



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MAIARA CRISTINA TADIOTTO

**CONCORDÂNCIA E REPRODUTIBILIDADE DA  
MATURAÇÃO SOMÁTICA ESTIMADA PELO PICO DE  
VELOCIDADE DE CRESCIMENTO EM JOVENS ATLETAS  
DE FUTEBOL:  
COMPARAÇÃO COM A IDADE ESQUELÉTICA**

MAIARA CRISTINA TADIOTTO

**CONCORDÂNCIA E REPRODUTIBILIDADE DA  
MATURAÇÃO SOMÁTICA ESTIMADA PELO PICO DE  
VELOCIDADE DE CRESCIMENTO EM JOVENS ATLETAS  
DE FUTEBOL:  
COMPARAÇÃO COM A IDADE ESQUELÉTICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque

Londrina  
2015

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

T121c Tadiotto, Maiara Cristina.

Concordância e reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento em jovens atletas de futebol : comparação com a idade esquelética / Maiara Cristina Tadiotto. – Londrina, 2015.  
72 f. : il.

Orientador: Enio Ricardo Vaz Ronque.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esporte, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Crescimento – Teses. 2. Crescimento – Velocidade – Teses. 3. Esqueleto humano – Idade – Teses. 4. Atletas – Teses. 5. Adolescentes – Teses. 6. Futebol – Teses. 7. Educação física – Teses. I. Ronque, Enio Ricardo Vaz. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esporte. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Universidade Estadual de Maringá. IV. Título.

CDU 796-053.6

MAIARA CRISTINA TADIOTTO

**CONCORDÂNCIA E REPRODUTIBILIDADE DA MATURAÇÃO  
SOMÁTICA ESTIMADA PELO PICO DE VELOCIDADE DE  
CRESCIMENTO EM JOVENS ATLETAS DE FUTEBOL:  
COMPARAÇÃO COM A IDADE ESQUELÉTICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação Física

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Hélio Serassuelo Júnior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Dalmo Roberto Lopes Machado  
Universidade de São Paulo - USP

Londrina, 23 de abril de 2015.

Dedico este trabalho ao meus pais que  
me ensinaram a perseguir meus ideais  
com dedicação e nunca mediram  
esforços para que eu pudesse realizar  
meus sonhos. Gratidão!

## AGRADECIMENTOS

Durante esses três anos, só tenho a agradecer a todos que passaram pelo meu caminho e que deixaram um pouco de si. Foram momentos de alegria e de sofrimento, que serviram para um crescimento pessoal único. É muito difícil transformar sentimentos em palavras, mas serei eternamente grata a vocês, pessoas imprescindíveis para a realização e conclusão deste trabalho.

Dessa forma, gostaria de agradecer meus pais, Delvino e Eliane, que sempre acreditaram na minha capacidade, sempre me incentivaram a alcançar caminhos cada vez mais distantes e que sempre me auxiliaram para que eu conseguisse realizar meus sonhos. Obrigada pelo amor incondicional!

À minha irmã, Rúbia, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, preocupando-se até com os meus problemas pessoais. Obrigado pela amizade, pelo companheirismo, pelo incentivo e pela presença sempre constante em minha vida. “Só enquanto eu respirar, vou me lembrar de você”.

Ao meu companheiro, Marcos, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me fazendo acreditar que posso mais do que imagino. Obrigada pelo seu companheirismo, amizade, compreensão e amor, principalmente nos momentos de inquietação e cansaço.

Agradeço ao professor Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque, por acreditar que eu era capaz e pela orientação. Só tenho a agradecer pelos seus ensinamentos (pessoais e acadêmicos), orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação. Gratidão eterna!

Aos membros da banca, professor Dr. Hélio Serassuelo Júnior e Dr. Dalmo Roberto Lopes Machado, por gentilmente aceitarem o convite e colaborarem com esse trabalho. Agradeço, pelas contribuições realizadas durante todo o processo.

Aos (as) demais professores (as) do programa de pós-graduação associado em Educação Física UEM/UEL, pela competência e disposição em compartilhar conhecimento e experiências conosco.

À Ana Carolina Paludo, que faltam palavras para agradecer tudo que fez na minha chegada à Londrina. Recepcionou-me na sua casa, me ajudou nos momentos

mais difíceis e se tornou uma grande amiga. Obrigada pelas longas conversas, cheias de conhecimento e de uma boa cerveja sempre!

À Mariana Souza, pelos ensinamentos, incentivo, amizade e dedicação. Você esteve ao meu lado durante esses anos (incluindo finais de semana), e não mediu esforços para me ajudar. Obrigada pelas conversas, sobretudo, àquelas de descontração, que nos faziam esquecer as dificuldades do dia a dia: “Porque a gente nunca sabe de quem vai gostar”.

Aos (as) amigos (as) do GEPAFE, em especial Mariana Biagi, Gabriela Blasquez, Catiana Romanzini, Maria Raquel Bueno, Luiz Dib e Timothy Cavazzotto pelos diversos artigos cedidos e discussões sobre nossa linha de pesquisa, entre outros assuntos não menos interessantes. Um agradecimento mais que especial, à Lidyane Zambrin pela caminhada sempre ao meu lado nesse duro trajeto que percorremos até aqui, desde a seleção até a finalização do mestrado.

Aos (as) colegas e amigos (as) do GEPAFE e do GPEMENE, que sempre auxiliaram nos momentos difíceis, na execução do projeto de pesquisa e na coleta de dados durante estes três anos. Sem o auxílio de vocês, não seria possível a realização desse trabalho e, certamente, o caminho até aqui teria sido mais árduo do que já foi. Obrigada a todos (as)!

Aos (as) meus (minhas) amigos (as) do partido, em especial Ana Soranso, Maíra Vieira, Virginia Simonato, Mateus Magalhães, Anderson Oliveira e Ana Beatriz, por me fazerem perceber a necessidade da militância pela transformação social ser diária e não apenas passageira.

A comissão técnica dos clubes de formação e aos atletas, o meu agradecimento pela disponibilidade e disposição, sem dúvidas, vocês são parte essencial desse trabalho. Além disso, gostaria de agradecer aos (as) colegas do CENESP, pelo auxílio durante as coletas de dados. Obrigada a todos (as) que disponibilizaram seu precioso tempo na colaboração nas coletas de dados.

Ao CNPq e Capes, pelo auxílio e apoio concedido, que foi de fundamental importância para o desenvolvimento desse trabalho.

A todos (as), que de uma maneira ou de outra contribuíram, me incentivaram e me auxiliaram nesse importante momento de minha vida, muito obrigada!

*“Não basta conhecer e interpretar o mundo, é preciso transformá-lo.”*

Karl Marx



TADIOTTO, Maiara Cristina. **Concordância e reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento em jovens atletas de futebol**: comparação com a idade esquelética. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

A adolescência é um período marcado por grandes modificações no organismo, e essas mudanças podem ocasionar um grande impacto no desempenho motor. Assim, as demandas esportivas e físicas podem estar atreladas ao crescimento, indicando a necessidade de preestabelecer relações com os indicadores da maturação biológica. Neste sentido, os objetivos do estudo foram: a) verificar a concordância e reprodutibilidade da maturação biológica estimada pelo pico de velocidade de crescimento (PVC) com a idade esquelética (IE) e; b) verificar a variação dos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio com a idade do pico de velocidade de crescimento (IPVC) e a IE. Para tanto, a amostra foi composta por 179 atletas de futebol, do sexo masculino, na faixa etária de 11 a 17 anos de idade, pertencentes a clubes de formação da região metropolitana de Londrina, Paraná, Brasil. Foram realizadas avaliações antropométricas de massa corporal, estatura e altura sentada. A composição corporal foi obtida pela pletismografia de ar deslocado (BOD POD). A maturação biológica foi estimada pela IE, mediante radiografia da mão e do punho e por meio da IPVC. O desempenho aeróbio foi mensurado pelo Yo-Yo Intermittent Endurance Test. O teste t pareado, o coeficiente de correlação-intraclasse e o coeficiente de variação foram utilizados para as análises da reprodutibilidade. Para as análises da concordância, foram utilizados o índice kappa, o teste de McNemar e o teste V de Cramer. Além disso, para verificar tanto a reprodutibilidade, quanto a concordância foi empregada a análise de Bland e Altman. O teste de Mann-Whitney foi empregado para verificar a variação entre os indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio e os indicadores da maturação biológica. O nível de significância adotado foi de 5%. As correlações variaram de 0,991 a 0,999, indicando alta relação entre as duas medidas para a estimativa da maturação somática. A plotagem de Bland-Altman indicou correlação entre as duas medidas ( $r=0,98$ ). A concordância entre classificações de maturidade foi considerada moderada (52,5%). A concordância entre as classificações de maturidade foi baixo ( $k=0,15$ ;  $p<0,04$ ). A plotagem de Bland-Altman mostrou correlação positiva entre as duas técnicas ( $r=0,84$ ). Observaram-se diferenças significativas ( $p<0,001$ ) entre a utilização da IE e da IPVC somente no indicador de densidade corporal nas três categorias de classificação da maturidade esquelética. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas ( $p<0,001$ ) entre a aplicação da IE e da IPVC com o indicador de desempenho aeróbio. Conclui-se que a reprodutibilidade para as variáveis do PVC foi considerada alta e a utilização da IPVC, para determinar a estimativa da maturidade biológica podem classificar de maneira distinta os mesmos indivíduos, quando comparada com a IE. Apesar disso, nenhuma diferença foi observada no desempenho aeróbio sugerindo que a utilização da técnica da IPVC pode ser uma alternativa para substituir a IE.

**Palavras-chave:** Crescimento. Idade esquelética. Pico de velocidade de crescimento. Atletas. Adolescentes. Futebol.

TADIOTTO, Maiara Cristina. **Agreement and reproducibility of somatic maturation estimated by age at peak height velocity in young soccer players: comparison with the skeletal age.** 2015. 72 f. Dissertation (Master of Physical Education) – State University of Londrina, Londrina, 2015.

## ABSTRACT

Adolescence is a period marked by great changes in the body, and these changes can cause a great impact on motor performance. Thus, sports and physical demands could be linked to growth, indicating the need to predefine relationships with indicators of biological maturation. In this sense, the study aims were: a) verify the agreement and reproducibility of biological maturation estimated by peak height velocity (PHV) with the skeletal age (SA) and; b) verify the variation of indicators of body composition and aerobic performance at the age of peak height velocity (APHV) and SA. Therefore, the sample consisted of 179 soccer athletes, male, aged 11-17 years old, belonging to the formation of clubs in the metropolitan area of Londrina, Paraná, Brazil. Were performed anthropometric measurements of weight, height and sitting height. Body composition was obtained by displaced air plethysmography (BOD POD). Biological maturation was estimated by SA, by X-ray of the hand and wrist and through APHV. Aerobic performance was measured by Yo-Yo Intermittent Endurance Test. The paired t test, the intraclass correlation coefficient, and the coefficient of variation were used for the analysis of reproducibility. For the analyzes of agreement, the kappa index were used, the McNemar test and the V Cramer test. Furthermore, to verify both reproducibility, was used as agreement Bland-Altman analysis. The Mann-Whitney test was used to assess the variation between indicators of body composition and aerobic performance and indicators of biological maturation. The significance level was 5%. Correlations range 0.991 to 0.999, indicating high relationship between the two measures to estimate the somatic maturation. The plot Bland-Altman indicated correlation between the two measures ( $r = 0.98$ ). The agreement between maturity ratings was considered moderate (52.5%). The agreement between the maturity ratings was low ( $k=0.15$ ,  $p < 0.04$ ). The Bland-Altman showed a positive correlation between the two techniques ( $r = 0.84$ ). There were significant differences ( $p < 0.001$ ) between the use of SA and IPHV only in body density indicator, the three categories of skeletal maturity rating. In addition, no significant differences were found ( $p < 0.001$ ) between the application of SA and APHV with the indicator of aerobic performance. It is concluded that the reproducibility for PHV variable was considered high and the use of high APHV for determining an estimated biological maturity be classified differently the same subjects, as compared to SA. Nevertheless, no difference was observed in the aerobic performance suggesting that the use of the APHV technique can be an alternative to substitute the SA.

