais baixo. No caso das meninas não menarqueadas, fica a dúvida se esta já é uma característica antropométrica relacionada à menarca tardia, ou se com o avançar maturacional esta característica será alterada. Vale alertar que os menores coeficientes encontrados no GM2 podem ter sidos influenciados por pouco tempo de treinamento de alguns participantes do estudo, visto o alto desvio padrão da média aritmética no tempo de treinamento.

As atletas não menarqueadas foram avaliadas com correlações entre a idade cronológica e a antropometria. Os resultados obtidos pelo coeficiente de correlação demonstram, principalmente, o aumento mais discreto da estatura com o aumento da idade cronológica neste grupo quando comparado aos grupos com menarca; Também foi verificada, ainda, por meio de valores negativos encontrados na correlação, a tendência de redução da adiposidade com o aumento da idade, embora haja o aumento da MC, possivelmente provocado pelo aumento da massa corporal magra. A idade de início do treinamento deste grupo pode estar influenciando nos resultados.

Inserir Tabela 3

DISCUSSÃO

A proposta de analisar três grupos diferentes no que diz respeito aos estágios da menarca e à idade de início e do tempo de prática do treinamento, resultou em características diferentes da IM, com observações para algumas influências da antropometria e da composição corporal, aumentando ainda mais a abrangente discussão sobre este marco da puberdade em atletas adolescentes. Os resultados observados corroboram a necessidade da

equipe multidisciplinar monitorar, por meio de avaliações esporádicas, as disfunções menstruais e, consequentemente, a saúde de atletas adolescentes[8].

Em modalidades como balé clássico, ginástica rítmica ou provas de endurance, em que a necessidade de um baixo percentual de gordura aumenta os riscos de desordens alimentares e até mesmo da tríade da mulher atleta, pode ocorrer disfunções menstruais[12,21,22]. No entanto, em estudos específicos com adolescentes, devido ser comum a irregularidade no ciclo menstrual no primeiro ano pós-menarca, as investigações recorrem mais as alterações na IM[9,13]. Desta forma, atletas de determinadas modalidades esportivas apresentam idade da menarca tardia[12]. Mesmo na natação, modalidade esportiva em que não há maiores preocupações com um percentual de gordura muito baixo, o estudo de Santos, Leandro e Guimarães[13] mostrou IM mais tardia em atletas de nível estadual do que em grupo controle.

No Brasil, a média da IM relatada na revisão sistemática de Klug e Fonseca[1] foi de 12,20 anos de idade em meninas não atletas. Ao comparar com a média de 11,88 anos de idade encontrada em nosso estudo, percebe-se que a prática do treinamento para o pentatlo moderno não influenciou na IM. Entretanto, ao levar em consideração as atletas que iniciaram o treinamento antes da menarca, a média encontrada foi de 12,62 anos de idade, ou seja, acima da relatada na população brasileira de não atletas e diferente significativamente da média de idade de 11,42 anos em meninas menarqueadas antes de iniciarem o treinamento.

Ademais, mesmo não havendo comparações estatísticas entre os grupos, a simples descrição da antropometria, características do treinamento e da IM ou idade cronológica em cada grupo mostrou resultados relevantes, como as meninas não menarqueadas já terem uma média de idade cronológica acima da média de ocorrência da menarca das demais atletas, com o adendo de terem mais tempo de treinamento e menor adiposidade, características estas que demonstram maior exposição ao treinamento do que os demais grupos. A estatura mais baixa que dos outros grupos e os baixos coeficientes de correlação entre a idade cronológica e a

estatura, indica que em parte deste grupo há ausência do pico de velocidade da estatura (PVE), que comumente ocorre antes da menarca[4], parecendo que estas meninas terão a média da IM maior que as do grupo que iniciaram o treinamento antes da menarca.

Tais resultados corroboram em parte os encontrados por Schtscherbina et al.[8]., que observaram em nadadoras adolescentes competitivas, que a idade do início do treinamento e não a composição corporal está associada a disfunções menstruais.Tais resultados se aplicam ao grupo GM1, que apresentou menarca mais tardia que o GM2, mas ao levar em consideração as características antropométricas no que tange a adiposidade, o grupo não menarqueado pode estar sendo influenciado pela baixa quantidade de gordura corporal.Vale ressaltar que a literatura cita a importância de 22% de gordura relativa para a ocorrência de ciclos menstruais normalizados e 17% para a IM[23]. Os valores de percentual de gordura encontrados neste estudo nas meninas não menarqueadas demonstram que parte estava abaixo do valor que resulta em alterações na IM.

Em adendo, Claessens *et al*.[9] também observou na elite mundial de remadoras, menor IM em meninas que iniciaram o treinamento antes da menarca quando comparadas as que iniciaram após, não observando influências da antropometria. Entretanto, assim como o estudo de Schtscherbina *et al.*[8], não elucida os fenômenos que podem levar as características do treinamento e não a gordura corporal serem responsáveis por disfunções menstruais de atletas.

Ao levar em consideração os estudos que analisam a tendência de redução da IM, dentre os possíveis influenciadores da menarca mais tardia nas atletas investigadas, podem estar os fatores psicossociais relacionados à prática desportiva, devido, principalmente, a comportamentos específicos de atletas durante a adolescência e ao estresse gerado pela necessidade de resultados no período pré-menarca[1-3,10,24].

Ademais, outras possíveis explicações para estes resultados estão direcionadas a ação da leptina na função reprodutora, visto que sua produção reduzida em atletas está relacionada ao déficit de energia, redução da gordura corporal e demais características da natural seleção esportiva[25]. Vale ressaltar que a gordura localizada especificamente nas regiões coxo-femural produz quantidades maiores de leptina em relação à região central e, que a gordura localizada na região do quadril pode ser um importante preditor da leptina plasmática[26].

