



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FELIPE NUNES RABELO

**MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E
CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE
13 A 16 ANOS**

Londrina
2012

FELIPE NUNES RABELO

**MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E
CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE
13 A 16 ANOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Reeberg Stanganelli

Londrina
2012

FELIPE NUNES RABELO

**MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E
CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE 13 A 16
ANOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Claudio Reeberg Stanganelli
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Raul Osiecki
UFPR – Curitiba – PR

Londrina, 22 de junho de 2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo amor incondicional e apoio constante durante essa longa caminhada de sacrifícios e de muito aprendizado.

Aos grandes amigos de Brasília que merecem ser lembrados nesse momento, por todos os momentos de ótimo convívio.

Aos amigos Jonatas Bursaca, Fernando Matzenbacher, Bruno Pasquarelli, Mário Balvedi, Martins Filho, Helder Kasuya, André Damasceno, Roberto Tupan, Marcelo Diarcádia, Emmanuel Gosser, César Andrade, André Fornaziero, pelo companheirismo durante esses últimos anos.

Aos colegas que me acompanharam no programa de mestrado, pela ajuda mútua nesse processo de qualificação da vida acadêmica e profissional.

Aos colegas de laboratório pela amizade e auxílio durante o processo de coletas de dados.

Ao professor Luiz Cláudio Reeberg Stanganelli, não só pela orientação e direcionamento neste trabalho, mas principalmente pela amizade construída desde a etapa de graduação. Aos professores Enio Ricardo Vaz Ronque e Raul Osiecki por aceitarem participar da banca examinadora.

Aos professores Antônio Carlos Dourado e Ronaldo José Nascimento, pelos ensinamentos e especialmente pela amizade.

Às equipes Junior Team Futebol e PSTC, pela parceria, paciência e prontidão em ceder os atletas para a realização das avaliações físicas.

RABELO, Felipe Nunes. **Maturação biológica, aspectos morfológicos e capacidades motoras de atletas de futebol de 13 a 16 anos.** 2012. 86p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Em um esporte como o futebol, no qual o desenvolvimento físico avançado é determinante para o resultado, os jogadores mais jovens estão em considerável desvantagem. O objetivo deste estudo consistiu em comparar os aspectos morfológicos e motores de atletas de futebol de 13 a 16 anos baseados na maturação biológica. Participaram do estudo 30 atletas de futebol do sexo masculino ($14,5 \pm 0,6$ anos; $171,2 \pm 7,6$ cm; $60,6 \pm 8,4$ kg; $14,5 \pm 4,2$ % de gordura corporal) com média de quatro anos de experiência na modalidade, pertencentes às equipes de futebol de Londrina. Os sujeitos foram submetidos às avaliações antropométricas, de composição corporal e testes motores para determinar força explosiva, velocidade, resistência de velocidade, resistência aeróbia e agilidade. Para determinação da maturação biológica e classificação dos grupos quanto ao estado de maturidade esquelética (13-14 anos; 15 anos; 16-17 anos), foi realizada radiografia de mão e punho, segundo o método de Greulich-Pyle. Para análise estatística, foi utilizada a ANOVA *one-way* para comparação entre grupos e o teste *post hoc* de *Tukey* para análise intra-grupos, além da análise de covariância (ANCOVA) para identificar o efeito da covariável idade esquelética nas diferenças entre grupos. Diferenças entre a distribuição das frequências de datas de nascimento observada e esperada foram analisadas pelo teste não-paramétrico Qui-quadrado (χ^2). Utilizou-se o *software* SPSS 18.0 e o nível de significância adotado foi $P < 0,05$. Foi evidenciado que o grupo 16-17 anos apresentou maior peso corporal ($67,0 \pm 8,3$ vs. $55,1 \pm 7,0$ kg), maior massa isenta de gordura ($60,0 \pm 8,0$ vs. $47,6 \pm 5,4$ kg), maior densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo de corpo total (DMO: $1,25 \pm 0,10$ g/cm², CMO: $3034 \pm 356,4$ g vs DMO: $1,11 \pm 0,60$ g/cm², CMO: 2389 ± 328 g) e de pernas (DMO: $1,51 \pm 0,10$ g/cm², CMO: 1329 ± 145 g vs. DMO: $1,30 \pm 0,10$ g/cm², CMO: $1059,1 \pm 150$ g) e densidade mineral óssea de tronco ($1,01 \pm 0,06$ vs. $0,91 \pm 0,06$ g/cm²), quando comparado ao grupo 13-14 anos. Além disso, o grupo 16-17 anos obteve melhores resultados nos testes de salto livre ($42,1 \pm 7,5$ vs. $35,0 \pm 3,0$ cm) e salto sêxtuplo ($14,3 \pm 1,0$ vs. $13,0 \pm 1,0$ cm), velocidade 10 e 30m ($1,80 \pm 0,07$ vs. $1,96 \pm 0,11$ s; $4,23 \pm 0,16$ vs. $4,73 \pm 0,15$ s) e resistência de velocidade ($7,63 \pm 0,21$ vs. $8,20 \pm 0,30$ s; $7,31 \pm 0,22$ vs. $7,90$ vs. $0,30$ s). Analisando o Efeito da Idade Relativa, identificou-se uma prevalência de atletas nascidos no primeiro trimestre do ano (56,7%). Portanto, concluiu-se que os atletas mais avançados na maturação biológica se sobressaíram quanto aos aspectos físicos e morfológicos, resultando em possíveis vantagens no desempenho do futebol, podendo excluir aqueles mais atrasados na importante fase de formação esportiva do atleta.

Palavras-chave: Maturação. Futebol. Idade esquelética. Capacidades motoras. Composição corporal.

RABELO, Felipe Nunes. **Maturation, morphological aspects and motor capacities of young soccer athletes aged 13 to 16 years old.** 2012. 86p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

In a sport like soccer, enhanced physical development is a determinant factor for the result, in which the youngest players are in considerable disadvantage. The aim of this study was to compare the morphological and motor aspects of young soccer players aged 13-16 years old based on biological maturation. Thirty male soccer players participated in this study (14.5 ± 0.6 years, 171.2 ± 7.6 cm, 60.6 ± 8.4 kg, $14.5 \pm 42\%$ body fat) with at least four years of practical experience in the sport, representing soccer teams of Londrina, Paraná. The subjects underwent anthropometric and body composition evaluations and motor tests to determine the power, speed, repeated sprint ability, agility and aerobic endurance. To assess the biological maturation and for the categorization of groups based on skeletal maturity (13-14; 15; 16-17 years-old groups), posterior-anterior radiographs of the left hand-wrist were taken according to Greulich-Pyle method. Statistical analysis was performed using the one-way ANOVA for comparison between groups and *post hoc* Tukey test for intra-group analysis, and analysis of covariance (ANCOVA) to identify the effect of the covariate skeletal age on the group differences. Differences between the frequency distribution of birth dates observed and expected were analyzed by the nonparametric chi-square (χ^2) test. Data were analysed using the SPSS 18.0 software and the statistical significance was set at $P < 0.05$. It was found that the 16-17 years-old group in skeletal age showed higher body weight (67.0 ± 8.3 vs. 55.1 ± 7.0 kg), increased fat-free mass (60.0 ± 8.0 vs. 47.6 ± 5.4 kg), greater bone mineral density and bone mineral content of total body (DMO: 1.25 ± 0.10 g/cm², CMO: 3034 ± 356.4 g vs DMO: 1.11 ± 0.60 g/cm², CMO: 2389 ± 328 g) and legs (DMO: 1.51 ± 0.10 g/cm², CMO: 1329 ± 145 g vs. DMO: 1.30 ± 0.10 g/cm², CMO: 1059.1 ± 150 g) and bone mineral density of trunk (1.01 ± 0.06 vs. 0.91 ± 0.06 g/cm²) when compared to the 13-14 years-old group. Furthermore, the 16-17 years-old group performed significantly better in the counter movement jump with arms (42.1 ± 7.5 vs. 35.0 ± 3.0 cm) and sixfold jump test (14.3 ± 1.0 vs. 13.0 ± 1.0 cm), 10m and 30m dash (1.80 ± 0.07 vs. 1.96 ± 0.11 s; 4.23 ± 0.16 vs. 4.73 ± 0.15 s) and repeated sprint ability test (7.63 ± 0.21 vs. 8.20 ± 0.30 s; 7.31 ± 0.22 vs. 7.90 ± 0.30 s). Analyzing the Relative Age Effect, it was verified a prevalence of athletes born in the first quarter of the year (56,7%). Therefore, it was concluded that the early maturing soccer players presented better results in physical and morphological evaluations, possibly resulting in advantages in soccer performance, which could exclude a late maturing talented soccer player of the important stage of an athlete development program.

Keywords: Maturation. Soccer. Skeletal age. Motor capacities. Body composition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Efeitos do tempo de maturação biológica e a da aptidão física inata sobre o desenvolvimento fisiológico e desempenho (adaptado de Rowland, 2008)	18
Figura 2 – Alterações do consumo máximo de oxigênio com a idade (adaptado de Wilmore & Costill, 2001)	20
Figura 3 – Desenvolvimento da força de preensão em uma mão com a idade em meninas e meninos (adaptado de Rowland, 2008).....	22
Figura 4 – Desempenho médio no salto em distância e salto vertical, entre 5 e 18 anos de idade (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009)	22
Figura 5 – Desempenho médio no arremesso de <i>medicine ball</i> em distância, entre 6 e 18 anos de idade (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009)	23
Figura 6 – Velocidade média de corrida no teste de 30 metros, entre 5 e 18 anos de idade (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009)	25
Figura 7 – Agilidade média como medida de desempenho em uma corrida de vaivém de crianças entre 5 e 18 anos de idade (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009).....	25
Figura 8 – Alterações do conteúdo mineral ósseo total e do conteúdo mineral ósseo da cabeça e do tronco (a) e das extremidades (b) desde a pré-adolescência até a idade adulta jovem (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009).....	28
Figura 9 – Alterações em densidade mineral óssea total do corpo estimada e densidade mineral óssea da cabeça, do tronco (a) e das extremidades (b) desde a pré-adolescência até a idade adulta jovem (adaptado de Malina; Bouchard; Bar-Or, 2009).....	29
Figura 10 – Alterações da massa gorda (MG) e da massa isenta de gordura (MIG) para indivíduos do sexo masculino e feminino com idade entre 8 e 28 anos (adaptado de Wilmore & Costill, 2001)	31
Figura 11 – Alterações da taxa de aumento da estatura de acordo com a idade (adaptado de Wilmore & Costill, 2001)	32

Figura 12 – Alterações da taxa de aumento do peso corporal de acordo com a idade (adaptado de Wilmore & Costill, 2001)	33
Figura 13 – Desenho esquemático do teste YYIR1	48
Figura 14 – Desenho esquemático do teste de <i>sprints</i> repetidos	48
Figura 15 – Desenho esquemático do teste do quadrado	49
Figura 16 – Desenho esquemático do teste salto sêxtuplo	50
Figura 17 – Distribuição das datas de nascimento de atletas de futebol por quartos de ano.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das datas de nascimento de acordo com estudos publicados sobre Efeito da Idade Relativa no futebol	41
Tabela 2 – Caracterização da amostra dividida por grupos etários, de acordo com a idade esquelética	52
Tabela 3 – Frequência absoluta e frequência relativa de atletas de futebol classificados por maturação atrasada, normal e avançada	52
Tabela 4 – Comparação das variáveis antropométricas entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.....	53
Tabela 5 – Comparação das variáveis de composição corporal entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.....	54
Tabela 6 – Comparação das variáveis motoras de potência muscular entre os grupos etários, baseados na idade esquelética	55
Tabela 7 – Comparação das variáveis motoras de resistência de velocidade e resistência aeróbia entre os grupos etários, baseados na idade esquelética	55
Tabela 8 – Comparação das variáveis motoras de velocidade e agilidade entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.....	56
Tabela 9 – Comparação das variáveis morfológicas e motoras entre os grupos etários, baseados na idade cronológica, considerando a covariável idade esquelética.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EIR	Efeito da idade relativa
PVC	Pico de velocidade de crescimento
GP	O método de Greulich-Pyle
IE	Idade esquelética
IC	Idade cronológica
FIFA	Federation Internationale de Football Association
DEXA	Densitometria computadorizada por absormetria radiológica de dupla energia
YYIR1	Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1
RSA	Teste de <i>sprints</i> repetidos
SJ	Salto vertical máximo
CMJ	Salto vertical máximo com contramovimento e sem auxílio dos membros superiores
SL	Salto vertical máximo com contramovimento e com auxílio dos membros superiores
DMO	Densidade mineral óssea (g/cm^2)
CMO	Conteúdo mineral ósseo (g)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 MATURAÇÃO BIOLÓGICA	16
2.1.1 Conceito de Maturação Biológica	16
2.1.2 Avaliação da Maturidade Biológica	17
2.1.3 Maturação Biológica e Exercício	18
2.1.3.1 Aptidão aeróbia	19
2.1.3.2 Força muscular	21
2.1.3.3 Velocidade e agilidade	24
2.1.3.4 Alterações na composição corporal de jovens	26
2.1.3.4.1 <i>Conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea</i>	27
2.1.3.4.2 <i>Gordura corpórea total e massa isenta de gordura</i>	30
2.1.3.5 Alterações na estatura e peso corporal de jovens	31
2.1.4 Pico de Velocidade de Crescimento (PVC)	33
2.1.5 Maturação Biológica e Desempenho no Futebol	36
2.2 EFEITO DA IDADE RELATIVA (EIR)	40
3 METODOLOGIA	43
3.1 TIPO DE ESTUDO	43
3.2 DESIGN DO ESTUDO	43
3.3 AMOSTRA	43
3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	44
3.4.1 Verificação do Efeito da Idade Relativa	44
3.4.2 Verificação da Idade do Pico de Velocidade de Crescimento	44
3.4.3 Composição Corporal	45
3.4.4 Antropometria	45
3.4.5 Idade Esquelética	46

3.4.6 Testes Motores	47
3.4.6.1 Resistência aeróbia	47
3.4.6.2 Resistência de velocidade	48
3.4.6.3 Velocidade	48
3.4.6.4 Agilidade	49
3.4.6.5 Potência de membros inferiores	49
3.4.6.5.1 Saltos verticais	49
3.4.6.5.2 Salto sêxtuplo	50
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
4 RESULTADOS	52
5 DISCUSSÃO	58
5.1 PICO DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO	58
5.2 ESTADO DE MATURIDADE BIOLÓGICA	59
5.3 EFEITO DA IDADE RELATIVA	60
5.4 ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL	61
5.5 CAPACIDADES MOTORAS	63
5.5.1 Força Explosiva	63
5.5.2 Resistência de Velocidade	65
5.5.3 Velocidade	66
5.5.4 Resistência Aeróbia	67
5.5.5 Agilidade	69
5.6 APLICAÇÕES PRÁTICAS	70
6 CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXOS	80
ANEXO A – Modelo do Termo de Consentimento Informado utilizado	81
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	83
ANEXO C – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos	85
ANEXO D – Modelo da Ficha de Anotação dos dados coletados na execução dos testes motores	86

1 INTRODUÇÃO

No contexto esportivo, muitos fatores são relevantes para determinação do sucesso de um jogador de futebol e a exigência para a prática em alto nível competitivo é multifatorial, justificando a complexidade em prever o desempenho esportivo de jovens atletas.

Em algumas situações da prática esportiva, encontramos jovens em diferentes estágios maturacionais dentro de um mesmo grupo de treinamento ou categoria competitiva. Situações que, pela diferença interindividual no componente físico, podem favorecer os mais adiantados no processo de desenvolvimento biológico e, que podem desmotivar e automaticamente excluir outros mais tardios, com possibilidades reais de se tornarem excelentes atletas no futuro (MALINA, 2003). Evidências científicas demonstram que, jovens em estágios maturacionais avançados em relação a indivíduos com maturação atrasada de um mesmo grupo de treinamento, apresentam vantagens no desempenho esportivo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; HELSEN; WINCKEL; WILLIAMS, 2005).

Profissionais responsáveis pelo processo de formação do jovem atleta, influenciados pelo pensamento emergencial e resultados imediatos, insistentemente buscam acelerar o desenvolvimento físico de seus pupilos sobrepondo, de forma equivocada, as etapas importantes da formação esportiva em longo prazo. Por muitas vezes, desconhecendo as diversas transformações corporais que ocorrem durante a puberdade, submetem os jovens atletas à cargas de treinamento incompatíveis com sua capacidade de suportá-las devido a um possível atraso em seu desenvolvimento biológico (MAZZUCCO, 2007).

Tratando do processo de detecção e seleção de talentos, o panorama é ainda mais delicado. Os períodos de avaliação técnica, ou usualmente chamados de “peneiras”, constituem na estratégia de muitos clubes para selecionar seus futuros craques. Porém, esta forma de detecção e seleção de possíveis talentos favorece àqueles fisicamente superiores, principalmente nos quesitos tamanho corporal, força e velocidade, os quais consistem nas características determinantes no desempenho do futebol (HELSEN; WINCKEL; WILLIAMS, 2005).

Considerando a atual categorização das competições de jovens futebolistas em períodos bianuais, baseada na idade cronológica, potencializa-se o cenário de desvantagens físicas, cognitivas e experiência de jogo para aqueles que

apresentam idade biológica inferior à idade cronológica, principalmente, aqueles que compõem o grupo de novatos da categoria (FIGUEIREDO *et al.*, 2009).

Assim, a determinação do estado de maturidade do jovem atleta, por meio de métodos fidedignos e precisos de avaliação maturacional, se faz necessária para o adequado diagnóstico do atleta. Atualmente, existem diversos métodos para esta finalidade, sendo os mais utilizados os indicadores sexuais, somáticos e esqueléticos (BAXTER-JONES; EISENMANN; SHERAR, 2005)

A maturação sexual em estudos de crescimento está baseada nas características sexuais secundárias adotando os critérios descritos por Tanner (1962), que consistem em estágios de desenvolvimento para órgãos genitais, seios e pelos púbicos. Os indicadores somáticos, como estatura e peso corporal e seus derivados picos de velocidade de crescimento, são comumente utilizados em caráter longitudinal para determinação do estado de maturidade baseado em medidas antropométricas normatizadas. A avaliação da maturidade esquelética, por sua vez, é baseada em alterações no esqueleto em desenvolvimento a partir de exames de raios-x da mão e punho, que podem ser visualizadas e avaliadas em radiografias-padrão identificando o aparecimento dos centros ósseos, formato dos ossos e fusão epifisial (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Poucos são os estudos nacionais que analisaram os efeitos da idade (cronológica ou biológica) em índices de aptidão física em grupos com prática esportiva sistemática. É importante destacar que, em nosso país, o futebol apresenta uma grande importância sócio-econômica-cultural, sendo muito praticado pela população mais jovem, indicando a necessidade de estudos que analisem as possíveis influências da sua prática em crianças e adolescentes (VILLAR; DENADAI, 2001). Dessa maneira, os resultados de estudos com estes objetivos poderão auxiliar na escolha dos métodos e conteúdos de treinamento, assim como na dosagem da intensidade e duração das cargas de treinamento adaptadas à realidade fisiológica da idade.

Portanto, necessita-se de estudos mais aprofundados que visem detectar e analisar o período maturacional no qual o atleta se encontra dentro da categoria específica, com o objetivo de aceitar a variabilidade individual e planejar o treinamento dos jovens atletas respeitando suas particularidades. Considerando tais fatos, as seguintes hipóteses foram destacadas: qual a prevalência de atletas de futebol entre 13 e 16 anos de equipes de Londrina que apresentem maturidade

atrasada, normal e avançada; se há diferença nos aspectos morfológicos e motores considerando os grupos discriminados pelo estado maturacional e; qual a distribuição das datas de nascimento dos atletas a partir da classificação por quartis.

1.1 JUSTIFICATIVA

Este estudo se faz necessário e, dessa maneira, justifica-se:

1) Contribuir para o melhor entendimento de preparadores físicos e treinadores a respeito do processo de maturação biológica do jovem atleta relacionado à aptidão física, elucidando questões ainda pouco definidas no ambiente do futebol;

2) Destacar a importância em respeitar a individualidade biológica do jovem atleta permitindo seu desenvolvimento natural, evitando assim, acelerar o processo de formação esportiva direcionando para uma especialização precoce;

3) Clarificar questões envolvendo o processo de formação esportiva nas categorias de base do futebol, acerca das características físicas envolvendo atletas de diferentes idades cronológicas e biológicas;

4) Pela escassez de estudos na literatura científica nacional envolvendo a maturação biológica e aspectos morfológicos e funcionais específicos da modalidade futebol.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Descrever e analisar os aspectos morfológicos e motores em atletas de futebol de 13 a 16 anos baseados na maturação biológica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar possíveis diferenças entre idade esquelética e idade cronológica de atletas jovens de futebol de Londrina;

- Verificar a idade do pico de velocidade de crescimento (PVC) atingida por atletas de futebol de Londrina;
- Identificar a distribuição das frequências de datas de nascimento de atletas jovens de futebol de Londrina utilizando a classificação por quartis, considerando o efeito da idade relativa (EIR);

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MATURAÇÃO BIOLÓGICA

2.1.1 Conceito de Maturação

Desde o nascimento até a idade adulta, o organismo jovem passa por uma série de estágios, o que implica grau crescente de maturação e caracteriza o processo evolutivo do ser humano. Embora o processo de amadurecimento possa estar associado à evolução do organismo ainda jovem – diferentemente do que ocorre com o crescimento, quando a característica principal é a hiperplasia e/ou hipertrofia celular – na maturação são envolvidos processos de especialização e diferenciação celular.