**Key words:** Growth. Skeletal age. Peak height velocity. Athletes. Adolescent. Soccer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Concordância entre a primeira e segunda medida da idade no pico de velocidade do crescimento de jovens atletas de futebol (n=32).....38
- Figura 2** - Concordância entre idade esquelética e a idade do pico de velocidade de crescimento de jovens atletas de futebol (n=179). .....40

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

<b>Tabela 1</b> - Características descritivas da amostra expressas em média (desvio padrão).....	36
<b>Tabela 2</b> - Reprodutibilidade das medidas utilizadas para o cálculo da idade do PVC (n=32).....	37
<b>Tabela 3</b> - Concordância entre a idade esquelética e a idade do PVC (n=179).....	39

### Capítulo 3

<b>Tabela 1</b> - Características descritivas da amostra expressas em média (desvio padrão) das categorias sub 11 e sub 13 (n=45). ....	53
<b>Tabela 2</b> - Características descritivas da amostra expressas em média (desvio padrão) das categorias sub 15 e sub 17 (n=96). ....	54
<b>Tabela 3</b> - Variação dos indicadores da composição corporal entre a idade esquelética e a idade do PVC de acordo com a classificação em precoce, no tempo e tardio de jovens atletas de futebol (n=141).....	55
<b>Tabela 4</b> - Variação do indicador do desempenho aeróbio entre a idade esquelética e a idade do PVC de acordo com a classificação em precoce, no tempo e tardio de jovens atletas de futebol (n=141).....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio Padrão
EPE	Erro Padrão de Estimativa
GP	Greulich-Pyle
IC	Idade Cronológica
IC95%	Intervalo de confiança de 95%
IE	Idade Esquelética
IER	Idade Esquelética Relativa
IMC	Índice de Massa Corporal
IPVC	Idade do Pico de Velocidade de Crescimento
MAX	Máximo
MIN	Mínimo
$\phi_c$	V de Cramer
PVC	Pico de Velocidade de Crescimento

## SUMÁRIO

<b>Projeto de pesquisa</b> .....	14
<b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.2 OBJETIVOS E ESTRUTURA DO PROJETO .....	21
1.3 METODOLOGIA .....	22
1.3.1 Delineamento.....	22
1.3.2 Amostra e Seleção.....	22
1.3.3 Variáveis do Estudo .....	23
1.3.3.1 Antropometria.....	23
1.3.3.2 Composição corporal .....	23
1.3.3.3 Maturação biológica .....	24
1.3.3.3.1 <i>Idade cronológica e esquelética</i> .....	24
1.3.3.3.2 <i>Maturação somática</i> .....	25
1.3.3.4 Desempenho aeróbio .....	25
1.3.4 Controle de Qualidade dos Dados.....	26
1.3.5 Coleta dos Dados .....	26
1.3.6 Análise dos Dados .....	26
 <b>CONCORDÂNCIA E REPRODUTIBILIDADE DA MATURAÇÃO SOMÁTICA ESTIMADA PELO PICO DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO COM A IDADE ESQUELÉTICA EM JOVENS FUTEBOLISTAS</b> .....	
28	
2.1 INTRODUÇÃO.....	30
2.2 METODOLOGIA .....	31
2.2.1 Delineamento.....	31
2.2.2 Amostra .....	32
2.2.3 Variáveis do Estudo .....	32
2.2.3.1 Antropometria.....	32
2.2.3.2 Maturação biológica .....	33
2.2.3.2.1 <i>Idade cronológica e esquelética</i> .....	33
2.2.3.2.2 <i>Maturação somática</i> .....	33
2.2.4 Controle de qualidade dos dados .....	34
2.2.5 Análise de Dados.....	34

2.3	RESULTADOS.....	34
2.4	DISCUSSÃO.....	40
2.5	CONCLUSÃO.....	42
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
	<b>VARIAÇÃO DOS INDICADORES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DO DESEMPENHO AERÓBIO DE ACORDO COM DIFERENTES MÉTODOS DA ESTIMATIVA DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA DE JOVENS ATLETAS DE FUTEBOL.....</b>	<b>45</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	47
3.2	METODOLOGIA.....	48
3.2.1	Delineamento.....	48
3.2.2	Amostra.....	49
3.2.3	Variáveis do Estudo.....	49
3.2.3.1	Antropometria.....	49
3.2.3.2	Composição corporal.....	49
3.2.3.3	Maturação biológica.....	50
3.2.3.3.1	Idade cronológica e esquelética.....	50
3.2.3.3.2	Maturação somática.....	51
3.2.3.4	Desempenho aeróbio.....	51
3.2.4	Análise de Dados.....	51
3.3	RESULTADOS.....	522
3.4	DISCUSSÃO.....	57
3.5	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **Projeto de Pesquisa**



## 1.1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande interesse das ciências do exercício e do esporte na população pediátrica e considerando que a infância e a adolescência são períodos caracterizados por grandes modificações físicas e maturacionais, há uma necessidade de compreender os princípios gerais do crescimento, da maturação e do desenvolvimento humano (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005).

O crescimento e a maturação são termos constantemente utilizados como sinônimos, mas cada um refere-se a atividades biológicas específicas, enquanto o crescimento refere-se ao aumento do tamanho do corpo como um todo ou de partes específicas, a maturação implica no processo de tornar-se maduro ou o progresso em direção ao estado maduro (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

Em contrapartida, o desenvolvimento possui um significado mais amplo, podendo assim, ser caracterizado em dois contextos distintos: biológico, no qual se refere as modificações nos diferentes sistemas do corpo que tornam-se funcionalmente refinados (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), bem como, uma construção psicossocial (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005), referindo-se à aquisição de competências comportamentais, sociais, intelectuais/cognitivas, emocionais e morais (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). No entanto, é importante enfatizar que os três processos ocorrem simultaneamente e interagem entre si (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005).

A maturação biológica é definida como o percurso, o momento e a cadência de um processo que leva ao estado biologicamente maduro, a maturidade é o estado que eventualmente os órgãos, tecidos e sistemas do corpo são atingidos, ou seja, maturação é o processo e maturidade é o estado (Beunen, 1989; Claessens, Beunen e Malina, 2000; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). O termo maturidade é um conceito operacional porque o processo não pode ser observado ou mensurado diretamente (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), pode ser apenas estimado. A maturação refere-se a avançar no sentido do estado biologicamente maduro e não está estritamente relacionado ao tempo em um sentido cronológico (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005; Machado e Barbanti, 2007).

Além de que, a maturação se refere ao *timing* e ao *tempo* do progresso em direção ao estado biológico maduro. *Timing* refere-se a um período em que ocorrem eventos de maturação específicos ou a idade no crescimento

máximo durante o crescimento adolescente acelerado. *Tempo* refere-se à taxa na qual ocorrem os progressos de maturação (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), ou seja, quão rapidamente ou lentamente um indivíduo passa desde as fases iniciais da maturação para o estado de maturidade (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005). *Timing* e *tempo* variam consideravelmente entre indivíduos, e a variação em progresso além do tempo implica variação na média da mudança (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

Vários são os indicadores de maturidade biológica referenciados na literatura: maturação esquelética, sexual, somática, dentária e bioquímica/hormonal. Os indicadores comumente utilizados para avaliação em estudos de crescimento, das ciências do exercício e do esporte na população pediátrica são a maturação esquelética, sexual e somática (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

A maturidade esquelética é considerada o melhor indicador para a avaliação de idade biológica ou status de maturidade (Beunen, 1989; Claessens, Beunen e Malina, 2000; Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), uma vez que o processo de maturidade óssea é contínuo desde a idade pré-natal (esqueleto cartilaginoso) até o início da vida adulta (esqueleto maduro). A maturação do esqueleto se concentra nos ossos da mão e punho, que normalmente refletem o resto do esqueleto. Uma radiografia da mão e do pulso é necessária para avaliar a maturidade esquelética. Os protocolos para a avaliação da maturação esquelética variam (Greulich e Pyle, 1959; Tanner et al., 1975; Sempé e Pavía, 1979; Tanner et al., 1983; Roche, Chumlea e Thissen, 1988; Tanner et al., 2001), mas são semelhantes e fornecem uma estimativa da idade óssea. Esse indicador pode ser utilizado desde a infância até a adolescência (Malina, 2014).

A maturação sexual é um processo contínuo que começa com a diferenciação sexual no período embrionário até a maturidade sexual completa e fertilidade na idade adulta (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). A maturidade sexual é baseada nas características sexuais secundárias: desenvolvimento dos seios e menarca em meninas, desenvolvimento do pênis e testículos em meninos, e surgimento de pelos púbicos em ambos (Malina, 2014). Os critérios popularmente utilizados para avaliação da maturação sexual são os estágios de pelos púbicos, seios e órgãos genitais popularizados por Tanner (1962), baseados em estudos anteriores de Reynolds e Wines (1948; 1951). No entanto, é um indicador do progresso de status de maturidade, restrita à fase puberal e sua aplicabilidade é

limitada durante o estirão do crescimento (Beunen, 1989; Claessens, Beunen e Malina, 2000; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

Estimar a maturidade pela utilização de medidas corporais é complexo, pois o tamanho do corpo por si só não é um indicador de maturidade. No entanto, a inclinação na curva de crescimento que assinala o estirão de crescimento da adolescência, pode ser adotada para derivar indicadores de maturidade somática, tais como idade no início do estirão de crescimento e idade na taxa máxima de crescimento durante o estirão (pico de velocidade de crescimento - PVC). Além disso, se a estatura do adulto estiver disponível, ou puder ser estimada, a porcentagem do tamanho adulto obtida em diferentes idades durante o crescimento também poder ser utilizada como um indicador de maturidade somática (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

A idade do pico de velocidade do crescimento (IPVC) é o indicador mais utilizado para a estimativa da maturidade somática em estudos longitudinais com adolescentes (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009) e é um excelente indicador de timing da maturidade (Malina et al., 2012; Malina, 2014). É a idade de máximo crescimento em estatura durante o estirão de crescimento (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). No entanto, várias medidas seriam necessárias durante um determinado período do crescimento, inviabilizando estudos de metodologia transversal. Neste sentido Mirwald et al., (2002) desenvolveram uma equação com aceitáveis índices de determinação ( $r=0,94$ ,  $r^2=0,891$ , e  $EPE=0,592$ ), capaz de prever a distância em anos em que o indivíduo se encontra da sua idade do PVC utilizando uma única avaliação de medidas antropométricas de altura sentada, comprimentos de membros inferiores e massa corporal.

Outro indicador da maturidade somática é a porcentagem da estatura adulta atingida em uma determinada idade, assim sendo, pode-se pressupor que um indivíduo está tão mais maduro quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta. Este indicador exige obter dados longitudinais, portanto, possui aplicabilidade limitada (Beunen, 1989; Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). No entanto, existem alguns métodos de predição da estatura adulta que podem transformar a sua estatura atual em um valor percentual da sua estatura madura predita (Bayley e Pinneau, 1952; Roche, Wainer e Thissen, 1975a; b; Tanner et al., 1983; Tanner et al., 2001), contudo, utilizam na sua predição a idade esquelética (IE) como um dos indicadores. Desta forma,

Khamis e Roche (1994) sugerem uma equação para a determinação da estatura matura predita sem recurso da IE, utilizando as variáveis preditoras de estatura, massa corporal e em substituição a IE a estatura média dos pais.

Em suma, a maturidade biológica pode ser avaliada através de uma variedade de técnicas, embora variem consideravelmente, todas elas expressam a idade biológica relativa estimada para a idade cronológica (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005) e mensuram diferentes aspectos da maturação biológica, mas que estão relacionados entre si durante a adolescência. E em geral, os indicadores da maturidade esquelética, sexual e somática relacionam-se positivamente entre si (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). Apesar disso, as técnicas propostas estão impregnadas de limitações, que podem acarretar em discrepâncias entre esses indicadores de maturidade.

Assim sendo, a técnica da avaliação da maturidade esquelética é considerado um método invasivo e limitado, pois para obtenção da idade esquelética requer uma dose mínima de radiação, exige treinamento e conhecimentos específicos ou então, técnicos radiologistas credenciados para avaliação. O controle de qualidade na avaliação da maturidade esquelética é fundamental, visto que a variação dos avaliadores individualmente e entre eles e a reprodutibilidade nas avaliações devem ser consideradas e relatadas (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), mas, tal consideração não é norma, devido aos altos custos financeiros dispendido na mensuração desse método.

Igualmente, a avaliação da maturidade sexual implica em limitações, uma vez que requer exame clínico direto, visto muitas vezes como uma invasão de privacidade pessoal, neste sentido tem se recorrido a auto avaliação da maturidade sexual, aumentando o erro da avaliação. Apesar de ter concordância considerada de moderada a alta ( $r=0,59 - 0,92$ ) (Matsudo e Matsudo, 1994) entre a autoavaliação e a do médico perito, estudos sugerem que há uma tendência de superestimação de início de sua ocorrência e subestimação de estágios posteriores do desenvolvimento sexual (Schlossberger, Turner e Irwin, 1992).

Outra limitação importante a se destacar é que a formação em grupos de cinco estágios (Tanner, 1962) tem mostrado ser pouco sensível devido à amplitude e variação na transição entre os estágios, além do percurso dentro de cada um dos indicadores serem extremamente variados. Além disso, os estágios não são equivalentes entre as diferentes características sexuais secundárias e a

utilização de um ou outro pode acarretar em interpretações equivocadas uma vez que esses critérios também são diferentes das manifestações internas do corpo.

Recentemente, dois indicadores de estado de maturidade que tem riscos físicos e/ou psicológicos mínimos para o indivíduo, são consideradas como técnicas não invasivas e têm sido bastante utilizados são os indicadores da maturidade somática: o pico de velocidade de crescimento (PVC) e o percentual da estatura madura predita. Ambos possuem um baixo custo operacional e de fácil aplicabilidade.

No que se refere à técnica do percentual da estatura madura predita que utiliza as variáveis de estatura, massa corporal e a estatura média dos pais, há a necessidade de ser investigado a sua aplicação em jovens atletas brasileiros, uma vez que, este método foi desenvolvido com uma amostra do Fels Longitudinal Study (Ohio, EUA). Além disso, quando referido às questões da prática esportiva do futebol, que tem obtido muito destaque mundial por questões de ascensão tanto social quanto financeira e que tem conduzido um número cada vez maior da população menos favorecida economicamente a procurar esta prática, encontra-se maiores dificuldades de obter a estatura média dos pais, devido ao fato de que por questões culturais e sociais no país a estrutura familiar tem se modificado ao longo dos anos.

Ademais, o modelo estatístico para estimativa do PVC proposto por Mirwald et al., (2002) foi desenvolvido com dados de três estudos longitudinais, dois com meninos canadenses e um com gêmeos belgas, assim, esse procedimento também necessita de estudos para verificar sua aplicação em indivíduos com diferentes características como jovens brasileiros, e ainda, em amostras específicas como o caso de jovens atletas de diferentes modalidades esportivas em que o timing e o ritmo das alterações nas dimensões e proporções corporais podem ter grande variação de acordo com a etnia e da mesma forma que a maturidade sexual restringe-se ao período pubertário.

No entanto, estabelecer relações entre os indicadores de maturação biológica não tem sido fácil, devido à sua grande complexidade. Esta abordagem normalmente é condicionada pela dificuldade de utilização das metodologias propostas e da aplicabilidade das mesmas à população pediátrica (Marshall, 1974; Bielicki, Koniarek e Malina, 1984; Flor-Cisneros et al., 2006; Malina et al., 2007). Machado et al., (2009) sugerem que a idade do PVC demonstrou melhor

desempenho em testes motores, quando comparado com idade cronológica e com a maturação sexual. Diante disso, se faz necessário preestabelecer relações entre esse indicador da maturidade somática, com o indicador de maturidade esquelética, considerada o melhor indicador da estimativa da maturação biológica.

