



Miguel de Arruda  
Daniel Leite Portella



# MATURAÇÃO BIOLÓGICA

Uma abordagem para treinamento  
esportivo em jovens atletas



# **MATURAÇÃO BIOLÓGICA**

**Uma abordagem para treinamento  
esportivo em jovens atletas**

**CONSELHO REGIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
DA 4ª REGIÃO – CREF4/SP**

**Diretoria/Gestão 2016-2018**

**Presidente**

Nelson Leme da Silva Junior

**Primeiro Vice-presidente**

Pedro Roberto Pereira de Souza

**Segundo Vice-presidente**

Rialdo Tavares

**Primeiro Secretário**

Marcelo Vasques Casati

**Segundo Secretário**

José Medalha

**Primeiro Tesoureiro**

Humberto Aparecido Panzetti

**Segundo Tesoureiro**

Antonio Lourival Lourenço

**Conselheiros**

Adriano Rogério Celante (Conselheiro afastado)

Alexandre Demarchi Bellan

Bruno Alessandro Alves Galati

Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Ismael Forte Freitas Junior

João Francisco Rodrigues de Godoy

João Omar Gambini

Luiz Carlos Delphino de Azevedo Junior (Conselheiro afastado)

Marco Antonio Olivatto

Margareth Anderãos

Mario Augusto Charro

Mirian Aparecida Ribeiro Borba Leme

Paulo Rogerio Oliveira Sabioni

Rodrigo Nuno Peiró Correia

Rosemeire de Oliveira

Tadeu Corrêa

Valquíria Aparecida de Lima

Waldecir Paula Lima

Waldir Zampronha Filho

**Miguel de Arruda  
Daniel Leite Portella**

# **MATURAÇÃO BIOLÓGICA**

**Uma abordagem para treinamento  
esportivo em jovens atletas**



**Comissão Especial do Selo Literário 20 anos da  
Regulamentação da Profissão de Educação Física**  
*Responsáveis pela avaliação e revisão técnica dos livros*  
Alexandre Janotta Drigo (Presidente)  
Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi  
Mario Augusto Charro

**Tikinet Edição**  
www.tikinet.com.br

**Revisão**  
Gabriel George Martins  
Mariana Lari Canina

**Coordenação editorial**  
Hamilton Fernandes  
Aline Maya

**Imagens da capa**  
Freepik

**Capa, projeto gráfico  
e diagramação**  
Karina Vizeu Winkaler

---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

A779

Arruda, Miguel de; Portella, Daniel Leite  
Maturação biológica: uma abordagem para treinamento esportivo em jovens  
atletas / Miguel de Arruda e Daniel Leite Portella – São Paulo: CREF4/SP, 2018.  
(Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física, 15)

88 p.; Il.

ISBN 978-85-94418-21-0

1. Educação Física. 2. Medicina Esportiva. 3. Treinamento Esportivo. 4. Maturação  
Biológica. 5. Composição Corporal. 6. Desempenho Físico. 7. Atletas Jovens.  
I. Título.

CDU 796

CDD 796

---

Copyright © 2018 CREF4/SP  
Todos os direitos reservados.  
Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – São Paulo  
Rua Líbero Badaró, 377 – 3º Andar – Edifício Mercantil Finasa  
Centro – São Paulo/SP – CEP 01009-000  
Telefone: (11) 3292-1700  
crefsp@crefsp.gov.br  
www.crefsp.gov.br

# APRESENTAÇÃO

Comemorar 20 anos é uma grande responsabilidade! Com esta idade vem a necessidade da maturidade, do compromisso perante a sociedade e de se tornar respeitado pelos seus pares. E nos 20 anos da regulamentação da profissão de Educação Física, a sensação é de que, apesar de ainda jovens enquanto profissão, temos nos tornado essenciais para o Brasil em diversas áreas de atuação. Em apenas duas décadas alcançamos posições de destaque como técnicos de renome internacional, profissionais da saúde em equipes multiprofissionais, diretores e supervisores de ensino, gestores de distintos segmentos, pesquisadores de renome internacional, reitores de universidades, secretários e diretores de esporte, assessores de ministros, enfim, uma força dentro de nossa sociedade.

Assim, em virtude da comemoração de seus 20 anos, o CREF4/SP oferece aos profissionais de Educação Física, estudantes, instituições de formação superior, bibliotecas e à sociedade o Selo Literário *20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física*, sendo um marco de registro simbólico e comemorativo do aniversário de nosso reconhecimento social. Desta forma, esta coleção partiu de 20 obras literárias, uma para cada ano de aniversário, que foram avaliadas por uma comissão de especialistas para contemplar as diversas faces, estilos, concepções, ciências e intervenções que a Educação Física possui e, a partir desta pluralidade, demonstrar a competência que de fato temos. A qualidade das obras enviadas excedeu a expectativa e finalizamos o Selo com 21 obras.

Portanto, cabe a mim enquanto presidente do Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região (CREF4/SP) apresentar o Selo Literário *20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física*, que é composto por textos de diferentes autores e coautores, profissionais registrados no Sistema CONFEF/CREF, e convidados por estes, com perfis distintos de pesquisadores, gestores, professores, profissionais de referência e autoridades no seu campo de atuação.

A diversidade dos títulos apreciados reflete aquilo que caracteriza a abrangência das ações e atuações dos profissionais de Educação Física, contemplando as abordagens históricas e da corporeidade, das ciências humanas e sociais, das ciências biológicas e da saúde. Nesta empreitada, orgulhosamente apresentamos todas as obras que compõem esta coleção comemorativa e que tratam de diversos aspectos da nossa profissão, como um símbolo do percurso que viemos traçando para a consolidação de nossas ações perante a sociedade.

Seja analisando a História da Corporeidade ou o Corpo; seja com o reconhecimento em biografia de profissional consagrado; seja na edificação da Educação Física escolar, dos esportes, das lutas, da gestão, do *fitness*, da ginástica, do lazer; seja na solidificação dos parâmetros da avaliação física e da saúde através da prescrição do exercício físico, e da Psicologia e Pedagogia aplicadas, nosso desejo é que os profissionais de Educação Física se perpetuem na tarefa de servir à sociedade com empenho, respeito e conhecimento.

Que este singelo presente aos profissionais que comemoram nossos 20 anos subsidie transformações para que as conquistas que obtivemos perdurem neste próximo ciclo. Termino esta apresentação agradecendo o empenho de todos os autores, tanto pela dedicação com a Educação Física como com este conselho em atenção ao chamado de compor a coleção.

Como profissional de Educação Física, enalteço a importância dos ex-conselheiros que trilharam os caminhos que hoje estamos consolidando.

Feliz 20 anos de Regulamentação Profissional!

*Nelson Leme da Silva Junior*  
Presidente do CREF4/SP  
CREF 000200-G/SP

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	9
<b>Objetivos da proposta</b> .....	13
Visão panorâmica .....	13
Olhares específicos.....	13
<b>Constructo teórico</b> .....	15
Indicadores de maturação biológica (IMB) .....	16
Composição corporal .....	20
A maturação biológica como fator interveniente na composição corporal e no desempenho físico em jovens atletas... 26	
<b>Maturação biológica: aplicação no futebol de base</b> .....	39
Amostra .....	39
Técnicas e procedimentos.....	39
Indicador de maturação biológica.....	43
Tratamento estatístico.....	44
<b>Resultados do estudo aplicado em jovens futebolistas</b> .....	45
<b>Discussão</b> .....	53

Papel da maturação biológica e da composição corporal sobre o desempenho físico .....	53
Desempenho físico no decorrer da maturação biológica .....	57
Indicador somático como ferramenta .....	59
<b>Conclusões</b> .....	61
Considerações finais .....	62
<b>Referências</b> .....	65

# INTRODUÇÃO

Para o rendimento desportivo alcançar excelência existem diversos fatores determinantes. O fator psicológico, o técnico, o tático e até mesmo o fator social são identificados como determinantes no desporto (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008). Todavia, notadamente, o fator físico e o morfológico são os mais apreciados, por conta da sua importância seja nos desportos individuais ou coletivos, seja nos desportos de habilidades abertas ou fechadas (DE LA ROSA; FARTO, 2008; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008).

O fator físico é comumente classificado em capacidades físicas que são entendidas como ação conjunta dos processos energéticos do organismo e da estrutura morfofuncional do atleta (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008). Essas ações conjuntas são manifestadas dentro da especificidade de cada capacidade física, que, de forma geral, pode ser dividida nas manifestações de força, velocidade e resistência (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; WEINECK, 2003).

O leque de áreas das capacidades físicas estudadas na literatura da área é amplo. Diversas delas, com suas subclassificações, são desenvolvidas no âmbito desportivo, como a potência aeróbia, a força máxima e a velocidade cíclica, entre outras (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; ROWLAND, 2005).

A potência aeróbia é definida como o máximo ponto de obtenção de energia pelo metabolismo aeróbio e respectiva captação de oxigênio

(MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008). Tem fundamental importância para desportos que exigem longo tempo de execução com ações de alta intensidade e principalmente sem interrupção (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; ROWLAND, 2005; WEINECK, 2003).

A força máxima é a capacidade de gerar maior nível de tensão muscular em uma ação motora contra uma resistência (ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006). Tal manifestação de força apresenta interveniência direta ou indireta nos desportos, seja por conta da melhora coordenativa intramembros ou pela melhora da capacidade de recrutamento de fibras musculares (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006). Outro ponto importante relacionado à força é o tempo em que se alcança sua produção, o que atualmente é determinante para o desempenho desportivo como um todo (VERKHOSHANKY, 2001; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006).

A velocidade cíclica é a capacidade de deslocar o corpo ou um segmento corporal no menor tempo possível entre dois pontos (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008). Essa manifestação da capacidade física é de suma importância nas modalidades desportivas que requerem ações em tempos curtos com grande aceleração, fato que ocorre na maior parte dos desportos (MARTIN; CARL; LEHNERTZ, 2008; WEINECK, 2003).

Do fator morfológico, o mais abrangido na literatura é a composição corporal, a qual tradicionalmente é dividida em componentes ou compartimentos (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013).

Tais compartimentos, ou componentes, podem ser classificados em componente muscular, componente ósseo, componente adiposo e componente residual (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010). Todos os componentes apresentam algumas subdivisões dependendo do método, protocolo e ferramenta utilizada para sua mensuração (ACKLAND et al., 2012; ISAK, 2001; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013). Dos quatro componentes citados, os mais abordados quanto à sua influência no rendimento desportivo são o ósseo, o muscular e o adiposo (LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013). A associação entre os componentes de composição corporal e capacidades físicas são recorrentes na literatura quando se trata de atletas de alto rendimento (KRZYKALA; LESZCZYNSKI, 2015; MATIAS et al., 2015; TYKA et al., 2015).

No entanto, ao abordar a população de jovens atletas, é necessário atentar a alguns fatores específicos, como a maturação biológica. Esta é um evento biológico definido como processo que provoca alterações estruturais e funcionais no indivíduo, finalizando na idade adulta (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). A maturação biológica ocorre em todos os indivíduos e não apresenta um padrão geral – ou seja, a dinâmica de tal processo é norteadada pela individualidade biológica (FORJAZ; PRISTA; CARDOSO JUNIOR, 2009; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; QUEIROZ et al., 2014). Para identificar a dinâmica da maturação biológica há ferramentas, denominadas indicadores de maturação biológica (IMB), aplicáveis a qualquer indivíduo em qualquer fase do desenvolvimento biológico (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; QUEIROZ et al., 2014). Essas alterações ocorrem de forma assíncrona entre elas, provocando possíveis efeitos em diferentes aspectos funcionais, como no desempenho físico, e nos aspectos estruturais, como os componentes de composição corporal (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; RIBEIRO, 2012). Por ocorrerem de forma assíncrona, as alterações nas diferentes capacidades físicas ocorrem da mesma forma.

Sendo assim, é necessário monitorar a maturação biológica para entender como e quando as alterações funcionais e estruturais ocorrem. Além disso, ao abordar a população de jovens atletas, há necessidade de verificar o papel da maturação e suas associações com diversos aspectos, entre eles com os componentes de composição corporal e desempenho físico (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; RIBEIRO, 2012; VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012).



# OBJETIVOS DA PROPOSTA

## **Visão panorâmica**

Com uma visão mais ampliada, busca-se verificar como ocorrem as associações entre maturação biológica, composição corporal e desempenho físico na população de jovens atletas. A proposta pode ser utilizada em qualquer modalidade esportiva como acompanhamento do processo de crescimento físico e, por aplicação prática, na programação de cargas de treinos, com enfoque no ajuste de cargas nas variáveis de capacidades físicas.

## **Olhares específicos**

A proposta possibilita verificar o comportamento em relação às diferenças pertinentes às variáveis de força, velocidade e potência aeróbia embasadas nos diferentes estágios de maturação biológica ao longo do processo de desenvolvimento biológico.

Ademais, oportuniza, pelas variáveis antropométricas, identificar relações com os componentes de composição corporal e como estes se associam com as variáveis de desempenho físico ao longo do processo maturacional.

Assim, torna possível averiguar a evolução do desempenho físico ao longo da maturação biológica em jovens atletas.

Há claras demonstrações da utilidade do indicador somático, feito com base em medidas antropométricas, e uso de equações específicas como uma ferramenta para a identificação da maturação biológica. Oportuniza-se o acompanhamento da evolução de indicadores maturacionais como base para o avanço do desempenho motor, com amplas possibilidades de uso por diferentes profissionais da área da saúde, notadamente da Educação Física, nas intervenções no campo do treinamento esportivo, com destaque para as chamadas categorias de base ou iniciação desportiva. A proposta torna factível o uso de um indicador maturacional no campo esportivo solidificando, assim, a qualidade de vida atlética desde as idades iniciais.

## CONSTRUCTO TEÓRICO

Nesta parte estão apresentados os indicadores biológicos e de intervenção de treinamento. Assim, são apontados os parâmetros de maturação biológica com as respectivas metodologias e os indicadores de composição corporal com suas especificidades metodológicas.

A maturação biológica é uma ferramenta imprescindível como parâmetro para estudos em crianças e adolescentes. É definida como um processo sucessivo de alterações estruturais e funcionais que finalizam na idade adulta (FORJAZ; PRISTA; CARDOSO JUNIOR, 2009; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Existem dois elementos nesse processo: o *timing*, definido como o momento em que se inicia a maturação biológica, e o *tempo*, definido como a duração desse processo biológico (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Ambos não são padronizados cronologicamente e cada indivíduo apresenta uma característica específica (FORJAZ; PRISTA; CARDOSO JUNIOR, 2009) (Figura 1).

Contudo, a maturação biológica apresenta diversos indicadores e protocolos de mensuração que são utilizados na literatura e na aplicação prática (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Cada indicador de maturação biológica (IMB) apresenta características diferentes e elementos específicos como parâmetros norteadores (MALINA; KOZIEL, 2014; RIBEIRO, 2012).

Ao abordar a população de jovens atletas, a maturação biológica assume papel relevante tanto no desenvolvimento somático quanto no

efeito sobre as demais variáveis que envolvem o treinamento desportivo (CUNHA et al., 2011; MALINA; ROGOL, 2011a; PEYLAN et al., 2014; VANDENDRIESSCH et al., 2012).

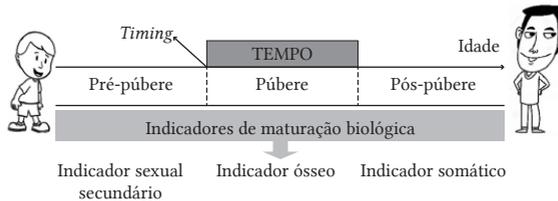


Figura 1. Ocorrência do *timing* e tempo ao longo dos anos e os indicadores de maturação biológica

Da mesma forma, na referida população, o desenvolvimento somático e a composição corporal corriqueiramente, assim como suas diferentes formas de avaliação, têm sido objeto de estudo na literatura (CARVALHO et al., 2012; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013; RYDER; BALL, 2012). Para tanto, diversos protocolos são aplicados e contém características de utilização independentes entre eles, todavia, com inter-relações entre seus resultados (MALINA et al., 2012; RIBEIRO, 2012).

Além da composição corporal e maturação biológica, o desempenho físico e suas diversas manifestações também são objetos comumente vistos em estudos na literatura, tendo em vista que, predominantemente, as modalidades desportivas são dependentes das capacidades físicas otimizadas (BEHRINGER et al., 2010; FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013; NIKOLAIDIS, 2012b; RIBEIRO et al., 2013).

Diante disso, as interações e associações entre maturação biológica, composição corporal e desempenho físico apontam alguns caminhos a serem investigados (COUMING et al., 2014, MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2010).

## Indicadores de maturação biológica (IMB)

O processo de maturação biológica apresenta algumas formas de mensuração e/ou classificação por meio de diferentes IMBs, dentre os quais pode-se destacar os indicadores sexuais secundários, ósseos e somáticos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; MALINA et al., 2012; RIBEIRO, 2012).

### ***Indicador sexual secundário***

Esse indicador foi proposto por James Tanner (1962) e permite classificar um indivíduo em estágios durante o processo de maturação biológica. As classificações propostas são: pré-púbere (estágio anterior ao *timing*), púbere (após o *timing* e no transcórre do *tempo*) e pós-púbere (após o *tempo*). Os indicadores sexuais secundários de maturação biológica utilizam os seguintes elementos para a obtenção de tal classificação: a) pilosidade púbica; b) características genitais – exclusivas do gênero masculino; e c) características de mamas – exclusivas do gênero feminino (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; RIBEIRO, 2012; TANNER, 1962). Quanto à pilosidade púbica, é observada a característica morfológica dos pelos pubianos e quantidade deles na região (TANNER, 1962). No tocante às genitais (masculino) e mamas (feminino), as características anátomo-morfológicas são os critérios para a pontuação e em hipótese nenhuma o tamanho de ambos os elementos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; TANNER, 1962). Para tal classificação, é realizada uma inspeção única e exclusivamente visual das características citadas anteriormente no indivíduo e a partir dela compara-se os dados com as imagens-referência, também chamadas de pranchas de Tanner (QUEIROZ; SILVA, 2014; TANNER, 1962). A partir da inspeção e comparação com as imagens, determina-se uma pontuação em uma escala, sem números decimais, que varia de 1 a 5 (QUEIROZ; SILVA, 2014). Para os indivíduos aos quais se aplicou a pontuação 1 emprega-se a classificação pré-púberes; 2, 3 ou 4 são púberes e 5 são pós-púberes. Em relação ao processo de maturação biológica, a transição do estágio 1 para o 2 se estabelece, de forma geral, no *timing* (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; TANNER, 1962). Quando há transição entre os estágios 2 e 3, para as meninas, e 3 e 4, para os meninos, na classificação de Tanner, em geral ocorre o maior ganho de estatura do indivíduo, conhecido como pico de velocidade de crescimento (PVC) ou estirão de crescimento (QUEIROZ; SILVA, 2014).

