



---

**Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**CRESCIMENTO, MATURAÇÃO E POTÊNCIA AERÓBIA**

**Estudo com futebolistas de 11 anos de idade**

**Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens**

---

**VÍTOR JOSÉ SANTOS SEVERINO**

**Junho de 2010**

**Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**CRESCIMENTO, MATURAÇÃO E POTÊNCIA AERÓBIA**

**Estudo com futebolistas de 11 anos de idade**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, na área Científica de Ciências do Desporto e na especialidade de Treino Desportivo.

**Orientadores:** Professor Doutor António José Barata Figueiredo e Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva

**VÍTOR JOSÉ SANTOS SEVERINO**

**Junho de 2010**

## AGRADECIMENTOS

Entendo por agradecimento o reconhecimento, ou expressão de reconhecimento, dirigido àqueles que, directa ou indirectamente, contribuíram para o planeamento, realização e conclusão do presente trabalho. Em dimensões distintas, foram muitos os que fizeram (e fazem) parte integrante da investigação aqui apresentada.

Ao Professor Doutor António José Barata Figueiredo, pelo acompanhamento, suporte e incentivo. Pela partilha de conhecimentos e disponibilidade constante. Pela capacidade única que lhe atribuo no que respeita à definição de metas e expectativas elevadas.

Ao Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva, pelo interesse, disponibilidade e rigor. Pela capacidade por demais evidente de problematizar, planear e sistematizar projectos. Pela disponibilidade, incentivo e atribuição de responsabilidades, ao longo de todo o processo.

Ao Professor Doutor Amândio Cupido Santos, pela paciência, demonstração de interesse e paixão (contagante) pela pesquisa científica. Por toda a disponibilidade e competência científica partilhada.

Ao Mestre Alain Massart e Mestre Beatriz Gomes, por toda a colaboração no processo de recolha de dados. À Doutora Fátima pela disponibilidade constante. Ao Doutor Augusto Roxo pela colaboração, disponibilidade e entusiasmo demonstrado.

Ao Ricardo Rebelo Gonçalves, pela demonstração constante de amizade, suporte e companheirismo. O agradecimento pela amizade supera, sem substituir, toda a colaboração prática e teórica no processo de desenvolvimento da investigação. A todos os meus amigos e colegas.

A todos os atletas que participaram no estudo, encarregados de educação, técnicos, dirigentes e respectivos clubes que representam: *Associação Académica de Coimbra – Organismo Autónomo de Futebol*, *Clube de Futebol União de Coimbra* e *Escola Academia Sporting – Coimbra*.

A toda a minha família, pelo suporte constante. Aos meus pais, em quem me revejo incondicionalmente e a quem agradeço todos os dias o esforço constante que têm feito. A educação que me deram é a base da minha conduta, mais uma vez obrigado.

À Joana, pelo simples facto de existir e conseguir, com isso, dar sentido a todos os momentos da minha vida. Pelo suporte, pela paciência exacerbada e pela compreensão. Será sempre a minha fonte de inspiração.

## RESUMO

**Objectivo:** Examinar a relação da morfologia externa, da maturação estudada por mais do que uma metodologia e da quantidade de prática anual, com a aptidão aeróbia de futebolistas masculinos de 11 anos de idade. Estudar perfis associados à posição táctica específica e ao estatuto maturacional dado pela discrepância entre a idade óssea e a idade esquelética.

**Metodologia:** Foram observados 30 jovens futebolistas, todos pertencentes ao primeiro ano do escalão de infantis (nascidos em 1998). Consideraram-se variáveis morfológicas (massa corporal, estatura, altura sentado e pregas de gordura subcutânea), indicadores de maturação biológica (*maturity offset*, percentagem da estatura matura predita e idade esquelética usando o método de *Fels*), quantidade de prática anual (minutos de treino e de jogo) e experiência desportiva (número de anos de prática federada na modalidade). A determinação da potência aeróbia foi obtida através de um teste directo, máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva, no *treadmill*. A análise de dados considerou a estatística descritiva geral (parâmetros de tendência central e dispersão) e o estudo associado aos subgrupos de interesse (estatuto maturacional e posição táctica específica). Recorreu-se à correlação de Pearson para estudar a associação entre os *outputs* de aptidão aeróbia e os indicadores de morfologia externa, maturação biológica e quantidade de prática anual. O nível de significância foi mantido em 5%.

**Resultados:** A análise associada às categorias que compreendem o estatuto maturacional, dado pela discrepância entre a idade óssea e a idade esquelética, classifica mais sujeitos normomaturados (53%) do que avançados (27%) ou atrasados maturacionalmente (20%). Os futebolistas de estatuto maturacional avançado apresentam valores médios superiores em todas as variáveis de morfologia externa, incluindo medidas compostas (com excepção do índice córico), têm mais minutos de jogo e obtiveram valores médios superiores de potência aeróbia absoluta. Quando relativizada à massa corporal, a potência aeróbia estimada é superior no grupo de estatuto maturacional atrasado. A análise descritiva por posição táctica parece destacar os defesas dos médios e dos avançados, como mais altos, mais pesados, com maior adiposidade, com mais minutos de utilização em jogo e com valores superiores de potência aeróbia absoluta. Foram encontradas correlações fortes entre a potência aeróbia absoluta e a massa corporal ( $r=+0.90$ ,  $p\leq 0.01$ ), estatura ( $r=+0.76$ ,  $p\leq 0.01$ ), *maturity offset* ( $r=+0.80$ ,  $p\leq 0.01$ ), percentagem actual da estatura matura predita ( $r=+0.77$ ,  $p\leq 0.01$ ) e uma correlação moderada com os minutos totais de utilização em jogo ( $r=+0.34$ ,  $p\leq 0.05$ ).

**Conclusões:** A potência aeróbia está associada ao tamanho corporal e à maturação. O processo de selecção desportiva parece privilegiar o tamanho corporal e atletas avançados maturacionalmente sendo que, por outro lado, os treinadores tendem a seleccionar esses atletas para zonas defensivas, próximas da baliza.

## ABSTRACT

**Aim:** To examine the association between morphology, maturity assessed using more than a single methodology, total amount of practice, and aerobic fitness of youth soccer players, aged 11 years old. To investigate playing position and maturity associated patterns, considering the variables described above.

**Methodology:** The sample included 30 male soccer players in one competitive age group (11 – 12 years). Nevertheless, all subjects belonged to the first year of the particular age group. Morphological variables (weight, height, sitting height and subcutaneous skinfolds), maturity (maturity offset, percentage of predicted mature height and skeletal maturity using the Fels method), quantity of annual practice (training and playing minutes) and sportive experience (years of federate practice), were considered. Assessment of aerobic power was obtained using a direct, maximal and progressive treadmill protocol. Data analysis considered general and comparative (maturity status and playing position) descriptive statistic. Pearson's correlation coefficient was calculated in order to consider the association between aerobic power outputs and morphology, maturity and sport participation parameters. Significance was maintained in 5%.

**Results:** The maturity status-associated analysis (considering delayed, on time and early matures) given by the difference between skeletal and chronological age classifies more subjects on time (53%), followed by early mature (27%) and late mature (20%). Subjects classified as early matures showed higher average results for all the morphological parameters (excluding cormic index), total amount of playing minutes and absolute aerobic power, while maturity delayed soccer player showed higher relative aerobic power marks. Comparative descriptive data analysis by tactical playing position seems to illustrate defenders as taller, heavier, higher in adiposity, with superior total amount of playing minutes and better in absolute aerobic power. We found, as well, strong correlations between absolute aerobic power and weight ( $r=+0.90$ ,  $p\leq 0.01$ ), height ( $r=+0.76$ ,  $p\leq 0.01$ ), maturity offset ( $r=+0.80$ ,  $p\leq 0.01$ ) and percentage of predicted adult height ( $r=+0.77$ ,  $p\leq 0.01$ ). Moderate correlation between absolute aerobic power and total amount of playing minutes ( $r=+0.34$ ,  $p\leq 0.05$ ) was also found in the present study.

**Conclusions:** Aerobic power seems to be associated with body size and maturity status. Thus, it seems that the process of sportive selection promote body size and maturity advanced athletes. On the other hand, it seems that youth soccer coaches tend to select those players to defensive tactical playing positions.

## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b>	iii
<b>RESUMO</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>ÍNDICE GERAL</b>	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	ix
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	x
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	xii
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	xiii
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. Preâmbulo	1
1.2. Apresentação do Problema	2
1.3. Objectivos	4
1.4. Pertinência	4
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1. Crescimento e maturação	5
2.2. Variação da morfologia externa	7
2.2.1. Estatura e massa corporal	7
2.2.2. Composição corporal e adiposidade	9
2.2.3. Somatótipo	9
2.3. Indicadores maturacionais	10
2.3.1. Maturação sexual	11
2.3.2. Maturação somática	12
Idade no pico de velocidade de crescimento. Maturity Offset. Percentagem da estatura matura predita.	
2.3.3. Maturação esquelética	14
Método Greulich-Pyle. Método Tanner-Whitehouse. Método Fels. Diferenças observadas entre métodos concorrentes na determinação da idade esquelética.	
2.4. Desempenho funcional, crescimento e maturação	17
2.5. Exigências físicas do futebol	19
2.5.1. Produção aeróbia de energia	22
2.5.2. Produção anaeróbia de energia	23
2.5.3. Especificidade do esforço no futebol juvenil	24
2.6. Aptidão Aeróbia	27
2.6.1. Implicações do processo de crescimento e maturação	29
2.6.2. Procedimentos metodológicos	30

<b>2.7. Morfologia, maturação e parâmetros aeróbios de jovens atletas e não atletas</b>	<b>32</b>
Morfologia externa. Indicadores de maturação biológica. Parâmetros aeróbios.	
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Amostra</b>	<b>37</b>
<b>3.2. Variáveis</b>	<b>37</b>
<b>3.2.1. Medidas antropométricas</b>	<b>37</b>
Massa corporal. Estatura. Altura sentado. Estimativa do comprimento do membro inferior. Pregas de gordura subcutânea tricipital, bicipital, subescapular, supraílica e geminal. Índice cômico. Índice de massa corporal.	
<b>3.2.2. Maturação</b>	<b>40</b>
Procedimentos radiológicos para a obtenção da idade esquelética. Idade esquelética determinada pelo método Fels. Classificação dos sujeitos. Maturity offset. Percentagem da estatura matura predita.	
<b>3.2.3. Potência aeróbia</b>	<b>42</b>
Laboratório. Equipamento. Preparação do equipamento. Protocolo.	
<b>3.2.4. Indicadores do processo de treino e competição</b>	<b>45</b>
<b>3.3. Administração dos testes</b>	<b>45</b>
<b>3.4. Controlo da qualidade dos dados</b>	<b>46</b>
<b>3.5. Resumo do formato das variáveis</b>	<b>47</b>
<b>3.6. Questões geradoras do estudo</b>	<b>48</b>
<b>3.7. Tratamento estatístico dos dados</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>4.1. Estudo descritivo para a totalidade da amostra</b>	<b>49</b>
<b>4.2. Estudo descritivo para os subgrupos da amostra</b>	<b>50</b>
<b>4.3. Estudo correlativo</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>55</b>
<b>5.1. Estado de crescimento do jovem futebolista</b>	<b>55</b>
Comparação com a população geral. Comparação com jovens futebolistas. Comparação com outras modalidades.	
<b>5.2. Maturação biológica</b>	<b>59</b>
<b>5.2.1. Maturação somática</b>	<b>59</b>
Comparação com a população geral. Comparação com jovens futebolistas. Comparação com outras modalidades.	

<b>5.2.2. Maturação esquelética</b>	<b>61</b>
Comparação com jovens futebolistas. Comparação com outras modalidades.	
<b>5.3. Parâmetros aeróbios</b>	<b>63</b>
Análise dos outputs de aptidão aeróbia. Associação entre o pico de VO <sub>2</sub> e as variáveis de morfologia externa, maturação biológica e participação desportiva.	
<b>CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES</b>	<b>67</b>
<b>6.1. Limitações da presente investigação</b>	<b>67</b>
<b>6.2. Conclusões propriamente ditas</b>	<b>67</b>
<b>6.3. Sugestões para futuras pesquisas</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Processos universais da infância e adolescência (adaptado de Malina, 2004a).....	6
<b>Figura 2.</b> Curvas de velocidade de crescimento em estatura para rapazes e raparigas (Stratton <i>et al.</i> , 2004).....	8
<b>Figura 3.</b> Curvas de velocidade de crescimento em massa corporal para rapazes e raparigas (Stratton <i>et al.</i> , 2004).....	8
<b>Figura 4.</b> Importância do treino das componentes físicas de acordo as idades cronológicas e velocidade de crescimento (Mero <i>et al.</i> , 1990 – adaptado por Stratton <i>et al.</i> , 2004).....	19

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 2.1.</b> Valores médios encontrados para a estatura e massa corporal em alguns estudos com jovens atletas (rapazes).....	32
<b>Tabela 2.2.</b> Distribuição de jovens atletas (rapazes) de vários grupos etários pelas diferentes categorias maturacionais, resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels.....	34
<b>Tabela 2.3.</b> Valores médios encontrados em jovens atletas e não-atletas (rapazes) para a potência aeróbia absoluta ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ) e relativa à massa corporal ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )..	35
<b>Tabela 3.1.</b> Protocolo do teste máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva....	44
<b>Tabela 3.2.</b> Determinação do erro técnico de medida (e) e do coeficiente de fiabilidade (R) (n=10).....	47
<b>Tabela 3.3.</b> Listagem das variáveis do estudo.....	47
<b>Tabela 4.1.</b> Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva.....	49
<b>Tabela 4.2.</b> Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia.....	50
<b>Tabela 4.3.</b> Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva, por posição táctica específica.....	50
<b>Tabela 4.4.</b> Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, medidas compostas, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia, tendo em conta o estatuto maturacional dado pela discrepância entre a idade esquelética e a idade cronológica.....	51
<b>Tabela 4.5.</b> Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, medidas compostas, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia, tendo em conta os subgrupos por posição táctica específica.....	52
<b>Tabela 4.6.</b> Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com as variáveis de morfologia externa e medidas compostas.....	53