Neste estudo, a distribuição da adiposidade não parece ter influenciado na IM, ao levar em consideração o somatório das dobras cutâneas em diferentes regiões do corpo e a medida de perímetro de cintura. Entretanto, o perímetro de quadril apresentou, mesmo que apenas moderado, maior coeficiente de correlação com a IG no GM2, grupo que a menarca foi mais precoce. A redução da gordura subcutânea de membros inferiores com o avanço maturacional ocorreu em todos os grupos, parecendo ser esta uma característica de meninas submetidas ao treinamento. Novas investigações dessas medidas parecem ser importantes. Demais características antropométricas, como a estatura, não apresentaram resultados que merecessem destaque, embora a literatura descreva que meninas com estatura acima da média apresentem menarca mais tardia[27].

Tanto as medidas de dobras cutâneas quanto a utilização de equações preditivas para análise do percentual de gordura não desenvolvidas ou validadas para atletas, foram limitações deste estudo. Desta forma, parecem necessárias novas investigações com métodos de avaliação padrão ouro para avaliar a composição corporal e permitir uma análise mais detalhada da influência da adiposidade e até mesmo da distribuição da gordura corporal por regiões na IM.

Em geral, a idade da menarca foi baixa ao levar em consideração que são atletas de uma modalidade esportiva que exige treinamentos intensos. Em adolescentes que iniciaram o treinamento antes da menarca, a ocorrência da menarca foi em idade mais elevada, não

havendo influência da antropometria e composição corporal. As meninas não menarqueadas apresentaram idade cronológica mais elevada do que a média geral da idade da menarca, assim como menor adiposidade que as menarqueadas, podendo haver influência da composição corporal neste grupo. Desta forma, a idade de início do treinamento aparenta ser o maior responsável pelas características da menarca apresentadas em pentatletas, sem descartar possíveis efeitos do baixo percentual de gordura. Ademais, são necessárias investigações futuras no âmbito das influências psicossociais do treinamento desportivo, da gordura corporal com sua distribuição e, consequentemente, da ação da leptina na ocorrência da menarca de atletas.

REFERÊNCIAS

1. Klug DP, Fonseca PHS. Análise da maturação feminina: um enfoque na idade de ocorrência da menarca. Rev Educ Fís. 2006; 17:139-147.

2. Al-Sahab B, Ardern CL, Hamadeh MJ, Tamim H. Age at menarche in Canada: results from theNational Longitudinal Survey of Children & Youth. BMC Public Health. 2010; 10:1-8, 2010.

3.Junqueira ML, Lopes CS, Werneck GL. Family sócio-economic background modified secular trends in age at menarche: evidence from the Pro-Saude Study (Rio de Janeiro, Brazil). Ann Hum Biol. 2003; 30:347-52.

4.Malina RM, Bouchard C; Bar-Or O.Growth, maturation, and physical activity. Champaign Illinois: Human Kinetics; 2004.

5.Muñoz MT, Piedra C, Barrios V, Garrido G, Argente J. Changes in bone density and bone markers in rhythmic gymnasts and ballet dancers: implications for puberty and leptin levels. Eur J Endocrinol. 2004; 151:491-496.

6.Kasa-Vubu JZ, Borer KT, Rosenthal A, Meckmongkol T. Twenty-four hour growth hormone and leptin secretion in active postpubertal adolescent girls: impact of fitness, fatness, and age at menarche. J Clin Endocrinol Metab. 2006; 91:3925-40.

7.Meira TB, Nunomura M. Interação entre a leptina, ginástica artística, puberdade e exercício em atletas do sexo feminino. Rev Bras Ciênc Esporte. 2010; 32:185-99.

8.Schtscherbyna A, Barreto T, Oliveira FP, Raggio R, Soares EA, Ribeiro BG. A idade do início do treinamento, e não a composição corporal está associada com disfunções menstruais em nadadoras adolescents. Rev Bras Med Esporte. 2010; 18:161-163.

9.Claessens AL, Bourgois J, Beunen G, Philippaert R, Thomis M, Lefevre J, *et al.* Age at menarche in relation to anthropometric characteristics, competition level and boat category in elite Junior rowers. Ann Hum Biol. 2003; 30:148-159.

10.Mishra GD, Cooper R, Tom SE, Kuh D. Early life circumstances and their impact on menarche and menopause. Womens Health (Lond Engl). 2009; 5:175-190.

11.Schtscherbyna A, Soares EA, Oliveira FP, Ribeiro BG. Female athlete triad in elite swimmers of the city of Rio de Janeiro, Brazil. Nutrition. 2009; 25:634-9.

12.Erlandson MC, Sherar LB, Mirwald RL, Maffulli N, Baxter-Jones AD. Growth and maturation of adolescent female gymnast swimmers and tennis players. Med Sci Sports Exerc. 2008; 40:34-42.

13.Santos MAM, Leandro CG; Guimarães FJS. Composição corporal e maturação somática de meninas atletas e não-atletas de natação da cidade do Recife, Brasil. Rev Bras Saúde Matern Infant. 2007; 7:175-181.

14.Fonseca Junior SJ; Fernandes Filho J. A menarca e seu impacto nas qualidades físicas de escolares. Rev Salud Publica. 2013; 15:281-293.

15.Jones MA, Hitchen PJ, Stratton G. The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girl and boys aged 10 to 16 years. Ann Hum Biol. 2000; 27:57-65.

16.Malina RM, Ignasiak C, Rozek K, Slawinska T, Domaradzki J, Fugiel J, *et al*. Growth, maturity and Functional characteristics of female athletes 11-15 years of age. Human Movement. 2011; 12:31-40.

17.Barkai H, Nichols JF, Rauh MJ, Barrack MT, Lawson MJ, Levy SS. Influence of sports participation and menarche on bone mineral density of female high school athletes. J Sci Med Sport. 2007; 10:170-179.

18.Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometric Standartization Reference Manual. Champaign Ilinois: Human Kinetics, 1988.

19.Slaughter MH, Lohman TG, Boileau CA, Horswill CA; STILLMAN A; Van Loan MD, *et al*. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum *Biol. 1988*; 60:709-723.

20.Durnin JVGA; Womersley J. Body fat assessed from total density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr. 1974; 32:77-97.