Por definição, Matsudo e Matsudo (1991), conceituam maturação biológica como o processo que leva a um completo estado de desenvolvimento morfológico, fisiológico e psicológico e que, necessariamente, tem controle genético e ambiental. Beunen (2009) acrescenta ainda que este processo corresponde às mudanças “desenvolvimentais” que permitem, a todos os indivíduos, alcançar o mesmo ponto final.

Para Malina, Bouchard e Bar-or (2009) o conceito de maturação está baseado na relação entre o tempo biológico e o tempo do calendário. Dessa maneira, a duração do tempo de maturação biológica de uma criança não procede necessariamente em conjunto com a idade cronológica, sendo que indivíduos variam no nível de maturidade atingida em um determinado período da vida, em *timing* (momento em que ocorre um dado evento maturacional) e *tempo* (ritmo com que esse evento se manifesta).

Se por um lado, a dinâmica dos diferentes estágios de maturação dos sistemas biológicos é semelhante em todos os indivíduos jovens, por outro, podem ocorrer variações individuais significativas quanto à época com que os estágios maturacionais mais avançados são atingidos. Portanto, a avaliação da maturidade biológica consiste na ferramenta para determinação do estágio em que se encontra o indivíduo a fim de analisar o processo maturacional, entendido aqui como a análise do relacionamento entre a constituição física e a maturação biológica (MALINA, 2003).

2.1.2 Avaliação da Maturidade Biológica

Os indicadores de maturidade biológica comumente mais utilizados em estudos de crescimento são: maturação somática, sexual e esquelética.

A maturação somática fornece o tamanho atingido pelo indivíduo (altura e peso) segundo os padrões normativos. O tamanho normativo foi determinado por Wetzel (1948) pelo mapeamento exaustivo de alturas e pesos de milhares de indivíduos. A escala de Wetzel foi usada, por muitos anos, pela maioria dos pediatras, como meio básico de determinar a idade morfológica de seus pacientes. Embora não seja tão usada atualmente devido à alterações seculares (isto é, mudanças ao longo de gerações) em altura e peso, a escala Wetzel foi, em certa época, o método mais popular para determinar a idade morfológica (GALLAHUE; OZMUN, 2005).

A maturação sexual pode ser avaliada por meio de estágios de desenvolvimento que, de acordo com Tanner (1962) são: a) cinco estágios para desenvolvimento dos genitais nos meninos; b) cinco estágios de desenvolvimento das mamas nas meninas; c) cinco estágios de pilosidade pubiana para ambos os sexos. Uma limitação desta técnica pode ser atribuída à dificuldade em ser realizada devido à necessidade da presença de um médico especializado e um local adequado, além de causar constrangimento ao adolescente por se colocar seminudamente diante do observador médico, ao mesmo tempo causando desconforto ao avaliador. Apesar da alternativa em realizar a auto-avaliação, o viés da subjetividade pode resultar em avaliações superestimadas ou subestimadas (MARTIN *et al.*, 2001).

De acordo com Malina, Bouchard e Bar-Or (2009), a maturidade esquelética é, talvez, o melhor método para a avaliação de idade biológica ou *status* de maturidade. O esqueleto é considerado um indicador ideal de maturidade porque seus períodos de maturidade ocorrem durante todo o período de crescimento. A taxa com que os ossos progridem a partir do modelo de cartilagem até a formação dos ossos e, eventualmente até a morfologia adulta, varia entre ossos de um mesmo indivíduo e entre os indivíduos. A avaliação da maturidade esquelética é baseada em alterações no esqueleto em desenvolvimento a partir de exames de raios-x da mão e punho, que podem ser visualizadas e avaliadas em radiografias-padrão identificando o aparecimento dos centros ósseos, formato dos ossos e fusão epifisial.

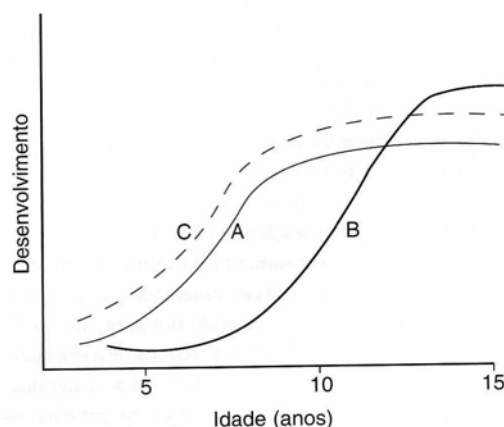
2.1.3 Maturação Biológica e Exercício

Os princípios gerais que regem as respostas do organismo ao exercício e ao treinamento físico são os mesmos para crianças, adolescentes e adultos. Todavia, existem particularidades da fisiologia do exercício em crianças que decorrem tanto do aumento da massa corporal quanto da maturação, que se acelera durante a puberdade (LAZZOLI *et al.*, 1998).

Várias são as alterações que acontecem da infância para a adolescência e desta para a fase adulta, relacionadas às variáveis fisiológicas. Comparando as características de um adolescente de 12 anos com as que esse mesmo jovem possuía quando tinha apenas cinco anos, identifica-se uma evolução no consumo máximo de oxigênio, capacidade anaeróbia, força muscular, economia de corrida, potencial aeróbio, ventilação minuto, débito cardíaco, volume sistólico, eficiência ventilatória, além de outras (VILLAR; ZÜHL, 2006).

Observa-se que diferentes crianças não demonstram a mesma taxa de mudança durante os anos de crescimento e desenvolvimento. Existem aquelas que atingem a maturação biológica precoce e outras tardiamente, tais como as crianças A e B exemplificadas na Figura 1, nas quais diferenças individuais em variáveis como a força muscular e a velocidade na idade de oito anos não predizem valores aos 13 (ROWLAND, 2008).

Figura 1 – Efeitos do tempo de maturação biológica e a da aptidão física inata sobre o desenvolvimento fisiológico e desempenho. Criança A - maturação precoce; criança B – maturação tardia; criança C – naturalmente mais apta.



Fonte: Adaptado de (ROWLAND, 2008).

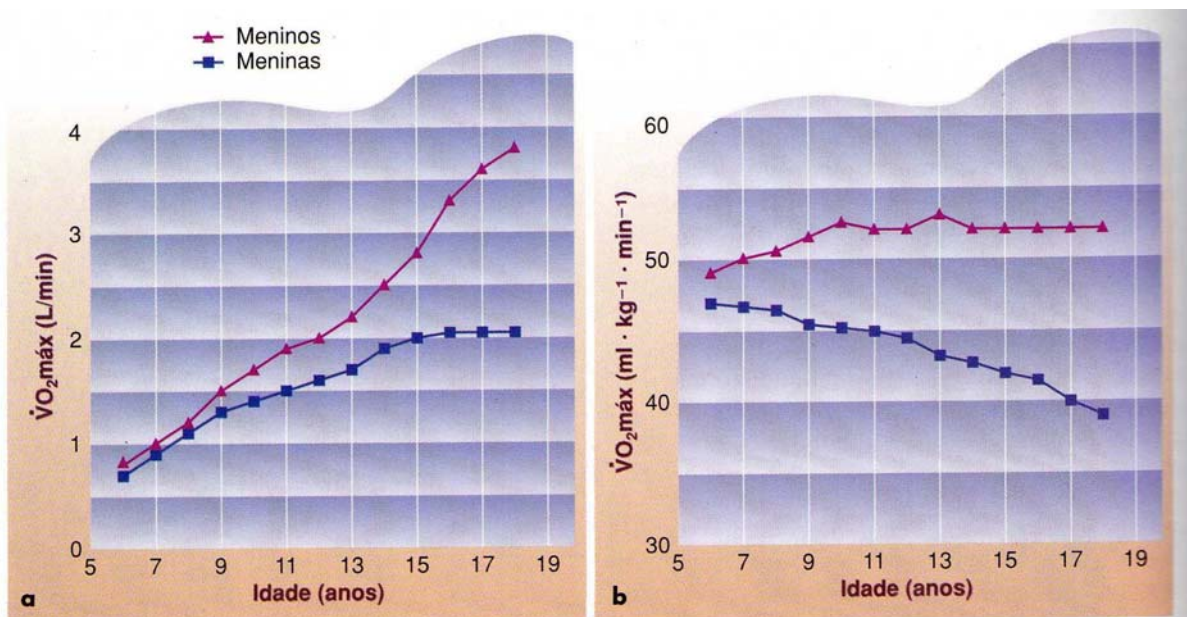
Segundo Rowland (2008), o que determina essas variações na taxa de maturação biológica são diferenças hereditárias interindividuais (geneticamente determinadas), o que faz com que uma criança seja mais apta do que outra, mesmo quando o tamanho corporal e o nível de desenvolvimento biológico são equivalentes. A criança C, na Figura 1, é “privilegiada” geneticamente e durante todo o processo de desenvolvimento de suas capacidades, será superior à criança A.

2.1.3.1 Aptidão aeróbia

Rowland (2008) relata que o curso da infância é marcado pelo aumento progressivo dos componentes do sistema cardiorrespiratório e muscular que determinam o VO_2 máx, bem como o aprimoramento no desempenho da resistência. Consequentemente, valores absolutos de potência aeróbia máxima aumentam conforme o jovem cresce e, entre as idades de seis a 12 anos, o VO_2 máx de um menino mais que dobra (1,2 l/min para 2,7 l/min), sendo que os valores médios para meninas são de aproximadamente 200 ml/min abaixo daqueles dos meninos na mesma idade cronológica. Na puberdade, o aumento do VO_2 máx acelera nos meninos como resultado das influências anabólicas da testosterona, enquanto os valores nas meninas se estabilizam. Malina, Bouchard e Bar-Or (2009) relatam que a capacidade aeróbia aumenta progressivamente em meninos de oito a 16 anos para jovens atletas e não-atletas.

Uma forte relação existe entre consumo máximo de oxigênio absoluto e a massa corporal magra. Na realidade, quando o consumo máximo de oxigênio é expresso em termos relativos ao peso corporal, permanece aproximadamente o mesmo durante a infância e adolescência em meninos. Ele decai em meninas, provavelmente pelo aumento do tecido adiposo (Figura 2). Além disso, quando relacionado à massa isenta de gordura, os valores de VO_2 máx demonstram um leve declínio durante e após a puberdade e pequenas diferenças de gênero permanecem (HAYWOOD; GETCHELL, 2004).

Figura 2 – Alterações do consumo máximo de oxigênio com a idade. Os valores são expressos (a) como valores absolutos em l/min e (b) em relação ao peso corporal.



Fonte: Adaptado de (WILMORE; COSTILL, 2001).

Seabra, Maia e Garganta (2001) verificaram que jovens atletas têm capacidade aeróbia significativamente maior que jovens não-atletas em três grupos etários: 10-12 anos ($P = 0,002$; $P < 0,05$), 13-14 anos ($P = 0,001$; $P < 0,05$) e 15-16 anos ($P = 0,004$; $P < 0,05$). Porém, quando o efeito da maturação sexual foi removido, as diferenças desapareceram, indicando que, a maturação exerceu influência estatisticamente significativa na comparação entre dois grupos (atletas e não-atletas).

Entretanto, Vitor *et al.* (2008), ao verificar o impacto da maturação biológica sobre a aptidão física em jovens atletas de 12-13 anos e 14-16 anos, não identificaram diferenças estatisticamente significantes envolvendo a capacidade aeróbia. Da mesma maneira, em um estudo de Freitas *et al.* (2003), jovens escolares não apresentaram diferenças significativas para capacidade aeróbia em função do nível maturacional dos 12 até os 15 anos de idade. Os dois estudos conduzem à hipótese de que, ao serem agrupados de forma mais homogênea com relação à idade, os rapazes avançados na maturação não têm vantagem significativa sobre os rapazes tardios em exercícios que utilizem a capacidade aeróbia (VITOR *et al.*, 2008).

2.1.3.2 Força muscular

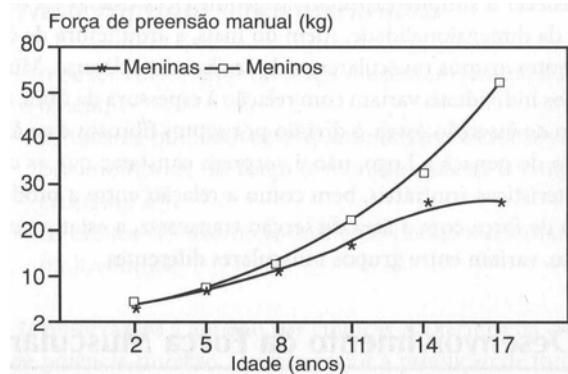
O comportamento da força muscular está intimamente associado aos hormônios anabólicos, em especial os hormônios de crescimento e a testosterona. O efeito combinado desses hormônios melhora a síntese de proteínas e inibe a degradação das mesmas, resultando em um aumento da massa muscular e, conseqüentemente, da força (ROUND *et al.*, 1999; RAMOS *et al.*, 1998).

De acordo com Bar-Or (1996), a força também está associada às adaptações neurais, pois, em crianças pré-púberes, existe o aumento de força muscular sem o aumento de massa muscular. Portanto, os ganhos de força também dependem da maturação neurológica, pois o controle neuromuscular é limitado até a mielinização estar completa, o que ocorre, em geral, quando da maturidade sexual (WILMORE; COSTILL, 2001).

Em indivíduos pré-púberes e púberes de ambos os sexos, a maturidade biológica está associada positivamente à força estática. Similarmente, em púberes do sexo masculino, a partir dos 13 anos de idade, a força explosiva e resistência de força dos membros superiores e tronco estão correlacionadas positivamente com a maturidade biológica, mesmo quando controladas pelas variáveis idade cronológica, estatura e peso corporal. Além disso, a interação entre estatura, peso corporal e maturidade biológica explica as significantes variações de força na fase da adolescência (BEUNEN; THOMIS, 2000).

Rowland (2008) relata que, conforme a puberdade se aproxima, a massa muscular cresce marcadamente e o desenvolvimento da força é acelerado. A tendência na fase pré-púbere é similar nas meninas, mas os valores médios são menores do que aqueles dos meninos. Essa pequena diferença relativa ao gênero é observada na força de preensão manual a partir dos três anos de idade. Na puberdade, a curva de força nas meninas continua a subir lentamente ou até mesmo se estabiliza com o aumento da idade. Conseqüentemente, uma significativa lacuna relacionada ao gênero, no que diz respeito à força muscular, ocorre nos anos de adolescência (Figura 3).

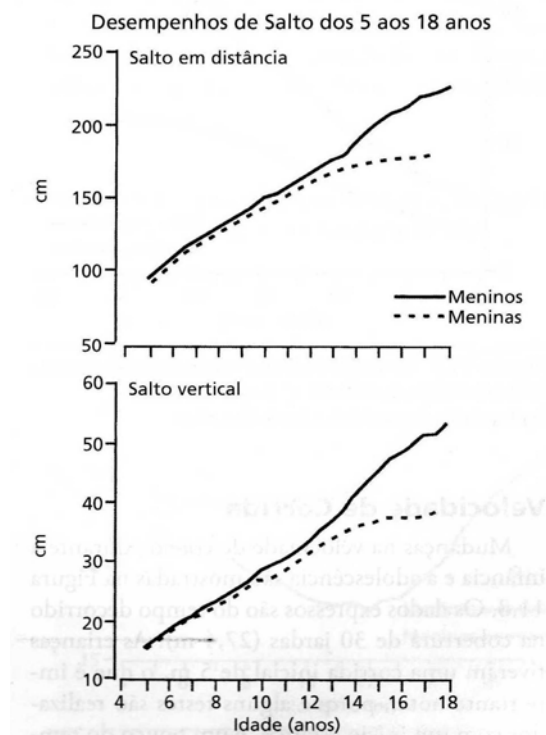
Figura 3 – Desenvolvimento da força de preensão manual com a idade, em meninos e meninas



Fonte: Adaptado de (ROWLAND, 2008).

Variações relacionadas à idade e ao sexo no salto em distância e no salto vertical são mostradas na Figura 4. O desempenho médio no salto em distância aumenta linearmente com a idade em ambos os sexos até os 14 anos de idade, em meninas, e até os 18 anos, em meninos. Valores relativos às diferenças entre os sexos no salto vertical são similares, no entanto, a inclinação é um pouco mais acentuada sugerindo uma aceleração na adolescência, em meninos.

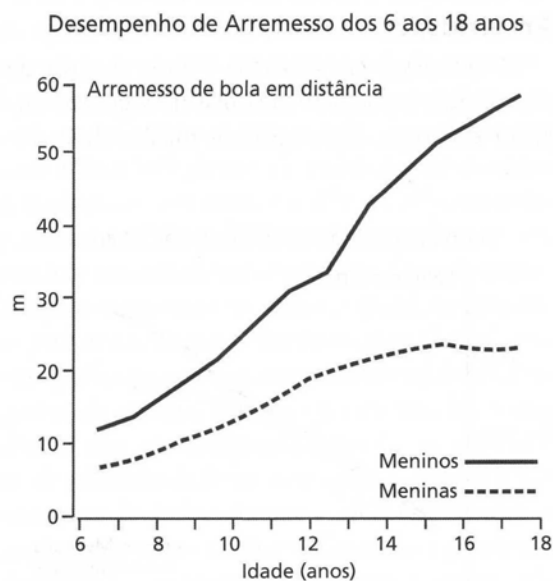
Figura 4 – Desempenho médio no salto em distância e salto vertical, entre cinco e 18 anos de idade.



Fonte: Adaptado de (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Desempenhos médios de meninos e meninas no arremesso de *medicine ball* entre os seis e os 18 anos estão ilustrados na Figura 5. O desempenho de arremesso de meninos aumenta acentuada e linearmente com a idade, sugerindo um estirão da adolescência nesta tarefa motora. O arremesso de meninas melhora apenas discretamente entre os seis e 14 anos de idade e depois se estabiliza.

Figura 5 – Desempenho médio no arremesso de *medicine ball* em distância, entre seis e 18 anos de idade.



Fonte: Adaptado de (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

De uma maneira geral, nos meninos, as correlações entre a força muscular, o desempenho esportivo e os indicadores de maturação esquelética e sexual tendem a ser mais elevadas entre os 13 e 16 anos de idade, sendo mais evidentes, nesta faixa etária, as diferenças na força muscular entre os mais e os menos adiantados no processo de maturação (MAZZUCCO, 2005; SEABRA; MAIA; GARGANTA, 2001).

Em um estudo de Seabra, Maia e Garganta (2001), jovens atletas apresentaram valores significativamente maiores do que jovens não-atletas para três grupos etários (10-12 anos, 13-14 anos, 15-16 anos) em medidas de potência de membros inferiores e potência de membros superiores. Ao ser removido o efeito da maturação sexual entre os jovens, as diferenças deixaram de existir para os

membros inferiores e permaneceram para os membros superiores, indicando a influência do estado de maturidade biológica no desempenho desta capacidade.

Em outro trabalho realizado com escolares de 7-15 anos, a potência de membros inferiores apresentou diferença significativa em função do nível maturacional somente no grupo etário de 14-15 anos, enquanto a potência de membros superiores apresentou diferença significativa para todos os grupos etários (7-9 anos, 10-11 anos, 12-13 anos, 14-15 anos) (FREITAS *et al.*, 2003).