<b>Tabela 4.7.</b> Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com as variáveis de maturação biológica e anos de prática formal da modalidade.....	54
<b>Tabela 4.8.</b> Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com os parâmetros de participação desportiva.....	54
<b>Tabela 5.1.</b> Média da estatura e da massa corporal e sua posição perante o quadro de referência dado pelo CDCP (2000).....	56
<b>Tabela 5.2.</b> Número de casos nos grupos normoponderal, sobrepeso e obeso (definidos pelos critérios de Cole <i>et al.</i> , 2000) para os jovens futebolistas por diferente posição táctica específica.....	56
<b>Tabela 5.3.</b> Número de efectivos, considerando a posição táctica específica, por intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).....	56
<b>Tabela 5.4.</b> Valores médios para a estatura e massa corporal em estudos com jovens futebolistas.....	57
<b>Tabela 5.5.</b> Valores médios para a estatura e massa corporal em estudos com outras modalidades.....	59
<b>Tabela 5.6.</b> Distribuição percentual pelas diferentes categorias maturacionais resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels, em diversos estudos com jovens futebolistas.....	62
<b>Tabela 5.7.</b> Distribuição percentual pelas diferentes categorias maturacionais resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels, em diversos estudos com outras modalidades.....	62

## ABREVIATURAS

Ecto	Ectomorfismo
Endo	Endomorfismo
bpm	Batimentos por minuto
CDCP	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
FC	Frequência cardíaca
FPF	Federação Portuguesa de Futebol
IE/IC	Rácio entre idade esquelética e a idade cronológica
IMC	Índice de massa corporal
LTADM	<i>Long Term Athlete Development Model</i>
Meso	Mesomorfismo
MHz	<i>Megahertz</i>
MI	Membros inferiores
<i>PACER</i>	<i>Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run</i>
PH1	Pilosidade púbica – estágio 1
PH2	Pilosidade púbica – estágio 2
PH3	Pilosidade púbica – estágio 3
PH4	Pilosidade púbica – estágio 4
PH5	Pilosidade púbica – estágio 5
PVC	Pico de velocidade de crescimento
QR	Quociente respiratório
RUS	<i>Radius, Ulna e Short bones</i>
<i>SPSS</i>	<i>Statistical Program for Social Sciences</i>
TW	Método Tanner-Whitehouse
TW2	Primeira revisão do método Tanner-Whitehouse
TW3	Segunda revisão do método Tanner-Whitehouse
VCO <sub>2</sub>	Produção de dióxido de carbono
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigénio
VO <sub>2</sub> max	Consumo máximo de oxigénio

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1** Termo de consentimento e participação voluntária no estudo

**Anexo 2** Fichas de caracterização do jovem futebolista



# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

---

### 1.1. Preâmbulo

O desporto, enquanto conceito global, é hoje em dia um fenómeno central em muitas sociedades. No que respeita ao desporto infante – juvenil, está razoavelmente bem determinado que existe um número consideravelmente significativo de crianças e adolescentes a participar em programas de desporto organizado (Siegel *et al.*, 2004). Segundo Malina (2005a), a participação no desporto infante – juvenil aumenta com a idade durante a infância, mas sofre um declínio subsequente durante a transição para a adolescência, por volta dos 12 – 13 anos de idade, e durante o próprio período da adolescência. Assim, os números são maiores durante a infância mas decrescem com o aumentar da idade durante a adolescência, à medida que o desporto se vai tornando mais exigente e especializado.

Muitas crianças participam em quadros específicos de competição desportiva em idades cada vez mais precoces. Em alguns casos, e de acordo com Cahill & Pearl (1993) citados por Stratton *et al.* (2004), a criança pode ter apenas 3 – 4 anos de idade mas, na maioria dos casos, a criança inicia o desporto competitivo aos 6 – 8 anos de idade. Num estudo de revisão elaborado por Silva *et al.* (2001) acerca das idades de iniciação na actividade desportiva generalizada, concluiu-se uma predominância, para os desportos individuais, na faixa dos 8 – 12 anos de idade, com média de 8.9 anos. Para as modalidades colectivas, como é o caso do futebol, as recomendações situaram-se entre os 8 – 14 anos de idade, com média de 11.7 anos.

De acordo com Marques (2001), os modelos explicativos existentes para os sistemas de treino e de competição dos mais jovens apoiam-se muito na experiência e no conhecimento empírico, em orientações pedagógicas e normativas, e muito menos do que seria desejável na explicação científica. A investigação científica aplicada ao desporto infante – juvenil, e ao caso específico do futebol, tem sido impulsionada nos últimos anos por diversas pesquisas que gravitam em torno do estudo do estado de crescimento, maturação e aptidão desportiva e motora. Destacam-se os trabalhos de Malina *et al.* (2000), Seabra *et al.* (2001), Fragoso *et al.* (2004), Malina *et al.* (2005b) Malina *et al.* (2007), Philippaerts *et al.* (2006), Vaeyens *et al.* (2006), Figueiredo (2007) e Figueiredo *et al.* (2009).

A presente investigação vai ao encontro das pesquisas referenciadas, tendo em conta o estudo auxológico de jovens futebolistas em idades peripubertárias e a caracterização de perfis de solicitação metabólica, através da aplicação de provas de aptidão funcional validadas.

## 1.2. Apresentação do Problema

O Futebol é, inquestionavelmente, o desporto mais popular do mundo (Reilly *et al.*, 2000). No caso específico do nosso país, é uma modalidade desportiva que ocupa posição de grande destaque (Ramos, 2002). De acordo com o mesmo autor, o futebol tem recebido uma crescente importância reconhecida, não só pelos volumosos meios que movimenta mas, também, pelo seu interesse desportivo e pedagógico, o que acaba por lhe conferir um estatuto de prioridade em vários programas e instituições.

A detecção de talentos, por seu turno, tem vindo a ocorrer cada vez mais cedo. Como refere Morris (2000), a identificação antecipada de futuros atletas de elite irá oferecer um maior potencial competitivo às organizações que tenham essa capacidade de prospecção. Contraditoriamente, os modelos desportivos utilizados pela maioria dos clubes profissionais parecem ainda utilizar em demasia o suporte de conhecimentos empíricos, pouco fundamentados do ponto de vista científico (Marques, 2001; Vaeyens *et al.*, 2006). Na mesma linha de raciocínio, este facto acresce-se de mais importância pois, e de acordo com Reilly *et al.* (2000), é importante para os treinadores e dirigentes desportivos poderem contar com dados específicos, na medida em que poderão ser cometidos erros de selecção, tendo em conta que o talento pode não ser desde logo evidente em idades reduzidas.

Em Portugal, no que se refere aos critérios oficiais dos escalões de futebol juvenil, verifica-se que estes são meramente baseados na idade cronológica dos atletas sendo que estes, quando submetidos a exame médico, podem inclusive jogar até dois escalões acima da sua faixa etária (ver Comunicado Oficial nº1, FPF, 2008). Por outro lado, não está regulamentado que algum atleta possa representar um escalão imediatamente inferior, embora se saiba que as diferenças inter individuais no momento e na cadência dos principais acontecimentos do processo de crescimento pubertário concorrem para uma enorme variabilidade na morfologia e nas capacidades funcionais de crianças e jovens (Malina *et al.*, 2004a). Essas mesmas diferenças, em termos biológicos, e como referem Philippaerts *et al.* (2006), estão relacionadas com a performance física, sendo que os jovens avançados em termos maturacionais são aqueles que no momento são mais altos e mais fortes. Assim, estes tendem a exibir uma melhor performance que os seus colegas.

Em termos de exigências fisiológicas, o futebol é um desporto intermitente no qual a via metabólica aeróbia é predominante, com valores médios e máximos de frequência cardíaca de cerca de 85 e 98%, respectivamente (Ali & Farraly, 1991; Bangsbo, 1994; Ekblom, 1986; Krustup *et al.*, 2005; Reilly & Thomas, 1979, citados por Bangsbo *et al.*, 2006). Na criança, a capacidade aeróbia aumenta com a idade, durante os anos pré – pubertários, sofrendo um brusco incremento com o irromper da puberdade. O  $VO_{2max}$  apresenta, durante a fase pubertária, um incremento mais acentuado se observado em valor absoluto ( $L \cdot min^{-1}$ ), tendo um

pico de velocidade de crescimento coincidente com o pico de velocidade da estatura (aproximadamente aos 14 anos de idade). Os valores mais vezes referenciados para o  $VO_{2\text{máx}}$  relativo situam-se por volta dos  $50 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Figueiredo *et al.*, 2006).

O  $VO_{2\text{máx}}$  desenvolve-se tal como qualquer outro processo relacionado com o crescimento e a maturação, durante a infância e a adolescência (Helmantel, Elferink-Gemser & Visscher, 2009). Como salientam os autores anteriormente referenciados, os estudos longitudinais existentes demonstram incrementos, em termos relativos e absolutos, do  $VO_{2\text{máx}}$ . De acordo com Malina *et al.* (2004), existem uma forte associação entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal. Os mesmos autores referem que parece verificar-se uma estabilização dos valores expressos por unidade de massa corporal ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), com o decorrer da idade, sugerindo um crescimento proporcional entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal. Por outro lado, Beunen *et al.* (2002) verificaram, num estudo longitudinal com 73 rapazes dos 8 aos 16 anos, que o  $VO_{2\text{máx}}$  é largamente explicado pela massa corporal mas que factores como a actividade física habitual e a interacção desta com o estatuto maturacional contribuíam independentemente para o  $VO_{2\text{máx}}$ . Helmantel, Elferink-Gemser & Visscher (2009) acrescentam ainda que embora o  $VO_{2\text{máx}}$  seja parcialmente determinado pelo genótipo, pode ser incrementado com recurso ao treino sistemático.

Na literatura são muitos os estudos que referem a atenção privilegiada que tem sido dada ao estudo da aptidão aeróbia, em jovens atletas (Armstrong *et al.*, 1997; Armstrong & Welsman, 2000; Van Praagh, 2000; De Ste Croix, 2001; Bencke *et al.*, 2002; Van Praagh & Doré, 2002; Thomas *et al.*, 2002; Vanderford *et al.*, 2004; Matos & Winsley, 2007). Esta situação tem algo de paradoxal na sua génese, dada a maior envolvimento da criança em brincadeiras predominantemente “anaeróbias” no seu dia-a-dia, isto é, episódios de curta duração e de elevada intensidade. Por outro lado, segundo Van Praagh & Doré (2002), este fenómeno pode ser explicado pelo facto dos investigadores que lidam com populações pediátricas associarem mais a vertente anaeróbia à performance propriamente dita e, por outro lado, a função aeróbia se relacionar mais com a vertente de saúde e bem – estar, para além das questões éticas associadas a medidas de investigação mais invasivas.

As linhas de pesquisa associadas a investigações multidimensionais do jovem futebolista, que têm vindo a incluir factores de interdependência entre o tamanho corporal, composição, maturação, volume de treino e variáveis de desempenho funcional e manipulativo – específico (Malina *et al.*, 2000; Seabra *et al.*, 2001; Fragoso *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2005b; Malina *et al.*, 2007; Philippaerts *et al.*, 2006; Vaeyens *et al.*, 2006; Figueiredo, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009), têm deixado ainda em aberto a análise mais discriminativa dos factores de solicitação metabólica, através da utilização de provas laboratoriais, com populações pediátricas, apreciando a possibilidade de outros testes providenciarem medidas relevantes não captadas pelos protocolos estabelecidos.

### 1.3. Objectivos

O presente desenho experimental levanta uma série de questões que irão servir de linha orientadora na procura de respostas, tendo por base o desempenho aeróbio de jovens futebolistas em idades peripubertárias, associando-se estes factores a variáveis de morfologia externa, maturação e participação desportiva. A pesquisa considera os seguintes objectivos:

1. Determinação da variação morfológica e funcional, associadas à maturação somática e esquelética, tendo em conta o escalão etário específico;
2. Verificar a relação existente entre a aptidão aeróbia e o tamanho corporal, maturação somática e esquelética, considerando também dados de participação desportiva;
3. Proceder à análise e comparação entre as diferentes posições tácticas específicas do futebol, de forma a desenhar um perfil que eventualmente caracterize os subgrupos apresentados.
4. Analisar os indicadores de participação desportiva, cruzando-os com os subgrupos por estatuto maturacional e posição táctica específica, de forma a compreender possíveis tendências de selecção e preparação desportiva.

### 1.4. Pertinência

Foram definidos, até à data, alguns aspectos estruturais da aptidão física com sendo importantes para a prática de futebol e, num contexto mais específico, para o próprio futebolista. Entre estes aspectos encontram-se a aptidão aeróbia, as componentes da aptidão anaeróbia (como a habilidade de impulsão e a aceleração), a força e a flexibilidade (McMillan *et al.*, 2005). Por outro lado, e tal como referem Matos & Winsley (2007), as adaptações causadas pelo exercício a estas componentes (força, treino aeróbio e treino anaeróbio), estão bastante melhor difundidas na literatura em termos de populações adultas.

Se considerarmos o processo de crescimento e maturação, temos de entender que os conhecimentos até hoje estudados da fisiologia do exercício, em adultos, não podem ser simplesmente “diminuídos” a uma escala menor e aplicados ao treino de crianças e jovens. Em populações pediátricas, o tamanho corporal total varia à medida que o crescimento e a maturação vão decorrendo e, por outro lado, um dos factores que acaba por condicionar a performance física é a variabilidade individual em termos de “*timing*” e “*tempo*” de maturação (Coelho e Silva *et al.*, 2008). No presente estudo iremos procurar estudar algumas variáveis explicativas do desempenho motor específico do futebol, em idades peripubertárias.

## CAPÍTULO II

### REVISÃO DA LITERATURA

---

O envolvimento de crianças e jovens no desporto é hoje uma realidade generalizada e multifacetada. Por outro lado, não existe evidência de que o envolvimento precoce em programas de treino desportivo seja um factor crucial de sucesso anos mais tarde. De acordo com Balyi (2001), a pesquisa científica tem demonstrado que são necessários entre 8 e 12 anos de treino para que um atleta possa atingir o nível de elite. O mesmo autor refere que a este facto se pode atribuir a designação da “regra dos 10 anos” ou das “10.000 horas”. Assim, entende-se a importância do conhecimento científico específico que possa servir de base à preparação dos mais jovens, entendido num espectro gradual e de longo prazo.