21.Bacchi E, Spiazzi G, Zendrini G, Bonin C, Moghetti P. Low body weight and menstrual dysfunction are common findings in both elite and amateur ballet dancers. J Endocrinol Invest. 2013; 36:343-6.

22.Dadgostar H, Razi M, Aleyasin A, Alenabi T, Dahaghin S. The relation between athletic sports and prevalence of amenorrhea and oligomenorrhea in Iranian female athletes. Sports Med, Arthrosc, Rehabil, Ther Technol. 2009; 1:1-7.

23.Pardine DP. Alterações hormonais da mulher atleta. Arq Bras Endocrinol Metab. 2001; 45:343-51.

24.Coelho GM, Gomes AL, Ribeiro BG, Soares EA. Prevention of eating disorders in female athletes. J Sports Med. 2014; 12:105-13.

25.Meira TB, Moraes FL, Böhme MTS. Relações entre leptina, puberdade e exercício no sexo feminino. Rev Bras Med Esporte. 2009; 15:306-310.

26.Lassek WD, Gaulin SJ. Menarche is related to fat distribuition. Am J Phys Anthropol. 2007; 133:1147-1151.

27.Rowland TW. Children's exercise physiology. Champaign Illinois: Human Kinetics; 2005.

Tabela 1: Características da ocorrência da menarca, antropometria e do treinamento de atletas adolescentes de pentatlo moderno.

	Atletas menarqueadas (n=31)		Atletas não menarqueadas (n=15)	
	Média±DP	Mín-Máx	Média±DP	Mín-Máx
Idade (anos)	14,69±2,03	11,41-18,40	12,22±1,07	11,00-14,58
IM (anos)	11,80±1,17	9,75-14,40	x	x
IG (anos)	2,89±1,83	0,20-6,16	x	x
MC (kg)	53,19±7,11	40,20-66,60	42,24±7,71	32,10-59,80
Estatura (cm)	160,31±5,81	145,02-167,00	151,39±7,24	135,00-163,00
Cintura (cm)	70,53±6,64	63,00-85,50	66,32±6,50	58,20-81,80
Quadril (cm)	88,00±6,20	77,50-100,00	81,65±6,23	73,60-94,00
Σ2DC MMSS (mm)	18,49±7,05	9,30-40,30	15,34±5,26	8,10-24,70
Σ3DC tronco(mm)	43,16±15,80	23,90-83,20	35,67±20,31	12,30-82,20
Σ2DC MMII (mm)	29,55±9,10	17,80-58,80	24,34±7,00	14,40-35,10
Σ7DC (mm)	90,53±30,90	36,90-171,40	75,36±30,91	40,60-136,70
%gordura	21,14±5,07	13,76-31,76	18,06±6,58	9,71-29,23
TT (meses)	20,18±14,87	0,20-60,00	25,97±11,41	0,50-36,00
Hrs/semana	17,97±8,50	5,00-35,00	14,97±6,41	7,50-24,00

IM=idade da menarca; IG=Idade ginecológica; MC=massa corporal; Σ2DC MMSS=somatório de duas dobras de membros superiores; Σ3DC somatório de três dobras cutâneas; Σ2DC MMII=somatório de duas dobras cutâneas de membros inferiores; ΣDC=somatório de sete dobras cutâneas cutâneas; TT=Tempo de treinamento.

Tabela 2: Idade cronológica, idade da menarca e antropometria de atletas adolescentes de pentatlo moderno menarqueadas.

	GM1 (n=10)		GM2 (n=21)		
	Média±DP	EP	Média±DP	EP	p valor
Idade (anos)	14,61±1,90	1,90	14,73±2,14	0,47	0,878
IM (anos)	12,62±0,95	0,29	11,42±1,09	0,23	0,006*
IG (anos)	2,01±1,28	0,40	3,31±1,93	0,41	0,035*
MC (kg)	55,78±7,36	2,32	51,96±6,83	1,48	0,186
Estatura (cm)	161,27±4,59	1,44	159,83±6,36	1,39	0,481
Cintura (cm)	73,39±8,52	2,68	69,16±5,25	1,15	0,099
Quadril (cm)	90,54±7,55	2,38	86,79±5,21	1,13	0,178
Σ2DC MMSS (mm)	19,23±6,83	2,15	18,13±7,29	1,58	0,684
Σ3DC tronco(mm)	46,91±17,56	5,54	41,38±15,01	3,28	0,404
Σ2DC MMII (mm)	31,00±12,54	3,97	28,86±7,19	1,56	0,625
Σ7DC (mm)	97,59±34,68	10,96	87,37±29,32	6,40	0,064
%gordura	22,44±5,32	1,68	20,53±4,98	1,09	0,625
TT (meses)	27,59±14,23	4,50	16,63±14,16	3,09	0,087
Hrs/semana	15,84±7,29	2,31	18,98±8,99	1,95	0,314

*p<0,05; GM1=Grupo menarqueado antes de iniciar o treinamento; GM2=Grupo menarqueado após iniciar o treinamento; IM=idade da menarca; IG=Idade ginecológica; MC=massa corporal; Σ2DC MMSS=somatório de duas dobras de membros superiores; Σ3DC somatório de três dobras cutâneas; Σ2DC MMII=somatório de duas dobras cutâneas de membros inferiores; ΣDC=somatório de sete dobras cutâneas cutâneas; TT=Tempo de treinamento.

Tabela 3: Correlação entre a idade ginecológica e a antropometria em atletas menarqueadas e entre a idade e a antropometria em atletas não menarqueadas.