Assim sendo, aqueles envolvidos na seleção e no desenvolvimento de talentos esportivos devem estar conscientes na grande variabilidade interindividual ocasionadas pelas mudanças no tamanho, proporções, funções, habilidades e desempenho que ocorrem com o processo de crescimento e maturação durante o período da adolescência (Bale et al., 1992; Figueiredo et al., 2009a; Roescher et al., 2010). Algumas evidências sugerem que a variação no tamanho e desempenho entre os atletas jovens podem ser fatores de sucesso da carreira esportiva. Assim, é importante rever a variação associada à maturidade no desempenho (Beunen e Malina, 2008).

Em vista disso, o futebol que é considerado um dos esportes mais populares do mundo, apresentando mais de 240 milhões de praticantes em 2004 (Wong e Hong, 2005) ganhou ainda mais adeptos, tornou-se uma modalidade com grandes investidores atraindo inúmeros jovens que buscam brilhar nos gramados mais famosos do mundo. Esse aumento considerável na participação de crianças e adolescentes no desporto de alto rendimento tem sido observado em idades cada vez mais precoces. É comum atualmente verificar a participação de jovens em competições, exigindo alto desempenho físico, técnico e psicológico (Westerståhl et al., 2003; Eithsdóttir et al., 2008).

Dessa forma, um dos maiores problemas enfrentados para aqueles que estão envolvidos com o treino dos jovens, se origina na dificuldade de determinar se as modificações observadas nas capacidades físicas, nas habilidades específicas da modalidade e da composição corporal são decorrentes do treino ou são geradas pela variabilidade do processo biológico do crescimento e maturação (Seabra, Maia e Garganta, 2001).

São numerosos os estudos dedicados aos jovens levando em consideração a variação associada à maturação biológica dos atletas de modalidades esportivas coletivas (Malina et al., 2000; Coelho E Silva et al., 2008; Figueiredo et al., 2009b; Coelho-e-Silva et al., 2010; Figueiredo et al., 2010). Jovens futebolistas são em média mais altos e com maior peso corporal que a média da população de adolescentes (Malina, et al., 2005; Figueiredo et al., 2009a). Além

disso, a variação nos indicadores das capacidades funcionais e habilidades específicas podem ser influenciadas pelas diferenças no estado de maturação de futebolistas (Figueiredo et al., 2009b). As variáveis de crescimento e os indicadores da maturação biológica podem explicar pelo menos em parte o desempenho das capacidades funcionais e das habilidades esportivas específicas. Apesar de alguns estudos indicarem que a maturação sexual explica entre 18% e 35% aproximadamente o resultado nos indicadores de desempenho físico (Malina et al., 2004), outros indicam que somente de 5% a 18% das habilidades específicas podem ser atribuídas a esse fator (Malina, et al., 2005).

Diante disso, acredita-se que as pesquisas envolvendo esta temática possam fornecer importantes informações quanto aos métodos de estimativa da maturação biológica, podendo ocasionar valiosas informações para o treino de jovens atletas futebolistas, principalmente no que diz respeito aos aspectos biológicos atrelados ao processo de treinamento, propiciando condições adequadas para contemplar a melhoria do desempenho atlético, emocional, psicológico e das habilidades específicas da modalidade.

## 1.2 OBJETIVOS E ESTRUTURA DO PROJETO

Para a presente dissertação foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos: a) verificar a concordância e a reprodutibilidade entre dois métodos de avaliação para estimativa da maturação biológica em jovens futebolistas e; b) verificar a variação nos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio de acordo com dois métodos de avaliação para estimativa da maturação biológica em jovens atletas de futebol. Portanto, esta dissertação foi composta por uma introdução expandida, seguida de dois artigos científicos, originados por uma pesquisa conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício, do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina. Em consonância com os objetivos traçados as variáveis da maturação biológica estimada pela idade do pico de velocidade de crescimento e pela a idade esquelética, foram adotadas inicialmente como variáveis dependentes, os indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio foram adotados como variáveis independentes. Assim, os

objetivos da presente investigação foram analisados a partir da redação dos seguintes artigos a serem submetidos a periódicos indexados, de acordo com a normatização exigida pelos periódicos a serem escolhidos posteriormente:

- Artigo original 1: Verificar a concordância e a reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento com a idade esquelética.
- Artigo original 2: Verificar a variação dos indicadores da composição corporal e no desempenho aeróbio de acordo com a idade do pico de velocidade de crescimento e com a idade esquelética.

### 1.3 METODOLOGIA

#### 1.3.1 Delineamento

A presente dissertação, com delineamento transversal, foi desenvolvida a partir do banco de dados gerado por um estudo longitudinal, em jovens atletas de futebol denominado “Crescimento físico, maturação biológica, composição corporal e desempenho físico em jovens atletas de futebol: um estudo longitudinal”. Esse projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO A).

#### 1.3.2 Amostra e Seleção

A amostra foi selecionada de forma intencional e foi constituída por 179 jovens futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos. Todos os sujeitos foram selecionados voluntariamente e pertenciam a clubes de futebol de formação, estabelecidos na região metropolitana de Londrina, Paraná, Brasil.

Os pais e/ou responsáveis pelos atletas foram informados sobre os procedimentos adotados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A). Como critério de inclusão, os atletas deveriam estar treinando



regularmente no ano competitivo. Os atletas não pertencentes à faixa etária e os que não apresentaram condições físicas para realização dos testes, bem como aqueles que os responsáveis não autorizaram a participação não foram incluídos no estudo.

### 1.3.3 Variáveis do Estudo

#### 1.3.3.1 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca Urano, modelo PS 180, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al., (1988). Com base nessas informações, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado. A altura tronco-cefálica foi mensurada utilizando um banco de 50 centímetros, acoplado ao estadiômetro. O comprimento das pernas foi obtido a partir da diferença da estatura pela altura tronco-cefálica (Martin et al., 1988).

#### 1.3.3.2 Composição corporal

A composição corporal foi estimada pelo método da pletismografia de corpo inteiro mediante a utilização do equipamento Body Composition System (BOD POD, Life Measurement Inc., Concord, CA, USA) a qual estima o volume corporal total através do deslocamento de ar. A medição de volume corporal envolveu duas etapas: (a) calibração do aparelho, e (b) medição do volume do indivíduo (tempo de medição médio de 50 segundos). O volume de gás torácico foi predito utilizando valores pré-determinados com base na altura, peso e idade. A densidade corporal foi calculada pela massa corporal dividida pelo volume corporal. O percentual de gordura foi estimado pela densidade corporal com base no modelo de dois compartimentos utilizando a equação específica para jovens (Lohman, 1992). A avaliação foi realizada observando-se os critérios descritos pelo manual do equipamento e os critérios descritos por Fields et al., (2000). O aparelho foi sempre calibrado antes das avaliações.

### 1.3.3.3 Maturação biológica

#### 1.3.3.3.1 *Idade cronológica e esquelética*

A idade cronológica (IC) foi estabelecida de forma centesimal, com base na diferença entre a data de nascimento do atleta e a data de avaliação da radiografia de pulso e mão esquerda. Radiografias pósterio-anterior da mão esquerda e punho foram obtidas em um laboratório especializado, em um equipamento radiológico marca Kodak, modelo Directview DR3500, de fabricação norte-americana, importada pela Carestream Health, registrado na ANVISA. Segundo informações obtidas, o equipamento é de última geração, apresenta alta qualidade de imagem aliada à baixa dose e menor índice de repetição de exames, e foram analisadas por um único observador. Estima-se que a exposição para esse exame (mão e punho) é de 0,001 milisievert (mSv) com equipamentos de alta tecnologia, podendo variar até 0,005 milisievert (mSv) de acordo com outros equipamentos.

Para estimativa da idade esquelética (IE), as radiografias foram avaliadas pelo método de Greulich-Pyle (GP) (Greulich e Pyle, 1959) pelo técnico radiologista do laboratório especializado. Esse método é baseado no trabalho original de Todd (1937), desenvolvido com crianças de alto nível socioeconômico da área de Cleveland, em Ohio. É o mais utilizado na clínica pela sua facilidade de utilização, sendo associado a uma técnica de inspeção. O atlas é composto por radiografias específicas representativas da maturidade esquelética em idades cronológicas específicas, desde o nascimento até aos 19 anos para cada sexo. A maturidade do esqueleto é determinada pela comparação da radiografia com o padrão das radiografias do atlas. Pode haver variações na forma como o método é aplicado. Muitas vezes, a idade esquelética atribuída é o da radiografia que mais se aproxima com a do avaliado. Este tipo de análise sobrepõe-se à variação entre os ossos da mão e punho, por isso, recomenda-se que se deve fazer a correspondência para cada osso individualmente para cada radiografia do atlas. Assim, IE do avaliado deve ser aquela que corresponde ao valor médio das idades ósseas de todos os ossos da mão e punho (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

A IE corresponde ao nível de maturidade esquelética atingida pelo avaliado em relação à amostra de referência é expressa em relação à IC. A

diferença entre IE e IC (IE-IC) fornece uma estimativa da idade esquelética relativa (IER). Os atletas foram classificados em: tardios (atrasados) [IE menor que IC em 1,0 ano], no tempo [IE  $\pm$ 1,0 ano da IC], e precoces (avançados) [IE maior que IC em 1,0 ano]. Os critérios utilizados são consistentes com estudos anteriores de atletas jovens (Malina et al., 2010).

#### 1.3.3.3.2. *Maturação somática*

A maturidade biológica foi estimada pela avaliação da maturação somática por meio da determinação da distância a que um indivíduo se encontra do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC), a partir de modelos matemáticos baseados em medidas antropométricas (estatura, altura sentada, comprimento dos membros inferiores e massa corporal), idade e sexo (Mirwald et al., 2002). Posteriormente, o cálculo da idade do PVC (IPVC) foi efetuado mediante a diferença da idade cronológica em anos ao valor encontrado do PVC.

Para a classificação do IPVC, foram definidos no tempo, aqueles atletas que estão entre um desvio padrão (DP) da idade média geral do grupo (14,3 + 0,6 anos ou 13,6-14,9 anos); tardio aquele que a idade do PVC for >14,9 anos e precoce aquele com a idade do PVC <13,6 anos.

#### 1.3.3.4 Desempenho aeróbio

O Yo-Yo Intermittent Endurance Test (Bangsbo, 1994) foi aplicado para estimar o desempenho aeróbio. O teste avalia a capacidade de um indivíduo para executar repetidamente intervalos ao longo de um período prolongado de tempo, solicitando que o avaliado realize uma série de corridas de 20 metros com uma cadência pré-estabelecida por um metrônomo de áudio com um intervalo de descanso de 5 segundos entre cada 40 metros, com incrementos da velocidade a cada intervalo. O objetivo do teste é realizar o maior número possível de corridas até que o atleta não consiga manter a velocidade requerida. A unidade utilizada para a estimativa do desempenho aeróbio do atleta foi a distância percorrida durante o teste em metros.

#### 1.3.4 Controle de qualidade dos dados

Uma sub amostra com 32 jovens futebolistas foi selecionada aleatoriamente, e submetida a uma segunda série de medidas sucessivas de massa corporal, estatura e altura sentada, respeitando um intervalo de aproximadamente sete dias, para verificar a reprodutibilidade da maturação somática estimada pela equação do pico de velocidade de crescimento desenvolvida por Mirwald et al., (2002).

#### 1.3.5 Coleta dos Dados

Inicialmente, uma equipe de alunos de graduação e pós-graduação em Educação Física foi treinada para a padronização das medidas. No primeiro contato com as equipes, os atletas receberam o termo de consentimento livre e esclarecido para que seus pais e/ou responsáveis autorizassem sua participação no estudo. Depois de obtido o consentimento dos pais e do atleta, a coleta dos dados foi composta por duas fases: a primeira avaliação foi a determinação dos indicadores da idade esquelética (maturidade esquelética), através dos exames de raios-X da mão-punho em uma clínica especializada e a segunda avaliação foi a mensuração das medidas antropométricas, realização da avaliação da composição corporal pelo método da pletismografia e a avaliação do desempenho aeróbio, sendo 30 dias o período máximo para a realização de todas as avaliações durante cada ano. Precedendo as avaliações todos os envolvidos receberam explicações sobre os objetivos e procedimentos técnicos dos testes aplicados, além disso, após as avaliações serem concluídas, a equipe técnica de cada clube recebeu um relatório geral do grupo e individual de cada atleta. Os atletas foram avaliados no Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina.

#### 1.3.6 Análise dos Dados

Inicialmente, o teste de kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Para a caracterização da amostra, foi utilizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. Para as análises de reprodutibilidade, o teste t pareado foi empregado para as comparações entre as

medidas da estimativa da maturação somática, além disso, foi utilizado o coeficiente de correlação-intraclasse e o coeficiente de variação para verificar a correlação entre as duas medidas. Para as análises da concordância, foram calculados os coeficientes de Kappa de Cohen para avaliar a concordância entre as proporções dos indicadores maturacionais, o teste de McNemar para analisar as proporções entre as classificações dos métodos. O teste V de Cramer foi empregado para verificar o efeito na associação entre os métodos de avaliação da maturação somática. Depois de verificada a concordância entre os métodos, foi analisada a força da concordância com as interpretações de Landis e Koch (1977). Além disso, para verificar tanto a reprodutibilidade, quanto a concordância entre os métodos de estimativa da maturação biológica foi empregada a análise de Bland e Altman, que forneceu informações quanto à média das diferenças, o desvio padrão da diferença, o intervalo de confiança (95%) e os limites de concordância superior e inferior, além da análise da associação entre a diferença dos métodos e a média entre eles (performance), para determinação do viés de estimativa. O teste de Mann-Whitney foi empregado para verificar a variação entre os indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio e os diferentes indicadores da maturação biológica dos jovens atletas. O nível de significância foi estabelecido em 5%. Os dados foram analisados no pacote computacional SPSS, versão 20.0 e no MedCalc.