O futebol, por seu turno, é uma das modalidades desportivas mais populares e globais, que envolve milhões de participantes em todo o mundo, masculinos e femininos, a participarem no jogo (Stratton *et al.*, 2004). Apesar da sua enorme popularidade, tanto a nível internacional como em Portugal, não são ainda abundantes os estudos dedicados a questões centrais como o conhecimento do estado de crescimento e características somáticas e funcionais dos atletas (Figueiredo *et al.*, 2006) sendo que existe, surpreendentemente, uma lacuna por preencher no que respeita à publicação de artigos relacionados com a ciência aplicada ao futebol juvenil (Stratton *et al.*, 2004). Importa portanto, e como salienta Seabra *et al.* (2001), conhecer e sistematizar a maior quantidade e diversidade de informação acerca dos jovens que são submetidos, desde muito cedo, a actividades físicas organizadas, altamente especializadas e sistemáticas, sobretudo no que à resposta ao treino dizem respeito, atendendo que o próprio processo de treino desportivo, durante o crescimento, depende das características morfológicas e do estágio de maturação do jovem (Fragoso *et al.*, 2004).

#### **2.1. Conceito de crescimento e maturação**

As crianças e adolescentes estão envolvidas, segundo Malina (2004), em três processos que interagem entre si: crescimento, maturação e desenvolvimento. Apesar de aparentemente estes termos parecerem semelhantes eles são, contudo, factores diferentes que estão presentes nas vidas das crianças e jovens, aproximadamente nas duas primeiras décadas de vida.

Por crescimento entende-se o aumento do corpo, em tamanho, como um todo e por partes. Segundo Stratton *et al.* (2004) o crescimento refere-se, em termos biológicos, a uma combinação do aumento no número de células (hiperplasia – ocorre principalmente antes do nascimento) e do aumento do tamanho das mesmas (hipertrofia – ocorre após o nascimento).

Apesar de apresentarem padrões de crescimento semelhantes, as diferentes partes do corpo crescem a ritmos diferentes, resultando em alterações nas proporções corporais momentâneas (Malina, 2004). À medida que a criança vai crescendo, tende a tornar-se mais alta e mais pesada, aumentam também os tecidos magros e gordos bem como que os órgãos aumentam em tamanho. As diferenças que se encontram em termos de proporções corporais, causadas pelos diferentes ritmos de crescimento do corpo, são visíveis por exemplo no membro inferior. As pernas crescem mais rapidamente que o tronco durante a infância, sendo que a criança fica, momentaneamente, com um tamanho relativo dos membros inferiores desproporcional para a sua estatura (Malina, 2004).

A maturação refere-se ao processo de desenvolvimento das diferentes funções do organismo com vista à maturidade biológica. O “*timing*” (momento) e o “*tempo*” (ritmo) de maturação são consideravelmente variáveis entre diferentes indivíduos (Malina, 2004). O “*timing*” refere-se ao momento em que o evento de maturação acontece – e.g. idade da menarca nas raparigas, idade de aparecimento dos primeiros pelos púbicos nos rapazes. O “*tempo*” refere-se ao ritmo dos progressos da maturação – e.g. a velocidade em que o jovem passa pelo salto de crescimento pubertário. Em suma, a maturação refere-se ao progresso para o estado maturo, sendo um conceito operacional, já que cada estado de maturação varia consoante o sistema corporal analisado.

O conceito de desenvolvimento, segundo Malina (2004) diz respeito à aquisição de competências qualitativas (Stratton *et al.*, 2004) e comportamentais, isto é, a aprendizagem de comportamentos apropriados que são esperados pela sociedade. À medida que a criança se envolve na vida em casa, na escola, no desporto, etc., ela desenvolve-se em termos cognitivos, sociais, emocionais e morais, aprendendo a comportar-se de uma forma culturalmente apropriada (Malina, 2004). Os três processos, crescimento, maturação e desenvolvimento, ocorrem ao mesmo tempo e interagem entre si (Figura 1).

---

<b>Crescimento:</b>	<b>Maturação:</b>	<b>Desenvolvimento:</b>
Tamanho	Esquelética	Cognitivo
Proporções	Sexual	Emocional
Físico	Somática	Social
Composição	Neuroendócrina	Motor
Sistémico	Neuromuscular	Moral

AUTO – ESTIMA  
IMAGEM CORPORAL  
COMPETÊNCIA PERCEBIDA

---

**Figura 1.** Processos universais da infância e adolescência (adaptado de Malina, 2004)

## 2.2. Variação da morfologia externa

O volume corporal e as suas proporções, o físico e a composição corporal são importantes factores na performance física e na condição física. Historicamente, a estatura e o peso, ambos indicadores de um volume corporal elevado, têm sido extensivamente utilizados juntamente com a idade e sexo, para identificar algumas combinações óptimas destas variáveis para grupos de crianças, jovens, e jovens adultos em variados tipos de actividades físicas.

A antropometria permite a quantificação das dimensões externas do corpo humano, por um conjunto de técnicas de medida sistematizadas, posições de medida normalizadas e recurso ao uso de instrumentos apropriados (Claessens *et al.*, 2000). A antropometria envolve a utilização de pontos corporais cuidadosamente definidos para as medidas, um posicionamento específico do sujeito aquando das medições e o uso de instrumentos apropriados. As medições são normalmente divididas em *massa corporal* (peso), distâncias entre pontos ou linhas, podendo ser comprimentos, diâmetros e circunferências; superfícies, volumes e medidas de massa; existem ainda as pregas de adiposidade subcutânea (Lohman *et al.*, 1988).

Uma das maiores vantagens da utilização das medições antropométricas, segundo Crawford (1996), é a sua natureza não invasiva e a facilidade de transporte e de utilização dos equipamentos que são, normalmente, portáteis. Para a avaliação de variáveis antropométricas, e como refere Figueiredo *et al.* (2006), aconselham-se as medidas de referência propostas pelo *International Working Group on Kinanthropometry*, descrito por Ross & Marfell-Jones (1991), sendo as variáveis mais relevantes, para além da estatura, altura sentado e massa corporal, os diâmetros (bicôndilo-umeral, bicôndilo-femoral, biacromial e bicristal), perímetros (perímetro braquial em contracção máxima e perímetro geminal) e dobras de gordura (tricipital, subescapular, suprailíaca e geminal).

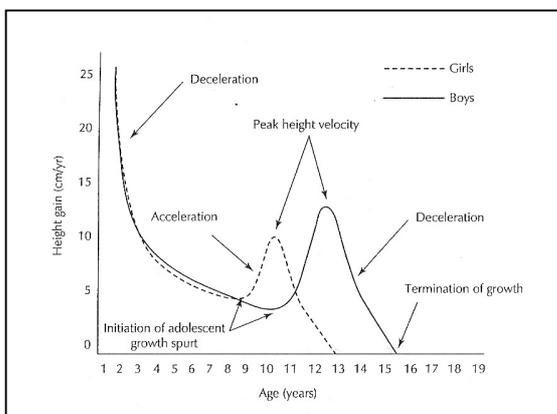
### 2.2.1. Estatura e massa corporal

A estatura e a massa corporal são duas das dimensões mais usadas para monitorizar o crescimento de crianças e adolescentes (Malina, 2004). O mesmo autor refere que a estatura e a massa corporal aumentam gradualmente durante a infância.

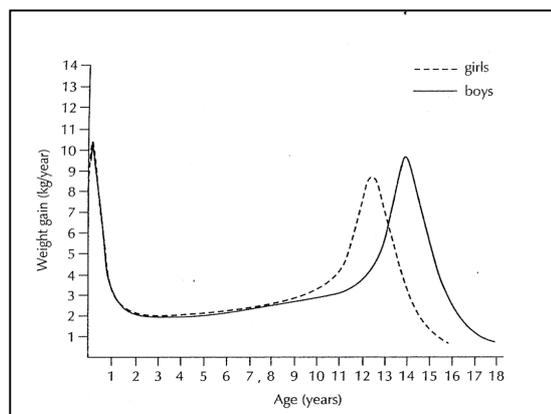
Por volta dos 9 – 10 anos nas raparigas e dos 11 – 12 anos nos rapazes, a taxa de crescimento em estatura começa a aumentar, o que marca o início do salto de crescimento pubertário (período de crescimento rápido que é altamente variável entre diferentes indivíduos). A taxa de crescimento aumenta até alcançar o seu pico, denominado de pico de velocidade de crescimento (PVC). De acordo com Stratton *et al.* (2004), a taxa de crescimento em estatura é

similar em rapazes e raparigas até aos 10 anos de idade sendo que as raparigas, em média, iniciam o salto de crescimento pubertário, alcançam o PVC, e param de crescer cerca de 2 anos antes dos rapazes (Malina, 2004; Stratton *et al.*, 2004). Os incrementos de estatura dependem do aumento do tamanho do tronco e dos membros inferiores, considerando ritmos de crescimento diferenciados. Malina *et al.* (2004a) referem que um rápido crescimento das extremidades inferiores é uma característica do início do salto pubertário, sendo que as idades do *take-off* para o comprimento dos membros inferiores e da altura sentado diferem cerca de 0.1 anos. Esta evidência sugere que o tronco está mais tempo em crescimento.

O índice córmico (altura sentado / estatura x 100) estabelece o grau de participação do tronco e, por subtração, dos membros inferiores na estatura. De acordo com Malina *et al.* (2004a), os valores mais elevados registam-se na primeira infância (do nascimento aos 2 anos de vida) e vão decrescendo ao longo da segunda infância atingindo o seu valor mais baixo durante o período pubertário, para depois sofrer ligeiro incremento até ao final da segunda década de vida. Assim, até à primeira metade do salto de crescimento pubertário os membros inferiores crescem a uma velocidade superior ao tronco levando ao sucessivo decréscimo do índice córmico. O tronco, ao atingir o PVC depois dos membros inferiores, provoca um ligeiro incremento do índice na parte final do salto de crescimento pubertário.



**Figura 2.** Curvas de velocidade de crescimento em estatura para rapazes e raparigas (Stratton *et al.*, 2004).



**Figura 3.** Curvas de velocidade de crescimento em massa corporal para rapazes e raparigas (Stratton *et al.*, 2004).

Relativamente à massa corporal, as raparigas aumentam o seu peso em cerca de 4 vezes mais no período compreendido entre os 10 e os 14 anos do que no espaço que decorre entre os 16 e os 20 anos de idade (20 kg em comparação com 5 kg). Os rapazes, por outro lado, experimentam um período de maior crescimento em termos de massa corporal entre os 12 e os 16 anos (20 – 25 kg), sendo que ganham cerca de 10 kg entre os 16 e os 20 anos de idade (Stratton *et al.*, 2004).

### 2.2.2. Composição corporal e adiposidade

As crianças acumulam mais gordura subcutânea nas extremidades do que no tronco até aos 5 ou 6 anos de idade. A partir desta idade, a criança vai também acumulando gordura subcutânea na parte superior do corpo. Durante o salto pubertário, os rapazes sofrem um incremento de gordura no tronco, ao mesmo tempo que decresce a adiposidade nos membros (Malina, 1999). Esta constatação é reforçada por Malina *et al.* (2004), referindo que os rapazes, depois dos 11 anos, mostram um decréscimo nos valores da gordura subcutânea dos membros e um ligeiro aumento nos valores do tronco.

No que respeita à composição corporal e numa perspectiva bicompartimental, observa-se uma estabilização, ou um ligeiro aumento, da massa gorda no sexo masculino durante o salto pubertário. No entanto, verifica-se um acréscimo acentuado da massa não gorda (*fat-free body mass*) neste período, como consequência do aumento substancial da massa muscular e óssea (Malina *et al.*, 2004b).

O índice de massa corporal (IMC) é comumente utilizado para estabelecer uma relação entre a massa corporal e a estatura ( $IMC = kg/m^2$ ). Após um aumento durante a infância, o índice de massa corporal vai decrescendo (Malina, 2004). Segundo o mesmo autor, um valor elevado é geralmente aceite como um indicador de adiposidade. Por outro lado, nem sempre é assim, dada a variabilidade existente entre as crianças, o que sugere algum cuidado e sensibilidade no uso da interpretação desta variável como indicador de massa gorda em crianças e adolescentes.

### 2.2.3. Somatótipo

Na fase pré-pubertária as crianças vão sofrendo incrementos na estatura e na massa corporal. Apesar da variabilidade existente entre os indivíduos os ganhos situam-se, em média, pelos 5-8 cm e 2-3 kg por ano entre os 6 e os 10 anos de idade. Com o início da puberdade as taxas de crescimento aumentam, primeiro para a estatura e depois para a massa corporal (Malina, 2004) como foi já referido anteriormente. A puberdade, caracterizada pelo salto de crescimento pubertário, é um momento de considerável variação na ocorrência dos eventos biológicos (*timing*) e no ritmo em que eles surgem (*tempo*). O salto de crescimento pubertário, nos rapazes, começa por volta dos 11-12 anos, atinge o pico de velocidade de crescimento aproximadamente aos 14 anos e, de seguida, verifica-se uma desaceleração. No entanto, o crescimento mantém-se até aos 18-20 anos de idade.

Entende-se que o perfil de um jovem está sujeito a alterações significativas durante a infância e a adolescência, tal como referem Carter & Heath (1990). Os mesmos autores indicam que os jovens do sexo masculino tendem a diminuir o valor da segunda componente

do somatótipo, mesomorfismo, e a sofrer um ligeiro aumento no ectomorfismo durante a primeira metade do salto pubertário mas que, na segunda metade, esta tendência é alterada para uma categoria ecto-mesomorfa, mesomorfa equilibrada ou endo-mesomorfa. Importa no entanto fazer notar a variação inter-individual, pois é comum encontrar, dentro da mesma faixa etária (tendo como referência a idade cronológica), grupos muito heterogêneos (Carter & Heath, 1990).

### 2.3. Indicadores maturacionais

A idade cronológica da criança e do jovem é um fraco indicador de maturação (Faulkner, 1996). Dado que nem sempre a idade cronológica (o número de anos e dias de vida decorridos após o nascimento) corresponde à idade biológica (a maturidade do organismo, do sistema hormonal, do esqueleto, determinado pelo grau de ossificação da estrutura óssea) da criança, é necessário entender que as características que se descrevem para uma determinada idade, nem sempre têm uma correspondência absoluta com a realidade.