	GM1(n=10) IG (anos) 2,01±1,28		GM2 (n=21) IG(anos) 3,31±1,93		GSM (n=15) IC(anos) 12,22±1,07	
	r	p	r	p	r	p
MC (kg)	0,199	0,581	0,620	0,003*	0,130	0,643
Estatura (cm)	0,713	0,021*	0,541	0,026*	0,400	0,139
Cintura (cm)	0,033	0,924	0,061	0,793	-0,212	0,449
Quadril (cm)	0,297	0,376	0,440	0,046*	-0,072	0,797
Σ2DC MMSS (mm)	-0,192	0,571	-0,056	0,397	-0,298	0,280
Σ3DC tronco(mm)	-0,078	0,819	-0,061	0,792	-0,145	0,607
Σ2DC MMII (mm)	-0,249	0,460	-0,229	0,317	-0,371	0,174
Σ7DC (mm)	-0,343	0,332	-0,071	0,898	-0,230	0,410
%gordura	-0,211	0,559	-0,068	0,770	-0,193	0,491

*p<0,05; GM1=Grupo menarqueado antes de iniciar o treinamento; GM2=Grupo menarqueado após iniciar o treinamento; GNM=Grupo não menarqueado; IG=Idade ginecológica; IC=Idade cronológica; MC=massa corporal; Σ2DC MMSS=somatório de duas dobras de membros superiores; Σ3DC somatório de três dobras cutâneas; Σ2DC MMII=somatório de duas dobras cutâneas de membros inferiores; Σ7DC=somatório de sete dobras cutâneas.

Agradecimentos:

A Confederação Brasileira de Pentatlo Moderno pelo apoio em todo o processo de coleta de dados; a FAPERJ pelo financiamento do desenvolvimento do projeto de pesquisa “Avaliação Nutricional e Funcional da Equipe Pentajovem”.

Apêndice 3

Artigo em submissão na Revista de Educação Física

Observação: As referências bibliográfica e o resumo seguem as normas da revista.

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE PENTATLETAS ADOLESCENTES AVALIADA COM A ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA

BODY COMPOSITION OF ADOLESCENTS PENTATHLETES ASSESEMENT USING THE DUAL ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY

RESUMO

O objetivo foi analisar as características da composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno nos sexos feminino e masculino, por meio do DXA, em diferentes fases puberais e faixas etárias. Participaram 51 atletas adolescentes praticantes de pentatlo moderno, sendo 24 meninas (14,23±2,57 anos) e 27 meninos (15,15±1,51 anos). No feminino os resultados demonstraram o aumento da massa magra e a estabilidade da gordura corporal total, com redução nos membros inferiores e superiores; o pico de velocidade da estatura pareceu tardio. No masculino houve aumento de todas as variáveis. A avaliação dos conteúdos e densidades mineral óssea foram pertinentes à adolescentes praticantes de outras modalidades esportivas em ambos os sexos. Em suma, o percentual de gordura foi considerado alto no feminino e de acordo com valores referentes à atletas no masculino. As características antropométricas observadas são as primeiras direcionadas à pentatletas adolescentes com utilização do DXA.

ABSTRACT

The aim the study was to analyze the body composition of adolescent athletes in modern pentathlon, using DXA at different pubertal stages and age groups. The sample was 51 adolescent athletes practicing modern pentathlon, with 24 girls (14.23 ± 2.57 years) and 27 boys (15.15 ± 1.51 years). In female the results showed an increase in lean body mass and stability of total body fat, with the fat decrease in upper and lower limbs; peak velocity of the stature seemed late. In male there was an increase in all variables. The assessment of bone mineral content and density were appropriate when compared to athletes of other sports in both sexes. The fat percentage was high in females and according to the standard in male athletes. Anthropometric characteristics observed are the first presented for adolescent pentathletes through DXA.

INTRODUÇÃO

O Pentatlo Moderno é um dos esportes mais antigos no quadro olímpico, presente desde Estocolmo (Suécia) 1912, por ordem do Barão Pierre de Coubertan. Composto inicialmente por cinco modalidades diferentes (esgrima, natação, hipismo, tiro esportivo e corrida), atualmente ocorre com um combinado em biatlho (tiro e corrida) posterior as outras três modalidades.

Com predominância anaeróbia, o desporto combina fases de ações curtas e intensas, aliadas a períodos de recuperação em espaços de tempo reduzidos, com diferentes especificidades, devido às diversidades das modalidades esportivas envolvidas. A periodização das fases de treinamento é planejada de acordo com as principais competições. Entretanto, em atletas em fase de formação, a preocupação maior está relacionada ao ensino e aperfeiçoamento técnico das modalidades deste desporto (DANTAS, 2013).

O treinamento com adolescentes, na pré e pós-puberdade, apresenta cuidados especiais que o diferencia da aplicação em adultos (SILVA, 2001). Enquanto o treinamento para adultos gera uma possível resposta ao estresse provocado pelo exercício, em crianças e adolescentes essas modificações poderão ser responsáveis por disfunções até maiores do que as adaptações nos processos de crescimento e desenvolvimento (MALINA; BOUCHARD; BOR-OR, 2004).

Caracterizar atletas adolescentes por meio da composição corporal pode auxiliar tanto na seleção e formação de talentos esportivos quanto na identificação dos efeitos do treinamento e de dietas específicas no treinamento e desenvolvimento físico (DUNCAN; WOODFIELD; NAKEEB, 2006; KEMMELER *et al.*, 2006; SANCHEZ-MUÑOZ; SANS; ABDALA, 2007). Especificamente no pentatlo moderno podem ocorrer características físicas diversificadas por seus atletas normalmente serem iniciados em algum desporto pertencente a esta modalidade e pelos efeitos do treinamento extenuante em diferentes desportos desde a infância.

A avaliação correta do estágio maturacional e das fases da puberdade durante o crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes é de fundamental importância no correto planejamento da carga de treinos e competições em que esses jovens serão submetidos, além da caracterização antropométrica, incluindo a composição corporal, por fase da puberdade, pois atletas de mesma idade cronológica podem estar em momentos maturacionais diferentes (ALVES; LIMA, 2008; MALINA; BOUCHARD; BOR-OR, 2004).

A respeito do pentatlo moderno, ainda há uma carência de investigações científicas no que tange a referências da composição corporal de adolescentes. Nesse sentido, a utilização da absortometria radiológica de dupla energia (DXA), que permite uma análise detalhada de diferentes componentes da composição corporal total e por segmentos, como o conteúdo e a densidade mineral ósseo, o percentual de gordura, de massa gorda e de massa magra, além de ser um método considerado padrão ouro, parece ser uma importante contribuição na elaboração de referências de pentatletas adolescentes.