Dessa forma, os indicadores sexuais secundários são capazes de classificar os indivíduos não só em antes ou depois do *timing* como também durante o *tempo* de maturação em relação ao estágio no qual se encontram dentro do processo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; MALINA et al., 2012; TANNER, 1962).

## ***Indicador ósseo***

Os ossos humanos são formados inicialmente por conteúdos cartilagosos, que passam por um processo de desenvolvimento e especialização no qual ocorrem diversas alterações, dentre elas a deposição de conteúdo mineral ósseo. Com o decorrer do tempo, o conteúdo ósseo, que inicialmente era composto por cartilagem, transforma-se em minerais (ossificação), sendo o cálcio o mineral predominante (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; RIBEIRO, 2012).

Essas transformações, em grande parte, ocorrem por conta do processo de maturação biológica e, dessa forma, podem ser utilizadas para determinar o andamento de tal processo (MALINA, 2011; MALINA et al., 2012). Assim, quanto maior o depósito de cálcio nos ossos, mais avançado o indivíduo é classificado no processo maturacional (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

A verificação da ossificação se dá por meio de imagem de raios X. Para isso, existem diversos protocolos e regiões específicas, como coluna cervical, mãos, punhos, tornozelos e pés; contudo, a região das mãos e punhos tem sido utilizada com maior frequência e acurácia em relação às demais (RIBEIRO, 2012). Dos protocolos que utilizam mãos e punhos, os mais aplicados são: Greulich-Pyle (GREULICH; PYLE, 1959), Tanner-Whitehouse I, II e III (TANNER; WHITEHOUSE; HEALY, 1962; TANNER et al., 1975; 2001) e Fels (ROCHE; CHUMLEA; THISSEN, 1988).

Os protocolos de indicador ósseo comparam as imagens de raios X do indivíduo com as imagens-referência. As referências são classificadas com números relativos à idade, em anos e decimais, que as imagens representam e assim, por comparação, são atribuídos números equivalentes aos anos que a imagem da radiografia do indivíduo apresenta no quesito ósseo. Por essa razão, muitas vezes na literatura clínica o indicador ósseo de maturação biológica também é conhecido por idade óssea (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; ROCHE; CHUMLEA; THISSEN, 1988; TANNER; WHITEHOUSE; HEALY, 1962). Essa idade óssea é relativizada com a idade cronológica do indivíduo (idade óssea – idade cronológica) para interpretar se o processo maturacional é precoce, normal ou tardio (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

### **Indicador somático**

O indicador somático é baseado no PVC e foi proposto por Mirwald et al. (2002). Tal indicador consiste na mensuração de variáveis antropométricas, como estatura total, estatura troncoencefálica, comprimento de membros inferiores e massa corporal total; a partir dessas mensurações, os valores são aplicados em uma equação que retorna valores decimais relativos a quantos anos o indivíduo encontra-se do momento de ocorrência do PVC. Esses valores podem ser negativos, o que significa que o PVC ainda ocorrerá, ou positivos, o que significa que o PVC já ocorreu (GOMEZ-CAMPOS et al., 2013; JACKOWSKI et al., 2012; MIRWALD et al., 2002). Os indivíduos podem ser classificados em três categorias, de acordo com o indicador somático: 1) grupo pré-ocorrência do PVC (pré-PVC) = valores retornados da equação < -1,00; 2) grupo do ano de ocorrência do PVC = valores retornados da equação entre -1,00 e 1,00; e 3) grupo pós-ocorrência do PVC (pós-PVC) = valores retornados da equação > 1,00 (RUMPF et al., 2014a). A Equação 1 foi proposta por Mirwald et al. (2002) tanto para meninos como para meninas:

#### **Meninos**

$$\text{Maturity Offset} = -9,236 + 0,0002708 \times (\text{CMMII} \times \text{ETC}) - 0,001663 \times (\text{IC} \times \text{CMMII}) + 0,007216 \times (\text{IC} \times \text{ETC}) + 0,02292 \times \left( \frac{\text{MCT}}{\text{EST}} \right)$$

#### **Meninas**

$$\text{Maturity Offset} = -9,376 + 0,0001882 \times (\text{CMMII} \times \text{ETC}) + 0,0022 \times (\text{IC} \times \text{CMMII}) + 0,005841 \times (\text{IC} \times \text{ETC}) - 0,002658 \times (\text{IC} \times \text{MCT}) + 0,07693 \times \left( \frac{\text{MCT}}{\text{EST}} \right)$$

IC = idade cronológica; CMMII = comprimento de membros inferiores;  
ETC = estatura troncoencefálica; MCT = massa corporal total; EST = estatura total

Esse método tem sido difundido por conta do baixo custo e da não dependência de exames de imagem (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Suas validações são relatadas na literatura, comprovando a eficácia do método e sua reprodutibilidade (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004, MALINA et al., 2012; RIBEIRO, 2012; SHERAR; BAXTER-JONES; MIRWALD, 2004). A aplicabilidade e reprodutibilidade desse método abrange desde estudos voltados para

a saúde e o desenvolvimento biológico (GOMEZ-CAMPOS et al., 2013; JACKOWSKI et al., 2012; MIRANDA et al., 2014; SHERAR; BAXTER-JONES; MIRWALD, 2004) até trabalhos que apresentam como objeto jovens atletas (CAMARGO et al., 2014; MALINA et al., 2012; PEYLAN et al., 2014; TORRES-UNDA et al., 2013).

Contudo, a partir desse indicador não é possível prever o *timing* maturacional, tendo em vista que o PVC ocorre depois deste (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004). Em geral, a ocorrência do PVC se dá por volta de 13,85 anos para meninos e 11,58 anos para meninas, de acordo com o indicador somático (SHERAR et al., 2005). Mesmo assim, como classificação em anos da ocorrência do PVC e agrupamentos por esse parâmetro, o indicador apresenta fidedignidade e validade (MIRWALD et al., 2002; SHERAR et al., 2004).

## Composição corporal

A composição corporal, no tocante aos estudos e aplicações, é dividida basicamente em duas formas: 1) quanto aos modelos de estudo e 2) quanto aos métodos de avaliação. Os modelos são divididos em níveis de um a cinco, sendo o quinto nível mais amplo e global (o corpo inteiro), e o nível um, o mais fragmentado (nível atômico) (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010). Dos modelos de avaliação de composição corporal, o que mais tem apresentado evoluções no decorrer do tempo é o nível quatro, denominado tecidual (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013).

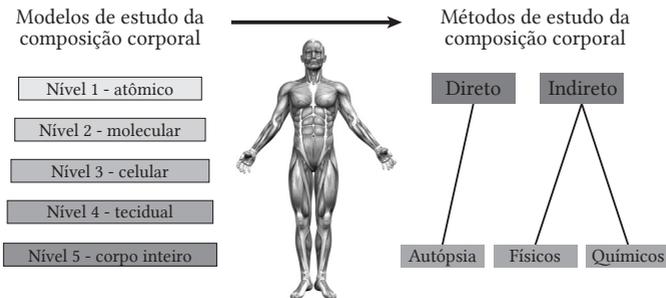


Figura 2. Modelos e métodos de estudo da composição corporal

Para a aplicação desses modelos citados, os métodos utilizados são classificados em diretos e indiretos. O método direto é por meio da autópsia, o que torna inviável realizá-lo *in vivo*. Os métodos indiretos são subclassificados em físicos e químicos (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010). Dentre essas duas subclassificações de métodos, os que apresentam maior evolução e são mais utilizados em jovens atletas são os físicos. (ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2010; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013).

A seguir, serão apresentadas algumas ferramentas e protocolos para modelos teciduais e métodos físicos indiretos, dada a maior utilização desses na literatura e principalmente na população jovem.

### ***Variáveis antropométricas e dobras cutâneas***

Os modelos que utilizam as variáveis antropométricas como ferramentas avaliar a composição corporal são os mais difundidos por conta do baixo custo e da praticidade das ferramentas. Podem variar desde bicompartimentais a tetracompartimentais (WONG et al., 2000). Esses modelos funcionam por meio de medidas antropométricas – como circunferências, comprimentos e diâmetros de segmentos corporais – e dobras cutâneas em diversas regiões corporais. Tais valores são inseridos em equações previamente estabelecidas para a estimação dos componentes de composição corporal (BOILEAU, 1996; WONG et al., 2000). Os segmentos corporais mensurados, assim como as regiões das dobras cutâneas, dependem do protocolo utilizado, pois há diversas variações de equações e protocolos para tal modelo de estudo da composição corporal (MOREIRA, P. V. S., et al., 2012).

Contudo, apesar de boa alternativa, por ser um ferramental de baixo custo, a acurácia desse modelo é pequena tanto no erro amostral intraclasse quanto no erro amostral interclasse (CARVALHO et al., 2012). Além disso, as diversas equações existentes para o cálculo da composição corporal são formatadas com amostras de características diferentes e muitas vezes específicas invalidando sua reprodutibilidade para qualquer população em geral (GUEDES; GUEDES, 2006). Todavia, estudos de validação cruzada entre os modelos que utilizam variáveis antropométricas e modelos mais fidedignos, como o *dual-energy X-ray absorptiometry* (Dexa), têm sido difundidos na literatura para atenuar os pontos negativos dos protocolos e ferramentas (MACHADO; OIKAWA;

BARBANTI, 2013). Por outro lado, a facilidade desse modelo favorece estudos com grandes populações (FERRARI et al., 2013).

Tabela 1. Equações de diversos protocolos de mensuração de composição corporal por meio de variáveis antropométricas e dobras cutâneas para o gênero masculino

Autor	Idade cronológica de aplicação da equação (anos)	Equação
Parizkova (1961)	9 a 13	$D = 1,108 - 0,027 (\log_{10} TR) - 0,0388 (\log_{10} SE)$
	13 a 16	$D = 1,130 - 0,055 (\log_{10} TR) - 0,026 (\log_{10} SE)$
Boileau, Lohman e Slaughter (1985)	8 a 28	$\%G = 1,35 (TR + SE) - 0,012 (TR + SE)^2 - 4,4$
Lohman (1986)	6 a 17	$\%G = 1,35 (TR + SE) - 0,012 (TR + SE)^2 - C$
Slaughter et al (1988)	8 a 29	$\%G = 0,735 (TR + PA) + 1$
Johnston et al (1988)	8 a 14	$D = 10166 - 0,07 (\log_{10} \Sigma 4 \text{ dobras})$
Mukherjee e Roche (1984)	6 a 18	$\%G = 12,66 - 0,85 (\text{idade}) + 1,10 (TR) + 0,53 (PA)$
Westrate e Deurenberg (1989)	2 a 18	$\%G = \{[562 - 4,2 (IC - 2)] - D\} - [525 - 4,7 (IC - 2)]$

D = densidade corporal (kg/l); %G = percentual de gordura; log = logaritmo;  $\Sigma 4$  = soma das dobras cutâneas: bíceps + tríceps + subescapular + supra ilíaca (mm); TR = dobra tricipital (mm); PA = dobra panturrilha (mm); SE = dobra subescapular (mm); C = constante por idade (4,4; 4,7; 5,0; 5,4 e 5,7 para 10, 11, 12, 13 e 14 anos respectivamente); IC = idade cronológica (anos)

Fonte: Adaptado de Moreira et al. (2012)

### ***Dual energy X-ray absorptiometry (Dexa)***

O Dexa é um equipamento que funciona com incidência de feixes duplos de raios X (ascendentes e descendentes), inicialmente criado para verificação do componente ósseo (MACHADO; OIKAWA; BARBANTI, 2013; PORTELLA et al., 2014). O modelo que utiliza o Dexa como equipamento, aplicando o protocolo whole-body, apresenta a composição corporal em três compartimentos: ósseo, adiposo e livre de gordura (MACHADO; OIKAWA; BARBANTI, 2013).

A utilização desse equipamento para avaliação de composição corporal tem crescido por conta de sua fidedignidade, em especial na população jovem (BILSBOROUGH et al., 2014; LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013; SILVA, C. C., et al., 2011). Os diversos estudos aplicados a jovens têm como objeto tanto a relação da composição corporal com a saúde (EL HAGE et al., 2013; GARCIA-MARCO et al., 2012; GOING; FARR, 2010; SILVA, C. C., et al., 2011; OLMEDILLAS et al., 2011), quanto sua relação com o desempenho físico-motor (CARVALHO et al., 2012; CHAARI et al., 2013; PORTELLA et al., 2014). Apesar de utilizar raios X, as incidências deles são consideradas baixas – 0,01 milisievert (mSv) –, o que possibilita aplicações sem prejuízo à saúde (PORTELLA et al., 2014, LOHMAN; HINGLE; GOING, 2013). O componente de massa livre de gordura tem sido investigado para verificar suas relações com o desempenho físico, como manifestação da força (PORTELLA et al., 2014) e volume muscular e rendimento desportivo (CARVALHO et al., 2013a), em diversos esportes. Por outro lado, o componente adiposo permeia tanto o desempenho físico quanto o aspecto de saúde, relacionando tal componente com a queda de performance ou fatores associados ao sobrepeso e à obesidade (EL HAGE et al., 2013; WONG et al., 2000). Já o componente ósseo tem sido utilizado para relações quanto ao desempenho físico (PORTELLA et al., 2014), bem como a adaptações geradas no tecido por conta da atividade desportiva (CHAARI et al., 2013; OLMEDILLAS et al., 2011; SILVA, C. C., et al., 2011) e suas relações com variáveis de saúde (EL HAGE et al., 2013).

A atenção ao componente ósseo vem aumentando, especialmente quando a população avaliada é de jovens atletas. A necessidade de saber quais fatores interferem positiva ou negativamente nesse componente, em especial nessa população, é de suma importância e para isso o DEXA tem sido o equipamento mais indicado (BILSBOROUGH et al., 2014; CARVALHO et al., 2013a; CHAARI et al., 2013; EL HAGE et al., 2013; GOING; FARR, 2010; OLMEDILLAS et al., 2011; PORTELLA et al., 2014; SILVA, C. C., et al., 2011).

### ***Bioimpedância***

A bioimpedância consiste na passagem de correntes elétricas alternadas pelo corpo, mensurando seu fluxo de passagem nos tecidos corpóreos. O tecido muscular, por conter eletrólitos e mais água que os

tecidos ósseos e adiposo, são bons condutores de eletricidade, gerando menos resistência, valores de refração e fluxo diferentes dos demais tecidos. Dessa forma, por respostas diferentes dos tecidos é possível quantificá-los (HORAN et al., 2015; JACKSON et al., 2013).

A bioimpedância apresenta discordâncias quanto à acurácia na mensuração dos componentes de composição corporal. Alguns estudos relatam tendência a subestimar o componente adiposo, tanto subcutâneo quanto visceral, quando comparado com a DEXA e a ressonância magnética (RM), seja o modelo tetrapolar ou o modelo bipolar de bioimpedância (GABA et al., 2014; LYRA et al., 2014; PIETILAINEN et al., 2013; VELÁSQUEZ-ALVA et al., 2014; WANG et al., 2013). A tendência de a bioimpedância superestimar o componente livre de gordura também é relatada, seja multifrequência ou monofrequência, comparada com a DEXA e a RM com diferenças significantes ( $p < 0,001$ ) entre os valores médios de comparação (GABA et al., 2014; LYRA et al., 2014; VELÁSQUEZ-ALVA et al., 2014).

Por outro lado, alguns relatos na literatura sugerem que a bioimpedância pode ser utilizada com relativa acurácia tanto para mensurar o componente adiposo quanto do componente livre de gordura (JACKSON et al., 2013; MEREDITH-JONES; WILLIAMS; TAYLOR, 2014).

### ***Ressonância magnética (RM)***

A RM funciona com a criação de um campo magnético alinhando os prótons que orbitam o núcleo celular, gerando um vetor magnético. O alinhamento combinado com a emissão de ondas de rádio leva à criação de outro vetor, resultando em múltiplos pulsos, os quais são utilizados para criar imagens através deles (HORAN et al., 2015). Por conta da metodologia da RM, não fazer uso de raios X é muito bem indicado, principalmente para crianças e adolescentes (BERGER, 2002).

A RM tem precisão nas medidas considerada de padrão ouro, especificamente para o componente muscular na composição corporal (LEE; KUT, 2013). A eficácia do RM também é comprovada no tocante à diferenciação de tecidos adiposos visceral e subcutâneo, obtendo classificação padrão ouro também (HORAN et al., 2015).

Contudo, quando a RM é utilizada para verificar modificações longitudinais de composição corporal após intervenções ou com o objetivo

de perda de tecido adiposo, ou seja, para melhoria de desempenho físico, ela parece apresentar baixa confiabilidade, com diferenças significantes ( $p < 0,001$ ) entre seus valores e de outros equipamentos também padrão ouro, o que pode torná-la menos indicada para acompanhamentos dessa natureza (BERGER, 2002; HORAN et al., 2015; LEE; KUT, 2013; SAMARA et al., 2012).

### ***Pletismógrafo***

O pletismógrafo é baseado na diferença de pressão exercida nos tecidos corporais em uma câmara hermeticamente fechada, de acordo com a lei da física de Boyle-Mariotte (CRIEE et al., 2011). Para tanto, o indivíduo deve ficar em apneia inspiratória para que não haja diferença em sua pressão interna durante a avaliação (HORAN et al., 2015).

O pletismógrafo tem sido utilizado como ferramenta em estudos para verificar a massa gorda e massa magra (bicompartimental) em diversas populações pediátricas e hebiátricas (CAIRNEY et al., 2011; CROOK et al., 2012; WELLS et al., 2011). Entretanto, alguns estudos, como o de Ewane et al. (2010), apontam que a aplicação do pletismógrafo para a população pediátrica, em especial, apresenta sérias limitações quando comparada a outras ferramentas.