As diferenças inter individuais no momento e na cadência dos principais acontecimentos do processo de crescimento pubertário concorrem para uma enorme variabilidade na morfologia e nas capacidades funcionais de crianças e jovens (Malina *et al.*, 2004a, citados por Figueiredo *et al.*, 2006). Estas mesmas diferenças, em termos biológicos, e como refere Philippaerts *et al.* (2006), estão relacionadas com a performance física, sendo que os jovens avançados em termos maturacionais tendem a exibir uma melhor performance que os seus colegas. Por outro lado, são muitos os estudos que sugerem que as oportunidades desportivas tendem, obviamente, a favorecer os jovens que, no momento, são mais altos e mais fortes (Brewer, Balsom & Davis, 1995; Simmons & Paul, 2001, citados por Philippaerts *et al.*, 2006).

Como assinala Faulkner (1996), as técnicas utilizadas para estimar a maturação irão sempre depender do sistema biológico que é considerado. Os sistemas mais utilizados incluem a maturação esquelética, sexual e somática. Por outro lado, e de acordo com Beunen *et al.* (1997) e Malina (2004), a maturação esquelética é o que se assume como o melhor indicador maturacional, dado ser passível de determinação desde a infância até ao final da adolescência. A maturação sexual e somática estão, por seu turno, limitadas ao período da puberdade e adolescência.

### 2.3.1. Maturação sexual

A maturação sexual refere-se às mudanças nas características sexuais secundárias que ocorrem durante a puberdade, período em que o rapaz ou a rapariga se vai tornar maturo neste sistema. O método mais comum para a avaliação deste processo foi descrito por Tanner (1962), sendo constituído por uma escala com cinco estádios para o desenvolvimento dos pelos púbicos e órgãos genitais nos rapazes, e desenvolvimento dos pelos púbicos e seios nas raparigas, em conjunto com a idade de aparecimento da menarca.

A utilização dos estádios de desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários é um meio conveniente já que permite uma observação fácil e rápida. Contudo, apresenta algumas limitações como a restrição aos anos pubertários e invasão da privacidade individual, podendo provocar algum constrangimento em adolescentes (Baxter-Jones *et al.*, 2005; Beunen, 1989; Malina & Beunen, 1996; Matsudo & Matsudo, 1994; Roche & Sun, 2003).

São vários os autores (Beunen, 1989; Baxter-Jones & Malina, 2001; Claessens, Lefevre, Beunen & Malina, 2006; Malina, 2002; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004a; Roche & Sun, 2003) que descrevem os traços gerais dos estádios de desenvolvimento dos diferentes caracteres sexuais secundários: O estágio 1 corresponde ao estado pré-púbere, isto é, à ausência de manifestação do carácter analisado; o estágio 2 indica o aparecimento desse carácter, por exemplo, a elevação inicial da mama na rapariga ou o aparecimento da pilosidade púbica em ambos os sexos; os estádios 3 e 4 caracterizam-se pela continuação do processo de maturação do carácter em causa e são, de algum modo, mais difíceis de distinguir; o estágio 5 corresponde ao adulto ou estado maturo do carácter avaliado.

Apesar de algumas escalas considerarem um estágio 6 para a pilosidade púbica, que se caracteriza pela expansão da pilosidade para a linha média do abdómen, Roche & Sun (2003) sugerem que estágio não seja considerado, tendo em conta que só se verifica em aproximadamente 80% dos homens e 10% das mulheres (Malina, 2002; Malina *et al.*, 2004a; Roche & Sun, 2003).

Beunen (1989), Claessens *et al.* (2000) e Malina *et al.* (2004a), consideram que o agrupamento de indivíduos em cinco classes (estádios) é pouco sensível na discriminação dos sujeitos uma vez que se integra no mesmo estágio um jovem que esteja a entrar nesse estágio e um outro que esteja já na transição para o estágio seguinte. Por esta razão Claessens *et al.* (2000) e Baxter-Jones *et al.* (2005), consideram ser importante acrescentar a idade cronológica à classificação da maturação sexual.

### 2.3.2. Maturação somática

A maturação somática refere-se ao progresso das características somáticas ou morfológicas. A utilização da relação entre a estatura e a massa e a idade cronológica, ou seja a idade média a que determinada estatura é atingida numa dada população, é um indicador insuficiente. De acordo com Faulkner (1996), a maturação somática é útil na medida em que classifica as crianças, de forma retrospectiva, em grupos de maturação, de forma a analisar os dados do crescimento.

#### Idade no pico de velocidade de crescimento

A idade no PVC é a idade em que a curva individual de crescimento durante o salto de crescimento pubertário atinge a máxima velocidade. Ocorre, em média, cerca dos 14 anos nos rapazes e dois anos mais cedo nas raparigas, cerca dos 12 anos de idade (Beunen & Malina, 1996; Malina *et al.*, 2004). Malina & Beunen (1996) e Philippaerts *et al.* (2006) alertam que todas estas considerações devem ser interpretadas à luz de uma grande variabilidade inter-individual. O cálculo da idade em que ocorre o PVC em estatura, através da fórmula proposta por Mirwald *et al.* (2002), demonstrou estimar o estado maturacional dentro de uma margem de erro de 1.18 anos, 95% das vezes em rapazes e 1.14 anos, 95% das vezes em raparigas.

Malina *et al.* (2004a), mencionam que actualmente a amplitude de resultados reportados em estudos com a população europeia, aponta para idades no momento do PVC em estatura, entre os 13.8 e os 14.2 anos. Num estudo longitudinal realizado com jovens futebolistas, Philippaerts *et al.* (2006) calcularam, para uma amostra de 33 sujeitos, a idade no PVC em estatura aos  $13.8 \pm 0.8$  anos. Mais recentemente, com uma amostra inicial de 159 jovens futebolistas portugueses, Figueiredo (2007) reportou valores entre os 14.0 e os 14.5 anos.

#### Maturity offset

O *maturity offset* é um indicador proposto por Mirwald *et al.* (2002), que utiliza a idade cronológica, a massa corporal, a estatura, a “altura sentado” e o comprimento dos membros inferiores. Este método procura estimar a distância, em anos, a que o sujeito se encontra do PVC para a estatura, podendo o valor ser negativo (se ainda não atingiu o PVC) ou positivo (se já ultrapassou o PVC).

Sherar, Mirwald, Baxter-Jones & Thomis (2005) destacam a economia deste método que recorre apenas à medição de três variáveis antropométricas (estatura, altura sentado e

massa corporal), para além da idade cronológica, já que o comprimento dos membros inferiores é estimado através da subtracção da altura sentado à estatura. Deve notar-se que esta parcela de estatura pode ser duplamente afectada pelo erro de medição da estatura e pelo erro de medição da altura sentado.

Malina *et al.* (2006), procuraram verificar a robustez desta fórmula numa amostra de ginastas femininas, num protocolo de estudo longitudinal, tendo concluído que apresenta debilidades quando aplicada a sujeitos com baixa estatura. Estes autores apontam ainda a falta de precisão das fórmulas do trabalho original já que não é claramente especificada a necessidade de multiplicar por cem o rácio entre a massa corporal e a estatura.

#### Percentagem da estatura matura (adulta) predita

Outro método de avaliação do estado de maturação somática é a predição da percentagem atingida da estatura adulta predita (Tanner *et al.*, 1983; Khamis & Guo 1993, Khamis & Roche, 1994; Beunen *et al.*, 1997). Este método tem como base a estimação da estatura adulta através da estatura actual, a idade cronológica e esquelética, e em algumas técnicas, a estatura parental e a idade da menarca para as raparigas.

Khamis & Roche (1994) abdicam da informação da idade esquelética. Utilizam para o cálculo da estatura matura, a estatura actual, massa corporal e estatura média parental recorrendo à multiplicação das variáveis apresentadas por coeficientes de ponderação associados à idade cronológica dos observados. Este método foi desenvolvido com uma amostra do *Fels Longitudinal Study*, tendo os autores encontrado um erro médio, nos rapazes, de 2.2 cm entre a estatura predita e a estatura real aos 18 anos. Este erro estimado apresenta somente um incremento ligeiro em relação ao verificado no método Roche-Wainer-Thissen, com recurso à idade óssea. Os coeficientes para o cálculo deste método foram publicados novamente numa errata por Khamis & Roche (1995).

A determinação da estatura matura predita foi utilizada por Malina *et al.* (2005a) para classificar maturacionalmente uma amostra de jogadores de futebol americano. Estes autores justificam a opção por uma metodologia não invasiva com a resistência que pais, organizações desportivas e comissões de ética vão apresentando relativamente à pequena exposição às radiações para obtenção da idade óssea e à invasão de privacidade associada à avaliação dos caracteres sexuais secundários. Os autores utilizaram o método Khamis-Roche (Khamis & Roche, 1994, 1995) tendo posteriormente determinado o *score z* de cada atleta relativamente à percentagem de estatura matura alcançada, agrupando maturacionalmente os sujeitos da amostra em atrasados (se *score z* < -1.0), normomatuross (se *score z* ≥ -1.0 e ≤ 1.0) e avançados (se *score z* ≥ 1.0). O mesmo procedimento foi adoptado por Cumming *et al.* (2006) num estudo com jovens futebolistas.

No estudo longitudinal com jovens futebolistas elaborado por Figueiredo (2007), já referido, o autor concluiu que o método Khamis-Guo e o método Khamis-Roche, ambos utilizados para determinar a estatura matura predita, revelam-se bastante idênticos no que se refere aos valores mínimo, máximo, média e desvio padrão, por idade e por estágio de maturação sexual, pelo que a segunda opção, dispensando o conhecimento da idade esquelética, revela-se mais vantajosa. A vantagem do recurso à percentagem de estatura matura predita reside também no facto de permitir estudar a maturação biológica para além das idades pubertárias, ou seja, com vantagens para os estádios 1 e 5 da pilosidade púbica.

### **2.3.3. Maturação esquelética**

A maturação esquelética é a que se assume como o melhor método de avaliação da maturação biológica (Malina & Bouchard, 1991; Baxter-Jones *et al.*, 2005; Beunen, Malina, Lefevre, Claessens, Person & Simons, 1997; Claessens *et al.*, 2000; ; Jones, Hitchen & Stratton, 2000; Malina *et al.* 2004a; Malina *et al.*, 2007b; Morais, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009; Rama *et al.*, 2006; Ribeiro, 2005; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton *et al.*, 2004).

O esqueleto desenvolve-se desde as cartilagens, no período pré – natal, até ser constituído por ossos plenamente desenvolvidos na idade adulta. A avaliação da idade esquelética baseia-se na ideia de que uma criança mais desenvolvida irá possuir uma maior quantidade de osso constituído e de menor cartilagem em comparação com uma criança menos avançada em termos maturacionais (Faulkner, 1996).

A maturação do esqueleto pode ser monitorizada através do uso de radiografias. Diferentes estruturas ósseas podem ser utilizadas para este fim, destacando-se as articulações do joelho, tíbio-társica e pé, e a mão e o punho, sendo esta última a mais usada e referenciada pela comunidade científica (Beunen *et al.*, 1997; Freitas, Maia, Beunen, Lefevre, Claessens, Marques, Rodrigues, Silva, Crespo, Thomis, Sousa & Malina, 2004; Malina *et al.*, 2004; Peña Reyes & Malina, 2004). Apesar de se verificar uma cadência diferenciada na maturação de distintas estruturas ósseas, crê-se que a estrutura dada pelos ossos da mão e do punho tipifica razoavelmente o esqueleto no seu todo (Malina *et al.*, 2004a). Tradicionalmente, é utilizada a mão e punho esquerdo.

#### **Método Greulich-Pyle (Greulich & Pyle, 1959)**

Este método foi desenvolvido a partir de uma amostra dos Estados Unidos da América (Cleveland – Ohio) de proveniência socioeconómica elevada e é usualmente denominado de

*atlas*. O procedimento confronta a radiografia da mão e punho esquerdos com um conjunto de radiografias que caracterizam sucessivos estádios de desenvolvimento maturacional em diferentes idades cronológicas. Assim, se a radiografia de um sujeito coincidir (ou estiver mais próxima) com a radiografia do *atlas* para os 14 anos de idade considera-se que o sujeito em avaliação tem uma idade esquelética de 14 anos. Apesar do método ter vindo a ser utilizado frequentemente da forma descrita, a forma mais apropriada de o usar é através da determinação da idade esquelética de cada osso calculando-se, posteriormente, a média dos diferentes ossos utilizados. Algumas críticas foram apresentadas por Acheson (1966) considerando que, quando se pretende uma determinação mais exacta da idade esquelética de uma criança ou de um jovem, este método apresenta limitações uma vez que só muito raramente uma radiografia coincide com a radiografia padrão para a idade. O autor acrescenta que mesmo quando se faz a aproximação osso-a-osso este método apresenta falências uma vez que, em idades mais baixas, é possível que não estejam presentes alguns centros de ossificação.

Método Tanner-Whitehouse (Tanner, Whitehouse & Healy, 1962; Tanner, Whitehouse, Marshall, Healy & Goldstein, 1975; Tanner, Healy, Goldstein & Cameron, 2001)

Esta técnica de determinação da idade esquelética ficou conhecida como *boné-specific approach* uma vez que centraliza na observação e avaliação de cada osso do estado de desenvolvimento dos diferentes indicadores. Originalmente este método (Tanner-Whitehouse – TW) foi desenvolvido a partir de uma amostra de aproximadamente 3000 crianças britânicas saudáveis (Tanner *et al.*, 1962), procurando confrontar determinadas características de 20 ossos da mão e do punho esquerdos, dadas por uma radiografia, com um conjunto de critérios nos estádios de desenvolvimento por que todos os ossos têm de passar até ao seu estado maturo.