Partindo desse principio, o objetivo do estudo é analisar as características da composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno nos sexos feminino e masculino, por meio do DXA, em diferentes fases puberais e faixas etárias.

MÉTODOS

População

A população foi composta por 51 atletas adolescentes do projeto Pentajovem da Federação de Pentatlo Moderno do Estado do Rio de Janeiro, sendo 24 meninas e 27 meninos, totalizando 100% dos participantes que se enquadravam nos critérios de inclusão, que foram: ter menos de 18 anos, ter treinado ao menos uma modalidade esportiva do pentatlo moderno por um ano e estar treinando modalidades do pentatlo moderno por um período mínimo de cinco horas semanais.

Procedimentos

Uma anamnese sobre os dados pessoais e as características referentes à prática das modalidades esportivas do pentatlo moderno foi preenchida pelos atletas com auxílio dos pais e treinadores, possibilitando avaliar se o atleta se enquadrava nos critérios de inclusão e determinação da idade cronológica. Posteriormente, os atletas que obedeciam aos critérios de inclusão foram convidados e recebiam o TCLE para os responsáveis assinarem.

Em um único dia todas as avaliações foram realizadas. A autoavaliação da maturação sexual, por meio das fotografias de estágios de desenvolvimento da mama ou de órgãos genitais e pelos pubianos, foi utilizada para determinação dos estágios de puberdade (TANNER, 1962). Foram considerados pré-púberes atletas que se classificaram como estágio 1 nas duas classificações; púberes quem se classificou nos estágios 2, 3 e 4 em alguma das avaliações; e púbere quem se classificou no estágio 5 nas duas avaliações.

A idade cronológica foi utilizada para dividir a amostra a cada dois anos de idade e permitir a elaboração de referências por faixa etária das variáveis avaliadas.

Medidas de massa corporal foram realizadas em uma balança digital da marca Plenna Brasil, com precisão de 0,1 kg; a estatura foi medida em um estadiômetro portátil da marca WCS, com precisão de 0,1cm; nessas medidas foram adotados os protocolos de medidas descritos por Lohman, Roche e Martorell (1991). Foram aferidas momentos antes da avaliação da composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia-DXA), que foi realizada com quatro horas de jejum e com um período de 24 horas sem atividades físicas, por meio do modelo *Prodigy Advance Plus-Lunar* da *GE Healthcare*, com software Encore-2008 version 12.30. Deste exame foram utilizados os resultados de percentual de gordura total e por segmentos corporal (membros inferiores, superiores e tronco), massas gorda e magra total, conteúdo e densidade mineral óssea total e densidade corporal total. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho com protocolo 090/2011.

Procedimentos Estatístico

A estatística descritiva (média e desvio padrão) de cada grupo foi analisada. Valores absolutos e relativos foram utilizados para descrever os estágios de maturação sexual por fase puberal e idade cronológica. Após análise de gráficos homogramas e valores de dispersão, optou-se pelo teste t de *Student* para amostras independentes para comparar as fases puberais e a análise de variância de uma entrada para comparar por faixa etária. No feminino utilizou-se o teste não paramétrico de *Kruskal Wallis* tanto nas comparações por fases puberais quanto por faixa etária. Em todos os testes inferenciais adotou-se como nível de significância $p<0,05$.

RESULTADOS

A idade média observado no grupo feminino foi de 14,23±2.57 anos de idade; no masculino foi de 15,15±1,51 anos de idade.

Na tabela 1 são apresentados os resultados referentes à composição corporal de acordo com as fases puberais dos adolescentes no grupo feminino, enquanto a tabela 2 apresenta os resultados das mesmas variáveis por faixa etária. Importante observar que são três atletas na pré-puberdade (12,5%), ou seja, estágio 1-1 (mamas-pelos). Na puberdade concentra-se o maior quantitativo da amostra (15 meninas-62,5%), sendo uma nos estágios 1-2 (4,17%), duas nos estágios 2-2 (8,3%); cinco nos estágios 2-3 ou 3-2 (20,82%); cinco nos estágios 3-4 ou 4-3 (20,82%); e duas nos estágios 4-5 (8,3%). Ainda a respeito das fases puberais, seis meninas se encontravam na pós-puberdade, ou seja, nos estágios 5-5 (25%).

Na faixa etária de 10,00-11,99 anos de idade, três atletas estavam nos estágios 1-1 (12,5%), duas nos estágios 1-2 (8,3%) e uma nos estágios 2-3 (4,17%). Na faixa etária de 12,00-13,99 anos de idade, duas atletas estavam nos estágios 2-3 ou 3-2 (8,3%), três nos estágios 3-4 (12,5%) e uma no estágio 5-5 (4,17%). Na faixa etária 14,00-15,99, uma estava nos estágios 2-3 (4,17%), duas se encontravam nos estágios 3-4 ou 4-3 (12,5%) e uma no estágio 5-5 (4,17%). Entre os 16,00-17,99 anos de idade, quatro se encontravam nos estágios 4-5 (16,6%) e quatro nos estágios 5-5 (16,6%).

Os resultados das comparações por fases puberais identificaram diferenças significativas nas variáveis massa corporal, estatura, massa magra, BMD e CMO. As variáveis relacionadas à gordura corporal não apresentaram aumento. Entretanto, ao comparar as variáveis com a amostra dividida por faixa etária, a variável percentual de gordura de membros superiores apresentou diferença significativa junto com as mesmas variáveis da divisão por fases puberais. Com atenção nos resultados descritivos, observa-se que maiores reduções na gordura corporal ocorrem após os 16 anos de idade.

Tabela 1- Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo feminino em diferentes fases puberais.