## CAPÍTULO 2

### **Concordância e reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento com a idade esquelética em jovens futebolistas**

Agreement and reproducibility of somatic maturation estimated by peak height velocity with the skeletal age in young soccer players

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi verificar a concordância e a reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento (PVC) com a idade esquelética (IE) de jovens atletas de futebol. Para tanto, a amostra foi composta por 179 atletas, do sexo masculino, na faixa etária de 11 a 17 anos de idade, pertencentes a clubes de formação da região metropolitana de Londrina, Paraná. Foram realizadas avaliações antropométricas de massa corporal, estatura e altura sentada. Foi realizado o cálculo do índice de Massa Corporal. A maturação biológica foi estimada pela IE e por meio da idade do pico de velocidade de crescimento (IPVC). Para a caracterização da amostra, foi utilizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. Coeficiente de correlação-intraclasse, teste t pareado e plotagem de Bland-Altman foram empregados para avaliar a reprodutibilidade das medidas da IPVC. Coeficientes de Kappa de Cohen, McNemar, V de Cramer e plotagem de Bland-Altman foram adotados para verificar a concordância entre os indicadores de maturidade. As correlações variaram de 0,991 a 0,999, indicando alta relação entre as duas medidas para a estimativa da maturação somática. A plotagem de Bland-Altman indicou correlação entre as duas medidas ( $r=0,98$ ). A concordância entre classificações de maturidade foi considerada moderada (52,5%). A concordância entre as classificações de maturidade foi baixo ( $k=0,15$ ;  $p<0,04$ ). A plotagem de Bland-Altman indicou correlação entre as duas técnicas ( $r=0,84$ ). Conclui-se que a reprodutibilidade para as variáveis do PVC é considerada alta e a utilização da IPVC, para determinar a estimativa da maturidade biológica podem classificar de maneira distinta os mesmos indivíduos, quando comparada com a IE.

**Palavras-chave:** Idade Esquelética. Pico de Velocidade de Crescimento. Atletas. Adolescentes. Futebol.

**ABSTRACT:** The aim of the study was to verify the agreement and the reproducibility of somatic maturation estimated by peak height velocity (PHV) with the skeletal age (SA) of young soccer players. Therefore, the sample consisted of 179 athletes, male, aged 11-17 years old, pertaining to clubs training the metropolitan area of Londrina, Paraná. Were conducted anthropometric measurements of weight, height and sitting height. Was calculated the body mass index. Biological maturation was estimated by the SA and the age of the peak height velocity (APHV). To characterize the sample, we used the descriptive statistics of mean and standard deviation. Intraclass correlation coefficient, paired t test and Bland-Altman plot were used to assess the reproducibility of measurements of the APHV. Cohen's kappa coefficients, McNemar, Cramer's V and Bland-Altman plot were adopted to verify the correlation between the

indicators of maturity. The correlations ranging from 0.991 to 0.999, indicating high relationship between the two measures to estimate the somatic maturation. The plot Bland-Altman indicated correlation between the two measures ( $r = 0.98$ ). The agreement between maturity ratings was considered moderate (52.5%). The agreement between the maturity ratings was low ( $k=0.15$ ,  $p < 0.04$ ). The plot Bland-Altman indicated correlation between the two techniques ( $r = 0.84$ ). We conclude that the reproducibility for PVC variables is considered high and the use of APHV to determine the estimated biological maturity can classify differently the same individuals, when compared to SA.

**Key words:** Skeletal age. Peak height velocity. Athletes. Adolescent. Soccer.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A maturação biológica é um processo que marca os eventos de início e fim do desenvolvimento humano, um processo contínuo desde a infância até o estado biologicamente maduro. Por sua vez, a maturidade é o estado que eventualmente os órgãos, tecidos e sistemas do corpo são atingidos, ou seja, maturação é o processo e maturidade é o estado (Beunen, 1989; Claessens, Beunen e Malina, 2000; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009).

Vários são os indicadores de maturidade biológica referenciados na literatura, os comumente utilizados para avaliação em estudos de crescimento, das ciências do exercício e do esporte na população pediátrica são a maturação esquelética, sexual e somática (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). Embora variem consideravelmente, todas expressam a idade biológica relativa estimada para a idade cronológica (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005) e mensuram diferentes aspectos da maturação biológica.

No entanto, os indicadores da maturidade esquelética, sexual e somática relacionam-se positivamente e estão relacionados entre si durante a adolescência (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). Assim sendo, deve-se optar pelo indicador que contemple a simplicidade e praticidade da sua utilização, o baixo custo operacional, a precisão das medidas, o treinamento do avaliador, e, sobretudo, o método menos invasivo para o avaliado.

A maturidade esquelética é considerada o melhor indicador para a avaliação de idade biológica ou status de maturidade (Beunen, 1989; Claessens, Beunen e Malina, 2000; Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009), uma vez que o processo de maturidade óssea é contínuo desde a idade pré-natal até o início da vida adulta. No entanto, é considerado um método invasivo, pois



para sua obtenção é necessária uma radiografia da mão e do punho, requerendo, uma dose mínima de radiação, exigindo treinamento e conhecimentos específicos, além do seu alto custo operacional.

Recentemente, o indicador de estado de maturidade somática que tem riscos físicos e/ou psicológicos mínimos para o indivíduo, é considerado uma técnica não invasiva e têm sido muito empregado em estudos de jovens atletas é o indicador do pico de velocidade de crescimento (PVC), ou seja, é a idade de máximo crescimento em estatura durante o estirão de crescimento (Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009). Além disso, possui um baixo custo operacional, de fácil aplicabilidade e é um excelente indicador de timing da maturidade (Malina et al., 2012; Malina, 2014).

No entanto, o modelo estatístico para estimativa do PVC proposto por Mirwald et al., (2002) foi desenvolvido com dados de três estudos longitudinais, dois com amostras canadenses e um com gêmeos belgas, assim, esse procedimento também necessita de estudos para verificar sua aplicação em indivíduos com diferentes características como jovens brasileiros, e ainda, em amostras específicas como o caso de jovens atletas de diferentes modalidades esportivas em que o timing e o ritmo das alterações nas dimensões e proporções corporais podem ter grande variação de acordo com a etnia.

Diante disso, se faz necessário preestabelecer relações entre esse indicador da maturidade somática, com o indicador de maturidade esquelética, considerado o melhor indicador da estimativa da maturação biológica. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar a concordância e a reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento com a idade esquelética de jovens atletas de futebol.

## **2.2 METODOLOGIA**

### **2.2.1 Delineamento**

O presente artigo, com delineamento transversal, foi desenvolvido a partir do banco de dados gerado por um estudo longitudinal, em jovens atletas de futebol denominado “Crescimento físico, maturação biológica, composição corporal e desempenho físico em jovens atletas de futebol: um estudo longitudinal”. Esse projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO A).

### **2.2.2 Amostra**

A amostra foi selecionada de forma intencional e foi constituída por 179 jovens futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos. Destes, 32 jovens (aproximadamente 20% do total da amostra), foram selecionados aleatoriamente para análise da reprodutibilidade. Todos os sujeitos foram selecionados voluntariamente e pertenciam a clubes de futebol de formação, estabelecidos na região metropolitana de Londrina, Paraná, Brasil.

Os pais e/ou responsáveis pelos atletas foram informados sobre os procedimentos adotados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A). Como critério de inclusão, os atletas deveriam estar treinando regularmente no ano competitivo. Os atletas não pertencentes à faixa etária e os que não apresentarem condições físicas para realização dos testes, bem como aqueles que os responsáveis não autorizaram a participação não foram incluídos no estudo.

### **2.2.3 Variáveis do estudo**

#### **2.2.3.1 Antropometria**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca Urano, modelo PS 180, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al., (1988). Com base nessas informações, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado. A altura tronco-cefálica foi mensurada utilizando um banco de 50 centímetros, acoplado ao estadiômetro. O comprimento das pernas foi obtido a partir da diferença da estatura pela altura tronco-cefálica (Martin et al., 1988).

### 2.2.3.2 Maturação biológica

#### 2.2.3.2.1 Idade cronológica e esquelética

A idade cronológica (IC) foi estabelecida de forma centesimal, com base na diferença entre a data de nascimento do atleta e a data de avaliação da radiografia de pulso e mão esquerda. Radiografias pósterio-anterior da mão esquerda e punho foram obtidos em um laboratório especializado. Para estimativa da idade esquelética (IE), as radiografias foram avaliadas pelo método de Greulich-Pyle (GP) (Greulich e Pyle, 1959) pelo técnico radiologista do laboratório especializado.

A IE corresponde ao nível de maturidade esquelética atingida pelo avaliado em relação à amostra de referência é expressa em relação à IC. A diferença entre IE e IC (IE-IC) fornece uma estimativa da idade esquelética relativa (IER). Os atletas foram classificados em: tardios (IE menor que IC em 1,0 ano), no tempo (IE  $\pm$ 1,0 ano da IC), e precoces (IE maior que IC em 1,0 ano). Os critérios utilizados são consistentes com estudos anteriores de atletas jovens (Malina et al., 2010).

#### 2.2.3.2.2. Maturação somática

A maturidade biológica foi estimada pela avaliação da maturação somática por meio da determinação da distância a que um indivíduo se encontra do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC), a partir de modelos matemáticos baseados em medidas antropométricas (estatura, altura sentada, comprimento dos membros inferiores e massa corporal), idade e sexo (Mirwald et al., 2002). Posteriormente, o cálculo da idade do PVC (IPVC) foi efetuado mediante a diferença da idade cronológica em anos ao valor encontrado do PVC.

Para a classificação do IPVC, foram definidos no tempo, aqueles atletas que estão entre um desvio padrão (DP) da idade média geral do grupo (14,3 + 0,6 anos ou 13,6-14,9 anos); tardio aquele que a idade do PVC for >14,9 anos e precoce aquele com a idade do PVC <13,6 anos.

### **2.2.4 Controle de qualidade dos dados**

Uma sub amostra com 32 jovens futebolistas foi selecionada aleatoriamente, e submetida a uma segunda série de medidas sucessivas de massa corporal, estatura e altura sentada, respeitando um intervalo de aproximadamente sete dias, para verificar a reprodutibilidade da maturação somática estimada pela equação do pico de velocidade de crescimento desenvolvida por Mirwald et al., (2002).

### **2.2.5 Análise de dados**

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliação da normalidade dos dados. Para a caracterização da amostra, foi utilizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. Para as análises de reprodutibilidade, o teste t pareado foi empregado para as comparações entre as medidas da estimativa da maturação somática, o coeficiente de correlação intraclass e o coeficiente de variação ( $CV = \text{desvio padrão}/\text{média} \times 100$ ) para verificar a correlação entre as duas medidas. Para verificar a concordância entre as proporções dos indicadores de maturidade foi utilizado o índice kappa com as interpretações de Landis e Koch (1977), e o teste de McNemar para analisar as proporções entre as classificações dos métodos. O teste V de Cramer foi empregado para verificar o efeito na associação entre os métodos de avaliação da maturação somática. Além disso, para verificar tanto a reprodutibilidade, quanto a concordância entre os métodos de estimativa da maturação biológica foi empregada a análise de Bland e Altman, com análise de tendência de estimativa. O nível de significância foi estabelecido em 5%. Os dados foram analisados no SPSS, versão 20.0 e no MedCalc.

## **2.3 RESULTADOS**

Na Tabela 1 são apresentadas as características descritivas de jovens atletas de futebol de acordo com os grupos de análises da concordância (total) e da reprodutibilidade. Valores de média (desvio padrão), valores mínimos e máximos e sua respectiva amplitude são apresentados.

A Tabela 2 mostra as diferenças entre as médias das duas medidas das variáveis de massa corporal, estatura, altura sentada, comprimento de pernas e a IPVC, coeficientes de variação e coeficientes de correlação intraclasse dos indicadores da maturidade somática. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as médias das variáveis nas duas avaliações. Os valores do coeficiente de variação foram entre 0,4% a 11,6%, para as variáveis de estatura e massa corporal, respectivamente. As correlações entre as duas medidas variou de 0,991 a 0,999, indicando alta relação entre as duas medidas para a estimativa da maturação somática.

**Tabela 1** - Características descritivas da amostra expressas em média e desvio padrão.

Variáveis	Total (n=179)				Reprodutibilidade (n=32)			
	Média (DP)	Min	Max	Amp	Média (DP)	Min	Max	Amp
<b>Idade cronológica (anos)</b>	14,46 (1,67)	10,40	17,71	7,30	13,23 (1,72)	10,53	16,42	5,89
<b>Idade PVC (anos)</b>	14,26 (0,64)	12,53	16,15	3,61	14,31 (0,55)	13,39	16,15	2,76
<b>Idade Esquelética (anos)</b>	15,00 (2,22)	7,00	19,00	12,00	13,04 (2,50)	7,00	17,00	10,00
<b>Massa corporal (Kg)</b>	56,51 (13,26)	29,80	105,00	75,20	47,15 (13,47)	29,80	76,90	47,10
<b>Estatura (cm)</b>	165,71 (11,98)	135,30	194,50	59,20	157,95 (13,85)	135,30	183,70	48,40
<b>Altura Sentada (cm)</b>	83,58 (6,75)	68,50	100,00	31,50	78,34 (6,99)	68,50	89,50	21,00
<b>Comprimento pernas (cm)</b>	82,12 (6,30)	65,80	98,00	32,20	79,60 (7,45)	65,80	94,20	28,40
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,29 (2,90)	13,38	34,88	21,50	18,47 (2,48)	13,38	22,79	9,41

Nota: DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; Amp = amplitude; PVC = pico de velocidade de crescimento; IMC = índice de massa corporal.