2.1.3.3 Velocidade e agilidade

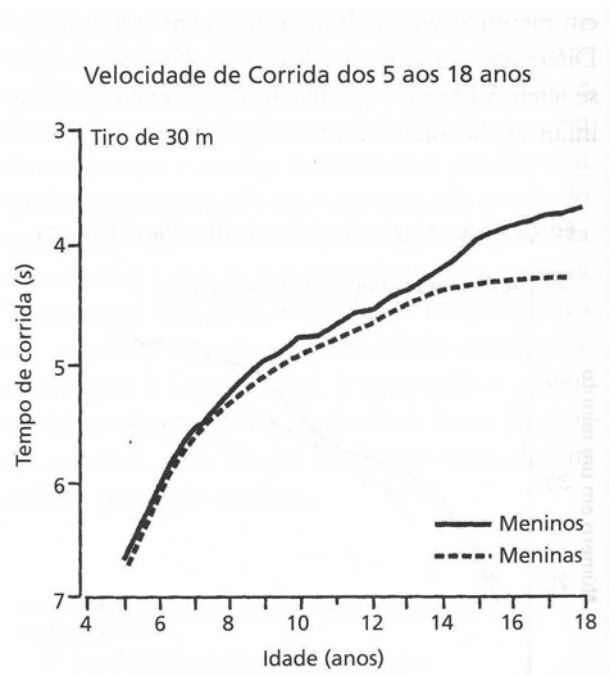
A velocidade de deslocamento e a agilidade, quando relacionadas ao tempo, apresentam resultados decrescentes e contínuos em meninos e meninas até os 13 anos de idade. Na adolescência, por volta dos 14 anos, os meninos continuam a apresentar evolução nestas capacidades motoras, mas as meninas tendem a manter ou até mesmo diminuir os seus níveis. Uma possível explicação consiste no fato dos meninos ganharem mais força pela ação dos hormônios masculinos, aumentando a massa muscular e diminuindo o percentual de gordura, enquanto as meninas sofrem ação de hormônios como o estrogênio, que causa maior retenção de líquido e aumento da gordura corporal, com conseqüente prejuízo do desempenho (GOBBI; VILLAR; ZAGO, 2005)

Segundo Malina, Bouchard e Bar-or (2009), o aumento da massa muscular tem implicações diretas nas tarefas de desempenho da velocidade e da agilidade como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento corporal. Confirmando tal afirmação, Rowland (2008) propõe que os determinantes do aprimoramento na velocidade dos tiros de corrida durante a infância e adolescência precisam ser examinados no contexto das mudanças corporais.

A velocidade de corrida melhora em ambos os sexos de forma bastante linear dos cinco aos oito anos de idade e, depois, a inclinação de melhora é menor. Diferenças entre os gêneros são pequenas durante a maior parte da infância e mais aparentes na adolescência (Figura 6). A velocidade aumenta dos cinco aos 18 anos em meninos, com um período de aceleração na adolescência após os 13 anos. A velocidade de corrida de meninas melhora até os 13 ou 14 anos, com pequena melhora adicional até os 17 anos de idade. O padrão de variação relacionado à idade e ao sexo na corrida de vai-e-vém, como indicador de agilidade,

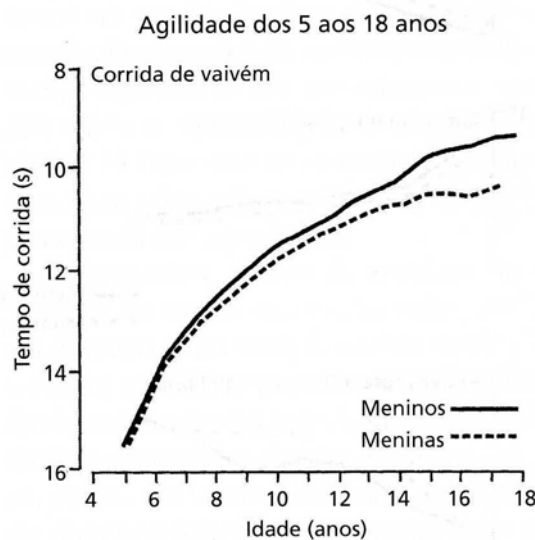
é bastante similar àquele do teste de corrida de 30 metros, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 6 – Velocidade média de corrida no teste de 30 metros, entre cinco e 18 anos de idade.



Fonte: Adaptado de (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Figura 7 – Agilidade média como medida de desempenho em uma corrida de vaivém de crianças entre cinco e 18 anos de idade.



Fonte: Adaptado de (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Vitor *et al.* (2008) verificaram uma diminuição do tempo nos testes que envolvem a agilidade e a velocidade de deslocamento com o decorrer dos estágios de maturação, apresentando diferenças significativas entre os estágios maturacionais dentro de cada grupo etário, com exceção da variável agilidade no grupo etário de 14 a 16 anos.

Ré *et al.* (2005), ao estudarem jovens atletas de 10 a 16 anos divididos em dois grupos (10-13 anos e 14-16 anos) subdivididos de acordo com o estágio maturacional (pilosidade) de Tanner, não observaram diferenças estatisticamente significantes no teste de velocidade de 30 metros para o grupo 10-13 anos. Isso não ocorreu no grupo 14-16 anos, que apresentou diferenças significantes em todos os estágios de maturação sexual.

Por outro lado, Seabra, Maia e Garganta (2001) ao comparar jovens atletas e não-atletas de 12 a 16 anos separados por nível maturacional demonstraram que, mesmo após o efeito da maturação ser removido, as diferenças para agilidade continuaram a ser significantes, indicando que esta capacidade motora sofre influência do treinamento para expressar o rendimento esportivo, tendo pouca atribuição dos fatores de crescimento e desenvolvimento. Similarmente, Freitas *et al.* (2003) não observaram diferenças significativas em função do nível de maturação esquelética para grupos de escolares de sete a 15 anos de idade para esta capacidade motora.

2.1.3.4 Alterações na composição corporal dos jovens

Um aspecto muito importante no processo de crescimento e desenvolvimento humano é a determinação da composição corporal, pois esse serve como um valioso instrumento para diferenciar e caracterizar populações em seus segmentos específicos e, ainda, para analisar o processo maturacional, entendido aqui como a análise do relacionamento entre a constituição física e a maturação biológica (MALINA, 2003).

A composição corporal é caracterizada pela divisão dos vários componentes corporais (tecido muscular, o tecido ósseo e o tecido adiposo). Com o progresso em direção à maturação biológica, há uma modificação na quantidade e na distribuição desses tecidos (MORTATTI; ARRUDA, 2007). Durante a puberdade, as modificações hormonais, bem como o rápido crescimento somático, acarretam

em mudanças significativas na composição corporal, que são vistas nos componentes corporais, incluindo conteúdo mineral ósseo, gordura corpórea total e massa isenta de gordura (GUEDES; GUEDES, 1997).

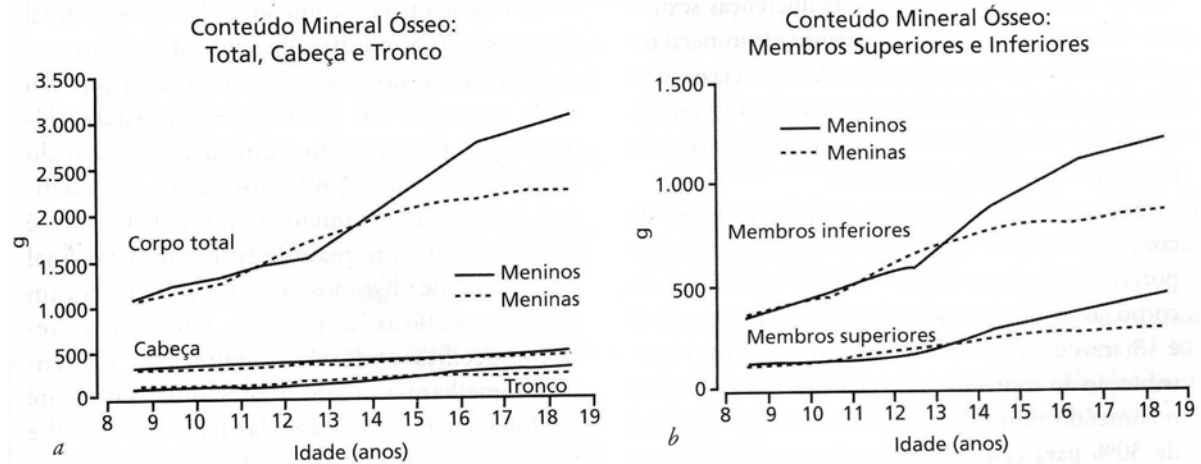
2.1.3.4.1 *Conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea*

Quanto à massa óssea, Silva *et al.* (2004) em sua revisão, mostram que a infância e a adolescência são os períodos de maior aumento do conteúdo mineral ósseo para ambos os sexos. Nos meninos, há evidências de que a fase entre os períodos púbere e pós-púbere seja crítica para a mineralização óssea, já que, nessa fase de desenvolvimento, ocorre o evento do crescimento exponencial da estatura dos indivíduos, além de ser um período suscetível ao aumento da densidade óssea (SILVA *et al.*, 2004; GUEDES; GUEDES, 1997).

Não há diferença entre os sexos no conteúdo mineral ósseo na cabeça e no tronco desde a infância até a adolescência. Também não há diferença entre os sexos no conteúdo mineral ósseo total do corpo (Figura 8a). Meninas parecem apresentar valores ligeiramente maiores de conteúdo mineral ósseo total do corpo e dos membros no período do estirão de crescimento, aos 12 anos de idade. Durante o estirão de crescimento masculino, o conteúdo mineral ósseo total do corpo e o dos membros apresentam uma taxa maior do que no sexo feminino, que contribui para a diferença entre os gêneros, os quais persistem no final da adolescência e na idade adulta (Figura 8b).

A diferença entre os sexos em adolescentes e adultos no conteúdo mineral ósseo total do corpo é causada pela diferença em conteúdos minerais ósseos dos membros inferiores e superiores, que se estabelecem durante a adolescência (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Figura 8 – Alterações do conteúdo mineral ósseo total e do conteúdo mineral ósseo da cabeça e do tronco (a) e das extremidades (b) desde a pré-adolescência até a idade adulta jovem.

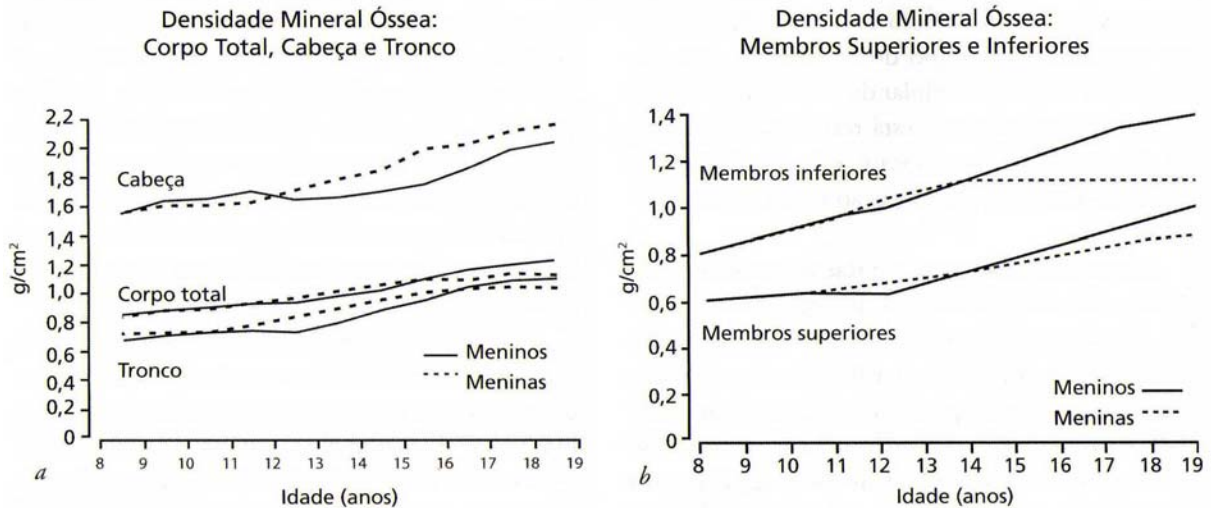


Fonte: Adaptado de (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Alterações em densidade mineral óssea total do corpo estimada e densidade mineral óssea da cabeça, do tronco e das extremidades desde a pré-adolescência até a idade adulta estão ilustradas nas Figuras 9a e 9b. A densidade mineral óssea do crânio não difere na pré-adolescência, mas é maior nos indivíduos durante a adolescência. Densidades de conteúdo mineral ósseo total do corpo, do tronco e dos membros são maiores em indivíduos do sexo feminino durante o intervalo do estirão de crescimento (cerca de 12 a 13 anos de idade). A maior densidade estimada de conteúdo mineral ósseo do tronco no sexo feminino persiste no final da adolescência, quando o sexo masculino se iguala.

Segundo Malina, Bouchard e Bar-or (2009), a diferença entre os sexos em *timing* do estirão de crescimento e crescimento do tronco no final da adolescência é subjacente a essa tendência da densidade mineral óssea. Ao final da adolescência (16 a 18 anos de idade), a densidade mineral óssea estimada total do corpo e das extremidades superiores e inferiores do tronco se tornam maiores no sexo masculino.

Figura 9 – Alterações em densidade mineral óssea total do corpo estimada e densidade mineral óssea da cabeça, do tronco (a) e das extremidades (b) desde a pré-adolescência até a idade adulta jovem.



Fonte: Adaptado de (MALINA, BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Além disso, Silva *et al.* (2004) revelaram que, a partir dos 14 aos 15 anos de idade e entre os níveis maturacionais G4-G5 da classificação sexual de Tanner, os adolescentes do sexo masculino experimentam um acréscimo significativo na massa óssea, que refletem ganhos no conteúdo mineral ósseo e na densidade mineral óssea na região da coluna lombar e fêmur proximal.

De maneira semelhante, Vicente-Rodriguez *et al.* (2004, 2003) objetivando identificar o efeito da prática de futebol na acumulação de massa óssea durante o crescimento de meninos pré-puberes, constataram valores superiores de CMO e DMO de membros inferiores quando comparados ao grupo controle.

Em um estudo de Fredericson *et al.* (2007), o qual investigou a associação da prática de futebol e a densidade mineral óssea entre jogadores de futebol de elite e indivíduos sedentários, evidenciou-se que os jogadores de futebol apresentavam valores significativamente mais elevados de DMO de corpo total, coluna, quadril direito, perna direita e calcâneo. Similarmente, Nebigh *et al.* (2009), ao investigar o efeito da prática de futebol em jogadores de futebol de 13 anos, demonstraram valores maiores de DMO e CMO da coluna lombar, quadril e membros inferiores quando comparados a um grupo controle. Relataram ainda que, jogadores em estágios maturacionais avançados apresentavam maior densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo do que os que apresentavam maturação

atrasada. Os autores concluíram que condições específicas de carga de treino em esportes com bola, desempenham um papel crucial na adaptação do sistema esquelético.

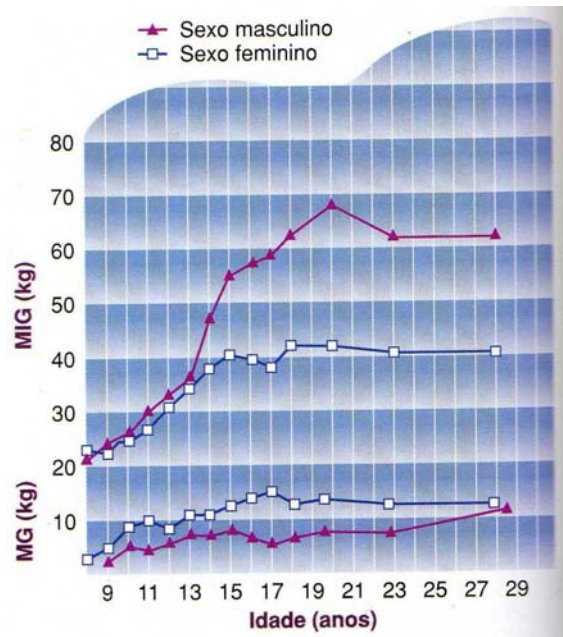
Em concordância à investigação anterior, no estudo recente de Mota *et al.* (2010) no qual encontraram diferenças na DMO de membros inferiores de futebolistas sub-15, sub-17 e sub-19, os autores sugerem que os jogadores mais velhos, que possuem maior experiência de prática e maior exposição às cargas de treino, podem apresentar valores mais elevados de DMO.

2.1.3.4.2 Gordura corpórea total e massa isenta de gordura

O total de gordura corpórea, nos meninos, tem um incremento de cinco quilos, em média aos oito anos de idade, indo para, aproximadamente, 11 quilos aos 14 anos. Em média aos 16 anos de idade, ocorre uma queda de nove quilos, e, subsequentemente, o total de gordura corpórea atinge um platô (Figura 10) (SIERVOGEL *et al.*, 2003).

Em relação à massa isenta de gordura, esta é aumentada constantemente dos oito aos 18 anos, mas tem sua maior taxa de crescimento entre os 12 e 15 anos de idade (SIERVOGEL *et al.*, 2003). Nos meninos, a massa muscular média, expressa como percentual da massa corporal, aumenta de 42% aos cinco anos para 53% aos 17 anos. Essa mudança não é observada nas meninas, que apresentam valores de 41 e 42% nestas idades (Figura 10) (ROWLAND, 2008).

Figura 10 – Alterações da massa gorda (MG) e da massa isenta de gordura (MIG) para indivíduos do sexo masculino e feminino com idade entre oito e 28 anos.



Fonte: Adaptado de (WILMORE; COSTILL, 2001).

Quando se associa a atividade física sistemática com o processo de crescimento e desenvolvimento, verifica-se uma influência nas alterações da composição corporal, podendo melhorar o desempenho motor do jovem (MORTATTI; ARRUDA, 2007). Essas influências ficam mais claras quando comparamos indivíduos de mesma faixa etária, mas com desenvolvimento maturacional diferenciado, ou seja, indivíduos com maturação avançada ou atrasada. Assim, um adolescente que tenha uma idade biológica avançada vai possuir maiores valores em tamanho físico, com aumento da massa mineral óssea e da massa isenta de gordura, diferindo dos adolescentes que se encontram em idades biológicas mais atrasadas (RÉ *et al.*, 2005), tendo portanto, uma influência direta no desempenho motor (MORTATTI; ARRUDA, 2007).

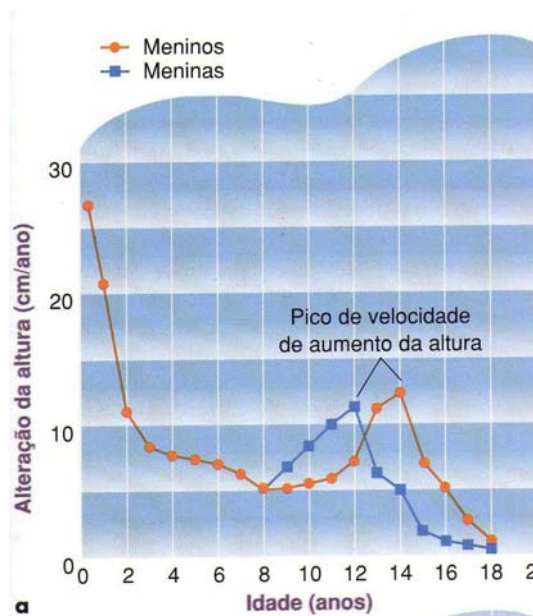
2.1.3.5 Alterações na estatura e peso corporal dos jovens

De acordo com Haywood e Getchell (2004), a estatura segue um padrão sigmóide de crescimento apresentando um rápido aumento na primeira infância, diminuindo aos poucos para um crescimento constante na segunda infância, com outro aumento rápido durante o estirão de crescimento da

adolescência e seguido por uma diminuição gradativa até o final do período de crescimento.

Em média, as meninas atingem pico de velocidade de estatura durante o estirão de crescimento da adolescência dos 11 anos e meio aos 12 anos. O crescimento em altura então diminui aos poucos até mais ou menos os 14 anos, com aumento notável em altura terminando em torno de 16 anos. Os meninos alcançam seus picos de velocidade de estatura dos 13 anos e meio aos 14 (Figura 11); essa velocidade é mais rápida do que a das meninas – cerca de 9 cm por ano para meninos, comparados aos 8 cm por ano para meninas. O crescimento dos meninos diminui gradativamente aos 17 anos, com aumento notável terminando por volta dos 18 anos (HAYWOOD; GETCHELL, 2004).

Figura 11 – Alterações da taxa de aumento da estatura de acordo com a idade.



Fonte: Adaptado de (WILMORE; COSTILL, 2001).