	Pré-púberes (n=3)	Púberes (n=15)	Pós-púberes (n=6)	p valor
Idade (anos)	11,23±0,31	14,03±2,38	16,33±1,35	0,009*
MC (kg)	34,67±4,62	45,92±8,22	58,62±3,00	0,001*
Estatura (cm)	143,97±8,67	155,16±8,83	163,67±2,70	0,014#
% gordura	25,82±10,60	25,61±6,51	23,74±5,60	0,913
%G MMII	30,12±10,85	29,55±6,18	28,95±5,46	0,952
%G tronco	22,20±12,76	22,99±7,71	22,09±4,46	0,842
%G MMSS	31,47±13,31	27,17±9,55	24,17±6,99	0,622
MG (kg)	8,31±2,74	11,08±3,14	13,90±3,14	0,052
MM (kg)	25,09±6,00	34,15±8,53	44,18±2,89	0,006*
BMC (g)	1439,8±408,72	1802,1±397,41	2405,0±121,25	0,002*
BMD (g/cm²)	0,870±0,14	0,996±0,11	1,146±0,05#	0,004*
Meses PM	14,67±4,62	14,59±4,69	22,67±10,00	0,167

*p<0,01; #=p<0,05; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

Tabela 2- Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo feminino em diferentes faixas etárias.

	G1 (n=6)	G2 (n=6)	G3 (n=4)	G4 (n=8)	p valor
Idade (anos)	11,37±0,31	12,60±0,76	15,65±1,04	16,96±0,69	0,001*
MC (kg)	39,67±9,61	39,32±3,85	59,83±1,80	53,92±2,84	0,001*
Estatura(cm)	147,52±9,23	149,67±6,86	165,25±0,87	162,17±3,67	0,001*
%G total	29,05±8,08	26,67±7,23	25,32±6,32	21,07±2,61	0,168
%G MMII	32,77±7,55	30,15±7,58	31,72±4,25	25,35±3,28	0,085
%G tronco	26,72±10,45	23,20±8,76	23,60±4,16	18,75±2,76	0,317
%G MMSS	32,55±10,14	31,50±9,15	26,60±7,16	19,55±4,64	0,024#
MG (kg)	11,18±4,98	9,82±2,23	15,30±2,56	10,90±1,77	0,101
MM (kg)	27,30±6,07	28,02±5,60	43,73±3,48	43,22±3,22	0,001*
BMC(g)	1498,00±364,31	1583,45±308,82	2362,52±124,85	2229,67±253,48	0,001*
BMD (g/cm²)	0,9047±0,110	0,9448±0,107	1,1140±0,030	1,1093±0,094	0,003*
Meses PM	14,67±9,44	16,17±6,70	19,00±9,44	17,25±8,60	0,899

*p<0,01; #=p<0,05; G1=grupo 10-11,99 anos de idade; G2=grupo 12-13,99 anos de idade; G3=grupo 14-15,99 anos de idade; G4=grupo 16-17,99 anos de idade; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

Na tabela 3 são apresentados os resultados referentes à composição corporal de acordo com as fases puberais dos adolescentes no grupo masculino, enquanto a tabela 4 apresenta os resultados das mesmas variáveis por faixa etária. Importante observar que não há atletas pré-púberes, ou seja, nos estágios 1-1 (genitália-pelos). Na puberdade concentra-se o maior quantitativo da amostra (21 meninos-77,80%), sendo dois nos estágios 2-2 (7,40%), seis nos estágios 2-3 ou 3-2 (22,20%); seis nos estágios 3-4 ou 4-3 (22,20%); três nos estágios 4-4 (11,15%); e quatro nos estágios 4-5 ou 5-4 (14,84%). Ainda a respeito das fases puberais, seis meninos se encontravam na pós-puberdade, ou seja, nos estágios 5-5 (22,20%).

Na faixa etária de 12,00-13,99 anos, três se encontravam nos estágios 2-3 ou 3-2 de genitálias-pelos (11,15%); dois nos estágios 3-3 (7,40%); e um no estágio 4-5 (3,70%). Na faixa etária 14,00-15,99 anos, um se encontrava nos estágios 3-2 (3,70%); dois se encontravam nos estágios 3-3 (7,40%); seis se encontravam nos estágios 3-4 ou 4-3 (22,20); dois nos estágios 4-4 (7,40%); cinco nos estágios 4-5 ou 5-4 (18,52%); e um no estágio 5-5 (3,70%). Por fim, na faixa etária de 16,00-17,99, dois se encontravam nos estágios 4-5 (7,40%) e cinco nos estágios 5-5 (18,52%).

Com respeito às comparações da antropometria por fase puberal, foi encontrado diferenças significativas nas variáveis MC, estatura, MM e CMO. Também foi observado maior idade cronológica e um p valor próximo de 0,05 na variável tempo de treinamento. Por faixa etária foi observado diferenças significativas nas variáveis MC, estatura, MG, MM e DMO nas faixas etárias acima de 14,00 anos de idade, em comparação com a faixa de idade de 12,00-13,99 anos.

Tabela 3- Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino em diferentes fases puberais.

	Púberes (n=21)	Pós-púberes (n=6)	P valor
Idade (anos)	14,62±1,27	16,82±0,96	0,001#
MC (kg)	54,57±9,23	64,54±4,18	0,018*
Estatura (cm)	165,76±7,50	174,55±5,68	0,011*
% gordura	14,09±2,18	13,54±4,49	0,675
%G MMII	16,58±2,45	15,22±5,99	0,405
%G tronco	11,66±2,92	11,92±3,95	0,882
%G MMSS	11,26±3,79	11,82±5,55	0,819
MG (kg)	7,36±1,87	8,43±2,91	0,429
MM (kg)	47,25±8,44	54,92±6,51	0,038*
BMC (g)	2315,74±437,29	2788,22±153,09	0,001#
BMD (g/cm²)	1,047±0,129	1,129±0,060	0,153
Meses PM	16,70±7,59	23,67±8,42	0,062

*p<0,05; #=p<0,01; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

Tabela 4- Composição corporal de atletas adolescentes de pentatlo moderno do sexo masculino em diferentes faixas etárias.