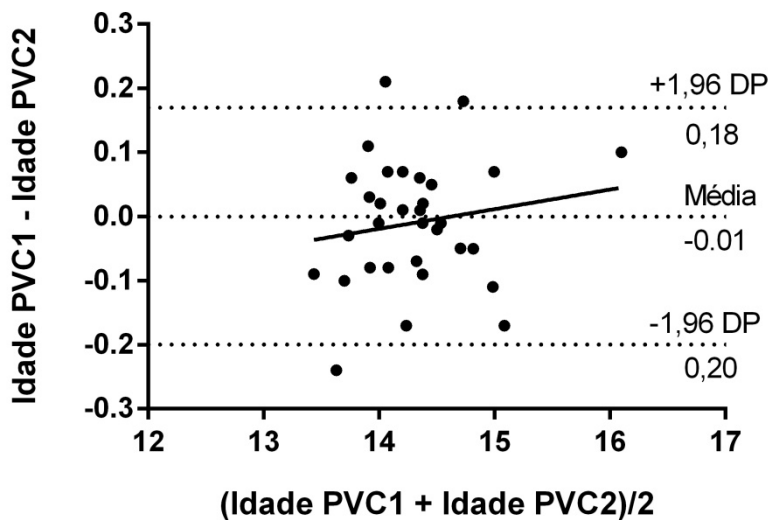
**Tabela 2** - Reprodutibilidade das medidas utilizadas para o cálculo da idade do PVC (n=32).

<b>Variáveis</b>	<b>Diferença da média (DP)</b>	<b>IC95%</b>	<b><math>\rho</math></b>	<b>CV (%)</b>	<b>CCI (IC95%)</b>	<b>r</b>	<b><math>\rho</math></b>
<b>Massa Corporal (Kg)</b>	-0,45 (1,97)	(-1,16-0,26)	0,20	0,116	0,995 (0,990-0,998)	0,99	<0,001
<b>Estatura (cm)</b>	0,53 (0,69)	(-0,20-0,30)	0,67	0,004	0,999 (0,999-1,000)	0,99	<0,001
<b>Altura Sentada (cm)</b>	0,11 (0,81)	(-0,18-0,40)	0,45	0,017	0,996 (0,993-0,998)	0,99	<0,001
<b>Comprimento de pernas (cm)</b>	-0,05 (0,89)	(-0,38-0,26)	0,72	0,008	0,997 (0,993-0,998)	0,99	<0,001
<b>IPVC (anos)</b>	-0,01 (0,09)	(-0,05-0,02)	0,53	0,009	0,991 (0,982-0,996)	0,98	<0,001

Nota: DP = desvio padrão; IC95% = Intervalo de confiança de 95%; CV (%) = coeficiente de variação; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; r = coeficiente de correlação; IPVC = idade do pico de velocidade de crescimento.

Além disso, para as análises de reprodutibilidade, foi realizada a análise proposta por Bland e Altman (1999) para verificação dos limites de concordância entre a primeira e a segunda medida da idade do pico de velocidade de crescimento. Esse procedimento de análise estatística por diagramas de dispersão com a plotagem dos valores médios dos resultados das medidas (eixo x) e as diferenças individuais entre as medidas (eixo y), permite visualizar as diferenças médias e os limites extremos de concordância, para um intervalo de confiança (IC) a 95%.

A Figura 1 apresenta a réplica entre a primeira e a segunda medida para obtenção da idade do pico de velocidade de crescimento, indicando alta relação entre elas ( $r=0,98$ ,  $p<0,001$ ). Na interpretação da figura, as duas linhas tracejadas extremas representam o limite superior e inferior para o IC a 95%, a linha tracejada representa a média das diferenças (viés) e a linha única e cheia demonstra a reta de tendência. As diferenças médias e os limites de concordância foram na magnitude de  $-0,01 \pm 0,19$  anos, com indicativo de tendência na variabilidade individual na primeira e segunda medida da idade do PVC ( $P < 0,001$ ).



**Figura 1** - Réplica entre a primeira e segunda medida da idade no pico de velocidade do crescimento de jovens atletas de futebol ( $n=32$ ).



A frequência de concordância entre a classificação dos atletas nas categorias da maturação biológica (precoce, no tempo e tardio), de acordo com os diferentes métodos da estimativa da maturação biológica é apresentada na Tabela 3.

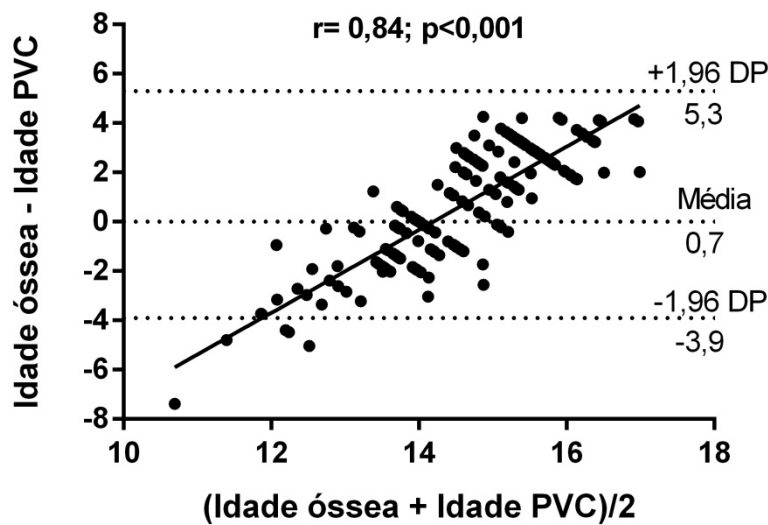
Observa-se que 23,9%, 71,4% e 57,1% são classificados como precoces, no tempo e tardio, respectivamente, em ambos os métodos de avaliações da maturação biológica. A concordância entre classificações de maturidade foi considerada moderada (52,5%). Coeficiente Kappa apontou baixa concordância entre as classificações de maturidade (0,15;  $p < 0,04$ ). Os baixos valores encontrados nos testes por V de Cramer (0,27;  $p < 0,001$ ) apontam independência das variáveis nessas associações entre os métodos da estimativa da maturação biológica.

**Tabela 3** - Concordância entre a idade esquelética e a idade do PVC (n=179).

IPVC n (%)	Idade Esquelética n (%)		
	Precoce	No tempo	Tardio
<b>Precoce</b>	16 (23,9)	11 (11,2)	0 (0,0)
<b>No tempo</b>	46 (68,7)	70 (71,4)	6 (42,9)
<b>Tardio</b>	5 (7,5)	17 (17,3)	8 (57,1)
<b>Total</b>	67 (100)	98 (100)	14 (100)
<b>% Concordância</b>	52,5		
<b>Kappa</b>	0,15 ( $p < 0,04$ )		
<b><math>\phi_c</math></b>	0,27 ( $p < 0,001$ )		

Nota: IPVC = idade do pico de velocidade de crescimento; % Concordância = percentual de concordância;  $\phi_c$  = V de Cramer.

Foi realizada também a análise proposta por Bland e Altman (1999) para verificação dos limites de concordância entre a medida da idade esquelética pelo método de referência e pela equação da idade do PVC. A Figura 2 ilustra as informações individuais de concordância entre a idade esquelética mensurada pela radiografia de mão e punho e a idade do pico de velocidade de crescimento estimada pela equação de Mirwald et al., (2002), de jovens atletas de futebol.



**Figura 2** - Concordância entre idade esquelética e a idade do pico de velocidade de crescimento de jovens atletas de futebol (n=179).

A diferença média e o limite de concordância variaram entre  $0,7 \pm 4,6$  anos, com indicativo de tendência na variabilidade individual na estimativa da idade do PVC ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,001$ ).

## 2.4 DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi analisar a concordância e a reprodutibilidade da maturação somática estimada pelo pico de velocidade de crescimento com a idade esquelética de jovens atletas de futebol, por meio da reprodutibilidade de duas medidas das variáveis que estimam a idade do PVC e a concordância entre a idade esquelética mensurada pelo método de referência e a idade do PVC estimado por meio de equação (Mirwald et al., 2002).

A fim de determinar a reprodutibilidade das variáveis para a estimativa da maturação somática estimada pela equação do PVC em jovens atletas de futebol brasileiros, foi calculado o coeficiente de variação (CV) e coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Apesar de não haver um consenso para uma medida aceitável de reprodutibilidade, tem sido sugerido que o valor do CCI seja acima de 0,95 sempre que possível (Lourie e Ulijaszek, 1994; Leppik, Jürimäe e Jürimäe, 2004).

O coeficiente de variação que arbitrariamente tem sido referido como um indicador de reprodutibilidade quando se encontra abaixo de 10% (Hopkins, 2000), ficou abaixo do ponto de corte, com valores que variaram entre 0,4% (estatura) a 1,7% (altura sentada), exceto para a variável de massa corporal que obteve um percentual maior que o ponto de corte recomendado (11,6%).

Em complemento às informações fornecidas pelo cálculo do CV, foi utilizado o CCI, que pode ser caracterizado como uma análise univariável capaz de fornecer indicativos quanto à ordem e magnitude das variações entre as duas medidas e, conseqüentemente, reflete o quanto consistente são esses resultados (Vicent, 1999). Portanto, o CCI, tem como resultado valores de correlação ( $r$ ) entre zero e uma unidade positiva, sendo que quanto mais próximo de um, melhor será a reprodutibilidade das medidas.

Assim, para classificação de uma série de medidas de acordo com os valores do CCI, podemos recorrer a alguns pontos de corte preestabelecidos na literatura: 0,90-0,99, alta reprodutibilidade; 0,80-0,89, reprodutibilidade moderada; < 0,79, fraca reprodutibilidade (Vicent, 1999). Como se pode observar na tabela 2, as informações referentes às variáveis antropométricas de massa corporal, estatura, altura sentada, comprimento de pernas e também a IPVC tiveram valores de  $r$  (CCI) superiores a 0,90, que podem ser caracterizados como variáveis de alta reprodutibilidade.

O alto coeficiente de correlação intraclasse, baixo coeficiente de variação e ainda a ausência de significância estatística entre as duas medidas das variáveis, indicam a reprodutibilidade destas variáveis para a amostra em questão, ou seja, jovens atletas de futebol do sexo masculino.

Uma variedade de indicadores tem sido proposta como alternativa viável e de baixo custo para avaliação da estimativa da maturação biológica, visto que a análise da idade esquelética, considerada padrão ouro de medida, implica em alto custo, utilização de equipamentos sofisticados e demanda muito tempo para avaliação de grandes amostras. Neste sentido, a equação para estimativa da idade que um indivíduo se encontra do seu pico de velocidade de crescimento preconizado por Mirwald et al., (2002), vem sendo uma das medidas mais utilizadas para avaliação da estimativa da maturação somática, além de ser recomendado pela simplicidade e praticidade da sua utilização, o baixo custo operacional e, sobretudo, por ser considerado um método menos invasivo para a estimativa da maturação biológica.

O valor de concordância entre idade esquelética mensurada pelo método de referência e a idade estimada pela equação do PVC foi de  $r=0,15$ . Esse valor é considerado aproximado ao coeficiente de concordância encontrado em um estudo proposto por Malina et al., (2012) em que a concordância variou entre 0,11-0,13. O percentual de concordância encontrado neste estudo foi de 52,5%, valor considerado semelhante ao encontrado por Malina et al., (2012), que foi de 55% para atletas de 11 a 12 anos e 57% para jovens atletas de futebol de 13 a 14 anos.

A média de idade do PVC no presente estudo foi de 14,3 anos, similar às obtidas nos estudos longitudinais de 14,2 anos (Beunen et al., 1997); de 14,3 anos (Lefevre et al., 1990), maior que em estudos transversais que foi de 13,4 anos (Iuliano-Burns et al., 2001); de 13,7 anos (Sherar et al., 2004) e similar em estudos transversais brasileiros que foi de 14,8 anos (Machado et al., 2009).

Considerando os resultados na análise de desempenho, a idade do PVC estimada por meio da equação proposta por Mirwald et al., (2002) apresentou valores insatisfatórios para a inclinação (diferente de 1;  $P < 0,05$ ) em relação à reta de identidade. Além disso, os resultados sugerem que há superestimação para a os atletas considerados precoces e subestimação para aqueles considerados como tardios.

## **2.5 CONCLUSÃO**

As informações obtidas com este estudo indicam uma alta reprodutibilidade para as variáveis da estimativa da maturação somática pela utilização da equação do PVC, para a amostra estudada. Além disso, conclui-se que a utilização da técnica para estimativa da maturação somática e as classificações sugeridas, para determinar a estimativa da maturidade biológica podem classificar de maneira distinta os mesmos indivíduos, quando comparada com a idade esquelética. Nesse sentido, sugere-se cautela na escolha da técnica e da respectiva classificação para determinar a maturidade biológica.

## REFERÊNCIAS

- BAXTER-JONES, A. D. G.; EISENMANN, J. C.; SHERAR, L. B. Controlling for maturation in Pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, p. 18-30, 2005.
- BEUNEN, G. Biological age in pediatric exercise research. In: BAR-OR, O. (Ed.). **Advances in pediatric sport sciences**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, Volume Three-Biological Issues, 1989.
- BEUNEN, G. P. et al. Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 2, p. 225-230, 1997.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 8, n. 2, p. 135-160, 1999.
- CLAESSENS, A.; BEUNEN, G.; MALINA, R. Anthropometry, physique, body composition and maturity. In: ARMSTRONG e MECHELEN, V. (Ed.). **Pediatric exercise science and medicine**. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- GILLI, G. The assessment of skeletal maturation. **Hormone Research in Paediatrics**, v. 45 Suppl 2, p. 49-52, 1996.
- GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., *et al* (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. cap. 1, p.3-8.
- GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist**. Standford, CA: Standford University Press, 1959.
- HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2000.
- IULIANO-BURNS, S.; MIRWALD, R. L.; BAILEY, D. A. Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. **American Journal of Human Biology**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2001.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- LEFEVRE, J. et al. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. **Annals of Human Biology**, v. 17, n. 5, p. 423-435, 1990.
- LEPPIK, A.; JÜRIMÄE, T.; JÜRIMÄE, J. Reproducibility of anthropometric measurements in children: a longitudinal study. **Anthropologischer Anzeiger**, v. 62, n. 1, p. 79-91, 2004.