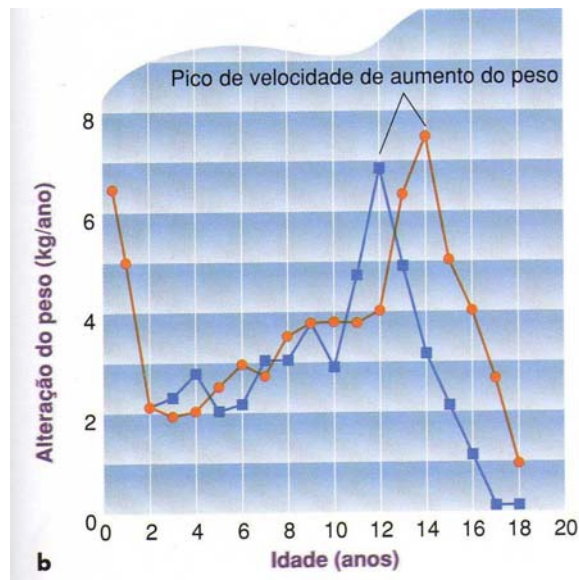
Os eventos intrínsecos ao estirão de crescimento adolescente são interdependentes. Para meninos, o período de crescimento mais rápido coincide com o aparecimento de características sexuais secundárias, como pelos pubianos e axilares. Para meninas, a velocidade pico do crescimento tende a ocorrer antes da menarca (GALLAHUE; OZMUN, 2005).

O aumento de peso também segue um padrão sigmóide. O peso, todavia, é bastante suscetível a fatores extrínsecos e pode refletir variação na

quantidade de músculos mediante exercício, bem como na quantidade de tecido adiposo mediante dieta e atividade física (HAYWOOD; GETCHELL, 2004). Em meninos adolescentes, o aumento de peso ocorre basicamente devido a aumentos na estatura e na massa muscular. Em meninas, todavia, o ganho de peso adolescente deve-se muito a aumentos na massa adiposa e na estatura e, em menor grau, a aumentos da massa muscular (GALLAHUE; OZMUN, 2005).

O pico de velocidade de peso durante o estirão de crescimento da adolescência segue o pico de velocidade de estatura em adolescentes por dois meses e meio a cinco meses, em meninos, e três meses e meio a 10 meses e meio, em meninas (Figura 12). O crescimento do comprimento e da largura dos vários segmentos atinge, algumas vezes, o pico de velocidade de peso antes que o indivíduo atinja o pico de velocidade de estatura e, outras vezes, depois; mas todos atingem seus picos antes ou junto com o pico de velocidade de peso (HAYWOOD; GETCHELL, 2004).

Figura 12 – Alterações da taxa de aumento do peso corporal de acordo com a idade.



Fonte: Adaptado de (WILMORE; COSTILL, 2001).

2.1.4 Pico de Velocidade de Crescimento (PVC)

A idade do pico de velocidade de crescimento (PVC) é o indicador mais comumente utilizado em estudos longitudinais, considerando a maturidade

somática do adolescente (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009), podendo figurar numa interessante alternativa de classificação biológica. Mediante o acompanhamento das variáveis de crescimento, pode-se detectar o momento em que o indivíduo atinge o PVC. Embora seja possível determinar os picos de velocidade em estatura, peso corporal e somatório de dobras cutâneas, o marco somático mais utilizado em estudos da velocidade do crescimento é a idade do pico da estatura (BAXTER-JONES; EISENMANN; SHERAR, 2005).

Obviamente, seriam necessárias várias medidas durante um determinado período do crescimento, o que tornaria essa metodologia inviável para investigações transversais, quando apenas a realização de uma única medida fosse possível (MACHADO; BONFIM; COSTA, 2009). Neste sentido Mirwald *et al.* (2002) desenvolveram uma técnica prática e não invasiva, que requer uma avaliação única de poucas variáveis antropométricas, capaz de predizer a distância em anos em que um indivíduo se encontra da sua idade do PVC.

Usando os sincronismos diferenciais conhecidos do crescimento da estatura, da altura tronco encefálica e dos membros inferiores, é possível pressupor que as relações proporcionais de mudança entre esses segmentos, podem prover uma indicação do *status* maturacional (BAXTER-JONES; EISENMANN; SHERAR, 2005).

Nesse modelo, foram incluídas interações entre comprimento de perna e altura tronco encefálica, idade e comprimento de pernas, idade e altura tronco encefálica, bem como razão entre peso e estatura. A partir desses dados obtidos originalmente de uma população canadense e da posterior replicação do estudo em amostras canadenses e belgas, foi proposto um modelo mais “abrangente”, a partir da combinação das três populações, sendo sugerido como o mais indicado por sua característica generalista, descrito abaixo (MACHADO; BONFIM; COSTA, 2009):

Para rapazes

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

Onde: CP = Comprimento de Perna; TC = Altura Tronco encefálica; I = Idade; P = Peso; E = Estatura.

Aceitáveis índices de determinação ($r^2=0,89$) e erro padrão da estimativa (EPE=0,569) foram encontrados (MIRWALD *et al.*, 2002). Além do mais, o

nível de precisão do modelo tem sido investigado em outros estudos, uma vez que é possível sua aplicação em diferentes delineamentos de pesquisa (SHERAR *et al.*, 2005; SHERAR; BAXTER-JONES; MIRWALD, 2004). A utilização de instrumentos para avaliação da maturação biológica, que sejam eficientes e de fácil aplicação, pode auxiliar na correta interpretação da maturação relacionada ao desempenho motor. Todavia, a indicação da melhor alternativa deve ser investigada, uma vez que seus efeitos podem contribuir para a elaboração de um plano didático-metodológico que norteiem os exercícios para jovens esportistas (MACHADO; BONFIM; COSTA, 2009).

Estudos longitudinais como de Beunen *et al.* (1997) e Lefreve *et al.* (1990) apresentaram valores de 14,2 anos de idade no PVC e 14,3 anos de idade no PVC, respectivamente. Importantes estudos transversais como de Iuliano-Burns, Mirwald e Bailey (2001) e Sherar, Baxter-Jones e Mirwald (2004), envolvendo escolares, identificaram o PVC nas idades 13,4 anos e 13,7 anos, respectivamente. Malina, Bouchard e Bar-or (2009) sintetizaram estudos envolvendo meninos europeus os quais demonstraram faixas entre 13,8 e 14,2 anos de idade coincidindo com o PVC. Segundo estes autores, há uma provável interferência de fatores étnicos e sócio-econômicos nestas variações do momento de PVC.

Em um estudo envolvendo praticantes brasileiros de futebol, Machado, Bonfim e Costa (2009) evidenciaram uma média etária do PVC correspondente a 14,7 anos. Por outro lado, Bergmann *et al.* (2007) encontraram médias etárias do PVC consideravelmente menores, apresentando valores entre 12 e 13 anos representados por escolares brasileiros.

Analisando a relação entre PVC e *performance*, alguns autores como Weber (1976) sugerem que há um decréscimo na sensibilidade da resposta ao treinamento aeróbio durante o pico de velocidade de crescimento de estatura quando comparado com os anos que antecedem e precedem o pico. Por outro lado, Rowland (1985) demonstrou que o pico de adaptação ao treinamento aeróbio ocorre antes do PVC, ao demonstrar incrementos de 10,1% e 8,8% no pico de consumo de oxigênio durante este período em meninos e meninas, respectivamente (*apud* FORD *et al.*, 2011).

Philippaerts *et al.* (2006) relataram que a capacidade velocidade em jovens futebolistas demonstrou ganhos significativos por volta do PVC, sugerindo uma combinação dos fatores treinamento e maturação. Entretanto, os dados

longitudinais apresentados pelos autores apresentaram um declínio da velocidade nos 12 meses antecedentes ao PVC e, qualquer ganho parece simplesmente refletir a correção do desempenho anterior. Incrementos da velocidade por volta do PVC podem estar relacionados também ao aumento do comprimento dos membros inferiores, refletindo a influência da individualidade biológica (FORD *et al.*, 2011).

Segundo um estudo de Mendez-Villanueva *et al.* (2010), foi investigada a relação entre *sprint* máximo (MSS) e máxima velocidade aeróbia (MAS) entre futebolistas a partir da idade de pico de velocidade de crescimento e verificou-se diferença estatisticamente significativa no desempenho dos dois testes entre os grupos pré-PVC, PVC e pós-PVC, principalmente entre o primeiro e terceiro grupos.

Em relação à força muscular, Ford *et al.* (2011) relatam que esta capacidade apresenta uma “janela de treinabilidade” ótima por volta dos 12-18 meses após o PVC para meninos, enquanto para meninas consiste imediatamente após o PVC ou a partir do início da menarca. Entretanto, autores como Philippaerts *et al.* (2006) propõem que a maior sensibilidade ao desenvolvimento da força muscular consiste exatamente no período do PVC.

Assim como para a força muscular, incrementos da potência muscular pico ocorrem por volta do PVC, porém mais especificamente no pico de velocidade de crescimento do peso corporal, indicando que o aumento da massa muscular e ativação das unidades motoras estão intimamente relacionados à potência muscular (FORD *et al.*, 2011).

2.1.5 Maturação Biológica e Desempenho no Futebol

Os padrões fisiológicos desempenham um importante papel como preditor de desempenho e são elementos decisivos na seleção de talentos para o futebol. Malina *et al.* (2000) sugerem que garotos com maturidade biológica avançada prevalecem no grupo e tendem a ter melhores resultados na *performance* do futebol.

Em um estudo de Malina *et al.* (2000), objetivando verificar a predominância de futebolistas maturados na medida em que se avança a idade cronológica, constatou-se que 21%, 38% e 65% dos futebolistas apresentavam maturação avançada entre as idades 11-12 anos, 13-14 anos e 15-16 anos,

respectivamente. Figueiredo *et al.* (2009), por sua vez, identificaram os três estados maturacionais (atrasado, normal e avançado) entre as idades 11-12 anos, entretanto não foi identificado o estado atrasado entre as idades 13-14 anos. Já Hirose (2009), analisando a idade esquelética de jovens futebolistas japoneses, constatou diferenças estatisticamente significativas entre idade IE e IC, sendo diferenças positivas nas categorias sub-12 a sub-15.

Mais recentemente, Malina *et al.* (2010), ao avaliar futebolistas portugueses de 11 a 17 anos, constataram que entre os atletas de 13-14 anos, os que estavam no estado maturacional avançado correspondiam a quatro vezes mais do que os atrasados. Já entre os atletas de 15-16 anos, 40% estavam avançados em mais de um ano na idade esquelética e 14% já se encontravam em estado maduro na idade esquelética. Do grupo de atletas de 17 anos, 39% já apresentavam estado maduro. Dessa forma, os autores sugerem que o futebol possa, sistematicamente, excluir jovens que apresentam maturação tardia e favorecer aqueles em estado maturacional normal ou avançado, na medida em que a idade cronológica e especialização precoce progridem.

De fato, o favorecimento aos jovens avançados na maturação biológica se reflete nas possíveis diferenças antropométricas e de desempenho físico em relação aos jovens atrasados, conforme apresentadas na literatura.

Figueiredo *et al.* (2009) verificaram que futebolistas portugueses em estado maturacional avançado eram mais altos e mais pesados que atletas normais e atrasados. Concluíram ainda que, não houve diferença no desempenho das habilidades técnicas e capacidades funcionais entre os atletas de diferentes estados maturacionais. Outro estudo recente de Figueiredo *et al.* (2010) verificou que os atletas com maior estatura eram mais velhos cronologicamente, avançados na maturidade (esquelética e sexual), mais pesados e possuíam pernas relativamente mais longas do que atletas com menor estatura, em cada grupo etário. No grupo 11-12 anos, os mais maturados eram cronologicamente mais novos, mais altos e mais pesados e apresentando maior adiposidade. No grupo 13-14 anos, os mais maturados eram os mais altos e mais pesados, porém não houve diferença na idade cronológica comparado aos menos maturados. Atletas das diferentes alturas e maturidade esquelética diferiram em velocidade e potência (mais alto > mais baixo; mais maturado > menos maturado), mas não diferiram em resistência aeróbia e habilidades técnicas específicas.

Villar e Zühl (2006), ao analisar o efeito da idade cronológica e da maturação sexual sobre a velocidade de corrida no limiar anaeróbio, potência aeróbia e capacidade anaeróbia em praticantes de futebol de 13 a 17 anos, constataram um aumento das variáveis antropométricas tanto na idade cronológica como para a maturação biológica (pós-púbere > púbere). Identificaram ainda um aumento progressivo na potência aeróbia e capacidade anaeróbia entre as idades cronológicas e entre a puberdade e pós-puberdade. Porém, foi verificado que a velocidade de corrida no limiar anaeróbio diminuiu com o avanço da idade, após os 15 anos de idade.

Mujika *et al.* (2009), ao investigar as diferenças relacionadas à idade cronológica no desempenho do teste de *sprints* repetidos (6 x 30m / 20s recuperação) em jovens futebolistas de elite espanhóis, levantaram as seguintes hipóteses: o grupo mais jovem apresentaria menor percentual de queda entre os *sprints*; e o grupo mais velho obteria melhor tempo total dos *sprints* e maiores picos de concentração de lactato. Constatou-se que o tempo total dos *sprints* diminuiu dos 11 aos 15 anos, porém não houve melhoras significativas dos 15 aos 18 anos. Além disso, não houve diferença significativa no percentual de queda entre os *sprints* quando comparados os grupos etários; e o pico de concentração de lactato aumentou com o avanço da idade, entretanto, quando ajustado pela massa corporal, não apresentou diferença significativa. Estes resultados sugerem que o desempenho de jovens futebolistas no teste de *sprints* repetidos aumenta consideravelmente com o avanço da idade até os 15 anos e, em menor magnitude, após este período. Em um estudo semelhante, Abrantes, Maças e Sampaio (2004) compararam a capacidade de realizar *sprints* repetidos entre futebolistas de três categorias (sub-12, sub-14 e sub-16) utilizando o teste de 7 x 34,2m intercalados por 40m de recuperação ativa entre os *sprints*, com um componente de mudança de direção. Os autores relataram uma redução significativa no tempo médio de *sprints* entre as categorias sub-12, sub-14 e sub-16 ($7,83 \pm 0,07s$; $6,86 \pm 0,06s$ e $6,35 \pm 0,07s$, respectivamente).

Pittoli *et al.* (2010), ao comparar o desempenho no teste de agilidade e velocidade de futebolistas e não-futebolistas brasileiros entre 11 e 15 anos baseados na maturação sexual, encontraram melhores resultados por parte dos futebolistas com maturação avançada, embora não tenham identificado diferença entre o desempenho de futebolistas e não-futebolistas. Fernandez-Gonzalo *et al.*

(2010), constataram que indivíduos em estado de maturidade sexual avançado apresentaram melhores resultados no VO_2 pico absoluto, VO_2 em diferentes velocidades, na máxima contração isométrica voluntária, potência pico de membro inferior e nos testes de salto vertical quando comparados àqueles em estado de maturidade atrasado.

Malina *et al.* (2004), ao investigarem a contribuição da experiência, tamanho corporal e estado maturacional nas capacidades funcionais de jovens futebolistas portugueses com idade entre 13 e 15 anos, verificaram que o estágio de pilosidade, tamanho corporal e anos de treinamento explicaram de 21 a 50% da variância nas capacidades de resistência aeróbia, potência de membros inferiores e velocidade de deslocamento linear. Similarmente, Figueiredo, Coelho e Silva e Malina (2010), constataram que, em futebolistas de 11 a 14 anos, experiência de prática, tamanho corporal, gordura subcutânea e estado maturacional explicaram as variâncias nas capacidades funcionais (22-48%) e habilidades técnicas (<25%). Ainda, as variâncias foram maiores para composto funcional (11-12 anos; 37%; 13-14 anos; 58%) do que para habilidades técnicas (11-12 anos; 26%; 13-14 anos; 18%). Verificou-se também que, a maturação esquelética foi preditor de potência de membro inferior nos dois grupos e preditor de capacidades funcionais e habilidades técnicas no grupo 13-14 anos.

Recentemente, alguns estudos abrangendo maturação biológica e Efeito da Idade Relativa (EIR), analisaram a relação entre distribuição de data de nascimento, variáveis antropométricas e desempenho físico no futebol. Apesar do interesse em elucidar questões acerca desta relação, destacam-se apenas as investigações de Hirose (2009) e Carling *et al.* (2009) .

Hirose (2009) constatou que a estatura de jovens futebolistas japoneses nascidos nos últimos três meses do ano era menor do que os nascidos no primeiro trimestre, para as categorias sub-11, sub-13 e sub-14. Para as demais categorias, não houve diferença estatisticamente significativa para esta variável. Apesar destes resultados, não houve diferença entre estado maturacional e distribuição do mês de nascimento das categorias. Por outro lado, Carling *et al.* (2009) analisando diferenças antropométricas e de aptidão física entre futebolistas franceses nascidos em diferentes períodos do ano, encontraram diferença significativa na estatura entre os quartos do ano, entretanto não houve diferença nas

variáveis de aptidão física apesar de uma tendência de melhor desempenho dos futebolistas nascidos no primeiro quarto.

2.2 EFEITO DA IDADE RELATIVA (EIR)

No contexto esportivo, muitos fatores são relevantes para determinação do sucesso de um jogador de futebol e a exigência para a prática em alto nível competitivo é multifatorial, justificando a complexidade em prever o desempenho esportivo de jovens atletas.

Em esportes nos quais a composição corporal, potência e força são determinantes para o desempenho, indivíduos precocemente maturados tendem a possuir vantagem sobre seus pares que apresentam maturação tardia, considerando a mesma idade cronológica (MALINA, 1998; 1994). Entre a fase da infância e da adolescência (9 – 16 anos de idade), indivíduos em estado de maturação biológica avançada apresentam vantagens na composição corporal, massa isenta de gordura e em uma série de componentes físicos como potência aeróbia, força, resistência e velocidade (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; BEUNEN *et al.*, 1981).

Concomitantemente, sugere-se ainda que competições baseadas na idade cronológica envolvendo atletas jovens, não só dão vantagem aos indivíduos precocemente maturados, mas também àqueles que nascem no início do ano competitivo (HELSEN, 2005; BREWER; BALSOM; DAVIS, 1995).

Comparações entre datas de nascimento envolvendo atletas jovens e profissionais de esportes como beisebol, hóquei, rugby, futebol e tênis revelaram uma distribuição assimétrica favorecendo indivíduos nascidos no início do ano (MUSCH; GRONDIN, 2001). Este fenômeno é denominado Efeito da Idade Relativa – EIR (BARNESLEY; THOMPSON; BARNESLEY, 1985). A ocorrência do Efeito da Idade Relativa é atribuída à enorme variabilidade biológica dentro de um grupo de mesma idade cronológica, durante a infância e adolescência (BAXTER-JONES, 1995).

A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual, por quartos de ano, das datas de nascimento de jogadores de futebol pertencentes à equipes de diversos países, demonstrando uma prevalência de atletas nascidos nos dois primeiros quartos do ano competitivo (janeiro-março ou agosto-outubro).

Tabela 1 – Distribuição das datas de nascimento de acordo estudos publicados sobre Efeito da Idade Relativa no futebol.

	n	Categoria	Períodos do ano			
			Q1(%)	Q2(%)	Q3(%)	Q4(%)
Suécia (Brewer et al., 1995)	59	Sub-17	57,6	20,3	20,3	1,7
	16	Profissional	50,0	18,8	18,8	12,5
Alemanha (Musch & Hay, 1999)	355	Profissional	30,5	24,5	22,0	23,0
Japão (Musch & Hay, 1999)	360	Profissional	37,0	30,0	17,0	17,0
Australia (Musch & Hay, 1999)	207	Profissional	20,0	26,0	25,0	19,0
Bélgica (Helsen, 2005)	99	Sub-15 a Sub-18	37,4	32,3	20,2	10,1
Dinamarca (Helsen, 2005)	90	Sub-15 a Sub-18	36,7	32,2	22,2	8,9
Itália (Helsen, 2005)	77	Sub-15 a Sub-18	46,8	23,4	26,0	3,9
Holanda (Helsen, 2005)	101	Sub-15 a Sub-18	36,8	20,8	26,7	15,8
Portugal (Helsen, 2005)	72	Sub-15 a Sub-18	45,8	34,7	12,5	6,9
França (Helsen, 2005)	41	Sub-15 a Sub-18	43,9	31,7	9,8	14,6
Inglaterra (Helsen, 2005)	94	Sub-15 a Sub-18	50,0	13,8	19,1	17,0
Espanha (Mujika et al., 2009)	114	Profissional	43,9	23,7	20,2	12,2
	189	Sub-11 a Sub-18	46,6	28,6	14,8	10,0
Noruega (Wiiium et al., 2010)	217	Profissional	29,5	30,5	22,6	17,5

Em um estudo recente de Altimari *et al.* (2011), o qual analisou o EIR nas categorias de base e profissional da seleção brasileira de futebol, foi constatado que 81%, 65%, 61%, 57% e 45% dos atletas das categorias sub-14, sub-15, sub-16, sub-17 e sub-18, respectivamente, nasceram no primeiro quadrimestre do ano, evidenciando uma tendência de nascimentos no início do ano competitivo.