	12,0-13,99 anos (a) N=6	14,0-15,99 anos (b) N=14	16,0-17,99 anos (c) N=7	P valor
Idade (anos)	13,26±0,46 (b,c)	15,33±0,91(a)	16,24±1,73 (a)	0,001#
MC (kg)	45,40±3,09 (b,c)	60,36±6,70(a)	59,44±10,16(a)	0,001#
Estatura(cm)	158,97±3,33 (b,c)	171,15±6,27(a)	168,33±8,69(a)	0,003#
%G total	13,07±2,66	14,76±2,54	13,18±3,17	0,324
%G MMII	16,65±1,88	17,30±3,30	13,86±3,94	0,089
%G tronco	9,55±2,66	12,68±3,02	11,66±2,99	0,113
%G MMSS	12,02±5,74	12,18±3,37	9,23±3,85	0,287
MG (kg)	5,74±1,37 (b)	8,62±2,10(a)	7,09±1,47	0,010*
MM (kg)	39,13±2,59 (b,c)	51,03±6,09(a)	53,22±10,26(a)	0,002#
BMC (g)	1867,37±189,74	2446,61±766,35	2529,33±416,33	0,110
BMD (g/cm²)	0,947±0,047 (b)	1,109±0,101(a)	1,082±0,147(a)	0,017*
Meses PM	13,33±2,06	20,63±9,29	17,70±7,82	0,065

*p<0,05; #=p<0,01; (a) diferente da faixa etária 12,00-13,99 anos; (b) diferente da faixa etária 14,00-15,99 anos; (c) diferente da faixa etária 16,00-17,99 anos; MC=massa corporal; %G= percentual de gordura; MG= massa gorda; MM=massa magra; BMC=conteúdo mineral ósseo; BMD=densidade mineral ósseo; PM= pentatlo moderno.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo apresentam a composição corporal, por um método de avaliação padrão ouro e que permite a avaliação por segmentos corporais de atletas adolescentes que praticam diferentes modalidades esportivas reunidas em um só desporto, o pentatlo moderno. Desta forma, apresentamos informações iniciais importantes no processo de seleção e orientação do talento esportivo, considerando que tais características são necessárias para a avaliação do desempenho competitivo e para observação dos efeitos do treinamento durante o desenvolvimento físico e na periodização do treinamento (HAROON, 2014).

A divisão por fase puberal e por idade cronológica permitiu uma análise mais detalhada dos resultados. Entretanto, cabe destacar a pouca quantidade de pré-púberes no feminino e a ausência no masculino, parecendo que a própria complexidade desta modalidade esportiva, por envolver diferentes esportes, eleva a idade de início do treinamento especializado.

O percentual de gordura do grupo feminino pode ser considerado alto ao observar resultados de atletas adolescentes de outras modalidades esportivas (MAIMOUN *et al*., 2012). Na análise das diferenças da gordura corporal total por fase puberal e idade cronológica, não foi observado o aumento entre os grupos, característica comum em não atletas (SIERVOGEL *et al*, 2003), sendo a prática desportiva uma proteção para o aumento da gordura corporal na puberdade (CLAESSENS *et al.*, 2003; SANTOS; LEANDRO; GUIMARÃES, 2007). A análise da composição corporal por regiões permitiu observar, inclusive, a redução da gordura corporal nos membros inferiores e superiores, podendo ser esta uma característica específica do treinamento destas atletas.

O pico de velocidade da estatura foi identificado após os 14 anos de idade, parecendo ocorrer mais tarde que na população de não atletas, pois é comum acontecer antes da menarca, que ocorre em média aos 12,20 anos de idade em brasileiras (KLUG; FONSECA, 2006; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Vale ressaltar que é comum o atraso maturacional em meninas atletas de modalidades esportivas que necessitam de treinamento intenso desde o início da adolescência e com baixo percentual de gordura (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; CLAESSENS et al, 2003; SCHTSCHERBYNA *et al.*, 2010).

No grupo masculino, os resultados parecem estar de acordo com a premissa de efeitos da prática esportiva na antropometria e composição corporal, devido aos altos valores das variáveis relacionadas à massa corporal magra e a baixa quantidade de gordura corporal. Em adendo, ao levar em consideração tanto as transformações somáticas da puberdade quantos os efeitos do treinamento, parecem comuns as diferenças significativas observadas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; SÁNCHEZ-MUNÕZ, SANZ; ZABALA, 2007; JUZWIAK *et al.*, 2008). A análise por faixa etária permitiu observar maior tempo de treinamento no grupo de 14,00-15,99 anos de idade. Tal característica parece ser a responsável pela diferença significativa na variável DMO quando comparada ao grupo 12,00-13,99 anos e por não haver diferenças significativas com o grupo 16,00-17,99 anos de idade.

Tanto no grupo masculino quanto no feminino, os altos valores observados do BMC e BMD podem estar relacionados ao intenso treinamento observado pelo quantitativo de horas semanais e tempo de pentatlo moderno relatado pelos atletas. Ao observar nossos resultados

com os valores de referências do estudo de Santos *et al.* (2014) para BMC e BMD de atletas adultos, observa-se que mesmo sendo adolescentes, os resultados são próximos da média de diferentes modalidades esportivas.

Em adendo, o estudo de Carbuhn *et al.* (2010) mostrou em atletas no fim da adolescência, que a modalidade esportiva praticada influencia no aumento do BMC em diferentes partes do corpo. Neste estudo, foi possível observar que a média do BMC dos pós-púberes masculino do nosso estudo, mesmo com idade inferior ao supracitado, é maior que a dos atletas de natação e próximas a de outras modalidades esportivas. O estudo de Chaari *et al.* (2013) demonstrou a importância da intensidade do treinamento no aumento do BMC em pré-púberes atletas de vôlei, após oito meses de intervenção. Desta forma, parecem evidentes os efeitos positivos do treinamento nos resultados encontrados no BMC e BMD de atletas, conforme sugerem diferentes estudos em outras modalidades esportivas (MICKLESFIELD; GRAY; TALIEP, 2012; FREDERICKSON *et al.*, 2007; KONTULAINEN *et al*., 2003).