A literatura tem relatado que o pletismógrafo tende a subestimar o componente adiposo em indivíduos classificados como baixo peso ou superestimá-lo em indivíduos classificados pelo índice de massa corporal (IMC) como sobrepeso/obeso (LOWRY; TOMIYAMA, 2015). Para mensuração da massa gorda, há indicação de outros equipamentos para acurácia nesse componente quando comparados ao pletismógrafo (CROOK et al., 2012).

### ***Outras ferramentas***

Existem outras ferramentas para verificar a composição corporal, algumas muito difundidas, como o IMC, que na verdade é definido pela Organização Mundial de Saúde como um instrumento de classificação de estado nutricional (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012), mas também adquire função de composição corporal a partir do momento em que, com a relação da massa corporal total pela estatura ao quadrado, determina-se o excesso de peso ou obesidade (tecido adiposo) (HORAN et al., 2015).

Outra ferramenta, em processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento, é o Body Scanning 3D que, por meio de um scanner em três dimensões, calcula o volume do indivíduo e sua densidade corporal, aplicando assim equações para o cálculo da composição corporal bicompartimental (componente adiposo e componente livre de gordura) (RYDER; BALL, 2012).

A tomografia computadorizada também tem sido difundida, dada sua acurácia para os tecidos corporais por conta da aplicação de raios X em três eixos em vez de em apenas dois eixos, como a Dexa (HORAN et al., 2015). Contudo, em crianças e adolescentes, a alta incidência de raios X o torna inviável para acompanhamento clínico, principalmente longitudinal (ZEMEL et al., 2011).

## **A maturação biológica como fator interveniente na composição corporal e no desempenho físico em jovens atletas**

### ***Composição corporal***

A composição corporal do jovem atleta sofre transformações com o advento da maturação biológica como o incremento do tecido muscular (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011), apresentando relação direta e positiva com a massa livre de gordura e, da mesma forma, com a somatotipia para mesomorfia × maturação biológica (NIKOLAIDIS, 2012a). Os maturadores precoces tendem a apresentar maior quantidade de massa muscular em relação aos maturadores normais ou tardios de mesma idade cronológica (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011). Uma das causas do aumento da massa muscular durante a maturação é o aumento na taxa de secreção de testosterona total (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004), bem como o aumento de *insulin growth factor 1* (IGF-1) e a diminuição de *sex hormone-binding globulin* (SHBG) acoplada na testosterona, aumentando a quantidade de testosterona livre circulante (CAMPBELL et al., 2005).

O tecido ósseo também é influenciado pela maturação, demonstrando um aumento constante na densidade mineral óssea ao longo do processo (JURIMAE et al., 2010). O ganho de massa óssea apresenta seu maior aumento nas meninas no momento da menarca, independentemente da prática ou não de atividade física (MAIMOUN et al., 2013). Um indivíduo,

após o *timing*, acumula duas vezes mais conteúdo mineral quando comparado a indivíduos que estão no estágio pré-púbere (MARKOU et al., 2010). Em estudo realizado com meninas pré e pós-menarca, a diferença na quantidade de cálcio e a consequente remodelação óssea mostrou-se significativa ( $p < 0,001$ ) e o principal fator preditor foi a maturação biológica (KLENTROU; LUDWA; FALK, 2011). A remodelação óssea durante a maturação biológica ocorre por conta de processos anabólicos, que são regulados pelo *growth hormone* (GH), pelo IGF-1 (SIMMONS et al., 2011) e pelos hormônios sexuais – em especial o estradiol –, que determinam o incremento de conteúdo mineral ósseo (VELDHUIS et al., 2005).

O tecido adiposo apresenta alteração com a maturação: nos meninos sofre diminuição e nas meninas ocorre o processo inverso quanto ao seu percentual corporal (CINTRA et al., 2013). Quando classificada pela somatotipia, há uma diminuição nos valores da endomorfia em jovens atletas do gênero masculino com o avanço do processo maturacional (NIKOLAIDIS, 2012b). Valores de IMC aumentam naturalmente com o crescimento físico e a maturação; contudo, com o processo de maturação biológica pode haver a transição da eutrofia para o sobrepeso e até mesmo obesidade, dependendo da demanda ou não de atividade física (BIRO; GREENSPAN; GALVEZ, 2012; COELHO-E-SILVA et al., 2013).

Essas alterações ocorrem por conta do aumento da secreção dos hormônios sexuais no período da maturação biológica (TINGAARD et al., 2012). Tais alterações se dão de forma distinta entre os gêneros, principalmente pela diferença dos hormônios sexuais de cada um – no caso dos meninos é a testosterona, cuja consequência é aumento de massa livre de gordura (TINGAARD et al., 2012). Além das alterações quantitativas de tecido adiposo, sua topografia varia entre meninos e meninas, pois, com o aumento na quantidade do tecido adiposo durante a maturação, os quimiorreceptores ativos em maior quantidade nas meninas localizam-se na região das glândulas mamárias e glútea, enquanto nos meninos eles se encontram na região abdominal e visceral (VELDHUIS et al., 2005).

Em jovens portugueses, a maturação biológica foi o principal fator preditor também das variáveis antropométricas quando comparadas com outros fatores, como atividade física e gênero (SILVA, S., et al., 2014). Variáveis como massa corporal total, estatura total, estatura troncocefálica, comprimento de membros inferiores, IMC e percentual de gordura sofrem interferência da maturação biológica (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2010; VAN DEN BERG;

COETZEE; PIENAAR, 2012; VIEIRA et al., 2013). Em jovens futebolistas com idade cronológica igual, porém, o estágio maturacional discrepante apresenta diferenças nas variáveis antropométricas, demonstrando assim a influência da maturação biológica (MATTA et al., 2014). Tais alterações nas variáveis antropométricas, principalmente as relacionadas ao crescimento, têm a influência do aumento no comprimento dos ossos longos regulada principalmente pelo GH e pelo IGF-1 (VELDHUIS et al., 2005).

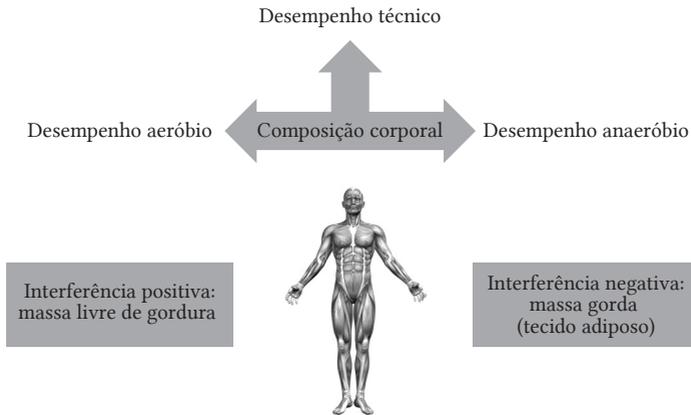


Figura 3. Possíveis interferências da composição corporal no desempenho desportivo

Atualmente, há propostas de valores referenciais tendo como balizadora a maturação biológica. Valores de referência para o IMC são propostos por Portella et al (2017) a partir de uma amostra de aproximadamente 4 mil crianças e adolescentes brasileiros. Nesse estudo, estabelecem-se curvas e valores para serem utilizados como referência. Da mesma forma, há uma tendência para que no treinamento em jovens atletas ocorra o mesmo às diversas variáveis que são inerentes ao desporto.

### ***Aptidão física desportiva geral (AFDG)***

Quando a questão do desempenho físico-motor é abordada de forma geral em um determinado desporto, o processo de maturação biológica apresenta influência (MALINA et al., 2011b; TILL et al., 2013; VANDENDRIESSCH et al., 2012). Essa influência não só ocorre em atletas

como também em indivíduos não atletas (RODRIGUES et al., 2010). A consolidação dos contributos da performance física ocorre do início da adolescência até seu final, período esse marcado pela maturação biológica (FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013; PORTELLA; ARRUDA; COSSIO-BOLAÑOS, 2011).

Em diversos desportos, a precocidade na maturação é tida como vantagem momentânea, principalmente para os atletas masculinos – enquanto para outros desportos, como ginástica artística, patinação no gelo e até mesmo balé, a maturação tardia torna-se momentaneamente vantajosa principalmente para as meninas (MALINA, 2011c; TORRES-UNDA et al., 2013). Maturadores precoces apresentam melhores rendimentos na aptidão física desportiva geral (AFDG) no futebol, por exemplo; contudo, esse padrão nem sempre é relatado ao final do processo maturacional (MEYLAN et al., 2014a). Da mesma forma, no ténis, atletas maturadores precoces que apresentam resultados superiores não mantêm esse comportamento até o final do processo maturacional (VAN DEN BERG; COETZEE; PIENAAR, 2012). Em geral, os maturadores precoces que apresentam vantagens desportivas em estágios iniciais não obtém sucesso ao final do processo de formação, não atingindo o alto rendimento (WEINECK, 2003). Dessa forma, é importante acompanhar a maturação biológica tanto no *timing* quanto no *tempo* durante todo o processo da AFDG dos indivíduos (MEYLAN et al., 2014a).

No caso do futebol as diversas variáveis de rendimento que compõem a AFDG são influenciadas pela maturação biológica (FRAGOSO; MASSUCA; FERREIRA, 2015; PHILIPPAERTS et al., 2006). Não só nos componentes físicos como também nos componentes técnicos há melhores resultados em indivíduos com o decorrer dos anos e estágio maturacional avançado em relação aos indivíduos em estágios anteriores (MALINA et al., 2011b; VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012; VANTTINEN; BLOMQUIST; HAKKINEN, 2010). Em tenistas jovens, a AFDG também demonstrou melhora ao longo do processo maturacional (SANNICANDRO et al., 2014).

A questão da AFDG é bastante influenciada pelas relações hormonais, principalmente da testosterona nos meninos. Em estudo com atletas brasileiros de futebol, a testosterona se apresentou como a variante de maior contribuição para variáveis físico-motoras (MOREIRA, A., et al., 2013).

No tocante à seleção de futuros atletas, a identificação do estágio de maturação biológica é de grande importância para que se minimizem erros quando forem observados os aspectos de desempenho físico-motor geral (GONÇALVES; RAMA; FIGUEIREDO, 2012).

Além da questão de melhora da AFDG, os pós-púberes, ou os indivíduos que se encontram em um momento pós-PVC, apresentam destreinamento menos acentuado em comparação com os demais, principalmente nos quesitos de força e velocidade (PEYLAN et al., 2014). Entretanto, o desenvolvimento da AFDG requer cuidados quanto às magnitudes de cargas de treino e *overuse*, principalmente em indivíduos que estejam no momento de ocorrência do PVC, pois tendem a ficar mais suscetíveis a lesões por repetições associadas a altas magnitudes (VAN DER SLUIS et al., 2014).

Cada modalidade desportiva tem sua especificidade física, o que reflete na composição corporal de seus praticantes (SILVA; PETROSKI; GAYA, 2013). Comparando o futebol com o judô, jovens atletas de ambas as modalidades apresentam características morfológicas distintas – como quantidade de massa livre de gordura e IMC, maior em judocas, e quantidade de gordura corporal, menor em jovens futebolistas (TIRIK et al., 2013). Entre jovens ciclistas e futebolistas, os primeiros apresentam massa corporal total menor, assim como a estatura total e a massa livre de gordura (GALANTI et al., 2015). Quando a comparação é feita entre desportos coletivos de quadra (basquete, futsal, handebol e voleibol), ainda assim as diferenças ocorrem, como maior IMC em jovens basquetebolistas (SILVA; PETROSKI; GAYA, 2013).

### ***Demanda energética***

Crianças e adolescentes utilizam mais ácidos graxos como fonte de energia em detrimento do glicogênio muscular muito por conta da baixa capacidade de estocagem deste e/ou de limitação da capacidade glicolítica (JEUKENDRUP; CRONIN, 2011). Entretanto, a taxa de oxidação de ácidos graxos, que anteriormente ao *timing* é alta, apresenta decréscimo com o decorrer do processo maturacional – isto é, conforme o indivíduo avança no processo, sua capacidade de oxidação de ácidos graxos diminui por conta da especialização e do desenvolvimento das demais vias metabólicas (ZAKRZEWSKI; TOLFREY, 2011). Essa taxa de

oxidação reduzida pode acometer indiretamente o processo de homeostase por conta de possíveis alterações endócrinas pelas quais o tecido adiposo é responsável (MAIMOUN; GEROGOPOULOS; SULTAN, 2014). Tanto a grelina quanto a adiponectina têm mostrado importante papel como reguladores metabólicos e sua dinâmica dependente da maturação biológica (JURIMAE, 2014). Exercícios de resistência com duração de três minutos e monitorados por ressonância magnética e fósforo marcado ( $P^{31}$ ) demonstraram comportamento predominante do metabolismo aeróbio como via primária de obtenção de energia em pré-púberes e menor ativação da creatina-quinase concomitante; contudo, nos indivíduos pós-púberes, o comportamento ocorre inversamente (TONSON et al., 2010).

O avanço da maturação biológica implica melhoras no sistema glicolítico por conta da especialização dos tecidos; porém, não há um ponto de corte específico para prever o momento em que o desempenho glicolítico será desenvolvido e potencializado nos jovens atletas (MCNARRY; WELSMAN; JONES, 2011). É conhecida a influência da maturação no consumo de glicogênio durante exercícios físicos de diferentes intensidades – contudo, o efeito exato em termos de quantificação ainda não é bem conhecido devido à adaptação individual (PHILIPS, 2012); por conta disso, é necessário o monitoramento da maturação biológica para controle de desempenho físico.

### ***Potência aeróbia***

A maturação biológica interfere positivamente nos parâmetros aeróbios tanto no volume de oxigênio máximo ( $VO_2$  máx) quanto no pico de compensação respiratório (ARMSTRONG; TOMKINSON; EKELUN, 2011). Jovens brasileiras do sexo feminino apresentaram como principal fator de interveniência para a predição do  $VO_2$  máx absoluto a maturação biológica (RIBEIRO et al., 2013). Da mesma forma, atletas de basquetebol demonstraram grande influência do processo maturacional no incremento dos valores da potência aeróbia (CARVALHO et al., 2013b).

Remadores de mesma idade cronológica e classificados como maturadores precoces e tardios apresentaram diferenças significantes ( $p < 0,001$ ) nos valores absolutos de potência aeróbia, resultando em valores maiores para o grupo de maturadores precoces (MIKULIC, 2011). Independente do protocolo de avaliação dos parâmetros aeróbios (teste

de campo ou laboratório), a correlação entre potência aeróbia e maturação biológica apresenta-se forte para jovens atletas (HAMLIN, 2014).

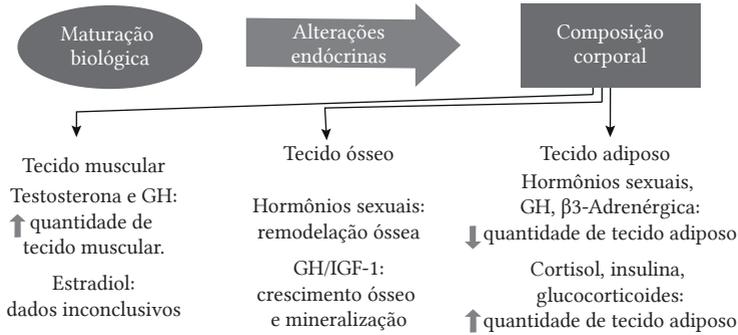


Figura 4. Alterações endócrinas e suas interferências na composição corporal oriundas da maturação biológica

Essas melhoras explicam-se, basicamente, pelo fato de que há aumento no número de hemoglobinas (desenvolvimento biológico) e, simultaneamente, aumento do volume sistólico e capacidade respiratória (aumento no tamanho dos órgãos) durante o processo de maturação (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011; ERCEG; JELASKA; MALES, 2011). Quanto à resposta hemodinâmica e o controle autônomo na recuperação após atividade aeróbia máxima, a maturação demonstrou discreta influência em indivíduos treinados (BUCHEIT et al., 2011).

Esses incrementos significantes nos parâmetros aeróbios são encontrados em valores absolutos; todavia, quando há ajuste dos valores pela massa corporal total, essas diferenças tendem, em alguns casos, a não serem significantes, mesmo sob o efeito da maturação biológica (CUNHA et al., 2011).

As variáveis antropométricas e de composição corporal – como estatura total, massa corporal total e percentual de gordura – apresentam relações com o rendimento aeróbio em jovens (RIBEIRO et al., 2013). Tal variável de desempenho apresenta dependência dos componentes de composição corporal em jovens atletas (BURDUKIEWICZ et al., 2013).

A massa corporal total é descrita como fator de explicação na performance da potência aeróbia em jovens atletas (CUNHA et al., 2011), contudo seus componentes separadamente demonstram contribuições distintas (TIRIK et al., 2013).

A massa livre de gordura, associada a variáveis antropométricas, apresenta influência no desempenho aeróbio em jovens atletas de basquetebol (CARVALHO et al., 2013b). Tanto em jovens futebolistas quanto judocas, a massa livre de gordura também apresenta relação positiva com a potência aeróbia (TIRIK et al., 2013). Tal componente de composição corporal apresenta relação proporcional com a melhora da potência aeróbia e pico de compensação respiratória em atletas jovens (BUCHEIT et al., 2011). Mesmo comportamento é observado em jovens futebolistas, para quem a massa livre de gordura contribuiu na melhora da resistência aeróbia (VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012). Em estudos com jovens atletas de futebol portugueses, a combinação da massa total de membros inferiores com os componentes de massa corporal muscular foi o melhor descritor para as variações do  $VO_2$ máx durante a adolescência (VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2015).

A massa corporal adiposa aumentada apresenta relação negativa com o desempenho aeróbio em jovens atletas (TIRIK et al., 2013). Por outro lado, o percentual de gordura, em valores médios, pode aparecer como contributo para o desempenho da potência e resistência aeróbia em jovens atletas, haja vista a maior taxa de oxidação de lipídeos, principalmente nos pré-púberes (HAMLIN, 2014; ZAKRZEWSKI; TOLFREY, 2011).

A melhora nos processos glicolíticos é um dos fatores explicativos da relação entre massa livre de gordura e resistência aeróbia, considerando que quanto maior a massa livre de gordura, melhores os estoques de energia via glicolítica, sendo esse um importante substrato energético para o desempenho aeróbio (MCNARRY; WELSMAN; JONES, 2011; PHILIPS, 2012)

### ***Força motora***

Na literatura, a maturação biológica frequentemente é associada com o aumento nos valores absolutos da força motora em jovens atletas (BEHRINGER et al., 2010).