Se assimetrias na distribuição de data de nascimento resultam da variabilidade da maturação biológica, pode-se afirmar que atletas maturados precocemente são favorecidos na seleção e detecção de talentos. Malina (2003) e Williams e Reilly (2000) sugerem que jovens atletas de futebol, os quais apresentam maturação biológica precoce, podem ser preferencialmente selecionados, enquanto aqueles com maturação tardia serem automaticamente excluídos.

A categorização de jogadores jovens de futebol utiliza-se de um sistema similar ao empregado na maioria das organizações educacionais, utilizando

como referência a idade cronológica. Esta categorização objetiva uma apropriada participação e igualdade de oportunidades. Com este propósito, a maioria dos países adota as regras e regulamentos da FIFA (*Federation Internationale de Football Association*), a qual utiliza o ano de nascimento como critério de seleção, definindo 1º de janeiro como data-limite. Entretanto, esta regra é demasiadamente simplista para agrupamento por faixa etária, na medida em que acarretam em diferenças entre jovens da mesma idade cronológica considerando aqueles indivíduos nascidos logo após a idade-limite do ano e aqueles nascidos quase um ano após a mesma. Por exemplo, considerando 1º de janeiro como data-limite do ano, aqueles nascidos logo após esta data (ex.: 5 de janeiro) são cronologicamente mais velhos do que aqueles que nasceram quase um ano após a mesma (ex.: 30 de dezembro) (VAEYENS; PHILIPPAERTS; MALINA, 2005).

Nos casos em que as categorias são organizadas em períodos de 24 meses, estas diferenças são maximizadas no contexto esportivo quando comparadas ao contexto educacional (MUJIKÁ *et al.*, 2009), já que existem variabilidades significativas envolvendo fatores como aspecto emocional, motivação e experiência (FIGUEIREDO *et al.*, 2009).

Por outro lado, jogadores que se destacam em categorias de base por possuírem aspectos físicos mais desenvolvidos, em consequência de estarem em estágios mais precoces no processo de maturação biológica, acabam igualando-se àqueles que possuíam características menos desenvolvidas ao alcançarem a idade cronológica correspondente à maturidade adulta. A partir de então, os aspectos técnicos prevaleceriam também como fatores determinantes para o rendimento esportivo em alto nível competitivo (MAZZUCCO, 2007).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo caracteriza-se por ser transversal e do tipo descritivo, em virtude das observações e mensurações do estado maturacional e desempenho dos atletas de futebol serem feitas sem nenhuma manipulação ou intervenção do pesquisador quando da coleta dos dados (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012).

3.2 DESIGN DO ESTUDO

O estudo foi realizado durante duas semanas, no qual os exames laboratoriais foram realizados no período da manhã em clínica especializada e as medidas antropométricas e testes motores foram aplicados no turno da tarde no Centro de Excelência Esportiva – CENESP e campo de futebol, respectivamente, localizados no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina – UEL.

3.3 AMOSTRA

A amostragem se caracterizou como não-probabilística por conveniência. Participaram do estudo 30 atletas de futebol do sexo masculino com idade entre 13 e 16 anos ($14,5 \pm 0,6$ anos; $171,2 \pm 7,6$ cm; $60,6 \pm 8,4$ kg; $14,5 \pm 4,2$ % de gordura corporal) com no mínimo quatro anos de experiência prática na modalidade, pertencentes à equipes de futebol de Londrina e região, que disputavam competições regionais e estaduais. Os sujeitos realizavam quatro sessões de treinamento por semana, correspondendo a oito horas semanais de carga de treino, além dos jogos competitivos oficiais realizados nos finais de semana. As avaliações foram realizadas durante o período competitivo da periodização designada para a temporada.

Os atletas e responsáveis foram, previamente, informados de forma verbal e escrita sobre o modelo do estudo e de riscos em potencial, e receberam um termo de consentimento livre e esclarecido, que foi assinado pelos pais ou

responsáveis após total concordância em participar da pesquisa (ANEXO I e II). Todos os procedimentos descritos a seguir foram desenvolvidos observando a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local, protocolo nº 242/2009 (ANEXO III).

3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.4.1 Verificação do Efeito da Idade Relativa

Considerando o Efeito da Idade Relativa, para determinar a frequência absoluta (F) e frequência relativa (FR) de jogadores nascidos em diferentes períodos do ano foi realizada análise descritiva das datas de nascimento. As datas de nascimento foram classificadas por quartos de ano, ou seja, janeiro a março (Q1), abril a junho (Q2), julho a setembro (Q3) e outubro a dezembro (Q4), utilizando o dia 1º de janeiro como data-limite de início da temporada esportiva. A idade cronológica, em número decimal, foi calculada considerando a diferença entre a data de nascimento e a data da avaliação da idade esquelética (raios-x).

3.4.2 Verificação da Idade do Pico de Velocidade de Crescimento

Para estimar a idade do pico de velocidade de crescimento em estatura, foi utilizado o método proposto por Mirwald *et al.* (2002) que consiste na utilização de medidas antropométricas como estatura, altura tronco encefálica e peso corporal, além da idade cronológica do sujeito como variáveis da equação proposta. A partir da seguinte equação, estimou-se a distância em que o sujeito se encontrava do pico de velocidade de crescimento em estatura, em anos:

$$PVC = - 9,236 + [0,0002708 \times (CP \times TC)] + [-0,001663 \times (I \times CP)] + [0,007216 (I \times TC)] + [0,02292 \times (P/E) \times 100]$$

Onde: CP = Comprimento de Perna; TC = Altura Tronco encefálica; I

= Idade; P = Peso; E = Estatura.

Assim, subtraindo a idade cronológica da distância do PVC, em anos, estimou-se a idade em que o sujeito atingiu ou atingirá o pico de velocidade de crescimento em estatura.

3.4.3 Composição Corporal

Para determinação da composição corporal dos sujeitos, as variáveis densidade mineral óssea - DMO (g/cm^2) e conteúdo mineral ósseo - CMO (g) de corpo total, tronco e pernas, percentual de gordura, massa isenta de gordura (kg) e massa total (kg) foram estimadas a partir da avaliação de densitometria computadorizada por absorvometria radiológica de dupla energia (DEXA) de corpo inteiro. O modelo do equipamento utilizado foi o densitômetro *Lunar Prodigy Advance* da GE (Healthcare, Bélgica). Por ser tratar de um equipamento que emite radiação, vale salientar que a dose de radiação absorvida pela pele do sujeito é de 0,4 Gy, praticamente insignificante e sem riscos à saúde. Na avaliação de corpo inteiro para pacientes abaixo de 20 anos, usou-se os dados de Z-Score, no qual o resultado esperado corresponde à faixa etária.

Antes do início da avaliação, o sujeito foi orientado a retirar todo material metálico (brincos, pulseiras, correntes, pingentes) do corpo para evitar interferência durante a avaliação e nos resultados. Peso e estatura foram mensurados e em seguida, os dados foram inseridos no software do equipamento. O sujeito foi posicionado em decúbito dorsal, com os pés juntos e mãos viradas para baixo junto ao corpo. O campo de medição consistiu em 197,5 cm x 60 cm. Ao iniciar a avaliação, a fonte e o detector foram passados sobre o corpo com uma velocidade relativamente lenta de 1cm/s. O mapeamento de todo o corpo levou cerca de 8 minutos. Todas as avaliações foram realizadas por um técnico devidamente treinado, efetuando a calibragem do equipamento de acordo com o manual de instruções do fabricante.

3.4.4 Antropometria

Os sujeitos foram submetidos a uma avaliação antropométrica, realizada por avaliador treinado e experiente, de acordo com o protocolo proposto por Heyward e Stolarczyk (2000), que consistiu na aferição das seguintes variáveis:

- Peso corporal (kg);
- Estatura (cm);
- Altura tronco-encefálica (cm);
- Comprimento de pernas (cm);

- Oito circunferências (cm): bíceps relaxado, bíceps contraído, antebraço, peitoral expirado, peitoral inspirado, abdominal, coxa e panturrilha média;
- Dois diâmetros (cm): úmero e fêmur.

3.4.5 Idade Esquelética

A determinação da idade esquelética se baseou no método proposto por Greulich e Pyle (1959), no qual foi realizada uma radiografia de mão e punho esquerdos de cada atleta, e feita uma comparação desta radiografia com as radiografias contidas no Atlas padrão desenvolvido para este método. Assim, determinaram-se as idades esqueléticas de 29 ossos da mão e punho esquerdos e a média das idades avaliadas foi considerada a idade esquelética do atleta.

O equipamento utilizado para a radiografia de mão e punho foi o aparelho Philips Medical, modelo Systems Nederland, e o tempo de exposição aos raios-X foi de 0,10 segundos. Para a radiografia, ambas as mãos foram posicionadas sob o chassi do aparelho em posição postero-anterior, com a precaução de abranger as falanges e articulação do punho. Todas as radiografias foram realizadas por uma equipe especializada do Lab Imagem – Diagnóstico Avançado em Medicina, homepage: www.labimagem.com.br, tendo como médico responsável o Dr. Jefferson Luiz Padilha (CRM: 13482).

Os sujeitos foram agrupados em categorias de maturação avançada, normal e atrasada com base na diferença entre idade esquelética e idade cronológica (IE – IC). Um sujeito cuja diferença entre IE e IC estava dentro do intervalo ± 1 foi classificado como normal. Um sujeito cuja idade esquelética estava avançada relativamente à sua idade cronológica em mais de um ano foi classificado como avançado. Um sujeito cuja idade esquelética estava atrasada relativamente à idade cronológica em mais de um ano foi classificado como atrasado (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Ainda, os sujeitos foram discriminados, de acordo com a idade esquelética, em três grupos: 13-14 anos, 15 anos e 16-17 anos. Este critério foi adotado considerando o número mínimo de elementos em cada grupo etário para possível análise estatística.

3.4.6 Testes Motores

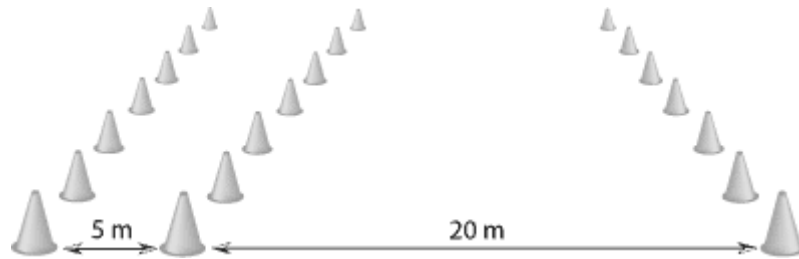
Para realização dos testes de campo, os atletas estavam devidamente uniformizados e com calçado específico da modalidade, exceto nos testes de força explosiva de membros inferiores realizados na placa de salto, nos quais utilizaram tênis. A média de temperatura e umidade relativa do ar na primeira semana de avaliação correspondeu a 29,5°C e 22,5%, respectivamente; na segunda semana, a média de temperatura e umidade relativa do ar registrada foi de 27,4°C e 38%, respectivamente.

Os atletas realizaram aquecimento padronizado de aproximadamente 15 minutos, com corridas de baixa intensidade, alongamento dinâmico e exercícios específicos com ações próximas às requisitadas nos testes. Este procedimento foi seguido de três a cinco minutos de recuperação. A seguir, foram iniciados os testes aplicados no campo de futebol. A escolha dos testes foi baseada na especificidade do futebol e optou-se por utilizar testes que atenderam a alguns critérios de validade na modalidade em questão.

3.4.6.1 Resistência aeróbia

O Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR1), proposto por Bangsbo (1996), foi realizado com corridas de 40 m, ida e volta (20 + 20 m), com incrementos de velocidade controlados pelos sinais sonoros. Entre cada corrida de ida e volta, os sujeitos realizaram dez segundos de recuperação ativa consistindo em 10 m de trote (5 + 5 m). O score do teste foi computado pela distância total percorrida, em metros, sendo o final do teste determinado quando o atleta falhou por duas vezes na tentativa de alcançar a linha de chegada no tempo determinado pelo estímulo sonoro. Para a determinação da distância percorrida foi considerada a distância anterior a última tentativa falha em alcançar a marcação. O teste foi realizado no campo de jogo com linhas demarcadas por cones com uma distância de 20 metros. Outro cone foi colocado 5 metros atrás da linha de chegada para delimitação da área de recuperação ativa do atleta (Figura 1).

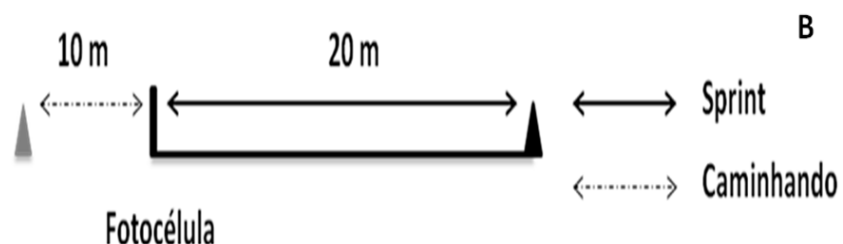
Figura 13 – Desenho esquemático do teste YYIR1.



3.4.6.2 Resistência de velocidade

Foi realizado o teste de resistência de velocidade (*sprints* repetidos) conforme validação de Impellizzeri *et al.* (2008). O protocolo consiste em seis *sprints* máximos de 40m, ida e volta (20m + 20 m) com intervalos de 20s de recuperação ativa entre os *sprints* (Figura 2). Cada *sprint* foi realizado com mudanças de direção (180°) e o tempo foi medido por fotocélulas (Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil), com altura aproximadamente de 0,6 m, posicionadas na linha de partida. Para avaliação do desempenho dos atletas no teste, foi utilizada a média do tempo dos seis *sprints*, o melhor tempo entre os seis *sprints* e o percentual de queda, que permite avaliar o decréscimo no desempenho entre os *sprints*, pela seguinte equação⁽⁴⁶⁾: percentual de queda (%) = (tempo médio / tempo mínimo x 100) – 100.

Figura 14 – Desenho esquemático do teste de *sprints* repetidos.



3.4.6.3 Velocidade

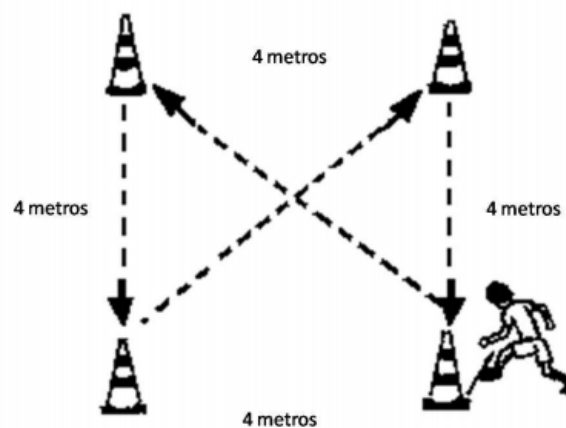
Para avaliação da velocidade linear, realizou-se um teste de 10 e 30m, como sugerido por Svensson *et al.* (2005). Foram utilizadas fotocélulas para medidas de tempo (Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil), com altura aproximadamente

de 0,6m, posicionadas na linha de início (0m) e nos 10 (T10m) e 30m (T30m). A partir da posição parado, os atletas realizaram dois *sprints* máximos com tempo de descanso de, aproximadamente, cinco minutos entre eles e o melhor resultado individual foi considerado para a análise.

3.4.6.4 Agilidade

Para avaliação da agilidade foi aplicado o teste do quadrado ou “quatro cantos” (4x4m) (GAYA; SILVA, 2007). Ao sinal do avaliador, o avaliado, que sai de um dos cones, corre na maior velocidade em diagonal, passando por trás do cone e indo paralelamente em direção a outro cone passando por trás e em diagonal até o outro cone, e retorna ao ponto inicial (Figura 3). Foram utilizadas fotocélulas para medidas de tempo (Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil), com altura aproximadamente de 0,6m. O melhor tempo dentre duas tentativas foi considerado como resultado final.

Figura 15 – Desenho esquemático do teste do quadrado.



3.4.6.5 Potência de membros inferiores

3.4.6.5.1 Saltos verticais

Foram realizadas três técnicas diferentes de saltos verticais, propostas por Bosco (1993): a) Salto vertical máximo partindo da posição de semi-agachamento, sem auxílio dos membros superiores (SJ), que serviu para verificar a

força explosiva concêntrica; b) Salto vertical máximo com contramovimento, sem e com auxílio dos membros superiores (CMJ e SL, respectivamente), para verificar a força explosiva elástica.

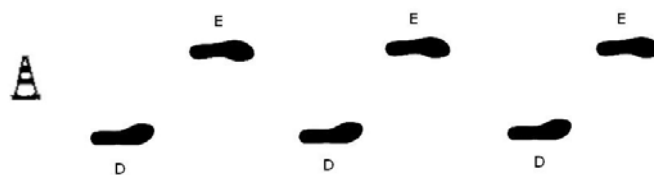
O procedimento técnico-metodológico para realização do SJ consistiu em efetuar um salto partindo de uma flexão de joelhos de aproximadamente 90° sem contra movimento prévio, com as mãos fixadas no quadril, na altura da crista íliaca, e o tronco na vertical, sem adiantamento excessivo. Esta posição estática foi mantida durante 5 segundos. No caso do CMJ e SL, foi realizada uma flexão-extensão rápida de pernas com a mínima parada entre ambas as fases. No CMJ as mãos estavam fixadas no quadril e tronco na vertical, sem adiantamento excessivo do tronco. No SL, foi permitido o balanço natural dos braços como forma de auxiliar a impulsão no salto vertical.

Para a realização dos testes de salto foi utilizado um tapete de contato (Hidrofit[®], Belo Horizonte, Brasil), que calcula a altura do salto, através de um cronômetro digital, capaz de calcular o tempo de vôo do salto com uma precisão de 0,001 segundo. Três tentativas foram realizadas para cada técnica de salto, sendo considerada a melhor marca para análise.

3.4.6.5.2 Salto sêxtuplo

Consistiu em executar seis saltos consecutivos com as pernas alternadas a partir da posição inicial parado, na tentativa de atingir a maior distância possível, em metros (GAYA; SILVA, 2007). Cada indivíduo realizou duas tentativas, sendo considerada a maior distância atingida para análise.

Figura 16 – Desenho esquemático do teste salto sêxtuplo.



3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram apresentados por meio de estatística descritiva como média e desvio-padrão. Para verificação dos pressupostos de normalidade do conjunto de dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Após a confirmação da distribuição normal dos dados e considerando a idade esquelética como variável independente, utilizou-se a análise da variância ANOVA *one-way* para comparação entre grupos. O teste *post hoc* de *Tukey* foi utilizado para análise estatística intra-grupos, caso houvesse a necessidade. A análise de covariância (ANCOVA) foi realizada visando identificar o efeito da covariável idade esquelética nas diferenças entre grupos baseados na idade cronológica. Diferenças entre a distribuição das frequências de datas de nascimento observada e esperada foram analisadas pelo teste não-paramétrico Qui-quadrado (χ^2). Utilizou-se o *software* SPSS 18.0 e o nível de significância adotado foi $P < 0,05$.

4 RESULTADOS

Na Tabela 2 estão apresentados os valores descritivos dos atletas de futebol, em média e desvio-padrão, discriminados em grupos etários de acordo com a idade esquelética.

Tabela 2 – Caracterização da amostra dividida por grupos etários, de acordo com a idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos (n = 10)	15 anos (n = 14)	16-17 anos (n = 6)
Idade cronológica (anos)	14,1 ± 0,4	14,5 ± 0,5	15,1 ± 0,6
Idade no PVC (anos)	14,0 ± 0,5	13,6 ± 0,6	13,8 ± 0,3
Estatura (cm)	168,0 ± 5,2	173,0 ± 8,6	174,3 ± 7,3
Altura tronco encefálica (cm)	85,4 ± 3,6	89,3 ± 4,0	89,8 ± 4,0
Comprimento de perna (cm)	82,2 ± 2,5	82,5 ± 4,2	84,6 ± 4,0
Peso corporal (kg)	55,1 ± 7,0	62,0 ± 8,0	67,0 ± 8,3
% Gordura	15,0 ± 4,7	15,3 ± 4,2	11,8 ± 3,0

PVC – Pico de velocidade de crescimento

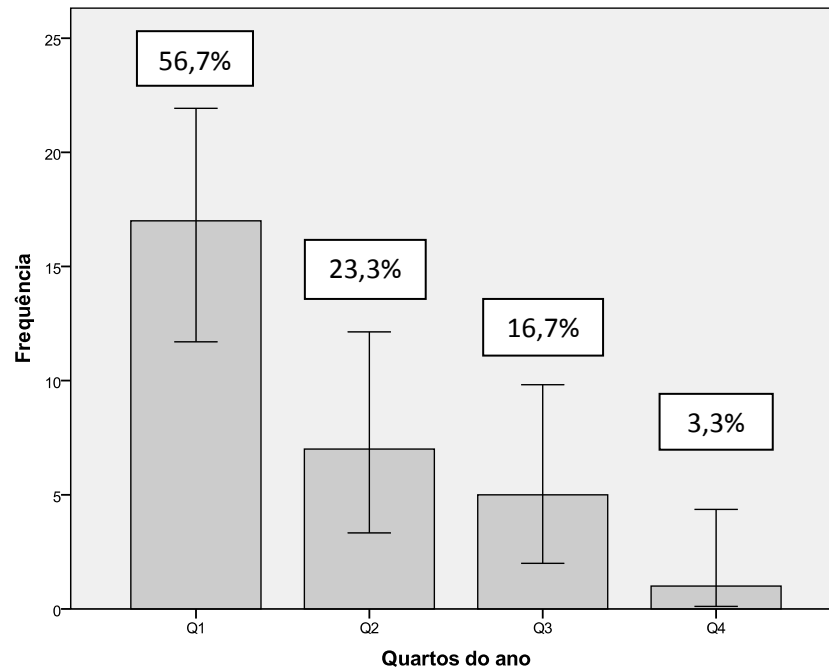
Tabela 3 – Frequência absoluta e frequência relativa de atletas de futebol classificados por maturação atrasada, normal e avançada.