LOURIE, T. J. U. A. J. A.; ULIJASZEK, T. J. A. J. A. L. Intra- and inter-observer error in anthropometric measurement. **Anthropometry**. Cambridge University Press, 1994.

MACHADO, D.; BONFIM, M.; COSTA, R. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 14-21, 2009.

MALINA, R. M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise e Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**, 2009.

MALINA, R. M. et al. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. **Journal of Sports Science**, v. 30, n. 15, p. 1705-1717, 2012.

MALINA, R. M. et al. Skeletal age in youth soccer players: implication for age verification. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 20, n. 6, p. 469-474, 2010.

MARTIN, A. D. et al. Segment Lengths. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., *et al* (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. cap. 2, p.9-13.

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

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**, v. 31, n. 5, p. 586-593, 2004.

VICENT, J. **Statistics in kinesiology**. Champaign: Human Kinetics Book, 1999.

## **CAPÍTULO 3**

**Variação dos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio de acordo com diferentes métodos da estimativa da maturação biológica de jovens atletas de futebol**

Variation in the indicators of body composition and aerobic performance according to different methods of estimating the biological maturation of young soccer players

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi verificar a variação nos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio de acordo com a idade do pico de velocidade de crescimento (IPVC) e com a idade esquelética (IE) de jovens atletas de futebol. Para tanto, a amostra foi composta por 141 atletas, do sexo masculino, na faixa etária de 11 a 17 anos de idade, pertencentes a clubes de formação da região metropolitana de Londrina, Paraná. Foram realizadas avaliações antropométricas de massa corporal, estatura e altura sentada, e o índice de Massa Corporal foi calculado. A composição corporal foi obtida pela pletismografia de ar deslocado (BOD POD). A maturação biológica foi estimada pela IE, mediante radiografia da mão e do punho, e a IPVC. O desempenho aeróbio foi mensurado pelo Yo-Yo Intermittent Endurance Test. Para a caracterização da amostra, foi utilizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. Para verificar a variação nos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio com os diferentes métodos de estimativa da maturação biológica foi utilizado o teste de Mann-Whitney. O nível de significância adotado foi de 5%. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre a utilização da IE e da IPVC somente no indicador de densidade corporal, nas três categorias de classificação da maturidade esquelética. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre a aplicação da IE e da IPVC com o indicador de desempenho aeróbio nas três categorias de classificação da maturidade esquelética para os jovens atletas de futebol. Conclui-se que a utilização da técnica da IPVC pode ser uma alternativa para substituir a IE.

**Palavras-chave:** Idade Esquelética. Pico de Velocidade de Crescimento. Atletas. Adolescentes. Futebol.

**ABSTRACT:** The aim of the study was to determine the variation of indicators of body composition and aerobic performance in accordance with the age of peak height velocity (APHV) and the skeletal age (SA) of young soccer players. Therefore, the sample consisted of 141 athletes, male, aged 11-17 years old, pertaining to clubs training the metropolitan area of Londrina, Paraná. Were conducted anthropometric measurements of weight, height and sitting height. Was calculated the body mass index. Body composition was obtained by displaced air plethysmography (BOD POD). Biological maturation was estimated by SA, by X-ray of the hand and wrist, and the APHV. Aerobic performance was measured by Yo-Yo Intermittent Endurance Test. To characterize the sample, we used the descriptive statistics of mean and standard deviation. To verify the variation in the indicators of body composition and aerobic performance with the different methods of estimating the biological maturation, we used the Mann-Whitney test. The significance level was 5%. There were significant differences ( $p < 0.001$ ) between the use of SA and APHV only in body density indicator, the three categories of skeletal maturity rating. In addition, no significant differences were found ( $p < 0.001$ ) between the application of SA and APHV with the indicator of aerobic performance in the three categories of skeletal maturity rating for youth soccer players. We conclude that the use of APHV technique can be a great alternative to substitute the SA.

**Key words:** Skeletal age. Peak height velocity. Athletes. Adolescent. Soccer.



### 3.1 INTRODUÇÃO

A adolescência é um período marcado por grandes modificações no organismo, particularmente no tamanho físico e na composição corporal, e essas mudanças podem ocasionar um grande impacto tanto no desempenho motor, quanto na habilidade atlética. Assim, as demandas esportivas e físicas podem estar atreladas ao crescimento dos jovens atletas, indicando a necessidade de preestabelecer relações com os indicadores da maturação biológica.

Assim sendo, aqueles envolvidos na seleção e no desenvolvimento de talentos esportivos devem estar conscientes na grande variabilidade interindividual ocasionadas pelas mudanças no tamanho, proporções, funções, habilidades e desempenho que ocorrem com o processo de crescimento e maturação durante o período da adolescência (Bale et al., 1992; Figueiredo, et al., 2009a; Roescher et al., 2010). Algumas evidências sugerem que a variação no tamanho e desempenho entre os atletas jovens podem ser fatores de sucesso da carreira esportiva. Assim, é importante rever a variação associada à maturidade no desempenho (Beunen e Malina, 2008).

Em vista disso, o futebol que é considerado um dos esportes mais populares do mundo, apresentando mais de 240 milhões de praticantes em 2004 (Wong e Hong, 2005) ganhou ainda mais adeptos, tornou-se uma modalidade com grandes investidores atraindo inúmeros jovens que buscam brilhar nos gramados mais famosos do mundo. Esse aumento considerável na participação de crianças e adolescentes no desporto de alto rendimento tem sido observado em idades cada vez mais precoces. É comum atualmente verificar a participação de jovens em competições, exigindo alto desempenho físico, técnico e psicológico (Westerståhl et al., 2003; Eithsdóttir et al., 2008).

Dessa forma, um dos maiores problemas enfrentados para aqueles que estão envolvidos com o treino dos jovens, se origina na dificuldade de determinar se as modificações observadas nas capacidades físicas, nas habilidades específicas da modalidade e da composição corporal são decorrentes do treino ou são geradas pela variabilidade do processo biológico do crescimento e maturação (Seabra, Maia e Garganta, 2001).

São numerosos os estudos dedicados aos jovens levando em consideração a variação associada à maturação biológica dos atletas de modalidades esportivas

coletivas (Malina et al., 2000; Coelho E Silva et al., 2008; Figueiredo et al., 2009b; Coelho E Silva et al., 2010; Figueiredo et al., 2010). Jovens futebolistas são em média mais altos e com maior peso corporal que a média da população de adolescentes (Malina et al., 2005; Figueiredo et al., 2009a). Além disso, a variação nos indicadores das capacidades funcionais e habilidades específicas podem ser influenciadas pelas diferenças no estado de maturação de futebolistas (Figueiredo et al., 2009). As variáveis de crescimento e os indicadores da maturação biológica podem explicar pelo menos em parte o desempenho das capacidades funcionais e das habilidades esportivas específicas. Apesar de alguns estudos indicarem que a maturação sexual explica entre 18% e 35% aproximadamente o resultado nos indicadores de desempenho físico (Malina et al., 2004), outros indicam que somente de 5% a 18% das habilidades específicas podem ser atribuídas a esse fator (Malina et al., 2005).

Diante disso, acredita-se que as pesquisas envolvendo esta temática possam fornecer importantes informações quanto aos métodos de estimativa da maturação biológica, podendo ocasionar valiosas informações para o treino de jovens atletas futebolistas, principalmente no que diz respeito aos aspectos biológicos atrelados ao processo de treinamento, propiciando condições adequadas para contemplar a melhoria do desempenho atlético, emocional, psicológico e das habilidades específicas da modalidade. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar a variação nos indicadores da composição corporal e no desempenho aeróbio de acordo com a idade do pico de velocidade de crescimento e com a idade esquelética.

## **3.2 METODOLOGIA**

### **3.2.1 Delineamento**

O presente artigo, com delineamento transversal, foi desenvolvido a partir do banco de dados gerado por um estudo longitudinal, em jovens atletas de futebol denominado “Crescimento físico, maturação biológica, composição corporal e desempenho físico em jovens atletas de futebol: um estudo longitudinal”. Esse projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade

Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO A).

### **3.2.2 Amostra**

A amostra foi selecionada de forma intencional e foi constituída por 141 jovens futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos. Todos os sujeitos foram selecionados voluntariamente e pertenciam a clubes de futebol de formação, estabelecidos na região metropolitana de Londrina, Paraná, Brasil.

Os pais e/ou responsáveis pelos atletas foram informados sobre os procedimentos adotados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A). Como critério de inclusão, os atletas deveriam estar treinando regularmente no ano competitivo. Os atletas não pertencentes à faixa etária e os que não apresentarem condições físicas para realização dos testes, bem como aqueles que os responsáveis não autorizaram a participação não foram incluídos no estudo.

### **3.2.3 Variáveis do estudo**

#### **3.2.3.1 Antropometria**

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital, da marca Urano, modelo PS 180, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al., (1988). Com base nessas informações, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado. A altura tronco-cefálica foi mensurada utilizando um banco de 50 centímetros, acoplado ao estadiômetro. O comprimento das pernas foi obtido a partir da diferença da estatura pela altura tronco-cefálica (Martin et al., 1988).

#### **3.2.3.2 Composição corporal**

A composição corporal foi estimada pelo método da pletismografia de corpo inteiro mediante a utilização do equipamento Body Composition System (BOD POD,

Life Measurement Inc., Concord, CA, USA) a qual estima o volume corporal total através do deslocamento de ar. A medição de volume corporal envolveu duas etapas: (a) calibração do aparelho, e (b) medição do volume do indivíduo (tempo de medição médio de 50 segundos). O volume de gás torácico foi predito utilizando valores pré-determinados com base na altura, peso e idade. A densidade corporal foi calculada pela massa corporal dividida pelo volume corporal. O percentual de gordura foi estimado pela densidade corporal com base no modelo de dois compartimentos utilizando a equação específica para jovens (Lohman, 1992). A avaliação foi realizada observando-se os critérios descritos pelo manual do equipamento e os critérios descritos por Fields et al., (2000). O aparelho foi sempre calibrado antes das avaliações.

### 3.2.3.3 Maturação biológica

#### 3.2.3.3.1 Idade cronológica e esquelética

A idade cronológica (IC) foi estabelecida de forma centesimal, com base na diferença entre a data de nascimento do atleta e a data de avaliação da radiografia de pulso e mão esquerda. Radiografias pósterio-anterior da mão esquerda e punho foram obtidos em um laboratório especializado. Para estimativa da idade esquelética (IE), as radiografias foram avaliadas pelo método de Greulich-Pyle (GP) (Greulich e Pyle, 1959) pelo técnico radiologista do laboratório especializado.

A IE corresponde ao nível de maturidade esquelética atingida pelo avaliado em relação à amostra de referência é expressa em relação à IC. A diferença entre IE e IC (IE-IC) fornece uma estimativa da idade esquelética relativa (IER). Os atletas foram classificados em: tardios (atrasados) [IE menor que IC em 1,0 ano], no tempo [IE  $\pm$ 1,0 ano da IC], e precoces (avançados) [IE maior que IC em 1,0 ano]. Os critérios utilizados são consistentes com estudos anteriores de atletas jovens (Malina et al., 2010).

#### 3.2.3.3.2. Maturação somática

A maturidade biológica foi estimada pela avaliação da maturação somática por meio da determinação da distância a que um indivíduo se encontra do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC), a partir de modelos matemáticos baseados em medidas antropométricas (estatura, altura sentada, comprimento dos membros inferiores e massa corporal), idade e sexo (Mirwald et al., 2002). Posteriormente, o cálculo da idade do PVC (IPVC) foi efetuado mediante a diferença da idade cronológica em anos ao valor encontrado do PVC.

Para a classificação do IPVC, foram definidos no tempo, aqueles atletas que estão entre um desvio padrão (DP) da idade média geral do grupo (14,3 + 0,6 anos ou 13,6-14,9 anos); tardio aquele que a idade do PVC for >14,9 anos e precoce aquele com a idade do PVC <13,6 anos.

#### 3.2.3.4 Desempenho aeróbio

O Yo-Yo Intermittent Endurance Test (Bangsbo, 1994) foi aplicado para estimar o desempenho aeróbio. O teste avalia a capacidade de um indivíduo para executar repetidamente intervalos ao longo de um período prolongado de tempo, solicitando que o avaliado realize uma série de corridas de 20 metros com uma cadência pré-estabelecida por um metrônomo de áudio com um intervalo de descanso de 5 segundos entre cada 40 metros, com incrementos da velocidade a cada intervalo. O objetivo do teste é realizar o maior número possível de corridas até que o atleta não consiga manter a velocidade requerida. A unidade utilizada para a estimativa do desempenho aeróbio do atleta foi a distância percorrida durante o teste em metros.

#### 3.2.4 Análise de dados

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliação da normalidade dos dados. Para a caracterização da amostra, foi utilizada a estatística descritiva de média e desvio padrão. O teste de Mann-Whitney foi empregado para verificar a variação entre os indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio e os diferentes indicadores da maturação biológica dos jovens atletas. O nível de

significância foi estabelecido em 5%. Os dados foram analisados no pacote computacional SPSS, versão 20.0 e no MedCalc.

### 3.3 RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as características descritivas de jovens atletas de futebol de acordo com a categoria de jogo sub 11 e sub 13 e as categorias sub 15 e sub 17, respectivamente. Valores de média (desvio padrão), valores mínimos e máximos e sua respectiva amplitude são apresentados para cada categoria.