A manifestação de força motora no regime de trabalho isocinético sofre interveniência do processo maturacional, além de outros fatores (CARVALHO et al., 2011b). Tanto nas diversas ações musculares (concêntricas e/ou excêntricas) quanto nos diferentes grupos musculares, a maturação biológica exerce influência na manifestação da força (DE STE CROIX, 2012).

Da mesma forma, a força motora, exercida no regime de trabalho muscular isométrico, apresenta melhoras durante o processo maturacional (NIKOLAIDIS et al., 2012a). Atletas de *wrestling* pré-púberes e púberes foram comparados quanto à força máxima isométrica e os púberes apresentaram valores de pico de força melhores ( $p < 0,05$ ), de acordo com Gerodimos e Karatrantou (2013). Ao analisar a taxa de desenvolvimento de força em jovens atletas, evidencia-se o efeito positivo da maturação biológica muito por conta de fatores neurais e melhora do *stiffness* tendíneo (DOTAN et al., 2013). Além disso, as enzimas glicolíticas têm relação direta com a maturação biológica e, conseqüentemente, o aumento da força durante a adolescência (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011). As interações entre massa livre de gordura e força isométrica também são significantes ( $p < 0,01$ ) em jovens atletas de futebol (NIKOLAIDIS et al., 2012a). Garotos com valores de massa livre de gordura menores demonstram menor taxa de desenvolvimento de força que garotos com maior massa livre de gordura (DOTAN et al., 2013).

Em aplicações de força no regime de trabalho isocinético, a massa livre de gordura e a área de secção muscular transversa não apresentam fortes correlações em jovens pré-púberes, todavia essa relação se altera na pós-puberdade (DE STE CROIX et al., 2009).

A potência muscular sofre aumento linear, baseado em escalas alo-métricas, durante a adolescência e conseqüente maturação biológica (CARVALHO et al., 2011a). Em um estudo de Carvalho et al. (2011c), o fator primário de explicação para testes de potência muscular de campo em atletas de basquetebol foi a maturação seguida de variáveis antropométricas e idade cronológica. Em atletas que executaram testes de força de membros inferiores no regime de trabalho muscular balístico, a maturação também teve forte influência positiva no desempenho (MEYLAN et al., 2014b).

Indivíduos que se encontram em estágios maturacionais avançados, como no período de ocorrência do PVC e no período pós-PVC, apresentam uma treinabilidade maior em comparação aos indivíduos do pré-PVC para força máxima e força explosiva (PEYLAN et al., 2014) e, da mesma forma, demonstram melhor aptidão para treinamentos resistidos que tenham como objetivo incremento de força (RATEL, 2011).

Com o avanço do processo maturacional, os indivíduos tornam mais eficaz a regulação do *stiffness* e melhoram o controle e a ativação do

sistema neuromuscular, como na relação dos músculos agonistas e antagonistas em ações motoras específicas (LAZARIDIS et al., 2013). Além do *stiffness*, o comprimento de músculos, tendões e fascículos aumenta proporcionalmente durante a maturação, promovendo melhora funcional; contudo, a área de secção transversal muscular atinge seu ápice apenas na idade adulta (O'BRIEN et al., 2010).

### ***Velocidade motora***

Os efeitos da maturação biológica na velocidade motora em jovens atletas são menos estudados que em outras variáveis físicas na literatura (RUMPF et al., 2011).

Indivíduos em estágios maturacionais anteriores apresentam tempo de execução de *sprints* cíclicos de 30 metros menor quando comparados aos indivíduos em estágios mais avançados (RUMPF et al., 2014a). Comparações entre grupos pré-PVC, PVC e pós-PVC demonstraram diferenças causadas pelo efeito do processo maturacional. Os tempos de deslocamento em 30 metros do grupo pós-PVC são significativamente melhores ( $p < 0,05$ ) que nos demais grupos, e o grupo no PVC foi significativamente melhor ( $p < 0,05$ ) que o pré-PVC (RUMPF et al., 2013).

Atletas agrupados por estágio de maturação demonstraram diferenças significantes ( $p < 0,05$  a  $p < 0,01$ ) nas velocidades médias em trechos de 10, 20 e 30 metros, e o grupo mais avançado na questão maturacional obteve resultados melhores (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2010). Tanto em *sprints* simples quanto em múltiplos *sprints*, jovens atletas de futebol, classificados como maturadores avançados, apresentam resultados melhores em testes de campo (VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012). Ao verificar tanto a capacidade de aceleração quanto a velocidade máxima, ambos os componentes demonstram melhoras durante o processo de maturação biológica ( $p < 0,05$ ) e forte correlação, sendo a maturação utilizada como fator de ajuste para a comparação de performance desportiva entre indivíduos nessas variáveis (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011).

Indivíduos que se encontram no período pós-PVC apresentam melhores adaptações ao treinamento de velocidade em comparação aos demais, de outros estágios maturacionais (PEYLAN et al., 2014). O método de treinamento de velocidade com lastro tracionado, por exemplo, pode ser de grande valia para o desenvolvimento dessa variável física-motora;

contudo, atletas no período do PVC ou pós-PVC apresentam melhores respostas ao método principalmente por fatores morfológicos e neuromusculares (RUMPF et al., 2015).

Tanto a potência na ação concêntrica como na ação excêntrica são as variáveis que mais explicam a melhora de performance da velocidade de indivíduos em estágios maturacionais avançados, ou seja, o ciclo alongamento-encurtamento desses indivíduos está melhor desenvolvido para executar tais tarefas, assim como o aumento da massa livre de gordura (RUMPF et al., 2013; VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2015). Jovens velocistas afro-caribenhos apresentaram melhores resultados em *sprints* de 30 metros com o avançar do processo maturacional e os fatores determinantes para essa melhora foram o comprimento e o número de passadas nesse trecho ao mesmo tempo em que a técnica de corrida apresentou deterioração em relação aos estágios maturacionais anteriores (COPAVÉR; HERTOOGH; HUE, 2012). A assimetria bilateral na aplicação de força de membros inferiores em *sprints* oscila, de acordo com o advento da maturação e sua variação durante o processo de maturação, por volta de 15-20% (RUMPF et al., 2014b).

Com o aumento da massa corporal livre de gordura, aumenta proporcionalmente a potência anaeróbia, demonstrando relação entre elas (MIKULIC, 2011; VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012). O incremento de tecido muscular na adolescência gera aumentos proporcionais na performance em testes de *sprints* cíclicos em 10 metros, assim como em testes de potência muscular (VANTTINEN; BLOMQUIST; HAKKINEN, 2010). Em alguns modelos de regressão, a variável determinante para *sprints* de 20 metros em jovens atletas é a massa corporal total, com relações positivas (MALINA et al., 2011). Dos componentes de composição corporal, o de massa muscular foi o que obteve correlação mais forte e significativa ( $p < 0,01$ ) entre jovens atletas de futebol com valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,37 e 0,57 para a variável de velocidade cíclica, *sprint* de 9,1 metros e 36,6 metros, respectivamente (AMONETTE et al., 2014). Para *sprints* de 20 metros em jovens atletas, a massa corporal adiposa aparece com relações negativas em modelos de regressão (MALINA et al., 2011). Da mesma forma, a massa corporal adiposa apresenta relação inversa com o desempenho da velocidade cíclica em 10 metros para jovens atletas (VANTTINEN; BLOMQUIST; HAKKINEN, 2010).

## ***Fatores biomecânicos***

A maturação biológica interfere de forma não linear nas alterações biomecânicas, ocorrendo em maior magnitude no momento do PVC (FORD et al., 2010). Aspectos articulares (por exemplo, o *stiffness* de tornozelos, joelhos e quadris) são de grande importância para o desempenho desportivo e a prevenção de lesões (FORD; MYER; HEWETT, 2010). Com o decorrer do processo maturacional, as características biomecânicas dos indivíduos se alteram, em especial o *stiffness* do tendão patelar e a readaptação do tornozelo e quadril em diversas ações motoras (FORD; MYER; HEWETT, 2010).

Estudos realizados com protocolos de saltos em profundidade relataram que, no momento de contato com o solo, indivíduos próximos e/ou no estirão de crescimento apresentaram um ângulo maior de abdução do joelho, principalmente nas meninas (FORD et al., 2010). Tais abduções e rotações tibiais podem aumentar o risco de lesão do ligamento cruzado anterior na população púbere e pós-púbere feminina (KIM; LIM, 2014); por outro lado, os indivíduos pós-púberes demonstram melhor absorção da força no contato com o solo (SIGWARD et al., 2012).

A extensão epifisária da cabeça do fêmur aumenta significativamente ( $p < 0,05$ ) de acordo com o processo maturacional, assim como alguns ângulos específicos da articulação do quadril também sofrem alteração no processo biológico (KIENLE et al., 2012). Dessa forma, a ocorrência da puberdade gera alterações no padrão de movimentos funcionais, obrigando assim o indivíduo a criar adaptações biomecânicas (PASZKEWICZ; MCCARTY; VAN LUNEN, 2013).

No futebol, indivíduos pós-púberes demonstraram velocidade final do pé maior no momento do chute por conta de um melhor momento-força de flexão de quadril e extensão de joelhos em relação aos indivíduos pré-púberes (LYLE et al., 2011).

Com o decorrer do tempo, os indivíduos tornam mais eficazes a regulação do *stiffness* e melhoram o controle e ativação do sistema neuromuscular com o aumento da massa livre de gordura, assim como a relação dos músculos agonistas e antagonistas em ações motoras específicas (LAZARIDIS et al., 2013). Além do *stiffness*, o aumento no comprimento de músculos, tendões e fascículos promovem melhora funcional (O'BRIEN et al., 2010).

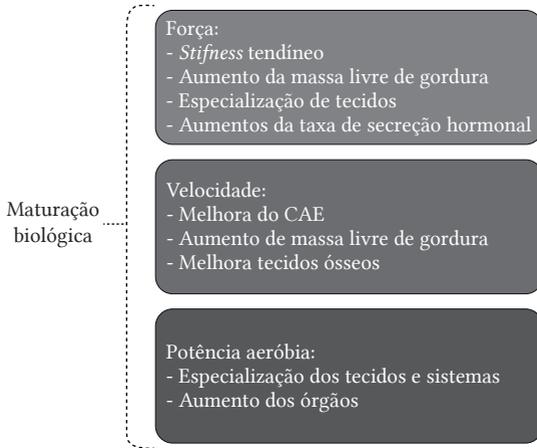


Figura 5. Interveniências da maturação biológica nas capacidades de desempenho físico

É necessário atentar para a heterogenia do desenvolvimento e crescimento do tecido ósseo e muscular durante a maturação biológica. O tecido ósseo atinge crescimento e desenvolvimento final antes do tecido muscular, fato esse frequentemente relatado como possível causa de perturbação biomecânica e perda de funcionalidade (LLOYD et al., 2014). Dessa maneira, o padrão específico de gestos desportivos também pode sofrer alteração com a maturação biológica (SIGWARD et al., 2012).

As alterações dos gestos técnicos são minimizadas com o avanço do processo maturacional. Em jovens nadadores, por exemplo, há melhor capacidade de coordenação do movimento específico na fase subaquática para os indivíduos apontados como mais maduros no processo maturacional (TOSTA et al., 2018). Dessa forma, uma melhor coordenação do movimento resulta em menor aplicação de força e economia no gasto energético para o gesto técnico.

# MATURAÇÃO BIOLÓGICA: APLICAÇÃO NO FUTEBOL DE BASE

## **Amostra**

Uma aplicação prática de indicador maturacional em categoria de base foi realizada na modalidade de futebol com uma composição amostral de 206 rapazes do sexo masculino, com idade cronológica de 14,69 anos e desvio padrão de  $\pm 2,31$  anos, atletas de futebol de um clube de primeira divisão do estado de São Paulo, Brasil. Foi um estudo de caráter experimental transversal, isto é, uma visão do momento daqueles jogadores de futebol.

## **Técnicas e procedimentos**

Para realizar a intervenção do estudo, foram coletados dados antropométricos e de desempenho motor por intermédio de testes físicos. Para tanto, seguiu-se uma ordem pré-estabelecida para as medidas antropométricas e dias diferentes para os testes físicos (Quadro 1), porém, mesmo horário de coleta (período da manhã). Para as variáveis de desempenho físico – velocidade de deslocamento em corrida em linha reta na distância total de 40 metros, com verificação do tempo gasto nas distâncias de 10 e 40 metros (V10 e V40), bem como a distância total percorrida no teste de Yo Yo Endurance, identificado com potência aeróbia (Paer) –, foi utilizado o próprio local de competição (campo de futebol), com grama natural em dias que não ocorreram chuvas e calçados específicos da modalidade.

Para os testes de força motora, foram utilizadas as variáveis de força máxima (FM), e taxa de desenvolvimento de força (TDF). Para tais medições, foram utilizados equipamentos pertencentes ao clube em suas próprias dependências.

Para todos os testes, foi realizado previamente aquecimento relativo à especificidade do teste por 10 minutos. Nas coletas das variáveis V10, V40, FM e TDF, foram executadas três tentativas e selecionou-se a melhor delas. A variável Paer foi executada apenas uma vez, por conta da dinâmica e desgaste que causa o próprio teste, impossibilitando sua repetição sem interferências nos indivíduos. As coletas foram realizadas pelos mesmos avaliadores, sendo todos treinados e capacitados para tais procedimentos.

Em todas as coletas das variáveis de desempenho físico, os avaliadores aplicaram os comandos verbais e gestuais para início e término dos testes, bem como incentivo verbal para que os indivíduos executassem os testes com máxima motivação. Para as variáveis de composição corporal, foi utilizado o laboratório do clube e o equipamento foi operado pelo mesmo técnico para todos os indivíduos. O protocolo se repetiu para todas as coletas.

Os sujeitos do estudo eram submetidos a treinamentos sistemáticos e jogos semanais que apresentavam o seguinte volume semanal: grupo pré-pico de velocidade de crescimento (PVC) = 410 minutos; grupo PVC = 660 minutos; e grupo pós-PVC = 970 minutos.

Quadro 1. Ordenação da aplicação dos testes para obtenção das variáveis de desempenho físico e composição corporal

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
Avaliação antropométrica + avaliação de composição corporal	Avaliação de força – FM e TDF	Avaliação de velocidade – V10 e V40	Avaliação de potência aeróbia – Paer
1ª segunda-feira do mês	2ª segunda-feira do mês	3ª segunda-feira do mês	4ª segunda-feira do mês

### ***Variáveis antropométricas***

As variáveis antropométricas avaliadas foram: estatura total (EST), estatura troncoencefálica e massa corporal total (MCT). Para as variáveis antropométricas citadas, foram utilizadas as normas e técnicas indicadas pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry<sup>1</sup> (2001).

1 Ou, em português, Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria.

A mensuração da estatura troncoencefálica segue as mesmas normas e indicações da EST, contudo, o posicionamento do indivíduo é sentado em um banco com altura de 40 centímetros, de costas para o estadiômetro e com o tronco na posição ereta. Para o cálculo do comprimento de membros inferiores, efetua-se a subtração do valor da estatura troncoencefálica da EST (comprimento de membros inferiores = estatura total – estatura troncoencefálica).

### ***Variáveis de força motora***

Para avaliar as variáveis de força motora, foi utilizada uma célula de carga acoplada à coluna de peso de um equipamento de musculação (leg press horizontal). A base de apoio dos pés foi fixada, não permitindo nenhum movimento que provocasse ruídos durante a ação motora no decorrer das coletas. O indivíduo, posicionado com os joelhos a 90 graus e quadril a 80 graus, tentou estender os joelhos e o quadril aplicando força de forma isométrica sobre a plataforma do equipamento com o máximo de velocidade. Essa força aplicada foi mensurada pela célula de carga acoplada, retornando os valores em Newton-metro (Nm). Três tentativas com intervalo de três minutos entre elas foram realizadas e a melhor delas foi adotada. A partir desse procedimento, foi calculada a FM em valores absolutos e a TDF em 200 m/s (AMARAL et al., 2012).

### ***Velocidade de deslocamento cíclico***

Para a mensuração da velocidade de deslocamento cíclico, foi utilizado um conjunto de fotocélulas com acionamento automático do cronômetro da empresa Cefise (Brasil), retornando os dados em metros por segundo (m/s); posicionou-se o indivíduo atrás de uma linha demarcada e, ao sinal sonoro, ele acelerou por 40 metros. No início da execução do *sprint*, a fotocélula aciona automaticamente o cronômetro e, ao finalizar os 40 metros, encerra o cronômetro automaticamente. No decorrer do percurso, outra fotocélula foi posicionada na marca de 10 metros para mensuração e visualização da dinâmica da velocidade dos atletas nesse trecho. Foram coletados três resultados, assumindo como resultado final o melhor para cada trecho. Os dados retornaram a velocidade em m/s dos trechos de 10 e 40 metros.

### **Potência aeróbia**

A potência aeróbia foi coletada utilizando o protocolo de Bangsbo (1996), denominado Yo-Yo Endurance Test Level 1, que retornará os dados em metros relativos à distância total percorrida no ponto em que se atingir a velocidade máxima aeróbia. Entre duas linhas com espaço de 20 metros entre si, o indivíduo tem como objetivo tocar as linhas realizando o percurso de ida e volta no ritmo determinado pelo sinal sonoro, sem interrupções nesse percurso. O protocolo inicia-se com velocidade média de 8,5 km/h no percurso entre as linhas e a cada minuto haverá incremento no ritmo equivalente a 0,5 km/h. O teste será interrompido quando o indivíduo não alcançar as linhas demarcadas por mais de duas vezes consecutivas ou se ele interromper o percurso por conta da fadiga. Será anotada a distância total percorrida no teste como resultado final.

### **Composição corporal**

As variáveis de composição corporal avaliadas foram: massa gorda total (MGT), em gramas; massa livre de gordura total (MLGT), em gramas; percentual de gordura total (%GT); área mineral óssea de MMII<sup>2</sup> (AMOMMII), em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>); conteúdo mineral ósseo de MMII (CMOMMII), em gramas; densidade mineral óssea de MMII (DMOMMII), em g/cm<sup>2</sup>; e massa livre de gordura de MMII (MLGMMII), em gramas.