IC (anos)	Atrasado		Normal		Avançado		Total
	F	FR (%)	F	FR (%)	F	FR (%)	
13,0-13,9	0	0,0	4	80,0	1	20,0	5
14,0-14,9	1	5,3	14	73,7	4	21,1	19
15,0-15,9	0	0,0	5	83,3	1	16,7	6
Total	1	3,3	23	76,7	6	20,0	30

IC - Idade cronológica; F - Frequência absoluta; FR - Frequência relativa

A distribuição das frequências de atletas com maturação atrasada, normal e avançada está ilustrada na Tabela 3. Nas três faixas etárias, houve a prevalência de atletas apresentando estado de maturidade normal, correspondendo a 80%, 73,7% e 83,3%, nas idades cronológicas 13,0-13,9 anos, 14,0-14,9 anos e 15,0-15,9 anos, respectivamente.

Figura 17 – Distribuição das datas de nascimento de atletas de futebol por quartos de ano.



Houve diferença estatisticamente significativa na frequência de datas de nascimento entre os quartos do ano ($\chi^2 = 18,53$; $P = 0,000$, $P < 0,05$), sendo Q2, Q3 e Q4 diferentes estatisticamente de Q1. A Figura 17 ilustra a prevalência de Q1 como o período de maior frequência de datas de nascimento, correspondendo a 56,7%.

Tabela 4 – Comparação das variáveis antropométricas entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos	15 anos	16-17 anos
Idade cronológica (anos)	14,1 ± 0,4	14,5 ± 0,5	15,1 ± 0,6
Estatura (cm)	168,0 ± 5,2	173,0 ± 8,6	174,3 ± 7,3
Altura tronco encefálica (cm)	85,4 ± 3,6	89,3 ± 4,0	89,8 ± 4,0
Peso corporal (kg)	55,1 ± 7,0*	62,0 ± 8,0	67,0 ± 8,3
% Gordura	15,0 ± 4,7	15,3 ± 4,2	11,8 ± 3,0
Massa isenta de gordura (kg)	47,6 ± 5,4*	53,0 ± 5,2	60,0 ± 8,0

* diferente significativamente do grupo 16-17 anos
 $P < 0,05$

Conforme destacado na Tabela 4, somente houve diferença estatisticamente significativa nas variáveis peso corporal e massa isenta de gordura

($P = 0,016$; $P = 0,001$, $P < 0,05$, respectivamente) entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos, considerando a idade esquelética.

Tabela 5 – Comparação das variáveis de composição corporal entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos	15 anos	16-17 anos
DMO corpo total (g/cm²)	1,11 ± 0,60*†	1,19 ± 0,70	1,25 ± 0,10
DMO tronco (g/cm²)	0,91 ± 0,06*†	0,98 ± 0,06	1,01 ± 0,06
DMO pernas (g/cm²)	1,30 ± 0,10*†	1,43 ± 0,11	1,51 ± 0,10
CMO corpo total (g)	2389,0 ± 328,0*†	2766,3 ± 367,3	3034,0 ± 356,4
CMO tronco (g)	707,3 ± 119,2	802,0 ± 253,2	926,0 ± 141,0
CMO pernas (g)	1059,1 ± 150,0*	1200,4 ± 175,0	1329,0 ± 145,0

DMO – densidade mineral óssea; CMO – conteúdo mineral ósseo.

* diferente significativamente do grupo 16-17 anos

† diferente significativamente do grupo 15 anos

$P < 0,05$

A Tabela 5 apresenta a comparação das variáveis de composição corporal entre os grupos etários, a qual evidencia diferenças na densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo. Mais especificamente, foi constatada diferença estatisticamente significativa nas variáveis DMO corpo total, DMO tronco e DMO pernas entre os grupos 13-14 anos e 15 anos ($P = 0,023$; $P = 0,021$; $P = 0,022$, $P < 0,05$, respectivamente) e entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos ($P = 0,001$; $P = 0,005$; $P = 0,002$, $P < 0,05$, respectivamente).

Com relação ao conteúdo mineral ósseo, foi evidenciada diferença estatisticamente significativa na variável CMO corpo total entre os grupos 13-14 anos e 15 anos ($P = 0,040$, $P < 0,05$) e entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos ($P = 0,004$, $P < 0,05$). A variável CMO pernas apresentou diferença estatisticamente significativa somente entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos ($P = 0,009$, $P < 0,05$). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa na variável CMO tronco entre os grupos etários.

Tabela 6 – Comparação das variáveis motoras de potência muscular entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos	15 anos	16-17 anos
Squat Jump (cm)	29,0 ± 4,6	29,3 ± 4,6	33,1 ± 4,2
CMJ (cm)	31,1 ± 3,6	32,6 ± 4,2	35,5 ± 5,1
Salto Livre (cm)	35,0 ± 3,0*	38,0 ± 5,1	42,1 ± 7,5
Salto sêxtuplo (m)	13,0 ± 1,0*	13,3 ± 1,0	14,3 ± 1,0

CMJ – Salto contramovimento s/ auxílio dos braços.

* diferente significativamente do grupo 16-17 anos

† diferente significativamente do grupo 15 anos

$P < 0,05$

Conforme apresentado na Tabela 6, dentre as variáveis de potência de membros inferiores, somente o salto livre e o salto sêxtuplo apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P = 0,030$; $P = 0,002$, $P < 0,05$, respectivamente) entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos.

Tabela 7 – Comparação das variáveis motoras de resistência de velocidade e resistência aeróbia entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos	15 anos	16-17 anos
RSA média (s)	8,20 ± 0,30*†	7,90 ± 0,21	7,63 ± 0,21
RSA melhor (s)	7,90 ± 0,30*	7,60 ± 0,30	7,31 ± 0,22
RSA queda (%)	4,33 ± 1,10	4,00 ± 1,24	4,50 ± 0,90
YYIR1 (m)	1132 ± 298	1301 ± 411	1530 ± 424

RSA – Teste de *sprints* repetidos; YYIR1 – YoYo Intermittent Recovery Test Nível 1.

* diferente significativamente do grupo 16-17 anos

† diferente significativamente do grupo 15 anos

$P < 0,05$

No teste de resistência de velocidade, foi constatada diferença estatisticamente significativa na variável tempo médio de *sprints* (RSA média) e melhor tempo de *sprint* (RSA melhor) entre os grupos 13-14 anos e 16-17 anos ($P = 0,000$; $P = 0,001$; $P < 0,05$, respectivamente). Entre os grupos 13-14 anos e 15 anos somente houve diferença estatisticamente significativa na variável tempo médio de *sprints* ($P = 0,010$, $P < 0,05$). Não houve diferença na variável percentual de queda entre *sprints* (RSA queda) entre os grupos etários (Tabela 7).

Em relação ao teste de resistência aeróbia (YYIR1), não foi constatada diferença significativa quando comparado os três grupos etários (13-14 e 15 anos: $P = 0,536$; 13-14 e 16-17 anos: $P = 0,124$; 15 e 16-17 anos: $P = 0,444$, $P < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 8 – Comparação das variáveis motoras de velocidade e agilidade entre os grupos etários, baseados na idade esquelética.

	Grupo etário (idade esquelética)		
	13-14 anos	15 anos	16-17 anos
Velocidade 10m (s)	1,96 ± 0,11*	1,88 ± 0,12	1,80 ± 0,07
Velocidade 30m (s)	4,73 ± 0,15*†	4,48 ± 0,16*	4,23 ± 0,16
Agilidade (s)	6,30 ± 0,23	6,30 ± 0,22	6,10 ± 0,23

* diferente significativamente do grupo 16-17 anos

† diferente significativamente do grupo 15 anos

$P < 0,05$

Conforme demonstrado na Tabela 8, no teste de velocidade linear, o grupo 13-14 anos apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado ao grupo 16-17 anos ($P = 0,014$; $P = 0,000$, $P < 0,05$) nas variáveis velocidade 10m e velocidade 30m, respectivamente. O grupo 15 anos somente apresentou diferença estatisticamente significativa na variável velocidade 30m quando comparado ao grupo 13-14 anos e grupo 16-17 anos ($P = 0,001$; $P = 0,010$, $P < 0,05$, respectivamente). No teste de agilidade do quadrado, não se evidenciou diferença significativa entre os três grupos etários (13-14 e 15 anos: $P = 0,999$; 13-14 e 16-17 anos: $P = 0,150$; 15 e 16-17 anos: $P = 0,113$, $P < 0,05$).

A Tabela 9 apresenta a comparação das variáveis morfológicas e motoras entre os grupos etários, controladas pela covariável idade esquelética. Observou-se que na variável YYIR1 houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (13-13,9 e 15-15,9 anos: $P = 0,034$; 14-14,9 e 15-15,9 anos: $P = 0,005$, $P < 0,05$), apresentando tamanho de efeito médio ($\eta_p^2 = 0,33$) o que indica uma sobreposição correspondente a 21,3% na distribuição dos scores dos grupos. Nas demais variáveis, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos destacando uma redução nos valores do tamanho de efeito ao considerar a idade esquelética na análise.

Tabela 9 – Comparação das variáveis morfológicas e motoras entre os grupos etários, baseados na idade cronológica, considerando a covariável idade esquelética.

	Grupo etário (idade cronológica)			F	P	Tamanho de Efeito
	13,0-13,9 anos	14,0-14,9 anos	15,0-15,9 anos			
Estatura (cm)	166,8 ± 4,8	171,0 ± 8,0	176,0 ± 6,1	0,947	0,401	0,068
Altura tronco encefálica (cm)	85,2 ± 3,1	88,0 ± 4,2	91,1 ± 3,0	1,455	0,252	0,101
Peso corporal (kg)	54,0 ± 5,4	60,1 ± 7,4	68,0 ± 8,4	2,185	0,133	0,144
% Gordura	13,6 ± 4,3	15,0 ± 4,4	13,6 ± 4,1	0,355	0,704	0,027
Massa isenta de gordura (kg)	47,0 ± 5,0	52,0 ± 6,0	60,0 ± 8,2	2,490	0,102	0,161
DMO corpo total (g/cm²)	1,13 ± 0,02	1,16 ± 0,08	1,25 ± 0,09	1,550	0,231	0,107
DMO tronco (g/cm²)	0,94 ± 0,02	0,95 ± 0,07	1,01 ± 0,08	0,288	0,752	0,022
DMO pernas (g/cm²)	1,31 ± 0,05	1,39 ± 0,12	1,52 ± 0,13	1,482	0,246	0,102
CMO corpo total (g)	2450,5 ± 176,8	2627,6 ± 376,6	3106,9 ± 440,8	1,842	0,179	0,124
CMO tronco (g)	730,8 ± 61,4	760,8 ± 219,2	958,0 ± 177,8	1,134	0,337	0,080
CMO pernas (g)	1057,9 ± 74,0	1156,4 ± 173,8	1351,1 ± 180,4	1,690	0,204	0,115
Squat jump (cm)	32,3 ± 3,7	28,9 ± 4,6	31,5 ± 5,0	2,191	0,132	0,144
CMJ (cm)	33,1 ± 3,1	31,9 ± 4,3	34,8 ± 5,1	0,713	0,500	0,052
Salto livre (cm)	36,8 ± 3,6	37,2 ± 5,5	40,6 ± 7,0	0,203	0,817	0,015
Salto sêxtuplo (m)	12,90 ± 0,91	13,23 ± 0,80	14,02 ± 1,04	0,529	0,595	0,039
RSA média (s)	8,12 ± 0,24	8,00 ± 0,31	7,70 ± 0,19	1,126	0,340	0,080
RSA melhor (s)	7,80 ± 0,34	7,67 ± 0,31	7,33 ± 0,22	1,173	0,325	0,083
RSA queda (%)	4,21 ± 1,50	4,11 ± 0,97	4,48 ± 1,39	0,237	0,791	0,018
Velocidade 10m (s)	1,91 ± 0,09	1,90 ± 1,14	1,83 ± 0,08	0,264	0,770	0,020
Velocidade 30m (s)	4,67 ± 0,14	4,54 ± 0,23	4,30 ± 0,22	0,647	0,532	0,047
YYIR1 (m)	1128 ± 168	1179 ± 326	1780 ± 364	6,397	0,006*	0,330
Agilidade (s)	6,26 ± 0,15	6,31 ± 0,24	6,06 ± 0,20	1,840	0,179	0,124

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo descrever e analisar os aspectos morfológicos e motores de atletas de futebol de 13 a 16 anos, baseados na maturação biológica. A seguir serão discutidos os principais resultados obtidos, os quais foram agrupados em subtópicos de assuntos correlatos.

5.1 PICO DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO

Por se tratar de um método não invasivo, de fácil obtenção e que não requer alta treinabilidade dos avaliadores, o uso do PVC apresenta vantagens éticas na classificação da maturação biológica de crianças e adolescentes. Ademais, Mirwald *et al.* (2002) encontraram aceitáveis índices de determinação ($r^2=0,89$) e erro padrão da estimativa (EPE=0,569), o que reitera a fidedignidade e aplicabilidade do método.

No presente estudo, a média etária do PVC (13-14: 14,0 anos; 15: 13,6 anos; 16-17: 13,8 anos) foi menor em relação às obtidas em estudos longitudinais com futebolistas como de Beunen *et al.* (1997) – 14,2 anos e Lefreve *et al.* (1990) – 14,3 anos; e maior às encontradas em estudos transversais como de Iuliano-Burns, Mirwald e Bailey (2001) – 13,4 anos e Sherar, Baxter-Jones e Mirwald (2004) – 13,7 anos. Comparando à população brasileira, os resultados de nosso estudo foram inferiores aos encontrados por Machado, Bonfim e Costa (2009) – 14,7 anos e superiores aos encontrados por Bergmann *et al.* (2007), no qual a amostra composta por escolares apresentaram valores entre 12 e 13 anos. Vale destacar que, além das investigações citadas anteriormente, estudos europeus sintetizados por Malina, Bouchard e Bar-or (2009) demonstraram faixas entre 13,8 e 14,2 anos de idade coincidindo com o PVC. Esta variação de momento de PVC pode estar relacionada às características das amostras, influenciada por fatores étnicos, regionais e sócio-econômicos.

Os resultados do presente estudo demonstram diminuição da idade do PVC na medida em que a idade esquelética avança. Os grupos 15 anos e 16-17 anos, que apresentam um estado de maturidade avançado, atingiram o PVC numa idade inferior ao grupo 13-14 anos. Para os profissionais envolvidos na formação esportiva de atletas, estas informações são de suma importância para determinar

quais estratégias de treinamento poderiam ser adotadas ao prescrever as cargas de treino. Em termos práticos, jovens futebolistas que atingem o PVC tardiamente não podem ser submetidos à cargas de treino, por exemplo, semelhantes às daqueles que o atingiram, considerando que já ultrapassaram estágios importantes de desenvolvimento físico em direção à idade adulta. Deste modo, a identificação da idade de PVC de atletas de futebol consiste em um importante parâmetro para estimar em que estado maturacional eles se encontram, o que contribui para o melhor entendimento de suas características respeitando suas evoluções físicas individuais (MACHADO; BONFIM; COSTA, 2009).

Portanto, a utilização de instrumentos para avaliação da maturação biológica, que sejam eficientes e de fácil aplicação, pode auxiliar na correta interpretação da maturação relacionada ao desempenho motor, contribuindo para a elaboração de um plano didático-metodológico que norteiem a aplicação de exercícios para jovens futebolistas.

5.2 ESTADO DE MATURIDADE BIOLÓGICA

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, foi evidenciada a prevalência de atletas de futebol em estado de maturidade normal, correspondendo a 76,7% dos casos, e apresentando somente um caso de maturação atrasada. Além disso, ao comparar a idade cronológica com a idade esquelética, constatou-se que, somente no grupo etário 13-14 anos, a idade esquelética foi menor do que a idade cronológica.

Resultados inferiores foram encontrados no estudo de Malina e colaboradores (2000) – 58,7% (11-12 anos) e 55,1% (13-14 anos) dos futebolistas apresentavam maturação normal – assim como os resultados de Hirose (2009), ao analisar o estado de maturidade esquelética de futebolistas japoneses – 58,7%, 63,9% e 53,6% apresentavam maturação normal nas categorias sub-13, sub-14 e sub-15, respectivamente. Dados recentes de Malina *et al.* (2010) envolvendo jovens futebolistas portugueses demonstraram que, entre os atletas de 14-16 anos, a idade esquelética era maior do que a idade cronológica. Foi verificado também que, entre os atletas de 13-14 anos, os que estavam no estado maturacional avançado correspondiam a quatro vezes mais do que os atrasados. E por fim, entre os atletas de 15-16 anos, 40% estavam avançados em mais de um ano na idade esquelética.

É importante ressaltar que nos estudos anteriores, nos quais foram encontrados elevados percentuais de atletas em estado de maturidade avançado, utilizou-se o método Fels ou método Tanner-Whitehouse de avaliação da idade esquelética, o que pode implicar em classificações distintas das apresentadas pelo método Greulich-Pyle, utilizado na presente investigação devido ao treinamento do avaliador da clínica médica.

O elevado percentual de futebolistas em estado maturacional normal e o único caso de maturação atrasada apresentados no presente estudo confirmam as constatações da literatura, as quais sugerem que o futebol parece excluir sistematicamente jovens que apresentam maturação tardia e favorecer jovens em estado maturacional normal ou avançado, na medida em que a idade cronológica e especialização precoce progridem.

5.3 EFEITO DA IDADE RELATIVA

O presente estudo apresentou dados consistentes com a literatura científica acerca do fenômeno Efeito da Idade Relativa – EIR, conforme ilustrado anteriormente na Tabela 1.

Brewer *et al.* (1995) e Musch e Hay (1999) já demonstravam uma distribuição assimétrica de datas de nascimento de jogadores de futebol profissional da Suécia, Alemanha, Japão e Austrália, com tendência para nascimentos no primeiro semestre, mais especificamente no primeiro quarto do ano competitivo. Um importante estudo de Helsen (2005), envolvendo jogadores de futebol europeus das categorias sub-15 a sub-18, apresentou uma prevalência de nascidos no primeiro trimestre do ano competitivo. Da mesma maneira, dados recentes de Mujika *et al.* (2009) e Wium *et al.* (2010), demonstraram a existência do EIR em jogadores espanhóis de futebol profissional e das categorias de base e jogadores profissionais noruegueses, respectivamente.

Baxter-Jones (1995) afirma que a ocorrência do EIR é atribuída à enorme variabilidade biológica dentro de um grupo de mesma idade cronológica, durante a infância e adolescência. Apesar da prevalência de sujeitos em estado de maturidade normal na presente investigação, esta variabilidade pôde ser identificada considerando as diferentes idades esqueléticas apresentadas pelos sujeitos. Se assimetrias na distribuição de data de nascimento resultam da variabilidade da

maturação biológica, o único caso de maturação atrasada e o baixo percentual de nascidos no segundo semestre, evidenciados em nosso estudo, demonstram uma possível preferência por aqueles maturados precocemente no processo de detecção e seleção de talentos do futebol. Helsen (1998) já relatava que jogadores em vantagem na idade relativa, quando comparados aos semelhantes, possuíam consideráveis vantagens físicas (estatura, peso corporal e força), as quais poderiam afetar a percepção de potencial talento e predição de sucesso esportivo.