As sucessivas versões recorrem à obtenção de *scores* de maturação (de zero a 1000) que posteriormente são transformados, com base em tabelas de referência, em idade esquelética. Com o surgimento da primeira revisão deste método – TW2 (Tanner *et al.*, 1975) o sistema de pontuação foi alterado mas os indicadores maturacionais não sofreram alteração. O método TW2 introduziu a idade óssea carpal, baseada na avaliação dos sete ossos carpais e a idade óssea RUS (*radius, ulna e short bones*) assente na avaliação dos 13 ossos longos originais para além da idade óssea dada pelo conjunto dos 20 ossos. Foram também criados sistemas de pontuação separados para as idades ósseas carpal e RUS. Esta distinção justificase pelo facto dos ossos do carpo tenderem a maturar mais cedo que os longos. No entanto a utilização da idade RUS isoladamente leva a uma avaliação baseada somente em 13 ossos.

O método TW3 (Tanner *et al.*, 2001) foi a última revisão desta metodologia. Nesta versão verificaram-se duas alterações: passaram a ser consideradas somente as idades ósseas carpal e RUS (a idade óssea dada pelo conjunto dos 20 ossos deixou de ser considerada); e existiu um incremento e diversificação da amostra de referência, incluindo dados relativos a populações de vários países de diferentes continentes. Como resultado disto, as tabelas para a conversão da idade sofreram alterações. No entanto os critérios para a avaliação maturacional de cada um dos ossos e os *scores* atribuídos a cada um desses critérios mantiveram-se inalterados.

Método Fels (Roche, Chumlea & Thissen, 1988)

A amostra que esteve na base deste método é constituída por crianças oriundas de estratos socioeconómicos médios do centro-sul do Ohio, participantes no *Fels Longitudinal Study* (Roche *et al.*, 1988). Esta metodologia tem por base a observação de 22 ossos (rádio, cúbito, osso grande, unciforme, piramidal, pisiforme, semilunar, escafoide, trapézio, trapezóide, 1º, 3º e 5º metacarpos, 1ª, 3ª e 5ª falanges proximais, adutor sesamoide, 3ª e 5ª falanges intermédias, 1ª, 3ª e 5ª falanges distais) num total de 98 critérios de apreciação distintos. Os critérios de avaliação consideram a existência ou não do centro de ossificação, os pontos de ossificação, a forma dos ossos, as linhas opacas inscritas em cada osso e a *ratio* entre a epífise e a metáfise dos ossos longos. A idade e sexo do observado determinam os ossos e critérios, em cada osso, que servirão para a estimativa da idade esquelética, que possui sempre um erro padrão associado. Este procedimento não é verificado nos outros métodos.

A classificação dos sujeitos é executada através da subtração da idade cronológica à idade óssea criando desta forma os seguintes subgrupos (Peña Reyes *et al.*, 1994; Peña Reyes & Malina, 2004): atrasado (*delayed/late mature*), quando a idade óssea foi inferior à idade cronológica em mais de 1 ano; normomaturado (*on time/average*), quando a idade óssea se situou dentro da amplitude de mais ou menos um ano em relação à idade cronológica; avançado (*advanced/early mature*), quando a idade óssea foi superior à idade cronológica em mais de 1 ano.

Diferenças observadas entre métodos concorrentes na determinação da idade esquelética:

De acordo com Figueiredo (2007), os métodos abordados apresentam diferenças entre si no que respeita à natureza da abordagem, aos indicadores utilizados, aos procedimentos estatísticos e à população de referência. No entanto a maior visibilidade destas diferenças é dada pela determinação de uma idade esquelética distinta quando o mesmo sujeito é submetido à metodologia de cada uma das técnicas.

Sobre esta matéria, Malina (2005b) e Malina *et al.* (2007b) referem que a discrepância encontrada entre os métodos encontra justificação em vários factores. Enquanto que o TW3 RUS prescinde da utilização dos ossos do carpo (a sigla *RUS* significa *radius* – rádio, *ulna* – cúbito, *short bones* – ossos curtos, metacarpos e falanges), o método *Fels* faz uso desse conjunto de estruturas ósseas. A amplitude de variação para que os ossos do carpo atinjam o estado maturo pode variar entre os 8.0 e os 22.0 anos, no caso do osso grande, fixando-se entre os 6.5 e os 16.0 anos a amplitude de variação mais comum para os restantes ossos (Roche *et al.*, 1988). Como esta estrutura pode maturar mais cedo que os restantes ossos envolvidos na determinação da idade esquelética (Roche *et al.*, 1988; Hochberg, 2002; Malina *et al.*, 2004a), o método de *Fels* atribui-lhes um peso considerável durante a fase pré-pubertária e transição para a puberdade, o que confere a esta metodologia uma maior sensibilidade nestes períodos.

Malina *et al.* (2007b) compararam os métodos de TW3 e *Fels* numa amostra de 40 futebolistas espanhóis com idades compreendidas entre os 12.5 e os 16.1 anos tendo verificado que, em ambos os métodos, a idade esquelética tende a estar adiantada à idade cronológica. As discrepâncias entre os métodos podem-se dever ao facto de o método *Fels* apresentar maior especialização e discriminação nas fases mais avançadas da maturação esquelética; ao uso dos ossos do carpo e dos ossos longos no método *Fels* em oposição ao uso somente dos ossos longos do TW3 e às idades em que se atinge o estado maturo, tendo-se registado um maior número de indivíduos esqueléticamente maduros com o método de TW3 do que com o método de *Fels*.

Em suma, e como salienta Faulkner (1996), as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos devem ser tidas em conta, tendo por base o protocolo experimental. De acordo com o mesmo autor, todos os métodos têm por objectivo determinar uma idade esquelética que corresponde a um determinado estado de maturidade esquelética da criança relativa à amostra de referência. Contudo, os métodos devem ser utilizados com precaução, atendendo a que têm diferenças nos *scores*, são baseados em diferentes amostras de referência e as idades esqueléticas alcançadas não são equivalentes (Malina & Bouchard, 1991).

#### **2.4. Desempenho funcional, crescimento e maturação**

O desenvolvimento da proficiência numa variedade de habilidades motoras é um factor crucial de desenvolvimento associado à infância e adolescência. Para Malina (2004), as diferenças inter individuais no momento e na cadência dos principais acontecimentos do processo de crescimento pubertário concorrem para uma enorme variabilidade na morfologia e nas capacidades funcionais de crianças e jovens.

A performance, em termos de habilidades motoras, é uma componente obviamente importante do desporto. Segundo Malina & Eisenman (2004), a criança desenvolve as competências básicas em termos de padrões de movimentos fundamentais durante os anos de pré escola e no período da infância. Este tipo de movimentos (como o correr e o saltar) são a base de outro tipo de habilidades motoras e das habilidades manipulativas específicas desportivas, assim como da actividade física em termos gerais.

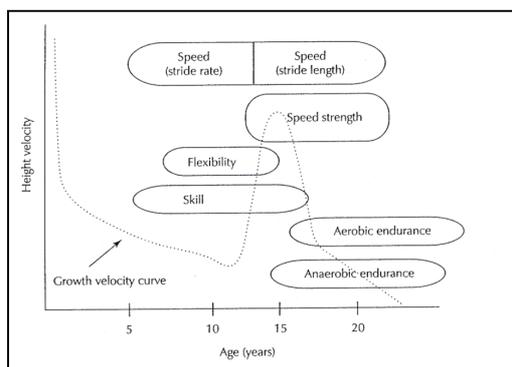
Segundo Beunen & Malina (1996), o desempenho motor é normalmente avaliado através de um conjunto de tarefas que compreendem e requerem a utilização de factores como velocidade, equilíbrio, flexibilidade, força explosiva e resistência muscular.

Tendo em conta a metodologia do presente estudo iremos apenas referir, de forma resumida, as modificações gerais em termos de capacidade de desempenho físico associadas ao estado de crescimento e maturação, salvaguardando uma análise ulterior mais detalhada para a componente aeróbia. Assim, e de acordo com Figueiredo (2006), podem ser observadas as seguintes modificações em termos de desempenho físico:

- A força máxima isométrica aumenta de uma forma linear até aproximadamente aos 13 anos. Subsequentemente, verifica-se um forte incremento até aos 18 anos de idade. Os ganhos de resistência muscular começam a manifestar-se com maior intensidade a partir dos 12 anos, enquanto a força explosiva evidencia um incremento linear até aos 12/13 anos.
- A capacidade aeróbia de uma criança aumenta com a idade, durante os anos pré – pubertários, sofrendo um brusco incremento com o irromper da puberdade. O  $VO_{2max}$  apresenta, durante a fase pubertária, um incremento mais acentuado se observado em valor absoluto ( $L \cdot min^{-1}$ ), tendo um pico de velocidade de crescimento coincidente com o pico de velocidade da estatura (aproximadamente aos 14 anos de idade). Os valores mais vezes referenciados para o  $VO_{2max}$  relativo situam-se por volta dos  $50 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ .
- A capacidade anaeróbia é reduzida em crianças pré-púberes e em início de salto pubertário por limitações do equipamento enzimático que interrompem a via glicolítica. Apesar dos incrementos na velocidade também se verificarem ao longo da segunda infância, é durante os anos pubertários que o seu desenvolvimento se faz notar com maior intensidade, o que se compreende visto estar na dependência da força e da coordenação. Por sua vez a agilidade aumenta consideravelmente dos 5 aos 8 anos de idade, continuando a registar um incremento a um ritmo mais lento até aos 18 anos.

- A flexibilidade lombar, avaliada pelo teste *sit-and-reach*, tradicional, apresenta um decréscimo nos valores alcançados durante a fase inicial do salto pubertário, no entanto o assincronismo dos membros superiores e tronco pode mascarar os resultados do teste.

Será ainda interessante, e fazendo aqui uma analogia com o conceito de treinabilidade, observar o modelo proposto por Mero *et al.* (1990) - adaptado por Stratton *et al.* (2004) - onde se pode observar a importância do treino das componentes físicas de acordo com as idades cronológicas e curva de velocidade de crescimento (Figura 4).



**Figura 4.** Importância do treino das componentes físicas de acordo as idades cronológicas e velocidade de crescimento (Mero *et al.*, 1990 - adaptado por Stratton *et al.*, 2004)

Segundo Malina & Eisenman (2004), a ideia de treinabilidade prende-se com a capacidade de melhorar a expressão das capacidades físicas, como resposta às cargas de treino aplicadas. A treinabilidade está relacionada com os conceitos de prontidão e períodos críticos. Lopes e Maia (2000) apontam para a falta de estudos empíricos que abordem a ideia dos períodos críticos ou sensíveis. Para estes autores, o grau de treinabilidade é influenciado pelo genótipo, verificando-se uma forte interação entre os efeitos do genótipo e dos efeitos do envolvimento, ocasionando, portanto, uma grande variação inter-individual no grau de sensibilidade ao treino e instrução.

## 2.5. Exigências físicas do futebol

O futebol é um jogo extremamente complexo, com ações específicas que evidenciam uma tipologia de esforço de grande intensidade e que, em termos metabólicos, apelam a fontes energéticas claramente distintas (Santos & Soares, 2001). Os autores referidos apontam ainda para o facto do futebolista, dada a natureza intermitente do seu esforço, ter de privilegiar no

seu treino aspectos tão distintos como o desenvolvimento da força explosiva, da velocidade, da resistência anaeróbia e da resistência aeróbia. Pela alta intensidade e longa duração de um jogo de futebol, os jogadores devem ser capazes de manter um alto nível de esforço durante todo o jogo (Mortimer *et al.*, 2006) sendo que, no entanto, identifica-se um declínio na distância percorrida, na intensidade de trabalho, na frequência cardíaca (FC), nas concentrações de lactato e de glicose, no decorrer do jogo (Mortimer *et al.*, 2006; Soares, 2005).

Devido à duração do jogo (90 minutos), o metabolismo aeróbio é a fonte metabólica principal no futebol (Bangsbo, 1994b; Impellizzeri *et al.*, 2005; Stølen *et al.*, 2005; Soares, 2005; Svensson & Drust, 2006). Considerando valores médios, a intensidade do trabalho em termos de percentagem da frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>), durante um jogo de 90 minutos, está próxima do limiar anaeróbio (a máxima intensidade de exercitação durante a qual a taxa de produção e remoção de lactato são iguais). Este fenómeno ocorre, normalmente, segundo Stølen *et al.* (2005), entre 80 – 90% da FC<sub>máx</sub> em jogadores de futebol. Bangsbo (1993), num estudo efectuado com jogadores dinamarqueses, verificou três intervalos distintos de frequências cardíacas durante os jogos. O autor reporta, nesse estudo, os seguintes valores: cerca de 11% do tempo total de jogo realiza-se com frequências cardíacas abaixo dos 73% da FC<sub>máx</sub>, 63% do tempo de jogo entre 73 e 92% da FC<sub>máx</sub> e 26% do tempo total de jogo acima de 92% da FC<sub>máx</sub>.

Segundo Reilly *et al.* (2000), o dispêndio energético associado à competição anda à volta dos 5700 kJ para um indivíduo masculino com massa corporal de aproximadamente 75 kg e um consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2máx</sub>) de 60 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Os valores médios em termos de energia dispendida durante o jogo são de aproximadamente 70% do VO<sub>2máx</sub> (Reilly *et al.*, 2000; Bangsbo *et al.*, 2006). Soares (2005) indica valores médios de 75% do VO<sub>2máx</sub>.

Em termos de distâncias, está amplamente descrito que um jogador percorre, dependendo da posição específica, entre 8 e 12 km por jogo (Soares, 2005). Para outros autores, estes valores podem andar na ordem dos 10 – 12 km por jogo (Stølen *et al.*, 2005), 10 – 13 km (Bangsbo *et al.*, 2006) ou entre os 10 – 14 km (Reilly, 2007). Os mesmos autores referem ainda o facto de que os médios percorrem distâncias maiores que os jogadores das restantes posições tácticas (Bangsbo, 2006) e que as distâncias percorridas pelo guarda – redes são de aproximadamente 4 km por jogo (Stølen *et al.*, 2005). Devem considerar-se ainda os aspectos tácticos adoptados pelas equipas (Mortimer *et al.*, 2006; Soares, 2005). Outro dado importante a considerar é o nível de jogo (Verheijen, 1998), sendo o jogo mais exigente do ponto de vista físico quanto mais elevado for o nível competitivo das equipas (Verheijen, 1998; Soares, 2005).