Para a coleta de dados, foi utilizado o método de absorciometria por duplos raios X (Dexa) pelo equipamento da marca Hologic, modelo Discovery I<sup>3</sup>. O indivíduo foi colocado em decúbito dorsal sobre a maca do dispositivo e colocado na posição ortostática e sem nenhum acessório de metal ou joias. Ele foi orientado a não realizar nenhum tipo de movimento durante a execução da avaliação. Antes de iniciar as coletas de dados, o equipamento foi calibrado de acordo com os parâmetros fornecidos pelo fabricante através do Phantom, modelo anatômico que simula os parâmetros da coluna lombar. O protocolo utilizado no teste foi o whole-body. Para análise da imagem, foi utilizado o software QDR 12:4:3, versão para Windows e com especificação pediátrica. Para essa amostra, o equipamento

---

2 Membros inferiores.

3 Fabricado em Bedford, Massachusetts, Estados Unidos.

apresentou coeficiente de variação entre 0,91% e 1,24%. Excluiu-se a cabeça para quantificação da composição corporal. A incidência de radiação para cada indivíduo foi de 0,01 milisievert (mSv) e todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo operador. As variáveis foram apresentadas em cm<sup>2</sup> (área mineral óssea), gramas (conteúdo mineral ósseo, massa livre de gordura), percentual (de gordura total do corpo) e g/cm<sup>2</sup> (densidade mineral óssea).

A reprodutibilidade dos testes apresentou valores de correlação forte, demonstrando sua fidedignidade. Além disso, o baixo percentual de erro casual demonstrou boa confiabilidade dos testes (Tabela 1). A familiarização destes foi realizada com 15% dos indivíduos em um intervalo de dois dias entre o primeiro e o segundo teste, que não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si.

Tabela 1. Reprodutibilidade (correlação de Pearson) e erro casual (%) das variáveis coletadas

Variável	Reprodutibilidade (r)	Erro casual (%)
Composição corporal	0,94-0,96	0,91-1,24
Desempenho físico	0,91-0,93	0,89-1,85
Antropométricas	0,94-0,96	1,05-1,38

## Indicador de maturação biológica

O indicador de maturação biológica (IMB) utilizado foi o somático, de acordo com o protocolo de Mirwald et al. (2002). O indicador somático baseia-se na equação proposta pelos autores citados e retorna valores, em anos, relativos à ocorrência do PVC. Dessa forma, o momento de ocorrência do PVC é determinado por valor igual a zero. Sendo assim, os valores negativos resultantes da fórmula são interpretados como a quantidade de anos que o indivíduo tem, naquele momento, antes da ocorrência do PVC. De maneira inversa, os valores positivos são interpretados como a quantidade de anos que o indivíduo tem, naquele momento, depois da ocorrência do PVC. A equação a seguir apresenta proposta para o cálculo dos anos em relação ao PVC.

$$\text{Maturity Offset} = -9,236 + 0,0002708 \times (\text{CMMII} \times \text{ETC}) - 0,001663 \times (\text{IC} \times \text{CMMII}) + 0,007216 \times (\text{IC} \times \text{ETC}) + 0,02292 \times \left( \frac{\text{MCT}}{\text{EST}} \right)$$

Sendo: IC = idade cronológica; CMMII = comprimento de membros inferiores; ETC = estatura troncocefálica; MCT = massa corporal total; EST = estatura total

De acordo com Mirwald et al (2002) e Malina, Bouchard e Bar-Or (2004), o PVC tem relação direta com as alterações maturacionais provenientes das mudanças hormonais que ocorrem durante o processo de puberdade. Além disso, o indicador somático tem sido descrito como ferramenta e utilizado em larga escala tanto na área do esporte (CAMARGO et al., 2014; MALINA et al., 2012; MORTATTI et al., 2013; PEYLAN et al., 2014; TORRES-UNDA et al., 2013) como nas áreas de saúde e desenvolvimento somático (GOMEZ-CAMPOS et al., 2013, MIRANDA et al., 2014; SHERAR; BAXTER-JONES; MIRWALD, 2004).

Neste estudo, a amostra foi dividida em três grupos: o que apresentou valores negativos no indicador somático ( $< -1,00$  ano) foi nomeado como grupo pré-ocorrência do PVC (pré-PVC); o que apresentou valores entre  $-1,00$  e  $1,00$  ano no indicador somático foi nomeado como grupo do ano de ocorrência do PVC; e o grupo que apresentou valores  $> 1,00$  ano no indicador somático foi nomeado grupo pós-ocorrência do PVC (pós-PVC).

## **Tratamento estatístico**

Foi utilizada a análise descritiva para caracterização da amostra – *analysis of variance*<sup>4</sup> (Anova) – com teste de normalidade de Tukey para verificação das diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) e correlação linear de Pearson ( $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ) para estabelecer as forças das relações entre as variáveis de composição corporal e potência aeróbia nos respectivos grupos estabelecidos pelo IMB. Às correlações que apresentaram significância e força moderada ou superior, entre as variáveis de composição corporal e de desempenho físico, aplicou-se a análise de regressão com uma variável dependente para estabelecer a magnitude de explicação do modelo ( $R^2$ ) e o coeficiente ( $\beta$ ) de cada variável independente para cada modelo proposto ( $p < 0,05$ ) (DANCEY; REIDY, 2011; THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2011). O programa utilizado para o tratamento estatístico foi o IBM SPSS Statistics 18.0.

---

4 Isto é, análise de variância.

# RESULTADOS DO ESTUDO APLICADO EM JOVENS FUTEBOLISTAS

A Tabela 1, pela análise descritiva, demonstra que todas as variáveis de composição corporal e as variáveis antropométricas apresentaram aumento nos valores com o decorrer da maturação biológica, com diferenças significantes ( $p < 0,05$ ), quando comparadas pelos grupos de estágio maturacional. Nessa comparação, houve exceção para as variáveis de massa gorda total (MGT) e percentual de gordura total (%GT) entre os grupos do ano de ocorrência do PVC e pós-ocorrência do PVC (pós-PVC), as quais não apresentaram tal diferença.

Tabela 1. Tabela descritiva das variáveis antropométricas e de composição corporal

Variáveis	Pré-PVC (N = 80)		PVC (N = 80)		Pós-PVC (N = 46)	
	Média (DP)	Min/Máx	Média (DP)	Min/Máx	Média (DP)	Min/Máx
IC (anos)	12,60	11,47	14,60	13,06	16,23	14,98
	± 0,89	15,25	± 0,63	15,40	± 0,39	16,65
EM (anos)	-2,29	-3,38	-0,01	-0,93	2,07	1,26
	± 0,68	-1,10	± 0,48	0,83	± 0,31	2,49
EST (cm)	151,29	135,99	167,84	154,99	176,77	168,49
	± 7,43	168,20	± 5,94	179,60	± 4,15	185,00
MCT (kg)	42,66	33,59	59,99	40,69	69,96	60,39
	± 6,61	57,50	± 9,08	92,20	± 7,68	92,20

Tabela 1. Continuação

Variáveis	Pré-PVC (N = 80)		PVC (N = 80)		Pós-PVC (N = 46)	
	Média (DP)	Min/Máx	Média (DP)	Min/Máx	Média (DP)	Min/Máx
MGT (kg)	7,09	2,84	6,31	3,36	6,18*	4,00
	± 3,37	16,62	± 2,12	12,71	± 1,61	9,60
MLGT (kg)	33,96	24,80	49,93	29,86	56,43	49,28
	± 7,29	51,20	± 6,82	59,27	± 4,51	66,23
%GT (%)	17,16	6,40	11,23	7,76	9,76*	7,25
	± 6,86	23,56	± 3,64	26,59	± 1,76	13,79
MLGMMII (kg)	6,92	4,85	10,05	6,01	11,37	9,84
	± 1,54	9,91	± 1,35	12,27	± 1,04	13,47
CMOMMII (g)	350,67	232,86	529,57	300,34	641,51	538,28
	± 80,58	515,45	± 83,47	700,93	± 71,78	757,17
DMOMMII (g/cm <sup>2</sup> )	1,13	0,93	1,38	1,12	1,55	1,36
	± 0,12	1,44	± 0,13	1,64	± 0,10	1,69
AMOMMII (cm <sup>2</sup> )	305,56	240,88	381,89	266,67	411,82	357,39
	± 42,48	388,31	± 38,8	469,00	± 35,73	464,07

\*Não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos pós-PVC e PVC.

IC = idade cronológica; EM = estágio maturacional; EST = estatura total; MCT = massa corporal total; MGT = massa gorda total; MLGT = massa livre de gordura total; %GT = percentual de gordura total; MLGMMII = massa livre de gordura de MMII; CMOMMII = conteúdo mineral ósseo de MMII; DMOMMII = densidade mineral óssea de MMII; AMOMMII = área mineral óssea de MMII

As variáveis de desempenho físico apresentaram comportamento semelhante entre as variantes com aumento tanto nos valores absolutos quanto nos de  $\Delta\%$ , com diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) entre os grupos de maturação. Há exceção feita à variável de potência aeróbia (Paer) entre os grupos PVC e pós-PVC (Tabela 2). Os valores de  $\Delta\%$  de todas as variáveis de desempenho físico apresentaram aumentos de menor magnitude entre os grupos maturacionais pós-PVC/PVC em comparação aos grupos PVC/pré-ocorrência do PVC (pré-PVC), exceto a variável de taxa de desenvolvimento de força (TDF), que demonstrou aumentos cada vez maiores ao longo dos grupos maturacionais.

Tabela 2. Tabela descritiva das variáveis de desempenho físico e valores de  $\Delta\%$  entre os grupos de maturação biológica

Variáveis	Pré-PVC		PVC		Pós-PVC		$\Delta\%$	
	Média (DP)	Min/ Máx	Média (DP)	Min/ Máx	Média (DP)	Min/ Máx	pré-PVC PVC	PVC pós-PVC
FM (N)	1080,71	66,43	1750,42	123,99	2150,89	163,36	61,97	22,88
	$\pm 275,93$	188,45	$\pm 279,03$	254,35	$\pm 373,95$	281,76		
TDF (N/200 ms)	4,45	4,02	6,02	5,01	10,05	6,29	35,28	66,94
	$\pm 0,21$	5,62	$\pm 0,56$	6,39	$\pm 0,62$	10,99		
V10 (m/s)	4,90	4,48	5,20	4,80	5,46	5,18	6,12	5,00
	$\pm 0,36$	5,61	$\pm 0,18$	5,61	$\pm 0,18$	5,78		
V40 (m/s)	6,29	5,63	6,81	5,84	7,11	6,71	8,27	4,41
	$\pm 1,14$	7,20	$\pm 0,91$	7,60	$\pm 0,6$	7,64		
Paer (m)	1649,52	1079,99	1929,82	1419,99	2041,42*	1739,99	16,99	5,78
	$\pm 348,27$	2560,00	$\pm 278,58$	2620,00	$\pm 261,56$	2580,00		

\*Não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos pós-PVC e PVC.

IC = idade cronológica; EM = estágio maturacional; EST = estatura total; MCT = massa corporal total; MGT = massa gorda total; MLGT = massa livre de gordura total; %GT = percentual de gordura total; MLGMMII = massa livre de gordura de MMII; CMOMMII = conteúdo mineral ósseo de MMII; DMOMMII = densidade mineral óssea de MMII; AMOMMII = área mineral óssea de MMII.

As correlações entre as variáveis de composição corporal e desempenho físico encontram-se na Tabela 3. A partir delas, estabeleceram-se os modelos de regressão apresentados na Tabela 4, que demonstraram predominância das variáveis de componente muscular e componente ósseo nas associações com o desempenho físico nos indivíduos. Apenas a variável Paer não apresentou tal comportamento, principalmente para os grupos PVC e pós-PVC.

Além disso, os valores mais robustos de coeficiente  $\beta$  para as variáveis de composição corporal encontrados nos modelos de regressão estão no grupo pré-PVC, tendendo à sua diminuição nos grupos PVC e pós-PVC.

Tabela 3. Correlações entre as variáveis de desempenho físico e variáveis de composição corporal significantes ( $p < 0,05$ ) e com força acima de moderada ( $r > 0,39$ )

	Desempenho físico	Composição corporal
Pré-PVC	FM	MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
	TDF	Não houve
	V10	MGT, MLGT, %GT, MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
	V40	MGT, MLGT, %GT, MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
	Paer	MLG, MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
PVC	FM	MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII
	TDF	MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
	V10	CMOMMII, DMOMMII
	V40	CMOMMII, DMOMMII
	Paer	%GT
Pós-PVC	FM	Não houve
	TDF	MLGMMII, CMOMMII, DMOMMII, AMOMMII
	V10	CMOMMII
	V40	CMOMMII, DMOMMII
	Paer	Não houve

FM = força máxima; TDF = taxa de desenvolvimento de força; V10 = velocidade em 10 metros; V40 = velocidade em 40 metros; Paer = potência aeróbia; MGT = massa gorda total

MLGT = massa livre de gordura total; %GT = percentual de gordura total; MLGMMII = massa livre de gordura de MMII; CMOMMII = conteúdo mineral ósseo de MMII;

DMOMMII = densidade mineral óssea de MMII; AMOMMII = área mineral óssea de MMII

Tabela 4. Modelos de regressão linear para as variáveis de desempenho físico (dependente) com as variáveis de composição corporal (independente)

P modelo	R modelo	R <sup>2</sup> ajustado modelo	Variáveis		Coeficiente $\beta$	P
			Dependentes	Independentes		
PRÉ-PVC						
0,00	0,696	0,452	FM	MLGMMII	0,75	< 0,05
				CMOMMII	-1,31	< 0,05
				DMOMMII	0,55	< 0,05
				AMOMMII	0,72	< 0,05
Não houve modelo			TDF			
0,00	0,72	0,47	V10	MLGMMII	-2,47	< 0,05
0,00	0,77	0,56	V40	MGT	1,02	< 0,05
				MLGMMII	-2,15	< 0,05
0,00	0,58	0,30	Paer	MLGT	1,38	< 0,05
				MLGMMII	-1,37	< 0,05
				DMOMMII	2,18	< 0,05
PVC						
0,000	0,497	0,218	FM	MLGMMII	0,484	< 0,05
				CMOMMII	0,677	< 0,05
				DMOMMII	0,699	< 0,05
0,00	0,69	0,47	TDF	MLGMMII	1,75	< 0,05
				CMOMMII	0,57	< 0,05
				DMOMMII	0,47	< 0,05
				AMOMMII	0,89	< 0,05
0,00	0,48	0,18	V10	CMOMMII	0,58	< 0,05
				DMOMMII	-0,65	< 0,05
0,00	0,52	0,23	V40	CMOMMII	0,79	< 0,05
				DMOMMII	-0,61	< 0,05
0,00	0,41	0,15	Paer	%GT	-0,56	< 0,05

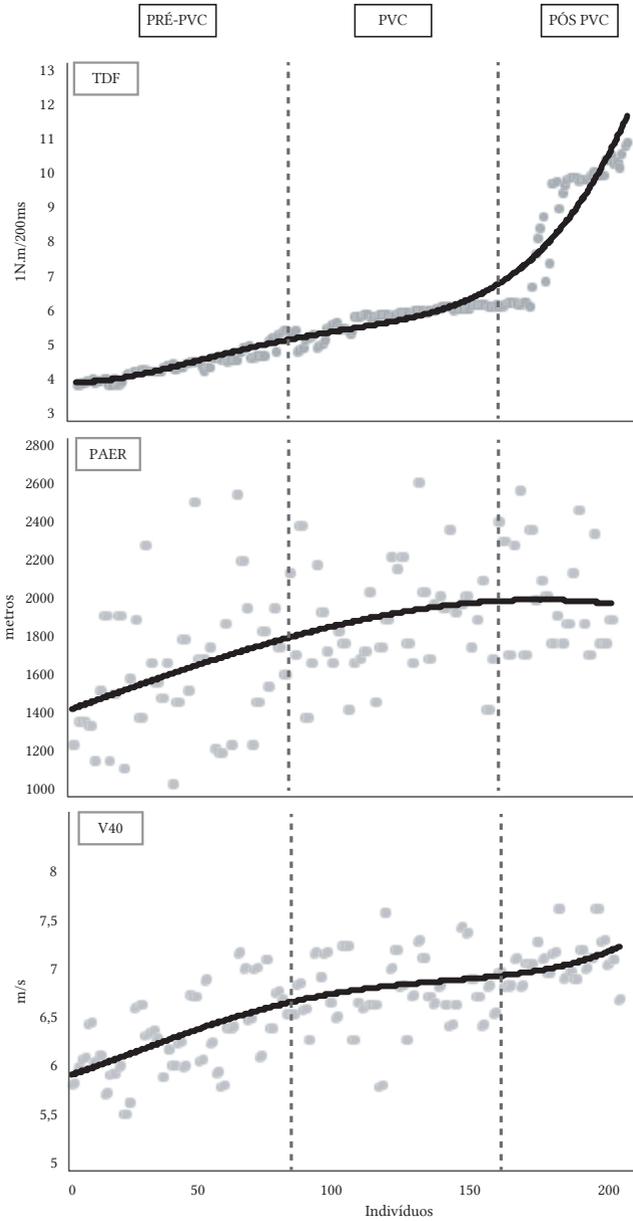
Tabela 4. Continuação

P modelo	R modelo	R <sup>2</sup> ajustado modelo	Variáveis		Coeficiente $\beta$	P
			Dependentes	Independentes		
PÓS-PVC						
Não houve modelo			FM			
0,00	0,81	0,66	TDF	MLGMMII	0,88	< 0,05
				CMOMMII	0,25	< 0,05
				DMOMMII	0,90	< 0,05
				AMOMMII	0,25	< 0,05
0,00	0,60	0,32	V10	CMOMMII	0,66	< 0,05
0,00	0,74	0,53	V40	CMOMMII	-0,86	< 0,05
				DMOMMII	-0,21	< 0,05
Não houve modelo			Paer			

FM = força máxima; TDF = taxa de desenvolvimento de força; V10 = velocidade em 10 metros; V40 = velocidade em 40 metros; Paer = potência aeróbia; MGT = massa gorda total; MLGT = massa livre de gordura total; %GT = percentual de gordura total; MLGMMII = massa livre de gordura de MMII; CMOMMII = conteúdo mineral ósseo de MMII; DMOMMII = densidade mineral óssea de MMII; AMOMMII = área mineral óssea de MMII

Os gráficos apresentados demonstram o comportamento das variáveis de desempenho físico durante o processo maturacional. Essa dinâmica denota que nas variáveis FM, TDF e Paer houve incremento constante ao longo da maturação biológica, e a TDF apresenta uma inflexão na curva maior no grupo pós-PVC em comparação às outras variáveis. No entanto, V10 e V40 demonstram estabilização da curva no grupo PVC e posterior inflexão, denotando um momento de estagnação quando comparadas às demais variáveis de desempenho físico.