Tais valores de composição corporal de pentatletas adolescentes, embora sejam úteis no cotidiano do treinamento, precisam ser interpretados com a consideração que avaliações em diferentes equipamentos de DXA podem dificultar a precisão dos valores estimativos, além de estudos recentes ainda não corroborarem a precisão do DXA na avaliação de atletas (SANTOS *et al.*, 2013; SANTOS *et al*., 2010; HAROON, 2014). No entanto, mesmo com tais limitações, o método é considerado padrão ouro e vem sendo utilizado com constância na ciência do esporte (KEMMLER *et al.*, 2006;BUEHRING *et al*., 2014). Neste estudo, devido o pentatlo moderno não um esporte popular e ser de difícil praticidade por envolver diferentes modalidades esportivas, a amostra foi pequena, sendo esta outra limitação.

CONCLUSÕES

Em suma, são apresentadas as primeiras avaliações da composição corporal realizadas pelo DXA em pentatletas adolescentes. No grupo feminino, o percentual de gordura foi considerado alto para atletas; o aumento da massa magra e a estabilidade da gordura corporal total com redução nos membros inferiores e superiores parecem ser decorrentes dos efeitos do treinamento; e o pico de velocidade da estatura pareceu tardio. O grupo masculino apresentou um percentual de gordura adequado para atletas durante todas as fases da puberdade. A avaliação do BMC e BMD parecem pertinentes à adolescentes praticantes de outras modalidades esportivas no masculino e feminino, demonstrando impacto do treinamento.

Agradecimentos: FAPERJ

REFERÊNCIAS

AlVES C.; VILLAS BOAS R.L. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v26, n4, p383-91, 2008.

BUEHRING B.; *et al*.. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry measured regional body composition least significant change: effect of region of interest and gender in athletes.J **Clinical Densitometry**, v17, n1, p121-128, 2014.

CARBUHN A.F.; *et al*.. Sport and training influence boné and body composition in women collegiate athletes. **Journal Strength Conditioning Research**, v24, n7, p1710-17, 2010.

CLAESSENS A.L.; *et al*.. Age at menarche in relation to anthropometric characteristics, competition level and boat category in elite junior rowers. **Annals of Human Biology**, v30, n2, p148-59, 2003.

CHAARI H.; *et al*.. Specific sites of bone expansion depend on the level of volleyball practice in prepubescent boys. **Biology of Sport**, v30, n3, p227-234, 2013.

DANTAS E.H. **A Prática da Preparação Física**, Ed Rocca, 6ed, 2014.

DUNCAN M.J.; WOODFIELD L.; NAKEEB Y.A. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. **British Journal of Sports Medicine**, v40, n7, p649-651, 2006.

FREDERICSON M.; *et al.* Regional bone mineral density in male athletes: a comparison of soccer players, runners and controls. **British Journal of Sports Medicine**, v41, n10, p664-668, 2007.

GEORGOPOULOS N.A.; *et al*. Growth and skeletal maturation in male and female artistic gymnasts, **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v89, n9, p4377-4382, 2004.

HAROON N.N. New lessons on DXA-Based Measurement of regional body composition in athletes. **Journal of Clinical Densitometry**, v17, n1, p5-6, 2014.

JUZWIAK C.R.; *et al.* Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players tennis. **Journal Sports Science**, v26, n11, 1209-17, 2008.

KEMMLER W.; *et al*. Bone status in elite male runners. **European Journal of Applied Physiology**, v96, n1, p78-85, 2006.

KONTULAINEN S.; *et al*. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starers and controls. **Journal of Bone and Mineral Research**, v18, n2, p352-359, 2003.

KLUG, D.P.; FONSECA, P.H.S. Análise da maturação feminina: um enfoque na idade de ocorrência da menarca. **Revista da Educação Física**, v17, n2, p139-147, 2006.

LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standartization Reference Manual.** Champaign Ilinois: Human Kinetics; 1988.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BOR-OR, O.**Growth, maturation, and physical activity**. Champaign Illinois: Human Kinetics, 2004.

MATTHEWS B.L.; *et al*. The influence of dance training on growth and maturation of young females: a mixed longitudinal study. **Annals of Human Biology**, v33, n3, p342-356, 2006.

MAÏMOUN L.; *et al*. Peripubertal female athletes in high-impact sports show improved bone mass acquisition and geometry. **Metabolism Clinical and Experimental**, v62, n8, p1088-1098, 2013.

MICKLESFIELD L.K.; GRAY J.; TALIEP M.S. Bone Mineral Density and body composition in South African Cricketers. **Journal of Bone and Mineral Metabolism**, v30, p232-237, 2012.

SÁNCHEZ-MUNÕZ C.; SANZ D.; ZABALA M. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite tennis player. **British Journal of Sports Medicine**, v41, n11, p793-799, 2007.

SANTOS D.A.; *et al.* Accuracy of DXA in estimating body composition changes in elite athletes using a four compartment model as the reference method. **Nutrition & Metabolism (London),** v22, n7, 2010.

SANTOS D.A.; *et al*. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. **Plos One**, v9, n5, 2014.

SANTOS M.A.M.; LEANDRO C.G.; GUIMARÃES F.J.S. Composição corporal e maturação somática de meninas atletas e não-atletas de natação da cidade do Recife, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v7, n2, p175-181, 2007.

SANTOS DA; *et al*. Body composition in taler individuals using DXA: a validation study for athletic and non-athletic populations. **Journal Sports Science**, v31, p405-413, 2013.

SCHTSCHERBYNA A; *et al*. A idade do início do treinamento, e não a composição corporal está associada com disfunções menstruais em nadadoras adolescents. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v18, n3, p161-163, 2010.

SIERVOGEL RM; *et al*. Puberty and body composition. **Hormone Research**, v60, (suppl 1), p36-45, 2003.

TANNER JM. **Growth at adolescent**. Oxford, Blackwell Scientific, 1962.

Av. Brigadeiro Trompowsky s/n°, CCS, INJC, Bl J, 2° andar, Fundão, 21941-590, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.