Foram encontrados valores de médias (desvio padrão) de idade cronológica de 11,5 (0,8); 13,1 (0,9); 14,9 (0,6) e 16,3 anos (0,5) e valores de idade óssea de 11,4 (1,7); 13,4 (1,6); 15,7 (1,4) e 17,1 anos (1,1) para as categorias sub 11, sub 13, sub 15 e sub 17, respectivamente. Além disso, os resultados apresentados de idade do PVC foram de 14,0 (0,6); 14,2 (0,5); 14,2 (0,7) e 14,4 anos (0,6) para as categorias sub 11, sub 13, sub 15 e sub 17, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Na Tabela 3 é apresentada a variação dos indicadores da composição corporal (densidade corporal, percentual de gordura e percentual de massa magra) entre os diferentes métodos da estimativa da maturação biológica: a idade esquelética e a idade do pico de velocidade de crescimento (maturidade somática). Os atletas foram categorizados nos diferentes métodos e foram divididos em: precoces, no tempo e tardios para ambas as classificações da maturidade biológica.

Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre a utilização da IE e a IPVC somente no indicador de densidade corporal, nas três categorias de classificação da maturidade esquelética para os jovens atletas de futebol.

Na tabela 4 é apresentada a variância do indicador do desempenho aeróbio entre os diferentes métodos da estimativa da maturação biológica: a IE e a IPVC. Não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre a idade esquelética e a idade do PVC com o indicador de desempenho aeróbio nas três categorias de classificação da maturidade esquelética para os jovens atletas de futebol.

**Tabela 1** – Características descritivas da amostra expressas em média (desvio padrão) das categorias sub 11 e sub 13 (n=45).

Variáveis	Sub 11 (n=17)				Sub 13 (n=28)			
	Média (DP)	Min	Max	Amp	Média (DP)	Min	Max	Amp
<b>Idade cronológica (anos)</b>	11,5 (0,8)	10,4	12,8	2,4	13,1 (0,9)	11,1	14,8	3,6
<b>Idade óssea (anos)</b>	11,4 (1,7)	7,0	13,0	6,0	13,4 (1,6)	10,0	17,0	7,0
<b>Idade PVC (anos)</b>	14,0 (0,6)	12,5	14,8	2,3	14,2 (0,5)	13,0	15,0	2,0
<b>Massa Corporal (Kg)</b>	39,3 (8,4)	29,8	66,0	36,2	46,7 (9,8)	30,2	66,9	36,7
<b>Estatura (cm)</b>	145,2 (5,5)	135,3	154,1	18,8	158,9 (10,1)	141,3	181,0	39,7
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	18,5 (2,7)	15,5	27,8	12,3	18,3 (2,2)	13,4	22,0	8,6
<b>Densidade Corporal</b>	1,03 (0,03)	1,0	1,1	0,07	1,05 (0,03)	1,0	1,1	0,8
<b>% Gordura</b>	14,8 (8,0)	4,7	33,0	28,3	10,7 (4,5)	4,0	24,0	20,0
<b>% Massa Magra</b>	85,2 (8,0)	67,0	95,3	28,3	89,3 (4,5)	76,0	96,0	20,0
<b>YoYo (metros)</b>	369,4 (107,3)	240	560	320	571,4 (161,8)	280	880	600

Nota: DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; Amp = amplitude; PVC = pico de velocidade de crescimento; IMC = índice de massa corporal; % Gordura = percentual de gordura; % Massa Magra = percentual de massa magra; YoYo = Yo-Yo Intermittent Endurance Test.

**Tabela 2** – Características descritivas da amostra expressas em média (desvio padrão) das categorias sub 15 e sub 17 (n=96).

Variáveis	Sub 15 (n=66)				Sub 17 (n=30)			
	Média (DP)	Min	Max	Amp	Média (DP)	Min	Max	Amp
<b>Idade cronológica (anos)</b>	14,9 (0,6)	13,7	15,9	2,2	16,3 (0,5)	15,4	17,7	2,3
<b>Idade óssea (anos)</b>	15,7 (1,4)	13,0	18,0	5,0	17,1 (1,1)	14,0	19,0	5,0
<b>Idade PVC (anos)</b>	14,2 (0,7)	13,0	12,1	3,2	14,4 (0,6)	12,7	15,0	3,2
<b>Massa Corporal (Kg)</b>	60,6 (11,3)	35,7	105,0	69,3	67,5 (8,7)	52,1	83,7	31,6
<b>Estatura (cm)</b>	170,3 (8,3)	145,0	187,4	42,4	173,3 (8,4)	150,0	194,5	44,3
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,8 (2,9)	15,5	34,9	19,4	22,6 (2,2)	18,6	27,1	8,5
<b>Densidade Corporal</b>	1,05 (0,03)	1,0	1,1	0,08	1,05 (0,04)	1,0	1,1	0,09
<b>% Gordura</b>	11,2 (5,4)	1,0	34,0	33,0	9,8 (3,9)	2,0	20,0	18,0
<b>% Massa Magra</b>	88,8 (5,4)	66,0	98,0	32,0	90,1 (3,9)	80,4	98,0	17,6
<b>YoYo (metros)</b>	770,3 (268,3)	280	1520	1240	1046,7 (232,8)	600	1600	1000

Nota: DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; Amp = amplitude; IMC = índice de massa corporal; % Gordura = percentual de gordura; % Massa Magra = percentual de massa magra; YoYo = Yo-Yo Intermittent Endurance Test.



**Tabela 3** – Variação dos indicadores da composição corporal entre a idade esquelética e a idade do PVC de acordo com a classificação em precoce, no tempo e tardio de jovens atletas de futebol (n=141).

	<b>Precoce</b>			
	<b>Idade PVC (n=25)</b>	<b>Idade Esquelética (n=60)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>Densidade corporal</b>	1,07 (0,01)	1,06 (0,02)	-8,99	<0,001
<b>% Gordura</b>	10,3 (6,9)	10,0 (6,0)	-0,15	0,88
<b>% Massa Magra</b>	89,7 (6,9)	90,0 (6,0)	-0,15	0,88
	<b>No tempo</b>			
	<b>Idade PVC (n=109)</b>	<b>Idade Esquelética (n=84)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>Densidade corporal</b>	1,05 (0,03)	1,07 (0,01)	-13,14	<0,001
<b>% Gordura</b>	11,0 (8,0)	10,7 (7,3)	-0,52	0,60
<b>% Massa Magra</b>	89,0 (8,0)	89,2 (7,3)	-0,52	0,60
	<b>Tardio</b>			
	<b>Idade PVC (n=23)</b>	<b>Idade Esquelética (n=13)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>Densidade corporal</b>	1,07 (0,01)	1,00 (0,03)	-5,04	<0,001
<b>% Gordura</b>	10,5 (6,2)	9,0 (9,0)	-1,17	0,25
<b>% Massa Magra</b>	89,5 (6,2)	91,0 (9,0)	-1,17	0,25

Nota: PVC = Pico de velocidade de crescimento; % Gordura = percentual de gordura; % Massa Magra = percentual de massa magra.

**Tabela 4** – Variação do indicador do desempenho aeróbio entre a idade esquelética e a idade do PVC de acordo com a classificação em precoce, no tempo e tardio de jovens atletas de futebol (n=141).

<b>Precoce</b>				
	<b>Idade PVC (n=24)</b>	<b>Idade Esquelética (n=62)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>YoYo (m)</b>	720 (420)	800 (490)	-0,39	0,69
<b>No tempo</b>				
	<b>Idade PVC (n=26)</b>	<b>Idade Esquelética (n=13)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>YoYo (m)</b>	640 (220)	600 (340)	-0,10	0,91
<b>Tardio</b>				
	<b>Idade PVC (n=26)</b>	<b>Idade Esquelética (n=13)</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
<b>YoYo (m)</b>	640 (220)	600 (340)	-0,10	0,91

Nota: PVC = Pico de velocidade de crescimento; YoYo = Yo-Yo Intermittent Endurance Test; m = metros.

### 3.4 DISCUSSÃO

Nos últimos anos a preocupação com os indicadores da maturação biológica de jovens atletas de futebol tem sido evidenciada devido ao fato de que, as variáveis de crescimento e os indicadores da maturação biológica podem explicar pelo menos em parte o desempenho das capacidades funcionais e das habilidades esportivas específicas. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de avaliar os indicadores da maturidade biológica, em todos os níveis, bem como classificar esses jovens atletas utilizando métodos menos invasivos.

Neste sentido, conhecer se existe variação ou não, dos diferentes métodos da estimativa da maturação biológica nos indicadores da composição corporal e no desempenho aeróbio, é fundamental, uma vez que, jovens futebolistas são em média mais altos e com maior peso corporal que a média da população de adolescentes (Malina et al., 2005; Figueiredo et al., 2009).

Além de que, o método da estimativa da maturação biológica mais indicado para essa estimativa, e, sobretudo, em atletas jovens, é o da idade esquelética. Método considerado invasivo, pois para sua obtenção é necessária uma radiografia da mão e do punho, requerendo assim, uma dose mínima de radiação, exigindo treinamento e conhecimentos específicos, além do seu alto custo operacional.

Embora nenhum sistema da maturação biológica forneça um diagnóstico completo do estado de maturidade de um indivíduo, as inter-relações entre os sistemas são positivas e se relacionam entre si durante a adolescência, além disso, indicam os níveis biológicos do desenvolvimento de crianças e/ou adolescentes (Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar, 2005; Malina, Bouchard e Bar-Or, 2009)

Sendo assim, o presente estudo, teve como objetivo verificar a variação dos indicadores da composição corporal e no desempenho aeróbio de acordo com a idade do pico de velocidade de crescimento e com a idade esquelética. As observações do presente estudo indicaram que não existe variação nos indicadores da composição corporal (exceto para densidade corporal) e do desempenho aeróbio entre os diferentes métodos da estimativa da maturação biológica.

O que justifica a utilização da idade do pico de velocidade de crescimento como alternativa a utilização da idade esquelética, é que o método contempla a simplicidade e praticidade da sua utilização, o baixo custo operacional, a precisão

das medidas, o acessível treinamento dos avaliadores, e, sobretudo, é um método considerado não invasivo para a avaliação de crianças e adolescentes.

Um estudo realizado por Machado et al., (2009) com crianças e adolescentes brasileiros do sexo masculino, participantes de atividades para a prática de futebol verificou que quando foi considerada IPVC, foi possível encontrar uma melhor explicação para o desempenho em testes motores, quando comparado com outros indicadores da maturidade biológica como a idade cronológica ou maturação sexual (genitálias e pelos).

Além disso, os autores concluem que a utilização do PVC apresenta vantagens éticas na classificação da maturação biológica de crianças e adolescentes. Sobretudo, por sua alta relação com o desempenho motor, muito embora nas idades finais do PVC essas diferenças tenderam a diminuir.

Os achados do presente estudo parecem demonstrar que não há variação nos indicadores da composição corporal e do desempenho aeróbio, quando comparados dois métodos da estimativa da maturação biológica. Assim, poder-se optar em utilizar um método menos invasivo, de baixo custo operacional e de fácil praticidade, uma vez que para jovens atletas de futebol, pareceu não sofrer variações em importantes indicadores do desempenho, quando comparado ao método de referência. No entanto, sugere-se cautela na utilização da idade do PVC para determinar a maturidade biológica, pois, até o momento, poucas pesquisas envolvendo jovens brasileiros estão disponíveis na literatura.

### **3.5 CONCLUSÃO**

As informações obtidas com este estudo indicam que não foi encontrada variação, tanto nos indicadores da composição corporal (exceto para densidade corporal), quanto para o desempenho aeróbio, quando comparadas dois métodos para a estimativa da maturação biológica para a amostra de jovens atletas de futebol. Além disso, conclui-se que a utilização da técnica para estimativa da maturação somática pela utilização da idade do PVC pode ser uma alternativa para substituir o indicador da estimativa da maturação biológica pela idade esquelética.

## REFERÊNCIAS

- BALE, P. et al. Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 32, n. 2, p. 142-148, 1992.
- BANGSBO, J. **Fitness training in Football - Scientific Approach**. Bagsvaerd: HO & Strom, 1994.
- BAXTER-JONES, A. D. G.; EISENMANN, J. C.; SHERAR, L. B. Controlling for maturation in Pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, p. 18-30, 2005.
- BEUNEN, G. Biological age in pediatric exercise research. In: BAR-OR, O. (Ed.). **Advances in pediatric sport sciences**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, v Three-Biological Issues, 1989.
- BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In: (Ed.). **The Young Athlete**: Blackwell Publishing Ltd, 2008. p.3-17. ISBN 9780470696255.
- CLAESSENS, A.; BEUNEN, G.; MALINA, R. Anthropometry, physique, body composition and maturity. In: ARMSTRONG e MECHELEN, V. (Ed.). **Pediatric Exercise Science and Medicine**. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- COELHO E SILVA, M. J. et al. Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. **European Journal of Sport Science**, v. 8, n. 5, p. 277-285, 2008.
- COELHO E SILVA, M. J. et al. Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old- basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 50, n. 2, p. 174-181, 2010.
- EITHSDÓTTIR, S. T. et al. Trends in physical activity and participation in sports clubs among Icelandic adolescents. **European Journal of Public Health**, v. 18, n. 3, p. 289-293, 2008.
- FIELDS, D. A.; GORAN, M. I. Body composition techniques and the four-compartment model in children. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 2, p. 613-620, 2000.
- FIGUEIREDO, A. J. et al. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. **Pediatric Exercise Science**, v. 22, n. 4, p. 596-612, 2010.
- FIGUEIREDO, A. J. et al. Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 9, p. 883-891, 2009a.

FIGUEIREDO, A. J. et al. Youth soccer players, 11–14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009b.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., *et al* (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. cap. 1, p.3-8.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1959.

LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assessment: current issues in exercise science**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1992.

MACHADO, D.; BONFIM, M.; COSTA, R. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 14-21, 2009.

MALINA, R. et al. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 5-6, p. 555-562, 2004.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2. 2009.

MALINA, R. M. et al. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. **Journal of Sports Science**, v. 30, n. 15, p. 1705-1717, 2012.

MALINA, R. M. et al. Maturity status of youth football players: a noninvasive estimate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 6, p. 1044-1052, 2005.