Resultados do estudo aplicado em jovens futebolistas



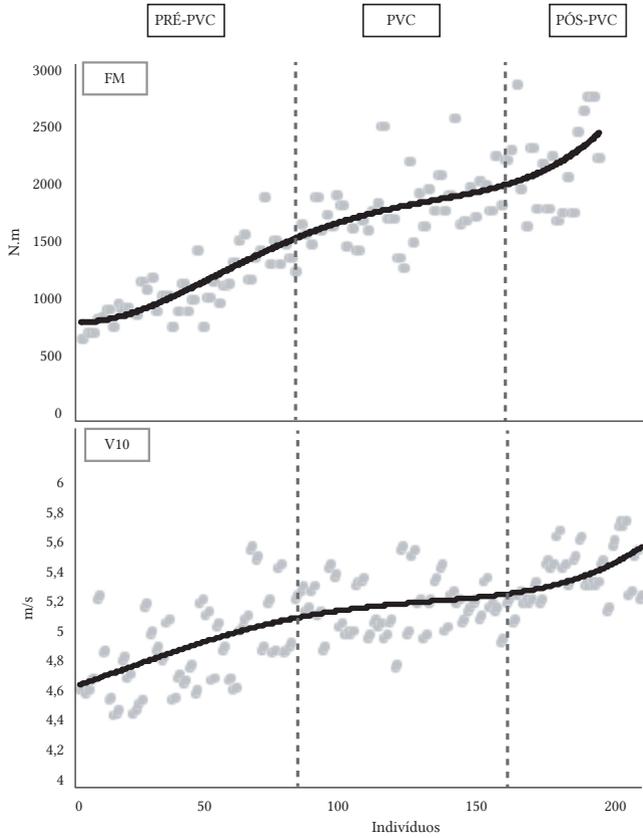


Gráfico 1. Dinâmica das variáveis de desempenho físico ao longo do processo maturacional através da dispersão dos dados

## **Papel da maturação biológica e da composição corporal sobre o desempenho físico**

Os incrementos na força máxima (FM) e na taxa de desenvolvimento de força (TDF) apresentam associação com a maturação biológica e os componentes de composição corporal, principalmente com o muscular e o ósseo, corroborando a literatura que demonstra correlações entre tais componentes e as variáveis de força em diversas modalidades desportivas (BOUCHANT et al., 2011; DOWTHWAITE et al., 2014).

Tais componentes contribuem para o aumento da produção de força por conta do aumento do volume muscular e da massa muscular do indivíduo (BOUCHANT et al., 2011) e o incremento no conteúdo mineral ósseo (DOWTHWAITE et al., 2014). Esse fato é observado em ginastas pré-púberes que apresentam relação direta entre produção de força dos músculos do quadril e massa óssea na região do colo do fêmur (DOWTHWAITE et al., 2014). Na população adulta, o pico de produção de força e o pico da máxima contração apresenta tal relação com o componente muscular – massa livre de gordura e volume muscular (MILLIC; IVANOVIC; DOPSAJ, 2012) –, assim como com o componente ósseo (PORTELLA et al., 2014); deste último infere-se que a relação se dê por conta da remodelação óssea que ocorre ao longo do processo maturacional (NASRI et al., 2013).

As melhoras na TDF em jovens atletas estão associadas com as alterações durante o processo maturacional dos componentes muscular e ósseo (CARVALHO et al., 2011b; GARCIA-MARCO et al., 2010). Indivíduos pré-púberes e púberes podem apresentar adaptações, como remodelação óssea e principalmente tendínea (de ordem anatômica), por conta de treinamento sistemático – mesmo assim, tais adaptações não são suficientes para gerar interferência significativa na TDF em pré-púberes (WAUGH et al., 2014). Ou seja, além da remodelação óssea e tendínea, há outros fatores intervenientes para o desenvolvimento da TDF – por exemplo, o *stiffness*, que pode contribuir com 29% na TDF, como no caso de jovens treinados (WAUGH et al., 2012). Além dessas adaptações, outras mais geram interferência na TDF, como a área de secção transversa, a propriedade visco-elástica do complexo músculo-tendão, entre outros (MARTIN; RATEL, 2014). Esses fatores referem-se a aspectos mecânicos e neurais que se desenvolvem e especializam ao longo da maturação biológica (WAUGH et al., 2012).

No desempenho da velocidade de deslocamento cíclico, a otimização do ciclo alongamento-encurtamento tem papel importante durante a maturação biológica (RUMPF et al., 2013). Esta apresenta forte relação com a aceleração, o que influencia na velocidade de deslocamento (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011).

A influência da maturação biológica no desenvolvimento da velocidade apresenta algumas explicações de cunho hormonal. O incremento nos valores de testosterona no decorrer do tempo em adolescentes é acompanhado da melhora do desempenho da velocidade cíclica (VANTTINEN; BLOMQVIST; HAKKINEN, 2010). O aumento da taxa de secreção dos hormônios sexuais e *growth hormone* (GH) no momento do *timing* maturacional implica o aumento de força e potência por conta do desenvolvimento do tecido musculoesquelético (TINGAARD et al., 2012), além da melhor utilização das unidades motoras de fibras tipo II – consequência da especialização dos tecidos (DOTAN et al., 2013). Essa influência da taxa de secreção hormonal e melhora nas unidades motoras das fibras tipo II reflete na aplicação dessa força e potência na velocidade de deslocamento cíclico durante o período maturacional (MEYLAN et al., 2014b), bem como no desempenho da velocidade de deslocamento acíclico (VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2014).

Outro fator influenciado pela maturação biológica é a melhora na ação muscular concêntrica e excêntrica, que tem sido apontada como um dos importantes contributos para o desempenho da velocidade (RUMPF et al., 2013; 2014b). Por conta dessas alterações oriundas do processo maturacional, a treinabilidade de indivíduos classificados como do grupo pós-ocorrência do PVC (pós-PVC), pelo indicador somático, é maior em comparação aos demais grupos de maturação biológica (RUMPF et al., 2015).

A massa livre de gordura de MMII (MLGMMII) como associação pode ser explicada pela necessidade de gerar mais potência para aumentar a velocidade de deslocamento (AMONETTE et al., 2014; KUBO et al., 2011). Sendo assim, com o advento da maturação biológica há o aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da MLGMMII; conseqüentemente, pode-se obter melhora na geração de potência muscular. Essa relação pode ocorrer independentemente do estado atual de desempenho dos indivíduos (TRAVILL, 2011).

Com o aumento das velocidades desenvolvidas na execução de uma corrida, há grande ativação dos grupos musculares de quadril para sua extensão e mineralização dos sítios ósseos da região, observando-se assim a importância não só do tecido muscular como do tecido ósseo – que, quanto mais mineralizado, mais apto está para responder às trações exercidas pelos músculos (GIARMATZIS et al., 2015). Essa relação positiva entre conteúdo mineral ósseo e desenvolvimento de força foi observada também com exercícios de extensão e flexão de joelhos no regime de trabalho isocinético em atletas de futebol (PORTELLA et al., 2014).

Contudo, vale observar que tais adaptações ósseas se dão em grande parte por conta do conteúdo de treinamento específico da modalidade, que aumenta por si só o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea nos devidos atletas (STANFORTH et al., 2016), e não necessariamente esse aumento do componente ósseo é que implica relação direta com a velocidade cíclica ou força.

Além da composição corporal, os aspectos cinéticos da corrida, assim como os cinemáticos e biomecânicos, também podem ser causas prováveis (RUMPF et al., 2011). Existem diversas alterações biomecânicas oriundas do processo maturacional que podem exercer influência maior no quesito velocidade do que as variáveis de composição corporal, como o aumento de comprimento de membros inferiores e da estatura

troncoencefálica alterando amplitude e frequência de passada nos *sprints* cíclicos (MEYERS; OLIVER; HUGHES, 2015). Outro fator biomecânico interveniente no desempenho da velocidade é o *stiffness* tendíneo, tanto calcâneo quanto patelar (O'BRIEN, 2015), que tende a ocorrer nos períodos mais avançados da maturação. Quanto melhor esse aspecto, melhor produção de ações concêntricas de forma rápida e essencial para o desenvolvimento da velocidade (FORD et al., 2010).

A potência aeróbia também apresenta aumento nos valores de acordo com a maturação biológica, sendo a própria maturação apontada como um dos principais contributos para tal evolução (RIBEIRO et al., 2013). Ao final do processo maturacional, o componente de treinamento também aparece como fator interveniente nos jovens atletas para a potência aeróbia (ARMSTRONG; TOMKINSON; EKELUN, 2011).

A literatura tem demonstrado a relação entre o aspecto muscular e os parâmetros de desempenho aeróbio (DEPREZ et al., 2014). Carvalho et al. (2013a) relataram interveniência da variável de massa livre de gordura na performance da potência aeróbia ( $R^2$  ajustado = 0,75). Tanto jovens futebolistas quanto judocas apresentaram correlação positiva da massa livre de gordura com a potência aeróbia. Além disso, em jovens atletas de futebol portugueses, a combinação da massa corporal total de membros inferiores e o componente de massa corporal muscular foi o melhor descritor para as variações do volume de oxigênio máximo ( $VO_{2\text{máx}}$ ) durante a adolescência (VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2015). A melhora nos processos glicolíticos é um dos fatores explicativos da relação entre massa livre de gordura e resistência aeróbia, haja vista que, quanto maior a massa livre de gordura, melhores os estoques de energia por via glicolítica, sendo esse um importante substrato energético para o desempenho aeróbio (MCNARRY; WELSMAN; JONES, 2011; PHILIPS, 2012).

Diversas outras causas são apontadas para a melhora da potência aeróbia, como o lastro de treinamento sistemático que, por conta das adaptações inerentes aos estímulos, provoca melhora nessa variável (CARVALHO et al., 2013b). Tais adaptações são descritas como aumento na quantidade e ativação das mitocôndrias, melhora na captação de oxigênio e transição de fibras do tecido muscular esquelético (ROWLAND, 2005). Essas melhoras também podem ser explicadas por conta do aumento na quantidade de hemoglobinas devido ao desenvolvimento

biológico e, simultaneamente, ao aumento do volume sistólico e capacidade respiratória, em razão do aumento no tamanho dos órgãos, oriundo do processo de maturação (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011; ERCEG; JELASKA; MALES, 2011; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004).

A grande contribuição do componente muscular nas variáveis de desempenho físico em geral está relacionada com o aumento no comprimento de músculos, tendões e fascículos, promovendo melhora funcional e aumento no número de pontes cruzadas para realizar a contração muscular com maior magnitude (O'BRIEN et al., 2010; ROWLAND, 2005). Há também maior eficácia na regulação do *stiffness* e melhora no controle e ativação do sistema neuromuscular, especializando a relação dos músculos agonistas e antagonistas em ações motoras específicas (LAZARIDIS et al., 2013).

O componente ósseo aparece diversas vezes com forte associação e presença nos modelos de regressão com as variáveis de desempenho físico, fato que é acompanhado na literatura. Mattila et al. (2007) relataram fortes correlações entre densidade mineral óssea e força em adultos jovens de 19 anos. Em atletas de futebol, essa correlação também se mostrou relevante entre o conteúdo mineral ósseo e o pico de torque isocinético (PORTELLA et al., 2014). Ginastas apresentaram fortes correlações entre componente ósseo e manifestações de força específicas da modalidade (DOWTHWAITE et al., 2014). Uma das explicações para tal fato é a questão da remodelação óssea, principalmente durante a maturação biológica, que pode favorecer a execução de movimentos explosivos – força e velocidade (WAUGH et al., 2014).

Entretanto, atualmente esse fato é tido apenas como consequência de adaptação ao esporte, por conta de impacto e outras forças (tração, compressão) das modalidades que acometem o jovem atleta dentro da especificidade de cada esporte, gerando interveniência no componente ósseo (SEABRA et al., 2012; STANFORTH et al., 2016).

## **Desempenho físico no decorrer da maturação biológica**

As variáveis de desempenho físico demonstraram grandes aumentos percentuais entre os grupos maturacionais, fato que concorda com a literatura.

Com o decorrer do processo de maturação biológica há incremento no desempenho de força em jovens atletas seja no regime de trabalho isocinético, seja no regime de trabalho isométrico ou ainda no isotônico; aumentando seus valores absolutos (ARMSTRONG; MCMANUS, 2011; DOTAN et al., 2013; GERODIMOS; KARATRANTOU, 2013; NIKOLAIDIS et al., 2012b). O mesmo ocorre com a velocidade de deslocamento cíclico, observando-se aumento significativo ( $p < 0,05$ ) para os tempos nos deslocamentos entre 5 e 40 metros em jovens atletas, além de diversas adaptações funcionais decorrentes do processo de maturação biológica (RUMPF et al., 2011; 2013). A literatura também demonstra na potência aeróbia (Paer) grande aumento com o avançar do processo maturacional em jovens atletas (RATEL, 2011; RIBEIRO et al., 2013), inclusive em futebolistas (MORTATTI et al., 2013), fato que também ocorreu com a amostra deste estudo.

Entretanto, neste estudo, a única variável que manteve grande magnitude no aumento, tanto entre os grupos pré-ocorrência do PVC (pré-PVC)/do ano de ocorrência do PVC e PVC/pós-PVC foi a TDF. A TDF apresenta um ponto ótimo de treinabilidade após o ponto das demais variáveis, o que pode causar adequações de treino para a potencialização dessa variável em jovens atletas.

A TDF está intimamente ligada aos processos de recrutamento de fibras e ativação neural, que atingem maturidade nos períodos mais tardios do procedimento maturacional (DOTAN et al., 2013; LAZARIDIS et al., 2013). Além disso, a estabilização das alterações biomecânicas que ocorre após o PVC favorece a utilização funcional do corpo, tornando mais eficiente as ações e favorecendo a produção de força com alta velocidade, como na TDF (LAZARIDIS et al., 2013; O'BRIEN et al., 2010), melhorando a treinabilidade do indivíduo (PEYLAN et al., 2014).

As variáveis de velocidade e potência aeróbia atingiram seus pontos ótimos de treinabilidade entre o período pré-PVC e PVC. Nesse caso, elas tendem a responder por uma adequação de conteúdos de treino em momentos semelhantes.

Tanto a velocidade em 10 metros ( $V_{10}$ ) quanto a velocidade em 40 metros ( $V_{40}$ ) e a Paer se favorecem das alterações e adaptações dos sistemas fisiológicos e bioquímicos de grande magnitude que ocorrem no período caracterizado pelo PVC (JEUKENDRUP; CRONIN, 2011; MCNARRY; WELSMAN; JONES, 2011; TONSON et al., 2010).

Todavia, cabe uma observação quanto à velocidade. O comportamento das variáveis V10 e V40 se apresenta de forma particular, com aumento claro nos períodos pré-PVC e pós-PVC; contudo, no período PVC há tendência de acomodação nesse comportamento de aumento pendendo para a estabilização.

Algumas explicações para o comportamento da velocidade são a necessidade de maior número de adaptações momentâneas por conta da rápida alteração biomecânica que ocorre justamente no período de PVC (COPAVER; HERTOUGH; HUE, 2012; RUMPF et al., 2014b), consequência da alta taxa de crescimento que ocorre nesse período. Tais alterações podem influenciar nesse comportamento, principalmente nos atletas maturadores precoces (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2003; RUMPF et al., 2015).

### **Indicador somático como ferramenta**

O indicador somático como ferramenta de maturação biológica é extremamente simples e resolutivo, principalmente quando se trata de atletas jovens (MIRWALD et al., 2002; PHILIPPAERTS et al., 2006). Através dele, é possível monitorar as capacidades de desempenho físico tendo como norteador o processo maturacional (MEYLAN et al., 2014a; TORRES-UNDA et al., 2013; VAN DEN BERG; COETZEE; PIENAAR, 2012). Neste estudo, a divisão em três grupos de maturação biológica tendo como parâmetro o PVC propiciou analisar e entender quais capacidades físicas e componentes de composição corporal se associam entre si e a dinâmica deles no decorrer da maturação biológica. A utilização da ferramenta de indicador de maturação biológica vem se difundindo desde 2002, quando Mirwald e colaboradores propuseram a equação para o cálculo do indicador somático. A literatura nacional e internacional utiliza de forma vasta tal ferramenta nas mais diversas áreas, desde desportivas (CARVALHO et al., 2011b; COELHO-E-SILVA, 2013; RUMPF et al., 2011) até escolares e de saúde em geral (GOMEZ-CAMPOS et al., 2013; JACKOWSKI et al., 2012; MIRANDA et al., 2014).

Na área do desporto, o indicador somático tem sido utilizado para estabelecer dinâmica de desempenho físico ao longo da maturação biológica (FRAGOSO; MASSUCA; FERREIRA, 2015; MALINA et al., 2011b), estabelecer parâmetros de treinamento em jovens atletas por

esse processo (CARVALHO et al., 2013b; VAN DER SLUIS et al., 2014) e ainda determinar cargas e metodologias mais adequadas aos atletas em procedimento maturacional (PEYLAN et al., 2014; RUMPF et al., 2015).

Estudos que utilizaram outros indicadores de maturação biológica apresentaram comportamento semelhante, com diferenças significantes entre os diferentes períodos de maturação biológica (COPAVÉR; HERTOIGH; HUE, 2012; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2004; MALINA et al., 2011a; SIGWARD et al., 2012). Ao observar essa mesma dinâmica, é possível inferir que, da mesma forma que os demais indicadores são utilizados e aceitos para estratificação de jovens atletas de acordo com a maturação biológica, o indicador somático também é de grande valia para tal objetivo.

## CONCLUSÕES

O componente muscular é o que mais apresenta associação com as variáveis de desempenho físico, assim como o ósseo. A princípio, as associações do componente ósseo podem ser uma consequência tanto da modalidade desportiva em questão quanto das ações musculares e forças aplicadas no tecido ósseo – contudo, cabem mais investigações sobre essa temática na população de jovens atletas.