Três argumentos podem ser destacados para explicar o Efeito da Idade Relativa verificado no presente estudo: no atual processo de detecção e seleção de talentos, os atributos físicos do jovem possuem maior relevância do que suas habilidades técnicas; a organização das competições de categorias de base consistir em períodos bianuais (ex.: sub-15, sub-17); e a idade precoce em que se iniciam as competições de alto nível no futebol quando comparada a de outros esportes.

Diante do exposto, muitos jovens talentosos podem ser subestimados simplesmente por nascerem no final do ano e, por consequência, pelos atributos físicos inferiores. Considerando a atual categorização das competições de jovens futebolistas em períodos bianuais, baseada na idade cronológica, potencializa-se o cenário de desvantagens físicas, cognitivas e experiência de jogo para aqueles que apresentam idade biológica inferior à idade cronológica, principalmente, aqueles que compõem o grupo de novatos da categoria.

Portanto, o entendimento do impacto do Efeito da Idade Relativa sobre jovens esportistas pode modificar a maneira como atletas, pais, treinadores e federações percebem o potencial talento e predizem o sucesso esportivo.

5.4 ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Considerando as importantes alterações corporais que ocorrem no período da infância e adolescência de um jovem atleta, a avaliação antropométrica consiste em um relevante parâmetro para acompanhamento da evolução física de indivíduos em diferentes estágios de maturidade biológica.

Os resultados do presente estudo demonstraram que o grupo 16-17 anos possui maior peso corporal e maior massa isenta de gordura quando comparado ao grupo 13-14 anos, o que confirmam os achados de Figueiredo *et al.*

(2010, 2009), Villar e Zühl (2006) e Ré *et al.* (2005) os quais verificaram que atletas em estado maturacional avançado eram, significativamente, mais pesados e possuíam maior massa muscular do que atletas em estado normal e atrasado.

Apesar de haver a influência de fatores extrínsecos como a dieta e o treinamento sistematizado, sugere-se que as alterações de peso corporal e da massa isenta de gordura, dos sujeitos da presente amostra, estão relacionadas também ao processo da maturação biológica, conforme os resultados apresentados pela análise de covariância. Ao controlarmos o efeito da maturação, não foi constatada diferença significativa entre os grupos etários. A ação combinada dos hormônios GH e testosterona, característicos da fase pubertária, sobre o desenvolvimento da massa muscular e dos segmentos corporais parecem ter papel fundamental nestas alterações.

Em termos práticos, a avaliação antropométrica permitiria identificar quais jovens atletas necessitam de um acompanhamento individual direcionado para seu estado maturacional. Deste modo, os achados da presente investigação destacam a relevância dos parâmetros antropométricos na diferenciação e prescrição do treinamento de acordo com o estado de maturidade biológica, respeitando a característica individual do jovem atleta.

Outro importante parâmetro no monitoramento do processo de crescimento e desenvolvimento físico é a avaliação da composição corporal, pois serve como um valioso instrumento para compreender a relação entre a constituição física e a maturação biológica, representados pela densidade e conteúdo mineral ósseo. As avaliações periódicas de densitometria óssea juntamente com avaliação da idade esquelética permitem identificar o ritmo de formação óssea do jovem atleta, auxiliando principalmente na organização e diferenciação das cargas de treinamento aplicadas. Dessa maneira, a densitometria óssea consiste em um método não invasivo de grande utilidade clínica, empregado com eficiência para mensuração da massa óssea em virtude da baixa dose de radiação (<1,5 mrem), da rápida execução (5-7 min) e de não haver necessidade de sedação.

Em concordância ao exposto por Mota *et al.* (2010), Nebigh *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2004), o grupo mais avançado na idade esquelética demonstrou valores significativamente superiores em densidade e conteúdo mineral ósseo quando comparado ao grupo mais atrasado. Entretanto, os resultados de densidade mineral óssea encontrados no presente estudo são superiores aos encontrados por

Nebigh *et al.* (2009) e Vicente-Rodriguez *et al.* (2003), os quais apresentaram valores de corpo total (1,10 g/cm² e 0,86 g/cm², respectivamente), tronco (0,90 g/cm² e 0,65 g/cm², respectivamente) e pernas (1,28 g/cm² e 0,89 g/cm², respectivamente).

Assim como a DMO, os resultados de conteúdo mineral ósseo do presente estudo são maiores do que os encontrados por Nebigh *et al.* (2009), os quais relataram valores de 2.324 g para corpo total, 161 g para tronco e 927 g para pernas. Vale destacar que no estudo de Vicente-Rodriguez *et al.* (2003), a amostra foi composta por futebolistas espanhóis pré-púberes, do segundo estágio da classificação sexual de Tanner, submetidos a um pequeno volume médio de treinamento de 3 horas semanais. Considerando o maior volume de treino realizado pelos sujeitos da presente investigação, sugere-se que a maior experiência de prática e condições específicas de treino e competição caracterizadas pela maior exposição às cargas, contribuíram para os resultados superiores. Nebigh *et al.* (2009) e Fredericson *et al.* (2007) já afirmavam que, a exigência das ações realizadas durante a partida de futebol constitui no estímulo específico à formação óssea, ao relatarem valores significativamente superiores de DMO e CMO do tronco e pernas em praticantes de futebol quando comparados a um grupo controle.

Apesar dos achados acima mencionados, que relatam a influência da prática esportiva na formação óssea, os resultados do presente estudo ratificam ainda o papel da maturação biológica nos incrementos do conteúdo e densidade mineral óssea do jovem, evidenciado pela análise de covariância. Em função dos dados disponíveis na literatura (SILVA *et al.*, 2004), admite-se uma aceleração no ganho do conteúdo mineral ósseo na puberdade, desencadeada pelo aumento dos níveis séricos de hormônios gonadais característico deste período.

5.5 CAPACIDADES MOTORAS

5.5.1 Força Explosiva

A força muscular, mais especificamente a força explosiva (potência muscular), apresenta papel preponderante nas ações do futebol, considerando os movimentos característicos de acelerações, desacelerações, chutes e saltos multidirecionais. Durante a puberdade, incrementos significativos da força ocorrem devido às adaptações humorais e neurológicas típicas desse período maturacional

(WILMORE; COSTILL, 2001; ROUND *et al.*, 1999; RAMOS *et al.*, 1998). De acordo com Mazzucco (2005) e Seabra, Maia e Garganta (2001), as diferenças na força muscular entre os mais e os menos adiantados no processo de maturação tendem a ser mais visíveis entre os 13 e 16 anos de idade, o que confirma os achados do nosso estudo.

Os resultados de potência de membros inferiores demonstraram valores superiores nos testes de SL e salto sêxtuplo do grupo 16-17 anos quando comparado aos demais grupos por idade esquelética. Estes achados estão de acordo com estudos de Figueiredo *et al.* (2010), Fernandez-Gonzalo *et al.* (2010) e Malina *et al.* (2004) os quais demonstraram que futebolistas avançados na maturação biológica apresentavam melhor desempenho nos testes de salto vertical. Nos estudos de Figueiredo *et al.* (2010) e Malina *et al.* (2004), foi aplicado somente o teste de CMJ e tais diferenças não foram evidenciadas na presente investigação. Fernandez-Gonzalo *et al.* (2010), por sua vez, encontraram diferenças estatisticamente significantes no desempenho do salto vertical SJ, CMJ e SL em futebolistas avançados na maturação biológica, confirmando os achados do presente estudo para a variável SL.

Possíveis explicações para o desempenho inferior daqueles atrasados na maturação envolveriam uma baixa coordenação intramuscular, ineficiente utilização do ciclo alongamento-encurtamento (dissipação da energia potencial elástica na forma de calor, grau de *stiffness* do complexo músculo-tendão) e/ou a pouca familiarização com as técnicas do salto SJ e CMJ. Deve-se destacar também que fatores antropométricos como comprimento de pernas, estatura e peso corporal influenciam diretamente no desempenho de tarefas como salto vertical e horizontal (RÉ *et al.*, 2005). Entende-se que um maior alcance proporcionado por membros mais longos e maior peso corporal devido, especialmente, à massa isenta de gordura permitem um melhor resultado em testes de força explosiva. De acordo com nossos resultados, pode-se inferir que a massa magra e, conseqüentemente, o peso corporal foram um dos possíveis fatores que contribuíram para o melhor resultado do grupo 16-17 anos.

Vale destacar que, nos estudos citados anteriormente, a determinação do estado de maturidade biológica se baseou na maturação sexual, o que pode causar diferenças na classificação dos estágios maturacionais e limitar a comparação e discussão dos resultados. Além disso, nestes estudos não foram

aplicados o teste de salto sêxtuplo como parâmetro da potência de membros inferiores. Entretanto, considerando a especificidade da ação motora e a aplicabilidade do teste nas condições em que ocorre a prática, reitera-se a importância e utilidade dos dados de salto horizontal de futebolistas para caracterização de desempenho esportivo e prescrição de treinamento específico de força explosiva.

5.5.2 Resistência de Velocidade

Modalidades coletivas como o futebol requerem ações repetidas de alta intensidade, muitas vezes intercaladas por períodos de baixa a moderada intensidade ou descanso passivo, permitindo uma sub-recuperação ou mesmo recuperação completa para uma ação subsequente (IMPELLIZZERI *et al.*, 2008). Apesar da resistência de velocidade ser uma capacidade determinante para desempenho no futebol, existem poucos estudos nacionais sobre o tema envolvendo jovens atletas, mais especificamente futebolistas. Sendo assim, esta informação é de extrema relevância para a etapa da formação esportiva, considerando o perfil fisiológico característico do jovem atleta no período infantil e pubertário.

Notadamente, os resultados do teste de *sprints* repetidos apresentaram valores significativamente superiores para os grupos 15 e 16-17 anos nas variáveis tempo médio do RSA e melhor tempo do RSA. Confirmando os achados de Mujika *et al.* (2009) e de Abrantes, Maças e Sampaio (2004), a atual investigação sugere algumas possíveis explicações para o melhor resultado no teste de *sprints* repetidos dos futebolistas em estado avançado de maturidade. Primeiramente, uma maior capacidade glicolítica e elevada produção de ácido láctico, resultaria numa maior taxa de produção de energia envolvendo esforços repetitivos de curta duração. Apesar da análise de lactato não consistir objeto deste estudo, a moderada correlação negativa entre concentração de lactato sanguíneo e tempo total de RSA ($r = - 0,67$; $P < 0,01$) encontrada por Mujika *et al.* (2009) levam a inferir que, nesta variável, o desempenho parece ser influenciado pelo processo maturacional desta capacidade metabólica. Além da causa fisiológica, a influência das modificações corporais, como peso e estatura, poderia ser também um fator interveniente (MUJIKA *et al.*, 2009; ROWLAND, 2008), porém, os achados do presente estudo permitem concluir que somente o peso corporal poderia ser

responsável por diferenças de desempenho entre os grupos. Ademais, os resultados evidenciaram que não houve diferença de desempenho entre os grupos 15 e 16-17 anos, confirmando a existência de um platô na capacidade de realizar *sprints* repetidos a partir da categoria sub-15 (MUJIKA *et al.*, 2009).

O presente estudo também não identificou diferença significativa no percentual de queda entre os *sprints*, tendo encontrado valores na faixa de 4,0 a 4,5%, similares aos do estudo espanhol. Apesar de haver evidências sugerindo que jovens se recuperam mais rapidamente do que adultos em exercícios de alta intensidade, devido a uma rápida ressíntese de fosfocreatina, maior contribuição do metabolismo aeróbio e reduzida taxa de produção de lactato (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011), os nossos resultados não confirmaram tal fato.

Novamente, existem poucos estudos envolvendo maturação biológica e capacidade de realizar *sprints* repetidos, o que dificulta a discussão dos dados, haja vista os estudos como de Mujika *et al.* (2009) e Abrantes, Maças e Sampaio (2004) que fazem inferências somente baseadas na idade cronológica e não, na idade biológica. É importante salientar que existem vários protocolos de avaliação da capacidade de realizar *sprints* repetidos, o que exige certos cuidados ao realizar comparações de estudos, já que podem apresentar distâncias percorridas, mudanças de direção e tempos de recuperação diferentes, interferindo de forma direta nos resultados.

5.5.3 Velocidade

A velocidade, presente nos inúmeros *sprints* realizados durante uma partida, consiste em um dos fatores determinantes para o desempenho em alto nível competitivo no futebol (BROWN; VESCOVI; VANHEEST, 2004). Em momentos importantes do desenvolvimento pubertário do jovem atleta, a velocidade evolui notadamente devido às alterações maturacionais e antropométricas que interferem nas ações em campo. Dessa maneira, os jovens atletas avançados na maturação biológica tendem a apresentar vantagens na *performance* esportiva justamente por serem mais velozes que seus pares em estado de maturidade atrasado.

Os resultados do teste de velocidade do presente estudo indicaram um melhor desempenho do grupo 16-17 anos em comparação aos grupos 13-14 e

15 anos tanto nos 10m quanto nos 30m, reforçando os achados de Figueiredo *et al.* (2010) e Pittoli *et al.* (2010).

O aumento da massa muscular tem influência nas tarefas de desempenho da velocidade como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento corporal (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Além da influência do desenvolvimento da força e da massa muscular a partir dos hormônios anabólicos, há de se destacar os fatores antropométricos e biomecânicos como intervenientes da velocidade (ROWLAND, 2008). Analisando o desenvolvimento da velocidade contextualizado a partir das mudanças corporais, supõe-se que a estatura, o comprimento de pernas, amplitude e frequência de passada e técnica de corrida (componente coordenativo) possam influenciar diretamente no desempenho desta capacidade.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, não houve diferença de estatura e comprimento de pernas entre os grupos. Em contrapartida, o grupo 16-17 anos apresentou maior peso corporal e massa isenta de gordura, indicando uma possível influência destes fatores sobre o desempenho do teste de velocidade. Este resultado sustenta os achados de Malina *et al.* (2004), os quais verificaram que, em jovens futebolistas portugueses entre 13 e 15 anos, o peso corporal juntamente com o estágio de pilosidade explicaram 50% da variância da capacidade velocidade de deslocamento linear.

Portanto, ainda que o desenvolvimento da velocidade seja dependente de fatores genéticos (proporção de fibras rápidas e fibras lentas, mielinização das fibras, velocidade de disparo dos potenciais de ação) e do treinamento, parece que o próprio processo de maturação e consequentes alterações antropométricas e biomecânicas influenciam no desempenho desta capacidade em jovens futebolistas, que apresentam diferentes estados de maturidade biológica.

5.5.4 Resistência Aeróbia

No desenvolvimento das ações características do futebol, a resistência aeróbia contribui como capacidade condicionante para *performance* esportiva, na medida em que o sistema aeróbio melhora o processo de recuperação em exercícios intermitentes de alta intensidade, por meio de uma resposta aeróbia

aumentada, isto é, uma maior participação dessa via nos processos de restabelecimento energético e remoção de produtos do metabolismo (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008). Na infância e adolescência, a evolução desta capacidade é marcada pelo aumento progressivo dos componentes do sistema cardiorrespiratório e muscular, sob influência de fatores hormonais e alterações corporais. Logo, aqueles que se encontram em estado de maturidade avançado podem apresentar melhor aptidão aeróbia do que aqueles em estado normal ou atrasado.

Os resultados do teste de resistência aeróbia não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos etários por idade esquelética, confirmando os achados de Figueiredo *et al.* (2010) e Vitor *et al.* (2008). Em contraposição, Villar e Zühl (2006) identificaram um aumento progressivo na potência aeróbia entre as idades cronológicas e entre a puberdade e pós-puberdade de um grupo de futebolistas de 13 a 17 anos. Similarmente, Fernandez-Gonzalo *et al.* (2010) objetivando comparar características técnicas e fisiológicas entre futebolistas pré-púberes de diferentes idades, constataram que os indivíduos em estado de maturidade sexual avançado apresentavam melhores resultados no VO_2 pico absoluto.

Considerando os resultados apresentados pela literatura, há uma dificuldade na análise e discussão dos dados, pois existem diversos protocolos para avaliação da resistência aeróbia o que interfere claramente na comparação dos resultados. Nas investigações de Villar e Zühl (2006) e Vitor *et al.* (2008), foram aplicados protocolos de campo realizados em pista de atletismo, utilizando teste de corrida de cinco e nove minutos, respectivamente. Já Figueiredo *et al.* (2010) aplicaram protocolo específico (*Yoyo intermittent endurance test* - nível 1) e Fernandez-Gonzalo *et al.* (2010) utilizaram o teste incremental em esteira com analisador de gases. É importante ressaltar que, estudos como os de Fernandez-Gonzalo *et al.* (2010), Vitor *et al.* (2008) e Villar e Zühl (2006), classificaram o estado de maturidade biológica baseado na maturação sexual, o que pode causar diferenças na classificação dos estágios maturacionais e limitar a comparação e discussão dos resultados.

Apesar de não ter encontrado diferença significativa na resistência aeróbia entre os grupos por idade esquelética, ao ponderar a análise de covariância, evidenciaram-se diferenças estatisticamente significantes entre os grupos de idade

cronológica, com destaque ao aumento do tamanho de efeito. Este resultado parece indicar que, na presente amostra, o efeito da maturação biológica não foi determinante para constatação de diferenças, mas sim a possível influência de fatores externos, como o próprio treinamento sistematizado realizado por estes futebolistas.

Portanto, ainda que importantes alterações no sistema cardiorrespiratório e circulatório ocorram a partir do processo de desenvolvimento e maturação do jovem atleta, parece que o efeito substancial do treino apresenta papel relevante na adaptação aeróbia.

5.5.5 Agilidade

Assim como a velocidade, a capacidade agilidade está presente em diversas ações do futebol, como acelerações e desacelerações com mudanças de direção, caracterizadas nos dribles, fintas, desarmes e conduções de bola. Sugere-se que aqueles avançados na maturação biológica apresentem melhor desempenho em tarefas de agilidade quando comparados a futebolistas em estado de maturidade atrasado.

O presente estudo não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos etários, ao contrário do que foi apresentado nos estudos de Pittoli *et al.* (2010) e Figueiredo *et al.* (2010) nos quais encontraram melhor desempenho no teste de *shuttle run* 10 x 5m daqueles futebolistas em estado de maturidade avançado, sugerindo que a maturação possui implicações diretas na tarefa de desempenho de agilidade.

Todavia, Seabra, Maia e Garganta (2001) ao relatar que futebolistas portugueses apresentavam melhor desempenho no teste de agilidade vai-e-vem do que não-futebolistas, identificaram que o treinamento também apresenta uma influência positiva na *performance* desta capacidade, sugerindo uma interação maturação x treinamento. Na presente investigação, ao controlar o efeito da variável idade esquelética, não foi possível confirmar estes achados. Acredita-se que a diferença de protocolo utilizado no presente estudo, apesar da similaridade de mudanças multidirecionais, possa dificultar a análise e comparação dos resultados obtidos com a literatura.

Complementa-se ainda que a pouca familiarização com o teste e o baixo componente coordenativo dos sujeitos da amostra utilizada, causado pelas mudanças corporais (aumento do comprimento de membros) que caracteriza o fenômeno chamado de “*adolescent awkwardness*” típico do período pubertário, seja um fator interveniente na performance da agilidade (FORD *et al.*, 2011; PHILIPPAERTS *et al.*, 2006).

5.6 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Diante do cenário esportivo competitivo e a busca incessante por futuros talentos no futebol, nos deparamos com inúmeros casos de jovens atletas submetidos à cargas físicas e emocionais incompatíveis com sua capacidade de suportá-las. Cada vez mais, profissionais de diversas áreas envolvidas com futebol, desde treinadores a empresários e diretores, exigem de jovens atletas comportamentos, desempenhos e atitudes típicos de um indivíduo adulto que já vivenciou as etapas do desenvolvimento físico, psicológico e social. Considerando o imediatismo por resultados e o desconhecimento por parte destes profissionais sobre temas como crescimento, desenvolvimento e maturação, o viés caracterizado pela automática exclusão daqueles atrasados na maturidade biológica é maximizado.

Muitos jovens talentosos podem ser subestimados simplesmente por nascerem no final do ano e, por consequência, pelos atributos físicos inferiores. Portanto, destaca-se a importância em avaliar, por meio de métodos modernos, rápidos e de alta precisão, o estado de maturidade biológica do jovem atleta de futebol como forma de monitoramento e controle do seu desenvolvimento físico, visando à aplicação de cargas de treinamento ajustadas a sua real condição física. Tais medidas são fundamentais para melhorar o processo de seleção de atletas e evitar prejuízos quanto à perda desses talentos em potencial, ponderando o exacerbado investimento financeiro de clubes e centros esportivos, destinado ao processo de desenvolvimento de seus atletas.