MALINA, R. M. et al. Skeletal age in youth soccer players: implication for age verification. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 20, n. 6, p. 469-474, 2010.

MALINA, R. M. et al. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 685-693, 2000.

MARTIN, A. D. et al. Segment Lengths. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., *et al* (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. cap. 2, p.9-13.

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

ROESCHER, C. R. et al. Soccer endurance development in professionals. **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 174-179, 2010.

SEABRA, A.; MAIA, J.; GARGANTA, R. Crescimento, maturação, aptidão física, força explosiva e habilidades motoras específicas. Estudo em jovens futebolistas e não futebolistas do sexo masculino dos 12 aos 16 anos de idade. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 1, n. 2, p. 22-35, 2001.

WESTERSTÅHL, M. et al. Secular trends in sports: participation and attitudes among adolescents in Sweden from 1974 to 1995. **Acta Paediatrica**, v. 92, n. 5, p. 602-9, 2003.

WONG, P.; HONG, Y. Soccer injury in the lower extremities. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 473-82, 2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais achados do presente estudo nos permitem concluir que para a população estudada, ou seja, jovens atletas de futebol da região metropolitana de Londrina - Paraná, a reprodutibilidade foi considerada de alta magnitude para as variáveis da estimativa da maturação somática pela utilização da equação do PVC. Além disso, a utilização da técnica para estimativa da maturação somática e as classificações sugeridas, para determinar a estimativa da maturidade biológica podem classificar de maneira distinta os mesmos indivíduos, quando comparada com a idade esquelética. Nesse sentido, sugere-se cautela na escolha da técnica e da respectiva classificação para determinar a maturidade biológica.

Além disso, as informações obtidas com este estudo indicam que não foi encontrada variação, tanto nos indicadores da composição corporal (exceto para densidade corporal), quanto para o desempenho aeróbio, quando comparadas dois métodos para a estimativa da maturação biológica para a amostra de jovens atletas de futebol. Sendo assim, conclui-se que a utilização da técnica para estimativa da maturação somática pela utilização da idade do PVC pode ser uma alternativa para substituir a idade esquelética.

Assim, tais achados podem auxiliar na adoção de estratégias de seleção, treinamento e monitoração de jovens atletas de futebol, auxiliando a comissão técnica dos clubes de formação nas decisões a serem tomadas no treino desses jovens futebolistas. Além disso, promover estratégias específicas visando à melhora do desempenho motor, do desempenho físico, da composição corporal, das habilidades específicas, não somente de acordo com a categoria de jogo, das funções específicas de cada posição, mas também de acordo com o estágio de maturação de cada jovem atleta.



## REFERÊNCIAS

- BALE, P. et al. Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 32, n. 2, p. 142-148, 1992.
- BANGSBO, J. **Fitness training in Football - Scientific Approach**. Bagsvaerd: HO e Strom, 1994.
- BAXTER-JONES, A. D. G.; EISENMANN, J. C.; SHERAR, L. B. Controlling for maturation in Pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, p. 18-30, 2005.
- BAYLEY, N.; PINNEAU, S. R. Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with the Greulich-Pyle hand standards. **Journal of Pediatrics**, v. 40, n. 4, p. 423-441, 1952.
- BEUNEN, G. Biological age in pediatric exercise research. In: BAR-OR, O. (Ed.). **Advances in pediatric sport sciences**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1989.
- BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In: (Ed.). **The Young Athlete**: Blackwell Publishing Ltd, 2008.
- BIELICKI, T.; KONIAREK, J.; MALINA, R. M. Interrelationships among certain measures of growth and maturation rate in boys during adolescence. **Annals Human Biology**, v. 11, n. 3, p. 201-210, 1984.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res*, v. 8, n. 2, p. 135-60, 1999.
- CLAESSENS, A.; BEUNEN, G.; MALINA, R. Anthropometry, physique, body composition and maturity. In: ARMSTRONG e MECHELEN, V. (Ed.). **Pediatric Exercise Science and Medicine**. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- COELHO E SILVA, M. J. et al. Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. **European Journal of Sport Science**, v. 8, n. 5, p. 277-285, 2008.
- COELHO E SILVA, M. J. et al. Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old- basketball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 50, n. 2, p. 174-181, 2010.
- EITHSDÓTTIR, S. T. et al. Trends in physical activity and participation in sports clubs among Icelandic adolescents. **European Journal of Public Health**, v. 18, n. 3, p. 289-293, 2008.

FIELDS, D. A.; GORAN, M. I. Body composition techniques and the four-compartment model in children. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 2, p. 613-620, 2000.

FIGUEIREDO, A. J. et al. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. **Pediatric Exercise Science**, v. 22, n. 4, p. 596-612, 2010.

FIGUEIREDO, A. J. et al. Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 9, p. 883-891, 2009a.

FIGUEIREDO, A. J. et al. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009b.

FLOR-CISNEROS, A. et al. Bone age and onset of puberty in normal boys. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 254-255, p. 202-206, 2006.

GILLI, G. The assessment of skeletal maturation. **Hormone Research in Paediatrics**, v. 45 Suppl 2, p. 49-52, 1996.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., et al (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1959.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2000.

IULIANO-BURNS, S.; MIRWALD, R. L.; BAILEY, D. A. Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. **American Journal of Human Biology**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2001.

KHAMIS, H. J.; ROCHE, A. F. Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. **Pediatrics**, v. 94, n. 4, p. 504-507, 1994.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LEFEVRE, J. et al. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. **Annals of Human Biology**, v. 17, n. 5, p. 423-35, 1990.

LEPPIK, A.; JÜRIMÄE, T.; JÜRIMÄE, J. Reproducibility of anthropometric measurements in children: a longitudinal study. **Anthropologischer Anzeiger**, v. 62, n. 1, p. 79-91, 2004.

LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assessment: current issues in exercise science**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1992.

LOURIE, T. J. U. A. J. A.; ULIJASZEK, T. J. A. J. A. L. Intra- and inter-observer error in anthropometric measurement. **Anthropometry**. Cambridge University Press, 1994.

MACHADO, D.; BARBANTI, V. Maturação esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 1, p. 12-20, 2007.

MACHADO, D.; BONFIM, M.; COSTA, R. Pico de velocidade de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 14-21, 2009.

MALINA, R. et al. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 5-6, p. 555-562, 2004.

MALINA, R. M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise e Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2ed. São Paulo: Phorte, 2009.

MALINA, R. M. et al. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. **Journal of Sports Science**, v. 30, n. 15, p. 1705-1717, 2012.

MALINA, R. M. et al. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13–15 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 5, p. 515-522, 2005.

MALINA, R. M. et al. Maturity status of youth football players: a noninvasive estimate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 6, p. 1044-1052, 2005.

MALINA, R. M. et al. Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 17, n. 5, p. 362-328, 2007.

MALINA, R. M. et al. Growth Status and Estimated Growth Rate of Youth Football Players:: A Community-Based Study. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 15, n. 3, p. 125-132, 2005.

MALINA, R. M. et al. Skeletal age in youth soccer players: implication for age verification. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 20, n. 6, p. 469-474, 2010.

MALINA, R. M. et al. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 685-693, 2000.

MARSHALL, W. A. Interrelationships of skeletal maturation, sexual development and somatic growth in man. **Annals of Human Biology**, v. 1, n. 1, p. 29-40, 1974.

MARTIN, A. D. et al. Segment Lengths. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., *et al* (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. cap. 2, p.9-13.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. **American Journal of Human Biology**, v. 6, n. 4, p. 451-455, 1994.

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

REYNOLDS, E. L.; WINES, J. V. Individual differences in physical changes associated with adolescence in girls. **American Journal of Diseases of Children**, v. 75, n. 3, p. 329-350, 1948.

\_\_\_\_\_. Physical changes associated with adolescence in boys. **American Journal of Diseases of Children**, v. 82, n. 5, p. 529-547, 1951.

ROCHE, A.; CHUMLEA, W.; THISSEN, D. **Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: Fels Method**. Springfield, Illinois: Charles C Thomas, 1988.

ROCHE, A. F.; WAINER, H.; THISSEN, D. Predicting adult stature for individuals. **Monographs in Paediatrics**, v. 3, p. 1-114, 1975a.

\_\_\_\_\_. The RWT method for the prediction of adult stature. **Pediatrics**, v. 56, n. 6, p. 1027-1033, 1975b.

ROESCHER, C. R. et al. Soccer endurance development in professionals. **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 174-179, 2010.

SCHLOSSBERGER, N. M.; TURNER, R. A.; IRWIN, C. E. Validity of self-report of pubertal maturation in early adolescents. **Journal of Adolescent Health**, v. 13, n. 2, p. 109-113, 1992.

SEABRA, A.; MAIA, J.; GARGANTA, R. Crescimento, maturação, aptidão física, força explosiva e habilidades motoras específicas. Estudo em jovens futebolistas e não futebolistas do sexo masculino dos 12 aos 16 anos de idade. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 1, n. 2, p. 22-35, 2001.

SEMPÉ, M.; PAVÍA, C. **Atlas de la Maturation Squelettique**. Lyon, France: Simep SA, 1979.

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**, v. 31, n. 5, p. 586-93, 2004.

TANNER, J. **Growth at Adolescence**. Oxford: Blackwell, 1962.

TANNER, J. et al. **Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method)**. London: Saunders, 2001.

\_\_\_\_\_. **Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height**. New York: Academic Press, 1983.

TANNER, J. M. et al. **Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)** New York: Academic Press, 1975.

TODD, T. **Atlas of skeletal Maturation**. St Louis: Mosby, 1937.

VICENT, J. **Statistics in kinesiology**. Champaign: Human Kinetics Book, 1999.

WESTERSTÅHL, M. et al. Secular trends in sports: participation and attitudes among adolescents in Sweden from 1974 to 1995. **Acta Paediatrica**, v. 92, n. 5, p. 602-609, 2003.

WONG, P.; HONG, Y. Soccer injury in the lower extremities. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 473-482, 2005.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

## TÍTULO DA PESQUISA:

**“Crescimento físico, maturação biológica, composição corporal e desempenho físico em jovens atletas de futebol: um estudo longitudinal.”**

Prezado (a) Senhor (a):

Gostaríamos de convidar seu filho \_\_\_\_\_ a participar da pesquisa “Crescimento físico, maturação biológica, composição corporal e desempenho físico em jovens atletas de futebol: um estudo longitudinal”, a ser realizada na Universidade Estadual de Londrina - UEL. O objetivo desta pesquisa é analisar a estimativa da contribuição da idade, do crescimento físico, da composição corporal, da maturação biológica na variação das capacidades funcionais em jovens futebolistas de 11 a 17 anos de idade.

Todas as avaliações serão realizadas dentro da própria UEL, no Centro de Educação Física e Esporte e em uma clínica particular e/ou laboratório especializado de radiologia (Raio-X da mão e punho) na cidade de Londrina. Além disso, após esclarecimentos sobre os objetivos do estudo será solicitada autorização do responsável pela equipe de futebol para que as avaliações sejam realizadas durante os treinamentos. A assinatura deste termo permitirá que o atleta participe das seguintes atividades: (1) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, histórico de doenças e familiar, hábitos alimentares, aspectos motivacionais e orientação de objetivos; (2) Medidas de peso corporal, estatura, avaliação da composição corporal pelo método da pletismografia de corpo inteiro mediante a utilização do equipamento Body Composition System com duração de aproximadamente cinco minutos, em que o atleta ficará sentado dentro do próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas leves como, sunga e/ou shorts (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco); (3) Radiografias pósterio anterior da mão esquerda e punho serão obtidos em um laboratório particular especializado para estimativa da idade esquelética (IE), mediante laudo médico; (4) realização de uma bateria de testes físicos a seguir:

teste de corrida de vai e vem de 20m, teste de salto vertical, teste de repetições abdominais, teste de flexibilidade.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária e não será cobrada taxa alguma pelas avaliações. Da mesma forma, os participantes não receberão qualquer tipo de auxílio financeiro pelo envolvimento neste projeto. Você pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e sua identidade sempre será preservada.

Ao final do estudo, comprometemo-nos a disponibilizar as informações ao clube e aos participantes. Espera-se com essa pesquisa, contribuir para o conhecimento técnico-científico sobre o tema, possibilitar o acesso aos resultados de modo que ofereçam subsídios para o estabelecimento de ações no processo de detecção e seleção de talentos esportivos e na melhoria da prescrição de treinamentos para atletas jovens. Apesar de considerado mínimo, o possível risco é o cansaço durante os testes físicos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contatar o Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque, no Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício - GEPAFE, localizado no Centro de Educação Física e Esporte da UEL: telefone (43) 3371-4772 / 9910-6907, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UEL, na Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371-2490.

(Responsável pelo atleta)

Eu, \_\_\_\_\_ R.G. \_\_\_\_\_

declaro que estou ciente e concordo com a participação do atleta no referido projeto.

(Atleta)

Eu, \_\_\_\_\_ R.G. \_\_\_\_\_

declaro que estou ciente e concordo com a minha participação no referido projeto.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



**ANEXOS**

## ANEXO A

Carta de aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS**  
 Universidade Estadual de Londrina  
 Registro CONEP 5231

Parecer CEP/UEL:	070/2012
CAAE:	03992312.0.0000.5231
Processo:	15102/2012
Pesquisador(a):	Enio Ricardo Vaz Ronque
Unidade/Órgão:	CEFE – Departamento de Educação Física
<p>Prezado(a) Senhor(a):</p> <p>O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:</p> <p><b>"CRESCIMENTO FÍSICO, MATURAÇÃO BIOLÓGICA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DESEMPENHO FÍSICO EM JOVENS ATLETAS DE FUTEBOL: UM ESTUDO LONGITUDINAL"</b></p>	
<p>Situação do Projeto: <b>Aprovado</b></p> <p>Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.</p>	
<p align="center">Londrina, 06 de agosto de 2012.</p> <p align="center">   <b>Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli</b>        Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos        Universidade Estadual de Londrina     </p>	