Num estudo realizado por Bloomfield *et al.* (2007), com 55 futebolistas da primeira liga inglesa (FA – English Football Association) os autores encontraram diferenças significativas,

nos diferentes padrões de esforço (de maior e menor intensidade), entre os jogadores de diferentes posições específicas: defesas, médios e avançados. O grupo de defesas passou mais tempo em corrida de baixa intensidade, tendo demonstrado menos episódios de *sprints*. Os médios e os avançados, por seu turno, executaram mais *sprints* e passaram mais tempo em corrida, para além de executarem “outro” tipo movimentos (saltar, acelerar, cair, levantar...).

De acordo com Soares (2005), citando Rebelo (1993), os deslocamentos de baixa intensidade ocupam cerca de 4/5 de todas as restantes formas de locomoção, no que se refere ao tempo, e de 70% relativamente ao espaço. Por outro lado, os deslocamentos realizados a velocidade máxima apresentam uma grande variabilidade, sendo o seu valor médio de 15 m com uma duração de 3 segundos. É também consensual que a performance física é significativamente inferior na segunda parte do jogo, a intensidade é mais reduzida e a distância percorrida é cerca de 5% a 10% menor em relação à primeira parte (Stølen *et al.*, 2005), relevando o papel determinante da fadiga na prestação do futebolista.

Ainda relativamente ao tipo de deslocamentos específicos, Reilly (2007) refere que a locomoção durante o jogo também envolve movimentos de corrida de costas ou de corrida lateral. Segundo o mesmo autor, este tipo de movimentos chega mesmo a constituir cerca de 15% do total da distância percorrida no jogo. Esta percentagem é especialmente mais elevada nos defesas (particularmente nos centrais) que têm de se deslocar rapidamente em profundidade para evitar passes longos que causem desequilíbrios ou lateralmente para executar acções técnicas defensivas. Os custos energéticos associados a este tipo de deslocamentos, que não são naturais nos humanos, são obviamente mais elevados. Assim, este tipo de actividades deve também merecer atenção aquando da planificação metodológica do treino.

Relativamente às acções de jogo, Aly & Farraly (1991) reportam números médios num jogo de futebol, por atleta, de cerca de 1000 acções com bola, onde se incluem 350 passes com um toque e 150 com dois toques. Por outro lado, Stølen *et al.* (2005) indicam que durante o contexto de endurance do jogo “em si”, cada jogador executa cerca de 1000 – 1400 actividades de curta duração que se modificam à cadência de cerca de 4 – 6 segundos. Essas actividades passam por: i) 10 – 20 *sprints*; ii) corrida de elevada intensidade a, aproximadamente, cada 70 segundos; iii) cerca de 15 “tackles”; iv) 10 cabeceamentos; v) 50 envolvimento com a bola; e vi) 30 passes.

### 2.5.1. Produção aeróbia de energia no jogo de futebol

O Futebol é um desporto intermitente no qual a via metabólica aeróbia é predominante (Ali & Farraly, 1991; Bangsbo, 1994; Ekblom, 1986; Krstrup *et al.*, 2005; Reilly & Thomas, 1979, citados por Bangsbo *et al.*, 2006; Bangsbo, 1994b; Impellizzeri *et al.*, 2005; Soares, 2005; Stølen *et al.*, 2005; Svensson & Drust, 2006).

Como referem Reilly *et al.* (2000a), a maior parte da actividade num jogo de futebol é constituída por movimentos “sem bola”. Este tipo de movimentos, de natureza predominantemente aeróbia, passa por deslocamentos no campo que se enquadram nos aspectos tático – técnicos do jogo, como a criação de linhas de passe ou o acompanhamento defensivo dos adversários. Os mesmos autores referem que a performance aeróbia é determinada pela potência aeróbia e pela capacidade aeróbia. Ao passo que a potência se refere à capacidade para produzir energia aeróbia a uma taxa elevada e é caracterizada pelo consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ), a capacidade aeróbia, por sua vez, tem a ver com a habilidade de manter o exercício durante um longo período de tempo e é sinónimo de *endurance*.

Alguns dos trabalhos publicados nos últimos anos, que descrevem as variações do consumo de oxigénio durante o jogo, estão obviamente condicionados pelo tipo de tecnologia utilizada, tendo em conta o tipo de metodologia necessária para a avaliação ecológica desta via metabólica. Mais recentemente, e segundo Soares (2005), recorrendo a equipamentos mais sofisticados, os valores encontrados e que descrevem as variações de consumo de oxigénio durante o jogo situam-se por volta dos 4 l/min. Ainda assim os métodos utilizados (espirometria) estão longe de serem específicos do futebol e, por isso, tem-se recorrido à avaliação da participação da componente aeróbia no jogo a partir do estudo contínuo da frequência cardíaca (FC), tendo por base as relações individuais entre a FC e o consumo de oxigénio.

O consumo máximo de oxigénio, em jogadores de elite, tem sido determinado em diversos estudos. Em termos de valores médios, estes situam-se em intervalos entre os 56 e os 69  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (Reilly *et al.*, 2000a). Embora Wisløff *et al.* (1998) salientem que os valores médios em equipas de alto nível possam ser superiores aos 65  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (tendo em conta também a variabilidade associada à posição tática específica), Reilly (2004) sugere que existe um valor de limiar de cerca de 60  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , que se manifesta como o mínimo para que um jogador de futebol possa ter sucesso numa equipa contemporânea de elite.

Aparentemente, segundo Rebelo & Soares (1997), o futebolista necessita de uma boa capacidade aeróbia para conseguir manter a intensidade de exercitação durante os jogos e, por outro lado, para poder recuperar de forma mais eficaz das situações mais intensas do jogo.

### 2.5.2. Produção anaeróbia de energia no jogo de futebol

Embora a via metabólica predominante num jogo de futebol seja a aeróbia, muitas das acções de jogo, importantes, são de natureza anaeróbia (Bangsbo, 1997; Reilly *et al.*, 2000a; Reilly, 2004; Soares, 2005; Stølen *et al.*, 2005). Aquando da consideração da performance anaeróbia, Reilly *et al.* (2000a) salientam que se deve estabelecer uma distinção clara entre potência anaeróbia e capacidade anaeróbia. Assim, a potência anaeróbia representa a máxima taxa de energia anaeróbia produzida num determinado momento, ao passo que a capacidade anaeróbia diz respeito à produção máxima de energia anaeróbia que um indivíduo consegue produzir em qualquer exercício até à exaustão.

Normalmente, num jogo de futebol, uma acção de “*sprint*” ocorre a cada 90 segundos em média, sendo que os jogadores de futebol produzem esforços de alta intensidade a cada 30 segundos (Reilly *et al.*, 2000a). Entende-se, então, que a via metabólica anaeróbia parece constituir-se como bastante importante nos momentos cruciais do jogo, como no momento de conquistar a posse de bola, marcar golos ou evitar que o adversário o faça. A potência anaeróbia associada à força muscular, é também importante nos momentos de remate, de passe e nos duelos individuais que envolvem contacto físico. Embora os episódios de esforços anaeróbios ocorram em menor escala durante o jogo, estes contribuem de forma decisiva na performance e podem fazer a diferença entre perder ou ganhar um jogo (Reilly, 2007). Assim, percebe-se a importância de uma elevada aptidão anaeróbia para o sucesso no futebol de elite.

A concentração de lactato é uma das variáveis mais utilizadas para inferir da participação do metabolismo anaeróbio em jogo (Bangsbo, 1997; Soares 2005). Em termos médios, os valores referidos encontram-se entre as 4 e as 8 mmol / l, o que sugere uma ampla participação do metabolismo anaeróbio. Por outro lado, a diminuição das concentrações de lactato da 1ª para a 2ª parte do jogo (Bangsbo, 1993), tem sido relacionada com a diminuição das concentrações de glicogénio muscular no final dos jogos. Assim, a diminuição dos stocks de glicogénio vai causar uma diminuição da concentração de lactato à medida que o jogo vai decorrendo. Este facto releva para a importância do treino anaeróbio láctico, assim como das estratégias nutricionais no aumento das concentrações de glicogénio antes do jogo, de forma a garantir a sua conservação (Soares, 2005).

Por outro lado, e de acordo com Bangsbo (1997) e Soares (2005), é difícil quantificar a produção de lactato durante um jogo de futebol. Ainda assim, segundo Bangsbo (1997), pode ser obtido um valor mínimo a partir de estimativas da taxa de remoção de lactato da corrente sanguínea e da acumulação de lactato no sangue. Este tipo de cálculos, ainda assim, não é exacto e, como refere o mesmo autor, há ainda que considerar as diferenças inter – individuais, tendo em conta que a quantidade de exercício de alta intensidade depende de factores como a motivação, o estilo de jogo, a táctica e a estratégia da equipa.

### 2.5.3. Especificidade do esforço no futebol juvenil

As exigências fisiológicas de um jogo de futebol estão dependentes, como foi já referido, de um número alargado de factores. Entre estes factores podem ser consideradas as condições ambientais, o nível de performance, os parâmetros tácticos e posicionais, as estratégias de jogo e o próprio estilo de jogo de cada equipa / treinador. De acordo com Stratton *et al.* (2004), os jogos de futebol praticados por jovens envolvem episódios de múltiplos *sprints* de curta duração, corrida lenta, marcha, saltos, remates e mudanças de direcção. De forma a manter um nível de exercitação elevado, é necessário que o jovem possua uma boa capacidade de recuperação pós-esforço, tendo em conta a manutenção / recuperação da posse de bola.

Capranica *et al.* (2001) num estudo com 6 futebolistas de 11 anos de idade verificaram, durante um jogo de futebol de 11 (campo regular – 100 x 65m) e um jogo de futebol de 7 (campo reduzido – 60 x 40m), que em ambos os casos os jovens permaneceram 38% do tempo a andar, 55% do tempo a correr, 3% do tempo a saltar e 3% do tempo em inactividade. Embora não tivessem sido encontradas diferenças significativas entre as duas partes do jogo e entre os dois tipos de jogo (campo oficial e campo reduzido), verificou-se que os episódios de corrida superiores a 10 segundos foram 10% mais frequentes no campo reduzido, assim como foram mais frequentes as acções técnicas individuais.

Em termos gerais os futebolistas jovens tendem a demonstrar valores de  $VO_{2max}$  inferiores ( $<60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), quando comparados com futebolistas seniores (Stølen *et al.*, 2005) verificando-se, contudo, algumas excepções. Helgerud *et al.* (2001), reportam valores de  $64.3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  em futebolistas juniores, enquanto que Strøyer *et al.* (2004), num estudo realizado com jovens futebolistas de 14 anos de idade, verificaram valores de  $VO_{2max}$  superiores para os médios e avançados quando comparados com os defesas ( $65 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e  $58 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , respectivamente). Estas evidências de variação do  $VO_{2max}$  consoante a posição táctica específica também foram reportadas por Felci *et al.* (1995).

Castagna *et al.* (2005), utilizando uma prova *treadmill* (protocolo de Bruce) e uma situação de jogo 5 v 5 com jovens futebolistas masculinos ( $16.7 \pm 0.8$  anos;  $1.79 \pm 0.07$  metros;  $68.0 \pm 6.5$  kg), reportaram valores médios do pico de  $VO_2$  de  $50.04 \pm 6.72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  durante a prova laboratorial. Na situação de jogo reduzido (5 v 5), os atletas obtiveram  $53 \pm 12\%$  do pico de  $VO_2$  obtido no *treadmill*. Estes dados sugerem que, nesta população, os jogos reduzidos parecem não ter impacto no desenvolvimento da potência aeróbia tendo em conta a reduzida percentagem do pico de  $VO_2$  obtido nas situações de jogo.

Platt *et al.* (2001), comparando situações de jogo 3 v 3 e 5 v 5, referem que os jogos a 3 resultam em mais intensidade ponto de vista físico, maior área percorrida, menos tempo de

corrida de baixa intensidade, menos tempo a andar e valores de frequência cardíaca mais elevados, quando comparados com as situações de jogo do tipo 5 v 5.

Stølen *et al.* (2005) referem que alguns estudos têm reportado que os jovens futebolistas têm valores de  $VO_{2max}$  semelhantes aos adultos, mas uma economia de corrida mais reduzida, quando os valores são expressos em  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ . Por outro lado, Beunen & Malina (1996) salientam que o  $VO_{2max}$ , quando expresso para a massa corporal, pode confundir as diferenças no consumo de oxigénio com o crescimento e maturação. Esta evidência verificou-se num estudo realizado por Chamari *et al.* (2005) com jovens futebolistas do escalão sub – 15, onde os autores verificaram valores de  $VO_{2max}$  (expressos de forma clássica) semelhantes aos de atletas adultos de elite, tendo os jovens futebolistas demonstrado uma menor economia de corrida. Contudo, utilizando técnicas de *scaling* apropriadas, os autores verificaram que os jovens futebolistas apresentavam valores significativamente menores de  $VO_{2max}$  e economia de corrida semelhantes, quando comparados com atletas adultos de elite.

A monitorização da frequência cardíaca é outro dos parâmetros que tem sido utilizado para avaliar a exigência fisiológica do futebol embora, e como referem Capranica *et al* (2001) e Billows *et al.* (2005) , a informação disponível seja muito maior quando se refere a futebolistas adultos. Por outro lado Stratton *et al.* (2004) salientam o facto de que uma das principais limitações da utilização da frequência cardíaca em actividades como o futebol é o facto das divergências encontradas serem, na maioria dos casos, causadas pela natureza intermitente da actividade. Assim, é normal que estes parâmetros possam variar consoante a posição táctica (Felci *et al.*, 1995).

De acordo com Billows *et al.* (2005), está relativamente bem aceite na comunidade científica que, em adultos, a energia necessária para sustentar a exercitação abaixo de 85% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ) pode ser produzida pela via metabólica aeróbia, ao passo que acima de 85% da  $FC_{max}$  a energia é produzida através da via anaeróbia. Em populações pediátricas, contudo, esta inferência não pode ser efectuada uma vez que as vias metabólicas ainda estão em desenvolvimento.