Essas associações, por sua vez, podem contribuir com o desempenho físico. Todavia, as capacidades físicas dos indivíduos em processo avançado de maturação biológica se associam com outros fatores que não a composição corporal; sendo assim, limitam seu papel em jovens atletas pubertários em estágios finais.

As variáveis de desempenho físico força máxima (FM), velocidade em 10 metros (V10), velocidade em 40 metros (V40) e potência aeróbia (Paer) atingem seus maiores ganhos percentuais, comparativos aos estágios maturacionais anteriores – grupo pré-ocorrência do pico de velocidade de crescimento (pré-PVC) –, na fase do ano de ocorrência do PVC, continuando com o aumento nos valores, contudo, em menor magnitude, inclusive com tendência de estagnação no caso de V10 e V40. A variável taxa de desenvolvimento de força (TDF) demonstra aumentos maiores no grupo pós-ocorrência do PVC (pós-PVC) quando comparado aos demais.

Essa dinâmica das variáveis de desempenho físico aponta para um cenário de períodos distintos de respostas ao treinamento para cada uma

delas. Apesar de todas as variáveis demonstrarem aumentos constantes em valores médios por meio de seu  $\Delta\%$ , cada uma delas apresenta momentos específicos de melhor resposta ao treinamento. Isso denota momentos diferentes no processo maturacional de desempenho desportivo para os indivíduos.

O indicador somático como ferramenta para aquisição da maturação biológica é confiável e aplicável na população de jovens atletas, podendo-se por meio dele monitorar a evolução do processo maturacional dessa população.

## Considerações finais

Cabe uma reflexão sobre o papel da maturação biológica na seleção e acompanhamento de jovens atletas. Eles são selecionados tendo por parâmetro indicativo melhor desempenho físico em idades mais jovens. Tal desempenho está fortemente associado à composição corporal; no entanto, em estágios maturacionais posteriores, tal associação não se repete, demonstrando outros fatores – como associação com o desempenho físico. Ao longo do tempo, o conteúdo de treino e o período ao qual o indivíduo é exposto a ele tornam-se importantes para o desempenho físico. Assim, independente da precocidade na maturação biológica do indivíduo, o tempo de treinamento sistemático ao qual os jovens atletas são submetidos se torna equivalente, neutralizando os efeitos da maturação precoce.

Dois itens podem ser considerados como limitações dos estudos até o momento. Primeiramente, o modelo de pesquisa que tem como característica a transversalidade da coleta – o que nos limita a concluir possíveis ações de causa e efeito entre as variáveis de desempenho físico e composição corporal. Em segundo lugar, a ausência de grupo-controle para comparações, principalmente do efeito do treino com a ausência dele nos resultados.

A partir dos dados e conclusões apresentados no estudo, é necessário acompanhar as mudanças maturacionais, seja a ocorrência do *timing* ou em qual momento do *tempo* o indivíduo se encontra, para determinar conteúdos e orientações de treino, assim como monitorar a evolução atlética do indivíduo, tendo a maturação biológica como moduladora para entender quando é o melhor momento de aplicações de conteúdos

específicos e, principalmente, quais respostas esperar dos jovens atletas em cada momento do processo maturacional.

Para tanto, deve-se atentar e desenvolver novos estudos com diferentes objetivos e formatos de pesquisa – por exemplo, longitudinais, para verificação de possíveis causas e efeitos. Além disso, inserir nas amostras tanto o gênero masculino quanto o feminino. A diferença entre jovens atletas e não atletas nas dinâmicas de desempenho físico e composição corporal ao longo da maturação biológica é de suma importância tanto para o desempenho desportivo quanto para fins de promoção de saúde. Ampliar a quantidade de variáveis mensuradas e controladas (desempenho físico, composição corporal, fatores biomecânicos, morfofuncionais, bioquímicos) para estabelecer possíveis relações entre elas e, assim, possíveis modelos de prescrição de treinamento para a população jovem.



## REFERÊNCIAS

ACKLAND, T. R. 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 Medicine**, Auckland, v. 42, n. 3, p. 227-249, 2012.

AMARAL, J. F. et al. Taxa de desenvolvimento da força muscular de membros superiores e inferiores em mulheres idosas. **Motricidade**, Vila Real, v. 8, n. S2, p. 454-461, 2012.

AMONETTE, W. E. et al. Physical determinations of interval sprint times in youth soccer players. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 40, n. 3, p. 113-120, 2004.

ARABATZI, F. et al. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: age and sex effect. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 26, n. 2, p. 187-194, 2014.

ARMSTRONG, N.; MCMANUS, A. M. Physiology of elite young male athlete. **Medicine and Sport Science**, Basel, v. 56, n. 1, p. 1-22, 2011.

ARMSTRONG, N.; TOMKINSON, G. R.; EKELUN, U. Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise, training and habitual physical during youth. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 45, p. 849-858, 2011.

ARRUDA, M.; COSSIO-BOLAÑOS, M. A. **Treinamento para jovens futebolistas**. São Paulo: Phorte, 2010.

BANGSBO, J. **Yo-yo tests**. Copenhagen: Denmark and Tocano A/S, 1996.

BEHRINGER, M. et al. Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. **Pediatrics**, Elk Grove Village, v. 126, n. 5, p. 1199-1210, 2010.

BERGER, A. How does it work? Magnetic resonance imaging. **BMJ**, London, v. 324, n. 7328, p. 35-49, 2002.

BILSBOROUGH, J. C. et al. The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 19, p. 1821-1828, 2014.

BIRO, F. M.; GREENSPAN, L. C.; GALVEZ, M. P. Puberty in girls of the 21st century. **Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology**, New York, v. 25, n. 5, p. 289-294, 2012.

BOILEAU, R. A. Body composition and assessment in children and youth. In: BAR-OR, O. (Ed.). **The child and adolescent athlete: encyclopaedia of sports medicine**. Cambridge: Blackwell Science, 1996. v. 6. p. 523-537.

BOUCHANT, A. et al. Can muscle size fully account for strength differences between children and adults? **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 110, n. 6, p. 1748-1749, 2011.

BUCHHEIT, M. et al. Effect of maturation on hemodynamics and autonomic control recovery following maximal running exercise in highly trained young soccer players. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 2, n. 69, 2011.

BURDUKIEWICZ, A. et al. Characteristics of body tissue composition and functional traits in junior football players. **Human Movement**, Wroclaw, v. 14, n. 2, p. 96-101, 2013.

CAIRNEY, J. et al. Assessment of body composition using whole body air displacement plethysmography in children with and without developmental coordination disorder. **Research in Developmental Disabilities**, New York, v. 32, n. 2, p. 830-835, 2011.

CAMARGO C. T. et al. Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 19, p. 1790-1796, 2014.

CAMPBELL, B. C. et al. Pubertal timing, hormones and body composition among adolescent Turkana males. **American Journal of Physical Anthropology**, Hoboken, v. 128, n. 4, p. 896-905, 2005.

CARVALHO, H. M. et al. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. **Annals of Human Biology**, London, v. 38, n. 6, p. 721-727, 2011a.

\_\_\_\_\_. Predictors of maximal short term power outputs in basketball players 14-16 years. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 5, p. 789-796, 2011b.

\_\_\_\_\_. Assessment of reliability in isokinetic testing among adolescents basketball players. **Medicina**, Basel, v. 47, n. 8, p. 446-452, 2011c.

\_\_\_\_\_. Agreement between anthropometric and dual energy X ray absorptiometry assessments of lower limbs volumes and composition estimates in youth club rugby athletes. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 37, n. 3, p. 463-471, 2012.

\_\_\_\_\_. Peak oxygen uptake responses to training in obese adolescents: a multilevel allometric framework to partition the influence of body size and maturity status. **BioMed Research International**, New York, v. 2013, 2013a.

\_\_\_\_\_. Aerobic fitness, maturation and training experience in youth basketball. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 8, n. 4, p. 428-434, 2013b.

CHAARI, H. et al. Specific sites of bone expansion depend on the level of volleyball practice in prepubescent boys. **Biology of Sport**, Warszawa, v. 30, n. 3, p. 227-234, 2013.

CINTRA, I. A. et al. Body fat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross sectional study. **BMC Pediatrics**, London, v. 13, n. 96, 2013.

COELHO-E-SILVA, M. J. Nutritional status, biological maturation and cardiorespiratory fitness in Azorean youth aged 11-15 years. **BMC Public Health**, London, n. 13, p. 495-505, 2013.

COPAVÉR, K. B.; HERTOUGH, C.; HUE, O. Sprint performance changes and determinants in Afro-Caribbean adolescents between 13 and 15 years old. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 34, p. 89-98, 2012.

COUMING, S. P. et al. Concurrent and prospective associations among biological maturation and physical activity at 11 and 13 years of age. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 24, n. 1, p. 20-28, 2014.

CRIEEE, C. P. et al. Body plethysmography: its principles and clinical use. **Respiratory Medicine**, London, v. 105, n. 7, p. 959-971, 2011.

CROOK, T. A. et al. Air displacement plethysmography, dual energy X ray absorptiometry and total body water to evaluate body composition in preschool age children. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, New York, v. 112, n. 12, p. 1993-1998, 2012.

CUNHA, G. et al. Effect of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory thresholds in soccer players: Na allometric approach. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 29, n. 10, p. 1029-1039, 2011.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Statistics without maths for psychology**. New Jersey: Prentice Hall, 2011.

DE LA ROSA, A. F.; FARTO E. R. **Treinamento desportivo: do ortodoxo ao contemporâneo**. São Paulo: Phorte, 2008.

DEPREZ, D. et al. Modeling developmental changes in the yo-yo intermittent recovery test level 1 in elite pubertal soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 9, n. 6, p. 1006-1012, 2014.

DE STE CROIX, M. B. A. Isokinetic assessment and interpretation in pediatric populations: why do we know relatively little? **Isokinetics and Exercise Science**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 275-291, 2012.

DE STE CROIX, M. B. et al. Age and sex associated differences in isokinetic knee muscle endurance between young children and adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 34, n. 4, p. 725-731, 2009.

DOTAN R, MITCHELL C, COHEN R, GABRIEL D, KLENTROU P, FALK B. Child-Adult differences in kinetics of torque development. **J Sports Sci**. 2013;31(9):945-953.

DOWTHWAITE, J. N. et al. Muscle function, dynamic loading, and femoral neck structure in pediatrics females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 46, n. 5, p. 911-919, 2014.

EL HAGE, Z. et al. Bone mineral content and density in obese, overweight and normal weight adolescent boys. **The Lebanese Medical Journal**, Hazmieh, v. 61, n. 3, p. 148-154, 2013.

ERCEG, M.; JELASKA, I.; MALES, B. Ventilation characteristics of young soccer players. **Homo Sporticus**, Sarajevo, v. 13, n. 2, p. 7-11.

EWANE, C. et al. Is air-displacement plethysmography a reliable method of detecting ongoing changes in percent body fat within obese involved in a weight management program? **Obesity Research & Clinical Practice**, Amsterdam, v. 4, n. 4, p. 247-252, 2010.

FAIGENBAUM, A. D.; LLOYD, R. S.; MYER, G. D. Youth resistance training: Past practices, new perspectives and future directions. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 25, p. 591-604, 2013.

FERRARI, G. L. M. et al. Changes in adiposity levels in schoolchildren according to nutritional status: analysis over a 30 year period. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 405-416, 2013.

FORD, K. R.; MYER, G. D.; HEWETT, T. E. Longitudinal effects of maturation on lower extremity joint stiffness in adolescent athletes. **The American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 38, n. 9, p. 1829-1837, 2010.

FORD, K. R. et al. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 42, n. 10, p. 1923-1931, 2010.

FORJAZ, C. L. M.; PRISTA, A.; CARDOSO JUNIOR, C. G. Aspectos fisiológicos do crescimento e do desenvolvimento: influência do exercício. In: ROSE JUNIOR, D. et al. **Esporte e atividade física na infância e adolescência**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRAGOSO, I.; MASSUCA, L. M.; FERREIRA, J. Effect of birth on physical fitness of soccer players (under-15) according to biological maturity. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 36, n. 1, p. 16-21, 2015.

GABA, A. et al. Comparison of multi and single-frequency bioelectrical impedance analysis with dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in post-menopausal women: effects of body mass index and accelerometer determined physical activity. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, Oxford, v. 28, n. 4, p. 390-400, 2015.

GALANTI, G. et al. Eating and nutrition habits in young competitive athletes: A comparison between soccer players and cyclists. **Translational Medicine @ UniSa**, Fisciano, v. 11, n. 8, p. 44-47, 2015.

GARCIA-MARCO, L. et al. Bone mass and bone metabolism markers during adolescence: the HELENA study. **Hormone Research in Paediatrics**, Basel, v. 74, n. 3, p. 339-350, 2010.

\_\_\_\_\_. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: the HELENA cross-sectional study. **BMC Public Health**, London, v. 12, p. 971-980, 2012.

GERODIMOS, V.; KARATRANTOU, K. Reliability of maximal hand-grip strength test in pre-pubertal and pubertal wrestlers. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 25, n. 2, p. 308-322, 2013.

GIARMATZIS, G. et al. Loading of hip measured by hip contact forces at different speeds of walking and running. **Journal of Bone and Mineral Research**, Washington, DC, v. 30, n. 8, p. 1431-1440, 2015.

GOING, S. B.; FARR, J. N. Exercise and bone macro-architecture: is childhood a window of opportunity for osteoporosis prevention? **International Journal of Body Composition Research**, London, v. 8, n. 12, p. 1-9, 2010.

GOMEZ-CAMPOS, R. et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Sevilla, v. 6, n. 4, p. 159-168, 2013.

GONÇALVES, C. E. B.; RAMA, L. M. L.; FIGUEIREDO, A. B. Talent identification and specialization in sport: An overview of some unanswered questions. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 7, n. 4, p. 390-393, 2012.

GREULICH, W.; PYLE, S. **Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist**. Stanford: Stanford University Press, 1959.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. São Paulo: Manole, 2006.

HAMLIN, M. J. et al. Measurement of cardiorespiratory fitness in children from two commonly used field tests after accounting for body fatness and maturity. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 40, p. 83-92, 2014.

HORAN, M. et al. Methodologies to assess pediatric adiposity. **Irish Journal of Medical Science**, Dublin, v. 184, n. 1, p. 53-68, 2015.

JACKOWSKI, S. A. et al. Effect of maturational timing on bone mineral content accrual from childhood to adulthood: evidence from 15 years of longitudinal data. **Bone**, New York, v. 48, n. 5, p. 1178-1185, 2012.

JACKSON, A. A. et al. Body composition assessment in nutrition research: value of BIA technology. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 67, suppl. 1, p. s71-s78, 2013.

JEUKENDRUP, A.; CRONIN, L. Nutrition and elite young athletes. **Medicine and Sport Science**, Basel, v. 56, p. 47-58, 2011.

JURIMAE, J. et al. A longitudinal assessment of ghrelin and bone mineral density with advancing pubertal maturation in adolescent female athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 50, n. 3, p. 343-349, 2010.

JURIMAE, J. Adipocytokine and ghrelin response to acute exercise and sport training in children during growth and maturation. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 26, n. 4, p. 392-403, 2014.

KIENLE, K. P. et al. Femoral morphology and epiphyseal growth plate changes of the hip during maturation: MR assessments in a 1-year follow-up on a cross-sectional asymptomatic cohort in the age range of 9-17 years. **Skeletal Radiology**, Berlin, v. 41, n. 11, p. 1381-1390, 2012.

KIM, K. W.; LIM, B. O. Effects of menarcheal age on the anterior cruciate ligament injury risk factors during single-legged drop landing in female artistic elite gymnasts. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, Berlin, v. 134, n. 11, p. 1565-1571, 2014.

KLENTROU, P.; LUDWA, I. A.; FALK, B. Factors associated with bone turnover and speed of sound in early and late pubertal females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 36, p. 707-714. 2011.

KUBO, T. et al. Contribution of trunk muscularity on sprint run. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 32, n. 2, p. 223-228, 2011.

LAZARIDIS, S. N. et al. Biomechanical comparison in different jumping tasks between untrained boys and men. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 25, p. 101-113, 2013.

LEE, S. J.; KUK, J. L. Changes in fat and skeletal muscle with exercise training in obese adolescents: comparison of whole body MRI and dual energy X-ray absorptiometry. **Obesity**, Silver Spring, v. 21, n. 10, p. 2063-2071, 2013.

LLOYD, R. S. et al. Chronological age vs biological maturation: implications for exercise programming in youth. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 28, n. 5, p. 1454-1464, 2014.

LOHMAN, T. G.; HINGLE, M.; GOING, S. B. Body composition in children. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 25, n. 4, p. 573-590, 2013.

LOWRY, D. W.; TOMIYAMA, A. J. Air displacement plethysmography vs dual-energy X-ray absorptiometry in underweight, normal weight and overweight/obese individuals. **PLoS One**, San Francisco, v. 10, n. 1, 2015.

LYLE, M. A. et al. Influence of maturation on instep kick biomechanics in female soccer athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 43, n. 10, p. 1948-1954, 2011.

LYRA, A. et al. Comparison of methods for the measurements of body composition in overweight and obese Brazilian children and adolescents before and after a lifestyle modification program. **Annals of Nutrition & Metabolism**, Basel, v. 66, n. 1, p. 26-30, 2014.

MACHADO, D.; OIKAWA, S.; BARBANTI, V. The multicomponent anthropometric model for assessing body composition in male pediatric population: A simultaneous prediction of fat mass, bone mineral content and lean soft tissue. **Journal of Obesity**, London, v. 2013, 2013.

MAIMOUN, L.; GEROGOPOULOS, N. A.; SULTAN, C. Endocrine disorders in adolescents and young female athletes: impact in growth, menstrual cycles and bone mass acquisition. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 99, n. 11, p. 4037-4050, 2014.

MAIMOUN, L. et al. Specific bone mass acquisition in elite female athletes. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 98, n. 7, p. 2844-2853, 2013.

MALINA R. M. Skeletal age and age verification in youth sport. **Sports Medicine**, Auckland, v. 41, n. 11, p. 925-947, 2011.

MALINA, R. M.; KOZIEL, S. M. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 14, p. 1374-1382, 2014.