Apesar do pequeno número de sujeitos na amostra e da utilização do método Greulich-Pyle para avaliação maturacional, o nível competitivo dos sujeitos correspondia à elite estadual das categorias e a determinação da idade esquelética se deu por um método “padrão ouro”, destacando a relevância do

estudo. Além disso, o presente estudo sugere a utilização do método de determinação do pico de velocidade de crescimento como uma ferramenta barata e prática de avaliar em que momento do desenvolvimento físico se encontra o jovem atleta de futebol na sua fase pubertária.

Dessa maneira, os achados do presente estudo contribuirão para o melhor entendimento de preparadores físicos e treinadores a respeito do processo de maturação biológica do jovem atleta relacionado à aptidão física, além de destacar a importância em respeitar a individualidade biológica permitindo seu desenvolvimento natural, evitando assim, acelerar o processo de formação esportiva direcionando para uma especialização precoce.

6 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos, limitações, pressupostos e resultados encontrados, pode-se realizar as seguintes conclusões acerca da presente investigação:

- Evidenciou-se uma prevalência de atletas de futebol, entre as idades cronológicas de 13 a 16 anos, em estado de maturidade normal correspondendo a 76,7% dos casos;
- Ao comparar a idade cronológica e idade esquelética, constatou-se que, somente no grupo etário 13-14 anos, a idade esquelética foi menor do que a idade cronológica;
- 56,7% dos sujeitos da amostra nasceram no primeiro semestre do ano, mais especificamente no trimestre inicial (janeiro-fevereiro-março), caracterizando o Efeito da Idade Relativa presente no futebol, relatado pela literatura;
- A média etária do PVC no presente estudo consistiu em 14 anos no grupo 13-14 anos, 13,6 anos no grupo 15 anos e 13,8 anos no grupo 16-17 anos;
- O grupo 16-17 anos de idade esquelética apresentou maior peso corporal e maior massa isenta de gordura quando comparado ao grupo 13-14 anos;
- O grupo 16-17 anos de idade esquelética apresentou valores significativamente superiores em densidade e conteúdo mineral ósseo de corpo total e pernas e densidade mineral óssea de tronco;
- O grupo mais avançado na idade esquelética obteve melhores resultados no teste de potência muscular, velocidade e resistência de velocidade, capacidades estas determinantes no desempenho do futebol;
- Sugerem-se novos estudos longitudinais em que haja o acompanhamento de jogadores em formação, considerando seus atributos físicos, maturacionais e técnicos relacionados ao desempenho no ambiente real de jogo;
- É sugerido ainda, estudos que quantifiquem o número de jovens jogadores, identificados como potenciais talentos pela maturação avançada na fase de formação, que se tornaram atletas profissionais em equipes de alto nível competitivo.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, C.; MAÇÃS, V.; SAMPAIO, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 3, n. 1, p. 44-49, 2004.
- ALTIMARI, J. M. et al. Distribuição do mês de nascimento dos jogadores das seleções brasileiras de futebol. **Revista Andaluza de Medicina Del Deporte**, v. 4, n. 1, p. 13-16, 2011.
- BANGSBO, J. **Yo-Yo Tests**. Copenhagen: HQ+Storm; 1996.
- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The yo-yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.
- BARNESLEY, R. H.; THOMPSON, A. H.; BARNESLEY, P. E. Hockey success and birthdate: the RAE. **Canadian Association for Health, Physical Education, and Recreation Journal**, v. 51, p. 23-28, 1985.
- BAR-OR, O. The young athlete: some physiological considerations. **Journal of Sports Sciences**, v.13, p.31-33, 1995. Suppl.
- _____. **The child and adolescent athlete**. Oxford: Blackwell Science, 1996.
- BARROS, R. M. L. et al. Analysis of the Distances Covered by First Division Brazilian Soccer Players Obtained with an Automatic Tracking Method. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 6, p. 233-42, 2007.
- BAXTER-JONES, A. D. G. Growth and development of young athletes: Should competition levels be age related? **Sports Medicine**, v. 20, p. 59 – 64, 1995.
- BAXTER-JONES, A. D. G.; EISENMANN, J. C.; SHERAR, L. B. Controlling for maturation in pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, n. 1, p. 18-30, 2005.
- BERGMANN, G. G. et al. Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 4, p. 333-338, 2007.
- BEUNEN, G. et al. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. **Annals of Human Biology**, v. 8, p. 321 – 331, 1981.
- BEUNEN, G. 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.

BEUNEN, G. Physical growth, maturation and performance. In: ESTON, R.; REILLY, T. (Ed.), **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data**. 3 ed. Oxon: Routledge, 2009. p. 73-100.

BEUNEN, G.; THOMIS, M. Muscular strength development in children and adolescents. **Pediatric Exercise Science**, v. 12, p. 174-197, 2000.

BOSCO, C. Proposte metodologiche di valutazione delle capacita` fisiche nei giovani ai fini di individuare le caratteristiche specifiche delle varie proprieta` fisiologiche coinvolte nelle diverse specialita` dell'atletica leggera. **Atleticastudi**, v. 6, p. 361-71, 1993.

BREWER, J.; BALSOM, P.; DAVIS, J. Seasonal birth distribution amongst European soccer players. **Sports, Exercise and Injury**, v. 1, p. 154-157, 1995.

BROWN, T. D.; VESCOVI, J. D.; VANHEEST, J. L. Assessment of linear sprinting performance: theoretical paradigm. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 3, n. 4, p. 203-210, 2004.

CARLING, C. et al. Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 19, p. 3-9, 2009.

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

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, jan-fev. 2009.

FIGUEIREDO, A. J.; COELHO E SILVA, M. J.; MALINA, R. M. Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 21, 446-454, 2010.

FORD, P. et al. The long-term athlete development model: physiological evidence and application. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 4, p. 389-402, 2011.

FREDERICSON, M. et al. Regional bone mineral density in male athletes: a comparison of soccer players, runners and controls. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 10, p. 664-668, 2007.

FREITAS, D. L. et al. Maturação esquelética e aptidão física em crianças e adolescentes madeirenses. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.3, n.1, p.61-75, 2003.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3 ed. São Paulo: Phorte, 2005. 600p.

GAYA, A.; SILVA, G. **Projeto Esporte Brasil: manual de aplicação de medidas e testes, normas e critérios de avaliação**. Porto Alegre: PROESP-BR, 2007.

GOBBI, S.; VILLAR, R.; ZAGO, A. S. **Bases teórico-práticas do condicionamento físico**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. 1 ed. São Paulo: Ed. Balieiro, 1997.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014 p.

HAYWOOD, K. M.; GETCHELL, N. **Desenvolvimento motor ao longo da vida**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 344p.

HELSEN, W. F. et al. The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. **Journal of Sports Sciences**, v.18, p.727-736, 2000.

HELSEN, W. F.; STARKES, J. L.; VAN WINCKEL, J. The influence of relative age on success and dropout in male soccer players. **American Journal of Human Biology**, v. 10, p. 791–798, 1998.

HELSEN, W.F.; WINCKEL, J.V.; WILLIAMS, A.M. The relative age effect in youth soccer across Europe. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 629-636, 2005.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.

HIROSE, N. Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. **Journal of Sports Sciences**; v. 31, p. 1-8, 2009.

IMPELLIZZERI, F.M. et al. Validity of a repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 11, p. 899-905, nov. 2008.

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.

LAZZOLI, J. K. et al. Atividade física e saúde na infância e adolescência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, n. 4, p. 107-109, 1998.

LEFREVE, 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.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, energia e desempenho humano**. 7 ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2011. 1132p.

MACHADO, D. R. L.; BONFIM, M. R.; COSTA, L. T. 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. Crescimento, maturação e desempenho. In: GARRETT JÚNIOR, W. E.; KIRKENDALL D. T. **A ciência do exercício e dos esportes**. 1 ed. Porto Alegre: Ed Artmed, 2003. p. 454-476.

MALINA, R. M. 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, p. 555-562, 2004.

MALINA, R. M. Growth and maturity status of young soccer (football) players. In: REILLY, T.; WILLIAMS, M. (Eds.), **Science and soccer**. 2ed. London: Routledge, 2003. p. 287-306.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. 2 ed. São Paulo: Phorte, 2009. 784 p.

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

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, p. 685–693, 2000.

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

MALINA, R. M. Growth and maturation of young athletes: Is training for sport a factor? In: CHANG, K. M.; MICHELI, L (Ed.). **Sports and children** (pp. 133 – 161). Hong Kong: Williams & Wilkins, 1998.

MALINA, R. M. Physical growth and biological maturation of young athletes. **Exercise and Sports Science Reviews**, v. 22, p. 389 – 433, 1994.

MARTIN, R. H. et al. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 15, n. 2, p. 212-22, 2001.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 5, n. 2, p.18-35,1991.

MAZZUCCO, M. A. **Relação entre maturação e variáveis antropométricas, fisiológicas e motoras em atletas de futebol de 12 a 16 anos**. 2007. 76 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MAZZUCCO, M. A. et al. Influência da idade cronológica na seleção de atletas para equipes de futebol da categoria infantil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, CELAFISCS, 28., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CELAFISCS, 2005.

- MENDEZ-VILLANUEVA, A. et al. Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation? **Pediatric Exercise Science**, v. 22, p. 497-510, 2010.
- 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.
- MORTATTI, A. L.; ARRUDA, M. Análise do efeito do treinamento e da maturação sexual sobre o somatotipo de jovens futebolistas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 1, p. 84-91, 2007.
- MOTA, S. et al. Variation of isokinetic strength and bone mineral density in youth portuguese soccer players with age. **The Open Sports Sciences Journal**, v. 3, p. 49-51, 2010.
- MUJIKÁ, I. et al. The relative age effect in a professional football club setting. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 11, p. 1153-1158, 2009.
- MUSCH, J.; GRONDIN, S. Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. **Developmental Review**, v. 21, p. 147 – 167, 2001.
- MUSCH, J.; HAY, R. The relative age effect in soccer: Cross-cultural evidence for a systematic discrimination against children born late in the competition year. **Sociology of Sport Journal**, v. 16, p. 54–64, 1999.
- NEBIGH, A. et al. Bone mineral density of young boy soccer players at different pubertal stages: relationships with hormonal concentration. **Joint Bone Spine**, v. 76, n. 1, p. 63-69, 2009.
- PHILIPPAERTS, R. M. et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 3, p. 221-230, mar. 2006.
- PITTOLI, T. E. M. et al. Brazilian soccer players and no-players adolescents: effect of the maturity status on the physical capacity components performance. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 5, n. 2, p. 280-287, 2010.
- RAMOS, E. et al. Muscle strength and hormonal levels in adolescents: gender related differences. **International Journal of Sports Medicine**, v.16, p.526-31, 1998.
- RÉ, A. H. N. et al. Relação entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.19, n. 2, p.153-62, 2005.
- ROUND, J. M. et al. Hormonal factors in the development of differences in strength between boys and girls during adolescence: a longitudinal study. **Annals of Human Biology**, v.26, n.1, p.49-62, 1999.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2008. 295 p.

SEABRA, A.; MAIA, J. A.; 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.

SHERAR L. B. et al. Prediction of adult height using maturity based cumulative height velocity curves. **Journal of Pediatrics**, v. 147, n. 4, p. 508-514, 2005.

SHERAR L. B.; BAXTER-JONES A. D. G.; 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.

SIERVOGEL, R. M. et al. Puberty and body composition. **Hormone Research**, v. 60, n. 1, p. 36-45, 2003.

SILVA, C. C. et al. Mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino: anos críticos para a aquisição da massa óssea. **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 6, p. 461-467, 2004.

SVENSSON, M.; DRUST, B. Testing Soccer Players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 601-18, 2005.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6 ed. São Paulo: Artmed, 2012. 396 p.

VAEYENS, R.; PHILIPPAERTS, R. M.; MALINA, R. M. The relative age effect in soccer: A match-related perspective. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 7, p. 747-756, 2005.

VICENTE-RODRIGUEZ, G. et al. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. **Bone**, v. 33, p. 853-859, 2003.

VICENTE-RODRIGUEZ, G. et al. High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1789-1795, 2004.

VILLAR, R.; DENADAI, B. S. Efeito da idade na aptidão física em meninos praticantes de futebol 9 a 15 anos. **Revista Motriz**, v. 7, n. 2, p. 93-98, 2001.

VILLAR, R.; ZÜHL, C. A. Efeitos da idade cronológica e da maturação biológica sobre a aptidão física em praticantes de futebol de 13 a 17 anos. **Motricidade**, v. 2, n. 2, p. 69-79, 2006.

VITOR, F. M. et al. Aptidão física de jovens atletas do sexo masculino em relação à idade cronológica e estágio de maturação sexual. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 22, n. 2, p. 139-48, abr/jun. 2008.

WIIUM, M. et al. Does relative age effect exist among norwegian professional soccer players? **International Journal of Applied Sports Sciences**, v. 22, n. 2, p. 66-76, 2010.

WILLIAMS, A. M.; REILLY, T. Talent identification and development in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, p. 657-667, 2000.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001.

ANEXOS

ANEXO A
Modelo do Termo de Consentimento Informado utilizado

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
 CENTRO DE EXCELÊNCIA ESPORTIVA
 AUTORIZAÇÃO DA EQUIPE

Convido-o (a) a participar do estudo: **MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE 13 A 16 ANOS**. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de autorizar a participação no estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa haverá penalização de forma alguma. Lembrando que os sujeitos não receberão nada para participar da pesquisa e nem precisarão efetuar qualquer pagamento para participar dela. E, caso haja qualquer dúvida em relação a pesquisa, os autores estarão disponíveis para esclarecê-las em qualquer momento.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE 13 A 16 ANOS

Pesquisadores Responsáveis: Luiz Cláudio R. Stanganelli ou Felipe Nunes Rabelo

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (43) 9991-8199 ou 9602-5000

Telefone do Comitê de Ética – Universidade Estadual de Londrina (43) 3371-2490

Objetivo do projeto: Avaliar o estado maturacional de atletas de futebol com idade entre 13 e 16 anos e analisar sua relação com as variáveis antropometria, composição corporal e desempenho físico em testes motores específicos da modalidade futebol.

Procedimentos: Avaliação da maturação biológica, por meio de exames de raios-x de mão-punho e densitometria computadorizada (DEXA) em clínica especializada. Realização de uma bateria de testes motores e medidas antropométricas nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte - UEL.

Período: O acompanhamento será durante o segundo semestre do ano de 2011, podendo estender-se por mais dois semestres.

Privacidade: Os dados individualizados serão confidenciais. Os resultados coletivos serão divulgados nos meios científicos e de comunicação de forma generalizada, sem distinção de nomes, sendo reservados os direitos de privacidade de cada indivíduo.

Riscos: Danos físicos durante a realização dos testes práticos (escoriações leves, torções, lesões etc.).

Desistência: Poderão desistir a qualquer momento da participação, sem qualquer consequência.

Pesquisador Responsável: Luiz Cláudio Reeberg Stanganelli

Entrevistador: Felipe Nunes Rabelo

Pesquisadores Responsáveis: Luiz Cláudio R. Stanganelli ou Felipe Nunes Rabelo

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (43) 9991-8199 , 3371-4141 ou 9602-5000

Telefone do Comitê de Ética – Universidade Estadual de Londrina (43) 3371-2490

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DOS SUJEITOS NA PESQUISA

Eu, _____, RG _____, abaixo assinado, responsável pela Equipe _____, autorizo a utilização dos recursos humanos da equipe, se os mesmos se prontificarem a contribuir com o estudo, permitindo a divulgação dos resultados do estudo em meios científicos e meios de comunicação impresso e/ou eletrônico. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador Felipe Nunes Rabelo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da

intervenção. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____/_____/_____/_____

Nome: _____

Responsável pela Equipe: _____

ANEXO B
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
 CENTRO DE EXCELÊNCIA ESPORTIVA
AUTORIZAÇÃO DOS PAIS OU RESPONSÁVEL

Convido-o (a) a participar do estudo: **MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE 13 A 16 ANOS**. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de autorizar a participação no estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa haverá penalização de forma alguma. Lembrando que os sujeitos não receberão nada para participar da pesquisa e nem precisarão efetuar qualquer pagamento para participar dela. E, caso haja qualquer dúvida em relação a pesquisa, os autores estarão disponíveis para esclarecê-las em qualquer momento.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **MATURAÇÃO BIOLÓGICA, ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CAPACIDADES MOTORAS DE ATLETAS DE FUTEBOL DE 13 A 16 ANOS**

Objetivo do projeto: Avaliar o estado maturacional de atletas de futebol com idade entre 13 e 16 anos e analisar sua relação com as variáveis antropometria, composição corporal e desempenho físico em testes motores específicos da modalidade futebol.

Procedimentos: Avaliação da maturação biológica, por meio de exames de raios-x de mão-punho e densitometria computadorizada (DEXA) em clínica especializada. Realização de uma bateria de testes motores e medidas antropométricas nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte - UEL.

Período: O acompanhamento será durante o segundo semestre do ano de 2011, podendo estender-se por mais dois semestres.

Privacidade: Os dados individualizados serão confidenciais. Os resultados coletivos serão divulgados nos meios científicos e de comunicação de forma generalizada, sem distinção de nomes, sendo reservados os direitos de privacidade de cada indivíduo.

Riscos: Danos físicos durante a realização dos testes práticos (escoriações leves, torções, lesões etc.).

Desistência: Poderão desistir a qualquer momento da participação, sem qualquer consequência.

Pesquisador Responsável: Luiz Cláudio Reeberg Stanganelli

Entrevistador: Felipe Nunes Rabelo

Pesquisadores Responsáveis: Luiz Cláudio R. Stanganelli ou Felipe Nunes Rabelo

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (43) 9991-8199 , 3371-4141 ou 9602-5000

Telefone do Comitê de Ética – Universidade Estadual de Londrina (43) 3371-2490

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG _____, abaixo assinado, autorizo meu filho/responsável, _____ a participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador Felipe Nunes Rabelo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data _____/_____/_____/_____

Nome: _____

Assinatura do pai ou responsável: _____

ANEXO C
Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

Parecer PF Nº. 242/09 CAAE Nº. 0189.0.268.000-09 FOLHA DE ROSTO Nº. 294143	Londrina, 09 de março de 2010.
PESQUISADOR: LUIZ CARLOS REEBERG STANGANELLI CEFE	
<p>Prezado Senhor:</p> <p style="text-align: center;">O “Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina/ Hospital Universitário Regional Norte do Paraná” (Registro CONEP 268)– de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:</p> <p style="text-align: center;">“MONITORAÇÃO DO DESEMPENHO E CONTROLE DA CARGA DE TREINAMENTO DE JOGADORES DE FUTEBOL DAS CATEGORIAS DE BASE”</p>	
<p>Situação do Projeto: APROVADO</p> <p>Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá apresentar ao CEP/UJEL relatório final da pesquisa.</p>	
<p>Atenciosamente,</p> <p><i>Ester M.O. Dalla Costa</i></p> <p>Profª. Dra. Ester M.O. Dalla Costa Coordenadora Comitê de Ética em Pesquisa-CEP/UJEL</p>	
<p style="text-align: center;"> Campus Universitário: Rodovia Célio Garcia Cid (PR 445), km 330 - Fone (043) 371-4000 FAX - Fax 328-4440 - Caixa Postal 6.001 - CEP 86051-990 - Internet http://www.uel.br Hospital Universitário/ Centro de Ciências da Saúde: Av. Robert Koch, 60 - Vila Operária - Fone (043) 381-2000 FAX - Fax 337-4041 e 337-7495 - Caixa Postal 791 - CEP 86033-440 </p>	

ANEXO D

Modelo da Ficha de Anotação dos dados coletados na execução dos testes motores



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



Cenesp

FICHA DE AVALIAÇÃO

Coleta de Dados – Felipe Nunes Rabelo

Temperatura: _____

Umidade Relativa do Ar: _____

Dados Pessoais

Nome:	
Data de Nascimento:	Categoria:
Origem:	Tempo de Prática:
Posição	Data da avaliação:
Estatura:	Altura Tronco-encefálica:
Peso:	

Testes motores

Agilidade – quadrado 4x4	1	2	
Resist. Vel. (Impellizzeri)	1	2	3
	4	5	6
Velocidade 30m	1	2	

Resistência Aeróbia

YOYO Recovery Nível _	distância	tempo
Léger	distância	tempo

Saltos

Squat Jump	1	2	3
Contra Movimento	1	2	3
Livre	1	2	3
Sêxtuplo	1	2	

Dobras Cutâneas

Circunferência

Subesc.	Bíceps Relaxado D:	E:
Tríceps	Bíceps Contraído D:	E:
Bíceps	Antebraço D:	E:
Axilar	Peitoral Inspirado:	Peitoral Expirado:
Peitoral	Abdomen:	
Abdomen	Coxa D:	E:
Suprailíaca	Panturrilha D:	E:
Coxa		
Panturrilha		

Diâmetros

Úmero		
Fêmur		