Num estudo realizado por Drust & Reilly (1997) foram medidas as frequências cardíacas de 11 rapazes e 7 raparigas com idades compreendidas entre os 7 e os 13 anos de idade (rapazes =  $10 \pm 1.6$  anos; raparigas =  $10 \pm 1.5$  anos) e com experiência desportiva de  $5 \pm 1.5$  anos (rapazes) e  $4 \pm 1.5$  anos (raparigas). Os valores médios de frequência cardíaca verificados foram  $170 \pm 18$  batimentos por minuto (bpm) para os rapazes e  $167 \pm 20$  bpm para as raparigas, durante um jogo de 10 minutos em campo reduzido. Imediatamente após o primeiro jogo, 5 jogadores participaram num novo jogo de 10 minutos e foram registados valores médios de

frequências cardíacas de  $179 \pm 8$  bpm e  $181 \pm 5$  bpm, respectivamente para a primeira e segunda parte deste jogo.

Estes resultados são semelhantes aos valores médios encontrados por Platt *et al.* (2001) num jogo de 15 minutos com jovens de 10 – 12 anos de idade (182 bpm) e aos resultados do estudo de Klimt *et al.* (1992), onde os autores encontraram valores de 160 – 180 bpm com jovens alemães de 11 – 12 anos de idade. Capranica *et al.* (*op cit.*), no seu estudo com jovens futebolistas de 11 anos, verificaram que as frequências cardíacas ultrapassaram os 170 bpm em cerca de 84% do tempo de jogo.

Mortimer *et al.* (2006) compararam a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas entre a primeira e a segunda parte do jogo com uma amostra de 25 atletas ( $17,5 \pm 1,2$  anos;  $8,5 \pm 1,0\%$  de gordura corporal;  $175,1 \pm 6,8$  cm;  $69,3 \pm 5,2$  kg e  $VO_{2\text{máx}}$  de  $52,2 \pm 3,3$   $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) pertencentes a um clube de futebol profissional brasileiro. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0.01$ ) no que respeita à FC média e à percentagem da FC máxima (%FCmáx) entre a primeira ( $170 \pm 8$  bpm e  $85,2 \pm 4,5\%$ FCmáx) e a segunda parte do jogo ( $166 \pm 10$  bpm e  $82,7 \pm 4,6\%$ FCmáx), o que traduz o efeito da fadiga na segunda parte do jogo.

Billows *et al.* (*op cit.*) realizaram um estudo com 20 futebolistas do sexo masculino ( $15.5 \pm 0.6$  anos;  $1.73 \pm 0.04$  metros;  $62.2 \pm 5.5$  kg) e utilizaram o Yo-Yo *intermittent endurance test* (Bangsbo, 1996) assim como que registaram as frequências cardíacas em 5 jogos e 15 sessões de treino. Os valores médios de FCmáx encontrados foram  $201 \pm 8$  bpm. Durante os jogos, a média da FC foi calculada em 86% da FCmáx, ou seja 174 bpm. Os autores encontraram ainda diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre a primeira e a segunda parte do jogo. O facto dos resultados deste estudo demonstrarem episódios de frequência cardíaca acima de 85% da FCmáx por períodos muito mais prolongados que os verificados em atletas adultos de elite (sem técnicas de interpretação optimizadas para adolescentes) sugere a necessidade de utilização de técnicas que ajustem as medições a adolescentes.

As exigências anaeróbias do jogo, com jovens, foram também estudadas por Klimt *et al.* (1992). Os autores encontraram valores de lactato sanguíneo de 3 – 4 milimoles (mmol) por litro durante o jogo, suportando a teoria de que as crianças têm uma capacidade anaeróbia reduzida. Na mesma linha de raciocínio, Felci *et al.* (1995) evidenciaram que a exigência metabólica em jogos de crianças se situam abaixo do limiar anaeróbio, embora isto dependa do tipo de limiar utilizado.

Contrariamente, Capranica *et al.* (2001) num estudo já referenciado, encontraram concentrações de lactato sanguíneo de 1.4 – 7.3  $\text{mmol.l}^{-1}$  no jogo de 7 v 7 (campo reduzido) e

3.1 – 8.1 mmol.l<sup>-1</sup> no jogo de 11 v 11 (campo oficial de futebol de 11). Os resultados encontrados para a situação de 11 v 11 são semelhantes aos encontrados para futebolistas adultos de elite, embora, como os próprios autores indicam, tenha sido já reportado que as crianças produzem menores concentrações de lactato que os adultos (Bar-Or, 1983).

Em estudos que utilizaram o Wingate anaerobic test (WanT) com jovens futebolistas salientam-se os trabalhos de Walden & Yates (2000), Al Hazzaa *et al.* (2000) e Engels & Wirth (2000). Os primeiros autores reportaram valores potência média e pico de potência de 363±51 e 415±60 watts (jogadoras de futebol de 18-22 anos de idade) e de 340±43 e 391±47 watts (jogadoras de futebol de 14-18 anos de idade). Engels & Wirth (2000), com uma amostra de futebolistas femininos de elite de 13-14 anos, encontraram valores de potência média e pico de potência de 374.3±57 e 503±85.3 watts, e um pico de potência de 10.1W.kg<sup>-1</sup>. Al Hazzaa *et al.* (2000) também encontraram diferenças significativas entre jovens de 13-14 anos sem experiência desportiva e jovens futebolistas.

Em suma, e tal com salientam Stratton *et al.* (2004), os dados disponíveis acerca das exigências do futebol com crianças e jovens sugerem alguma similaridade com aqueles reportados para futebolistas adultos. Contudo, em termos de competição formal, os futebolistas adolescentes em representação das suas academias passam 63% e 37% do jogo em regime aeróbio e anaeróbio, respectivamente, ao passo que, por outro lado, em jogos de adultos os valores são diferentes sendo que os atletas passam 66% e 34% do tempo de jogo em regime aeróbio e anaeróbio, respectivamente (Billows *et al.*, 2003, citados por Stratton *et al.*, 2004).

## 2.6. Aptidão aeróbia

A energia aeróbia é produzida nas mitocôndrias do músculo através da utilização do oxigénio que é transportado pela corrente sanguínea (Reilly, 2007). O presente processo de produção de energia utiliza como substratos energéticos não só os glúcidos (glicose) como também os lípidos (gorduras), os quais na presença do oxigénio não se transformam em ácido láctico, mas sim em ácido pirúvico, que por reacções químicas sucessivas produz dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O) com a produção simultânea de grandes quantidades de ATP (Castelo, 2002).

A performance aeróbia, do ponto de vista fisiológico, pode ser dividida em capacidade e potência (Reilly *et al.*, 2000a; Soares, 2005). A capacidade aeróbia refere-se à aptidão de manter uma elevada produção de energia durante um tempo prolongado, utilizando como via preferencial a via oxidativa. Esta capacidade, de acordo com Soares (*op cit.*), é habitualmente avaliada através de testes submáximos de que são exemplo o limiar anaeróbio ventilatório e metabólico e, dentro deste último, a velocidade às 4 mmol/l de lactato. Segundo o mesmo autor, a potência aeróbia é habitualmente avaliada através de testes de esforço máximo com

uma duração suficientemente prolongada de forma a garantir a participação plena de todas as fontes de energia. A determinação do consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) é a forma mais tradicional de avaliar a potência aeróbia (Reilly *et al.*, 2000a; Soares, 2005).

Na avaliação da aptidão cardiorespiratória, o termo potência aeróbia é o mais adequado, sendo o  $VO_{2\text{máx}}$  o parâmetro fisiológico mais significativo na caracterização da capacidade funcional do indivíduo (Astrand & Rodahl, 1986; Dencker *et al.*, 2008; Foster *et al.*, 2007) dado que é uma medida de fluxo que pode ser expressa em valores absolutos ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ) ou relativos à massa corporal ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). O  $VO_{2\text{máx}}$  reflecte a capacidade máxima que o organismo tem para captar (função ventilatória), fixar (trocas alvéolo-capilares), transportar (sistema cardiovascular) e utilizar o  $O_2$  (respiração celular) (Astrand & Rodahl, 1986; Green & Patla, 1992).

A determinação do  $VO_{2\text{máx}}$  não é apenas uma medida de potência aeróbia, oferecendo também uma medida precisa de capacidade de transporte e utilização de oxigénio, ou seja, da capacidade funcional dos pulmões, do sistema cardiovascular, das componentes hematológicas de distribuição de oxigénio e dos mecanismos oxidativos dos músculos solicitados (Armstrong, 2006; Saltin & Strange, 1992; Sutton, 1992; Uth, 2005).

As provas laboratoriais, embora mais precisas, consomem tempo, requerem recursos humanos especializados e equipamentos dispendiosos (Castagna *et al.*, 2008; Stratton & Williams, 2008). Assim, alguns testes de terreno envolvendo a corrida *vai-vém* de 20 metros, tem sido apresentados como alternativas práticas às avaliações de laboratório (Castagna *et al.*, 2008; Coelho e Silva *et al.*, 2008; Dencker *et al.*, 2008; Figueiredo *et al.*, 2009; Thomas *et al.*, 2006).

Os protocolos de potencial aplicação sucedem-se, desde o trabalho original de Léger *et al.* (1984), de Brewer, Ramsbottom & Williams (1988), ao do *Eurofit* (Council of Europe, 1988), ao do *Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run – PACER* (Cooper Institute for Aerobics Research, 1992), ao do *yo-yo intermittent endurance test* (Bangsbo, 1994a), entre outros. No entanto, deve salvaguardar-se que a fórmula criada para a determinação indirecta do  $VO_{2\text{máx}}$  (Léger *et al.*, 1988) não pode ser considerada válida para os restantes protocolos, tendo em conta as diferenças nas velocidades iniciais dos patamares (Brewer *et al.*, 1988; Council of Europe, 1988; Cooper Institute for Aerobics Research, 1992) ou à intermitência do exercício (Bangsbo, 1994).

O teste *PACER* tem sido recentemente utilizado para a avaliação de jovens atletas (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Coelho e Silva *et al.*, 2008; Metaxas *et al.*, 2005). Figueiredo *et al.* (2004), corroborados ainda por Lemmink *et al.* (2004), concluíram que apesar do *yo-yo intermittent endurance test* ser mais indicado que o *PACER* na discriminação do nível de

jogadores de Futebol, existe uma correlação positiva entre ambos. Por outro lado, o *yo-yo intermittent endurance test* tem sido também utilizado em diversos estudos com desportistas infante – juvenis (Aziz *et al.*, 2005; Castagna *et al.*, 2006; Figueiredo, 2007; Malina *et al.*, 2007a; Figueiredo *et al.*, 2009).

### 2.6.1. Implicações do processo de crescimento e maturação

O VO<sub>2</sub>máx está relacionado com o sexo, tamanho corporal e estatuto maturacional das crianças e adolescentes, porém, mesmo após controlar estas fontes primárias de variação no crescimento individual, uma quantidade substancial de variação no VO<sub>2</sub>máx continua a existir, resultado de factores estruturais, fisiológicos e biomecânicos, associados com o *output* de energia aeróbia (Malina *et al.*, 2004a). A capacidade de uma criança para a realização de exercício físico suportado de forma aeróbia aumenta com a idade. (Mácek, 1988; Pate & Shephard, 1989; Léger, 1996; Beunen *et al.*, 2002; Rowland, 2004). O VO<sub>2</sub>máx aumenta ao longo da segunda infância e, até aos 12 anos de idade, não se verificam diferenças acentuadas entre os dois sexos, apesar dos rapazes apresentarem sempre valores superiores.

De acordo com Mcardle *et al.* (1992), durante as transformações pubertárias ocorridas ao nível dos sistemas cardio-respiratório e cardio-vascular, o aumento do número de glóbulos vermelhos circulantes associa-se a um aumento da concentração de hemoglobina, com repercussões favoráveis ao nível da captação, fixação e transporte de oxigénio, assim como do tamponamento do sangue.

Malina & Bouchard (1991) referem que os rapazes avançados maturacionalmente possuem em média um VO<sub>2</sub>máx mais elevado em termos absolutos, relativamente aos atrasados maturacionalmente. No que respeita ao VO<sub>2</sub>máx relativo, os rapazes atrasados maturacionalmente apresentam maior taxa de absorção de oxigénio por unidade de peso corporal do que os avançados maturacionalmente, excepto no início da adolescência. No final desta, não se registam diferenças significativas no VO<sub>2</sub>máx (L·min<sup>-1</sup>) dos rapazes dos diferentes grupos maturacionais.

Os rapazes à medida que entram na puberdade experimentam um salto no aumento do VO<sub>2</sub>máx que atinge ganhos máximos durante o PVC em estatura, continuando a aumentar até aos 16 anos de idade apesar do declínio da velocidade de crescimento, sugerindo que a puberdade influencia melhorias na aptidão aeróbia através do aumento do tamanho corporal, particularmente das dimensões cardíacas, pulmões, músculos e sistema circulatório (Armstrong & Welsman, 2005; Geithner *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Rowland, 2005).

Beunen *et al.* (2002), num estudo longitudinal com 73 rapazes dos 8 aos 16 anos, verificaram que o  $VO_{2max}$  é largamente explicado pela massa corporal mas que factores como a actividade física habitual e a interacção desta com o estatuto maturacional contribuíam independentemente para o  $VO_{2max}$ .

Parece, então, existir uma forte associação entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal. Malina *et al.* (2004a) referem que, se o crescimento tem uma influência directa no consumo máximo de oxigénio, então é fundamental controlar as alterações dimensionais provocadas pelo salto pubertário. Os mesmos autores, depois de apontarem alguma inconsistência entre os dados revelados por alguns estudos longitudinais, referem que parece verificar-se uma estabilização do  $VO_{2max}$  expresso por unidade de massa corporal ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), com o decorrer da idade, sugerindo um crescimento proporcional entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal.

Chamari *et al.* (2004) e Armstrong & Welsman (1994), sugerem que no *scaling* de indivíduos geometricamente similares, a área da secção transversal da aorta aumenta em proporção directa ao quadrado da estatura ( $h^2$ ), enquanto que a massa corporal é dependente do volume corporal que varia de acordo com  $h^3$ , consequentemente a potência aeróbia é primeiramente limitada pelo *output* cardíaco máximo, devendo ser proporcional à massa corporal elevado ao expoente de 0.67. Esta aproximação ao *scaling* dimensional também é suportada por Bergh *et al.* (1991), que referem a potência aeróbia relativa à massa corporal, elevada ao expoente de 0.75, como mais indicativo da capacidade de desempenho na corrida.