MALINA, R. M.; ROGOL, A. D. Sport training and the growth and pubertal maturation of young athletes. **Pediatric Endocrinology Review**, Netanya, v. 9, n. 1, p. 441-455, 2011.

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

MALINA, R. M. et al. Growth, maturity and functional characteristics off male athletes 11-15 years of age. **Human Movement**, Wroclaw, v. 12, n. 1, p. 31-40, 2011.

\_\_\_\_\_. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 30, n. 15, p. 1705-1717, 2012.

MARKOU, K. B. et al. Bone acquisition during adolescence in athletes. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1205, n. 1, p. 12-16, 2010.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. **Manual de teoria do treinamento esportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

MARTIN, V.; RATEL, S. Determining the muscle voluntary activation characteristic in children: a methodological challenge. Commentary on "Child-adult differences in muscle activation: a review. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 26, n. 3, p. 365-368, 2014.

MATTA, M. O. et al. Perfil morfológico, maturacional, funcional e técnico de jovens futebolistas Brasileiro. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 277-288, 2014.

MATTLA, V. M. et al. Physical fitness and performance: body composition by DEXA and its association with physical fitness in 140 conscripts. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 39, n. 12, p. 2242-2247, 2007.

MCNARRY M. A.; WELSMAN, J. R.; JONES, A. M. The influence of training and maturity status on girls response to short term, high-intensity upper and lower body exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 36, n. 3, p. 344-352, 2011.

MENDEZ-VILLANUEVA, A. et al. Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation? **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 22, p. 497-510, 2010.

\_\_\_\_\_. Age related differences in acceleration, maximum running speed and repeated sprint performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 29, n. 5, p. 477-484, 2011.

MEREDITH-JONES, K. A.; WILLIAMS, S. M.; TAYLOR, R. W. Bioelectrical impedance as a measure of change in body composition in young children. **Pediatric Obesity**, Oxford, v. 10, n. 4, p. 252-259, 2014.

MEYERS, R. W.; OLIVER, J. L.; HUGHES, M. G. Maximal sprint speed in boys of increasing maturity. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 85-94, 2015.

MEYLAN, C. M. P. et al. Adjustment of measures of strength and power in youth male athletes differing in body mass and maturation. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 41-48, 2014a.

\_\_\_\_\_. Contribution of vertical strength and power to sprint performance in young male athletes **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 35, n. 5, p. 749-754, 2014b.

MIKULIC, P. Development of aerobic and anaerobic power in adolescent rowers: a 5 years follow-up study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 21, p. 143-149, 2011.

MILLIC, M.; IVANOVIC, J.; DOPSAJ, M. Characteristics of the bilateral isometric force-time and RFD-time curve of leg extensors in high trained Serbian male fencers. **Facta Universitatis**, Niš, v. 10, n. 4, p. 277-287, 2012.

MIRANDA, V. P. N. et al. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutróficos do sexo feminino com ou sem adequação de gordura. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 78-84, 2014.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002.

MOREIRA, A. et al. Role of free testosterone in interpreting physical performance in elite young Brazilian soccer players. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 25, n. 2, p. 186-197, 2013.

MOREIRA, P. V. S. et al. Análise de equações preditivas da gordura corporal em jovens atletas de taekwondo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 391-99, 2012.

MORTATTI, A. L. et al. El uso de la maduración somática em la identificación morfofuncional en jóvenes jugadores de fútbol. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Sevilla, v. 6, n. 3, p. 108-114, 2013.

NASRI, R. et al. Grip strength is a predictor of bone mineral density among adolescents combat sports athletes. **Journal of Clinical Densitometry**, Totowa, v. 96, n. 1, p. 92-97, 2013.

NEBIGH, A. et al. Bone mineral density of young boy soccer players at different pubertal stages: relationships with hormonal concentrations. **Joint Bone Spine**, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 63-69, 2009.

NIKOLAIDIS P. T. Development of isometric muscular strength in adolescent soccer players. **Facta Universitatis**, Niš, v. 10, n. 3, p. 231-242, 2012a.

\_\_\_\_\_. Age related differences in force velocity characteristics in youth soccer. **Kinesiology**, Zagreb, v. 44, n. 2, p. 130-138, 2012b.

O'BRIEN, T. D. Biomechanics and exercise. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 34-38, 2015.

O'BRIEN, T. D. et al. Muscle tendon structure and dimension in adults and children. **Journal of Anatomy**, Oxford, v. 216, n. 5, p. 631-642, 2010.

OLMEDILLAS, H. et al. Bone related health status in adolescent cyclists. **PLoS One**, San Francisco, v. 6, n. 9, p. 2481-2489, 2011.

PASZKEWICZ, J. R.; MCCARTY, C. W.; VAN LUNEN, B. L. Comparison of functional and static evaluation tools among adolescent athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 10, p. 2842-2850, 2013.

PEYLAN, C. M. P. et al. The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15 years old. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 24, p. 156-164, 2014.

PHILIPPAERTS, R. M, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 24, n. 3, p. 221-230, 2006.

PHILIPS, S. M. Carbohydrate supplementation and prolonged intermittent: high intensity exercise in adolescents: research findings, ethical issues and suggestions for the future. **Sports Medicine**, Auckland, v. 42, n. 10, p. 817-828, 2012.

PIETILAINEN, K. H. et al. Agreement of bioelectrical impedance with dual-energy X-ray absorptiometry and MRI to estimate changes in body fat, skeletal muscle and visceral fat during a 12 month weight loss intervention. **The British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 109, n. 10, p. 1910-1926, 2013.

PORTELLA, D. L.; ARRUDA, M.; COSSIO-BOLAÑOS, M. A. Valoración del rendimiento físico de jóvenes futbolistas em función de la edad cronológica. **Apuntes: Educación Física y Deportes**, Barcelona, v. 106, n. 4, p. 42-49, 2011.

PORTELLA, D. L. et al. Fat free mass and bone mineral content positively affect peak torque production in Brazilian soccer players. **Isokinetics and Exercise Science**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 273-278, 2014.

\_\_\_\_\_. Physical growth and biological maturation of children and adolescents: proposed reference curves. **Annals of Nutrition & Metabolism**, Basel, v. 4, n. 70, p. 329-337, 2017.

QUEIROZ, L. B.; SILVA, L. E. V. Puberdade. In: LOURENÇO, B. et al. **Medicina de adolescentes**. São Paulo: Manole, 2014.

RATEL, S. High intensity and resistance training and elite young athletes. **Medicine and Sport Science**, Basel, v. 56, p. 84-96, 2011.

RIBEIRO, L. P. V. **Maturação biológica em praticantes desportivos nos anos peri-pubertários**: estudo multimétodos e concorrente entre

indicadores de protocolos. 2012. 168 f. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto e Educação Física) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

RIBEIRO, R. R. et al. Aerobic fitness, biological and sociodemographic indicators in female school children. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 448-457, 2013.

ROCHE, A.; CHUMLEA, W.; THISSEN, D. **Assessing the skeletal maturity of the hand wrist: FELS method**. Springfield: CC Thomas, 1988.

RODRIGUES, A. M. M. et al. Confounding effect of biologic maturation on sex differences in physical activity and sedentary behavior in adolescents. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 22, p. 442-453, 2012.

ROWLAND, T. W. **Children's exercise physiology**. Champaign: Human Kinetics, 2005.

RUMPF, M. C. et al. Assessing youth sprint ability-methodological issues, reliability and performance data. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 23, n. 4, p. 442-467, 2011.

\_\_\_\_\_. Vertical and leg stiffness and stretch-shortening cycle change across maturation during maximal sprint running. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 668-676, 2013.

\_\_\_\_\_. Acute effects of sled towing on sprint time in male youth of different maturity status. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 71-75, 2014a.

\_\_\_\_\_. Kinetic asymmetries during running in male youth. **Physical Therapy in Sport**, Edinburgh, v. 15, n. 1, p. 53-57, 2014b.

\_\_\_\_\_. The effect of resisted sprint training on maximum sprint kinetics and kinematics in youth. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 15, n. 5, p. 374-381, 2015.

RYDER, J. R.; BALL, S. D. Three dimensional body scanning as a novel technique for body composition assessment: a preliminary investigation. **Journal of Exercise Physiology**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 1-14, 2012.

SAMARA, A. et al. Use of MRI and CT for fat imaging in children and youth: what have we learned about obesity, fat distribution and metabolic disease risk? **Obesity Reviews**, Hoboken, v. 13, n. 8, p. 723-732, 2012.

SANNICANDRO, I. et al. Balance training exercise decrease lower limb strength asymmetry in young tennis players. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 13, p. 397-402, 2014.

SEABRA, A. et al. Muscle strength and soccer practice as major determinants of bone mineral density in adolescents. **Joint Bone Spine**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 403-408, 2012.

SHERAR, L. B.; BAXTER-JONES, A. D.; MIRWALD, R. L. Limitations to the use of secondary sex characteristics for gender comparisons. **Annals of Human Biology**, London, v. 31, n. 5, p. 585-593, 2004.

SHERAR, L. B. et al. Prediction of adult height using maturity based cumulative height velocity curves. **The Journal of Pediatrics**, St. Louis, v. 147, p. 508-514, 2005.

SIGWARD, S. M. et al. The influence of sex and maturation on knee mechanics during side step cutting. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 44, n. 8, p. 1497-1503, 2012.

SILVA, C. C. et al. The impact of different types of physical activity on total and regional bone mineral density in young Brazilian athletes. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 29, n. 3, p. 227-234, 2011.

SILVA, D. A. S.; PETROSKI, E. L.; GAYA, A. C. A. Anthropometric and physical fitness differences among Brazilian adolescents who practice

different team court sports. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 36, p. 77-86, 2013.

SILVA, S. et al. Composição corporal em adolescentes portuguesas: a atividade física e a maturidade são fatores determinantes específicos do sexo? **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 247-259, 2014.

SIMMONS, J. H. et al. Metabolic control and bone health in adolescents with type 1 diabetes. **International Journal of Pediatric Endocrinology**, London, v. 2011, p. 13-21, 2011.

STANFORTH, D. et al. Bone mineral content and density among female NCAA Division I athletes across the competitive season and over a multi-year time frame. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 30, n. 10, p. 2828-2838, 2016.

TANNER, J. M. **Growth at adolescence**. Oxford: Blackwell, 1962.

TANNER, J. M.; WHITEHOUSE, R. H.; HEALY, M. J. R. **A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist, with standards derived from a study of 2600 healthy British children**. Paris: International Children's Centre, 1962.

TANNER, J. M. et al. **Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)**. Cambridge: Academic Press, 1975.

\_\_\_\_\_. **Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)**. Philadelphia: Saunders, 2001.

THOMAS, R. J.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Research methods in physical activity**. Champaign: Human Kinetic, 2011.

TILL, K. et al. An individualized longitudinal approach to monitoring the dynamics of growth and fitness development in adolescent athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 5, p. 1313-1321, 2013.

TINGAARD, J. et al. The physiology and timing of male puberty. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, London, v. 19, n. 3, p. 197-203, 2012.

TIRIK, M. et al. Comparative study of aerobic performance between football and judo groups in prepubertal boys. **Asian Journal of Sports Medicine**, Tehran, v. 4, n. 3, p. 165-174, 2013.

TONSON, A. et al. Muscle energetics changes throughout maturation: a quantitative <sup>31</sup>P-MRS analysis. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 109, n. 9, p. 1769-1778, 2010.

TORRES-UNDA, J. et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 31, n. 2, p. 196-203, 2013.

TOSTA, J. S. et al. Coordenação do nado borboleta e estágio maturacional em jovens nadadores. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, 2018. Epub no prelo.

TRAVILL, A. L. The relationship between anthropometric characteristics and physical fitness of socially disadvantaged South African boys. **African Journal for Physical Activity and Health Sciences**, Thohoyandou, v. 6, suppl., p. 113-122, 2011.

VALENTE-DOS-SANTOS, J. et al. Longitudinal study of repeated Sprint performance in youth soccer players of contrasting skeletal maturity status. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 11, n. 9, p. 371-379, 2012.

\_\_\_\_\_. Allometric modelling of peak oxygen uptake in male soccer players of 8-18 years of age. **Annals of Human Biology**, London, v. 42, n. 2, p. 125-133, 2015.

VAN DEN BERG, L.; COETZEE, B.; PIENAAR, A. E. The influence of biological maturation on anthropometric determinants of talent

identification among U-14 provincial girl tennis players: a pilot study. **African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance**, Pretoria, v. 18, n. 3, p. 510-524, 2012.

VANDENDRIESSCHE, J. B. et al. Biological maturation, morphology, fitness and motor coordination as part a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15-16 years). **Journal of Sports Sciences**, London, v. 30, n. 15, p. 1695-1703, 2012.

VAN DER SLUIS, A. et al. Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 35, n. 4, p. 351-355, 2014.

VANTTINEN, T.; BLOMQUIST, M.; HAKKINEN, K. Development of body composition, hormone profile, physical fitness, general perceptual motor skills, soccer skills and on-the-ball performance in soccer specific laboratory test among adolescent soccer player. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 9, n. 12, p. 547-556, 2010.

VELASQUEZ-ALVA, M. C. et al. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and two bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat free mass index in a group of Mexican young women. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 29, n. 5, p. 1038-1046, 2014.

VELDHUIS, J. D. et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood and puberty. **Endocrine Reviews**, Chevy Chase, v. 26, n. 1, p. 114-146, 2005.

VERKHOSHANSKI, Y. V. **Treinamento desportivo: teoria e metodologia**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

VIEIRA, F. et al. Morphological and physical fitness characteristics of under-16 Portuguese male handball players with different levels of practice. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 53, n. 2, p. 169-176, 2013.

WANG, J. G. et al. Comparison of two bioelectrical impedance analysis devices with dual energy X ray absorptiometry and magnetic resonance imaging in the estimation of body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 236-243, 2013.

WAUGH, C. M. et al. Age related changes in mechanical properties of the Achilles tendon. **Journal of Anatomy**, Oxford, v. 220, n. 2, p. 144-155, 2012.

\_\_\_\_\_. Effects of resistance training on tendon mechanical properties and rapid force production in prepubertal children. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 117, n. 3, p. 257-266, 2014.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. São Paulo: Manole, 2003.

WELLS, J. C. et al. Evaluation of lean tissue density for use in air displacement plethysmography in obese children and adolescents. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 65, n. 10, p. 1094-1101, 2011.

WONG, W. W. et al. Estimating body fat in African American and white adolescents girls: a comparison of skinfold thickness equations with a 4 compartment criterion model. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 2, p. 348-354, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Population-based approaches to childhood obesity prevention**. Geneva: WHO Press, 2012.

ZAKRZEWSKI, J.; TOLFREY, K. Fatmax in children and adolescent: a review. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 11, n. 1, p. 1-18, 2011.

ZATSORSKY V.M., KRAEMER W. J. **Science and practice of strength training**. Champaign: Human Kinetics, 2006.

ZEMEL, B. S. Quantitative computed tomography and computed tomography in children. **Current Osteoporosis Reports**, New York, v. 9, n. 4, p. 284-290, 2011.

## **Presidência do CREF4/SP**



Nelson Leme da Silva Junior

## **Comissão Especial do Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física**



Alexandre Janotta Drigo  
Presidente da Comissão  
Conselheiro Federal  
CONFEF



Érica Verderi  
Conselheira Regional  
CREF4/SP



Mario Augusto Charro  
Conselheiro Regional  
CREF4/SP



## **Livros do Selo Literário**

1. Educação Física e Corporeidade: paralelos históricos, formação profissional e práticas corporais alternativas
2. A responsabilidade do Profissional de Educação Física na humanização da pessoa idosa
3. No caminho da suavidade: escritos do Dr. Mateus Sugizaki
4. Gestão de academias e estúdios: proposta de procedimentos operacionais para treinamento individualizado e ginástica artística
5. Pedagogia complexa do Judô 2: interface entre Treinadores Profissionais de Educação Física
6. Educação Física: formação e atuação no esporte escolar
7. Voleibol na Educação Física escolar: organização curricular do 6º ao 9º ano
8. Modelos de treinamento de Judô propostos por Treinadores de Elite
9. Trabalhando com lutas na escola: perspectivas autobiográficas de Professores de Educação Física
10. Teoria social cognitiva e Educação Física: diálogos com a prática
11. Padronização de medidas antropométricas e avaliação da composição corporal
12. Hipertrofia muscular: a ciência na prática em academias
13. Obesidade e seus fatores associados: propostas para promoção da saúde a partir do exercício físico e da aderência a ele associada
14. O Direito no desporto e na prática Profissional em Educação Física
15. Maturação biológica: uma abordagem para treinamento esportivo em jovens atletas
16. Gestão pública no Esporte: relatos e experiências
17. Métodos inovadores de exercícios físicos na saúde: prescrição baseada em evidências
18. Conceitos básicos relacionados a doenças crônicas e autoimunes: considerações para atuação do Profissional de Educação Física
19. As atividades de aventura e a Educação Física: formação, currículo e campo de atuação
20. Primeiros socorros e atuação do Profissional de Educação Física
21. Musculação: estruturação do treinamento e controle de carga

Este livro foi composto em Linux Libertine pela Tikinet  
Edição e impresso pela Coan Indústria Gráfica Ltda em  
papel Offset 90g para o CREF4/SP, em setembro de 2018.



## Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física

O Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região (CREF4/SP), na sua competência de “zelar pela dignidade, independência, prerrogativas e valorização da profissão de Educação Física e de seus Profissionais”, mantendo seus valores de comprometimento, credibilidade, ética, excelência, interesse público, justiça, legitimidade, responsabilidade social e transparência, produziu o Selo Literário comemorativo dos 20 anos da promulgação da Lei nº 9.696/98, composto por obras literárias com conteúdo relacionado ao campo da Educação Física, com os seguintes temas: História da Corporeidade e o Corpo; biografia de Profissional consagrado; Educação Física escolar, esportes, lutas, gestão, *fitness*, ginástica, lazer, avaliação física, saúde, psicologia e pedagogia aplicadas.

Dessa forma, além de comemorar esta data de grande importância, mantemos nosso compromisso de estimular o desenvolvimento da prestação de serviços de excelência dos Profissionais de Educação Física perante nossa sociedade.

A todos uma boa leitura,

*Conselho Regional de Educação Física  
da 4ª Região – Estado de São Paulo*