### 2.6.2. Procedimentos metodológicos

A avaliação da função aeróbia pode ser efectuada por métodos directos (ergoespirometria em laboratório ou espirometria no terreno) ou indirectos, recorrendo-se a testes submáximos, fundamentando-se a avaliação na relação linear que existe entre o  $VO_2$  e a FC (Astrand & Rodahl, 1986). Stølen *et al.* (2005) referem que as provas laboratoriais para determinar o  $VO_{2max}$  com futebolistas são normalmente realizadas em passadeira rolante, tendo em conta a maior aproximação à realidade da modalidade, em comparação com testes em cicloergómetros.

Habitualmente, associada à determinação directa do  $VO_{2max}$ , calcula-se também o quociente respiratório (QR) que se utiliza para estimar a contribuição dos hidratos de carbono ou ácidos gordos no metabolismo durante o exercício. Este quociente é a razão entre o dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) libertado e o oxigénio ( $VO_2$ ) consumido. A possibilidade de estimar o tipo de substrato que está a ser utilizado, deve-se ao facto dos hidratos de carbono e gorduras serem compostos por diferentes quantidades de  $O_2$  e produzirem diferentes quantidades de  $CO_2$ .

Após a realização de um teste com avaliação directa do  $VO_{2\text{máx}}$  é possível comparar o valor de QR com os valores de referência apresentados por Powers & Howley (1997), e assim determinar o tipo de substrato que está a ser utilizado.

Quando se trata de testar jovens saudáveis e activos, o protocolo para determinar o  $VO_{2\text{máx}}$  deve ter como alvo uma duração de 8 a 12 minutos com um mínimo de 4 patamares (Castagna *et al.*, 2008; Chamari *et al.*, 2004; MacDougall *et al.* 1991; Yoon *et al.*, 2007). Tendo em conta na construção do protocolo, se este é máximo ou submáximo e se está desenhado para ser contínuo ou descontínuo, os testes contínuos têm a vantagem de serem menos demorados, no entanto, os testes descontínuos permitem que se façam colheitas de lactato.

Chamari *et al.* (2004), num estudo com 34 jovens atletas de elite de 17.5 anos de idade, procederam à aplicação de um protocolo máximo no *treadmill*, com carga progressiva, sem intervalos, recorrendo apenas ao incremento de velocidade. Por sua vez, Metaxas *et al.* (2005), com 35 futebolistas de elite ( $18.1 \pm 1.0$  anos de idade), seguiram uma aproximação similar, onde os incrementos de carga além da velocidade, também eram conseguidos através de aumentos na taxa de inclinação do *treadmill*. Castagna *et al.* (2008), com 22 jovens basquetebolistas de elite ( $16.8 \pm 2.0$  anos de idade) replicaram a aplicação de incrementos de velocidade e inclinação, para obter uma intensidade máxima.

De acordo com Stratton *et al.* (2004), os incrementos no desempenho aeróbio são normalmente maiores em adultos do que em jovens futebolistas. Devem ser sempre consideradas as modificações quantitativas (tamanho, velocidade, potência, distância) e qualitativas (habilidade, economia de corrida, tomada de decisão) que concorrem para o aumento de uma maior sensibilidade ao treino.

Embora o termo “consumo máximo de oxigénio” seja o mais comumente utilizado para descrever o consumo de oxigénio mais elevado, determinado durante um protocolo experimental de esforço até à exaustão, quando se trata de crianças e jovens é necessário entender que a variável se caracteriza por um *plateau* do  $VO_2$ , ou seja, nem sempre é alcançado um valor máximo real (Helmantel, Elferink-Gemser & Visscher, 2009). Assim, e como suportam Rowland (1993), Armstrong (2006) e Mamen *et al.* (2009), o termo mais correcto e apropriado para usar com crianças e jovens é “pico de consumo de oxigénio” (pico de  $VO_2$ ). É importante sublinhar, como referem Helmantel, Elferink-Gemser & Visscher (2009), que a pesquisa científica efectuada tem sido muito mais alargada a grupos de populações adultas. De acordo com Welsman *et al.* (2005), o pico de  $VO_2$  é uma variável que demonstra robustez e que se associa positivamente com a capacidade de determinação do consumo máximo de oxigénio em adultos.

## 2.7. Morfologia, maturação e parâmetros aeróbios de jovens atletas e não atletas

### Morfologia Externa

A estatura e a massa corporal são as duas variáveis utilizadas com maior frequência para monitorizar o crescimento de crianças e adolescentes, sendo que é esperado que as crianças se tornem mais altas e mais pesadas, à medida que a idade avança (Malina, 2004). De acordo com o mesmo autor, alguns desportos apresentam uma tendência selectiva para escolher ou excluir jovens atletas, tendo por referência o tamanho corporal. Por outro lado, acrescenta, a participação desportiva não tem um efeito aparente sobre o crescimento em estatura (altura numa determinada idade) nem sobre a taxa de crescimento em estatura (quantidade aparente de crescimento num ano), quando consideradas crianças e adolescentes saudáveis. Em última análise, o autor supra referido assinala ainda que os jovens atletas de ambos os sexos têm, em média, valores de estatura e massa corporal iguais ou maiores que os valores de referência para a população geral de crianças e adolescentes.

Malina (2003), num estudo realizado com jovens futebolistas, refere ainda que existe uma tendência para os jovens atletas de elite encaixarem dentro daqueles que são considerados os parâmetros observados para os atletas seniores. No que respeita à associação entre os valores de massa corporal e estatura, o autor sublinha que o índice de massa corporal, expresso em  $\text{kg/m}^2$ , pode fornecer indicações pouco ajustadas para amostras de jovens atletas. Esta consideração tem como suporte explicativo o facto do jovem futebolista apresentar mais índices de massa magra (principalmente massa muscular) quando comparado com a população em geral. Na Tabela 2.1. estão apresentados um conjunto de valores para a estatura e massa corporal, encontrados em diversos estudos com jovens atletas.

**Tabela 2.1.** Valores médios encontrados para a estatura e massa corporal em alguns estudos com jovens atletas (rapazes).

Estudo	Pais	Natureza da amostra	Idade (anos)	n	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)
Farello <i>et al.</i> (1997)	Itália	Futebol (sub-élite)	11.0	30	145.5	37.5
Hansen <i>et al.</i> (1999)	Dinamarca	Futebol (élite)	11.9	48 <sup>a</sup>	152.7	41.0
			12.4	44 <sup>a</sup>	155.7	43.6
Malina <i>et al.</i> (2000)	Portugal	Futebol (élite)	12.3	63 <sup>a</sup>	151.0	43.1
Seabra <i>et al.</i> (2001)	Portugal	Futebol (élite)	11.7	46 <sup>a</sup>	149.1	42.5
Bencke <i>et al.</i> (2002)	Dinamarca	Natação Ténis Andebol Ginástica (élite)	12.0	9 <sup>a</sup>	153.0	41.7
			11.9	12 <sup>a</sup>	153.4	43.0
			12.5	12 <sup>a</sup>	152.9	42.7
			11.7	11 <sup>a</sup>	146.2	35.5
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003)	Portugal	Futebol (sub-élite)	12.0	29 <sup>a</sup>	145.6	37.8

*Continua*

Continuação da Tabela 2.1.

Peña Reyes & Malina (2004)	México	Natação (sub-élite)	12.3	25 <sup>a</sup>	146.9	38.5
Ribeiro (2005)	Portugal	Natação (local)	11.7	11 <sup>a</sup>	147.0	39.4
Cumming <i>et al.</i> (2006)	EUA	Futebol (local)	11.6	11 <sup>a</sup>	151.0	44.6
Figueiredo <i>et al.</i> (2006)	Portugal	Futebol (distrital)	11.5 12.5	82 <sup>a</sup> 79 <sup>a</sup>	143.3 149.2	37.6 41.3
Figueiredo (2007)	Portugal	Futebol (distrital)	11.8	87 <sup>a</sup>	144.6	38.1

<sup>a</sup> Informação da sub-amostra de interesse

### Indicadores de maturação biológica

O estatuto maturacional, assim como o desenvolvimento associado a crianças e adolescentes, é normalmente observado do ponto de vista sexual e esquelético (Malina, 2004). O *timing* do pico de velocidade de crescimento (PVC) é também, segundo o mesmo autor, um excelente indicador de maturação, embora sejam necessários dados de natureza longitudinal para o determinar. Esta ideia é partilhada por Stratton *et al.* (2004), que justificam a pouca utilização da idade de ocorrência do PVC pelas dificuldades metodológicas associadas ao processo. Malina (2004) adianta ainda que, tendo em conta a avaliação da potencial influência do treino desportivo no processo de crescimento e maturação, é importante entender o quadro dessas características em populações de jovens atletas.

Malina *et al.* (2004a), mencionam que actualmente a amplitude de resultados reportados em estudos com a população europeia, aponta para idades no momento do PVC em estatura, entre os 13.8 e os 14.2 anos. Por outro lado, Philippaerts *et al.* (2006) calcularam, para uma amostra de 33 jovens futebolistas, a idade no PVC em estatura aos  $13.8 \pm 0.8$  anos. Mais recentemente, Figueiredo (2007) reportou, para uma amostra constituída por jovens futebolistas portugueses, que a idade no PVC em estatura ocorreu entre os 14.0 e os 14.5 anos de idade.

A avaliação dos caracteres sexuais secundários como meio de determinação do estatuto maturacional também tem sido muito explorada na investigação aplicada a jovens atletas, nomeadamente jovens futebolistas. Os dados de natureza longitudinal reportados por Figueiredo (2007) demonstram uma distribuição pelos estádios de desenvolvimento, ao longo do processo de formação, que revela um progressivo preenchimento dos estádios mais maduros. No entanto, ainda não são extensos os estudos longitudinais que consideram a maturação sexual com jovens atletas, rapazes e raparigas (Malina, 2004).

No que respeita ao estudo da maturação esquelética de jovens atletas, começam a existir alguns estudos que se debruçam sobre esta variável. Os resultados alcançados tendem a demonstrar que, com algumas exceções, os jovens atletas (rapazes) tendem a ser normomaturados (dentro da média) ou avançados em termos maturacionais (Malina, 2004). O autor reforça que ao contrário dos jovens ginastas, que demonstram uma tendência mais tardia de maturação esquelética, existe uma lacuna de jovens de estatuto maturacional atrasado que sejam bem sucedidos e alcancem sucesso desportivo durante a fase de adolescência (aproximadamente entre os 12 e os 15 anos). Em última análise, o que os resultados têm demonstrado é uma tendência para que, com o incremento da idade e da experiência desportiva, os indivíduos avançados maturacionalmente apareçam com maior frequência no domínio das respectivas modalidades desportivas, particularmente relevante depois dos 14 anos (Malina *et al.*, 2000; Peña Reyes & Malina, 2004; Figueiredo *et al.*, 2009).

Na Tabela 2.2. estão resumidos alguns valores encontrados em estudos que utilizaram a variável já referida, sendo notório um preenchimento mais significativo das categorias que correspondem ao estatuto normomaturado (idade esquelética e cronológica não diferem mais de um ano) e avançado maturacionalmente (idade esquelética superior à idade cronológica em mais de um ano), verificando-se um maior magnitude para este facto, e indo ao encontro das evidências anteriormente reportadas, após os 14 anos de idade.

**Tabela 2.2.** Distribuição de jovens atletas (rapazes) de vários grupos etários pelas diferentes categorias maturacionais, resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels.

Estudo	Natureza da amostra	Grupo etário (anos)	N	Estatuto maturacional			Estado Maduro
				Atrasado	Normomaturado	Avançado	
Malina <i>et al.</i> (2000)	Futebol (elite)	11-12	63 <sup>a</sup>	13	37	13	-
Peña Reyes & Malina (2004)	Natação (sub-elite)	8-10	17 <sup>a</sup>	5	9	3	-
		11-13	23 <sup>a</sup>	9	13	1	-
Carvalho <i>et al.</i> (2007)	Basquetebol (elite e local)	14-15	55	0	1	15	39
Le Gall <i>et al.</i> (2007) <sup>b</sup>	Futebol (elite)	Sub 14	233	28	148	57	-
Figueiredo <i>et al.</i> (2009)	Futebol (local)	11-12	87 <sup>a</sup>	17	45	25	-
Valente dos Santos (2009)	Hóquei em Patins (elite e local)	14-16	63	9	19	20	15

<sup>a</sup> Informação da sub-amostra de interesse

<sup>b</sup> O estudo utilizou o método Greulich-Pyle para a determinação da idade óssea

### Parâmetros aeróbios

As adaptações induzidas pelo treino no traço de aptidão aeróbia têm sido extensivamente consideradas com populações adultas, sendo que alguns investigadores da área do exercício físico têm proposto programas de treino semelhantes para grupos de jovens atletas (Baquet *et al.*, 2003). Contudo, e de acordo com os mesmo autores, os efeitos dos exercícios de treino em idades pubertárias são particularmente controversos. Tendo em conta que os protocolos

apresentam ainda alguma variabilidade metodológica, assim como que têm desconsiderado em alguma medida as modificações inerentes ao processo de crescimento e maturação, torna-se difícil estabelecer comparações entre diferentes estudos. Em termos mais específicos, e indo ao encontro de Welsman & Armstrong (1999), verificam-se uma série de *confounding factors* que interferem na própria interpretação dos resultados obtidos, tais como diferentes tipos de exercício, protocolos utilizados em ergómetro com e sem recurso à inclinação, amostras reduzidas, combinação de resultados de indivíduos treinados e destreinados ou ainda a inconsistência na análise dos efeitos independentes da idade cronológica e maturacional. A Tabela 2.3. sistematiza os resultados de interesse encontrados em alguns estudos.

**Tabela 2.3.** Valores médios encontrados em jovens atletas e não-atletas (rapazes) para a potência aeróbia absoluta ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ) e relativa à massa corporal ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

Estudo	Natureza da amostra	Idade (anos)	N	Potência aeróbia	
				$L \cdot \text{min}^{-1}$	$\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
Armstrong <i>et al.</i> (1995)	Crianças saudáveis	11.1	111 <sup>a</sup>	1.76	51.0
Armstrong <i>et al.</i> (1997)	Crianças saudáveis	11.1	101 <sup>a</sup>	1.81	-
Welsman <i>et al.</i> (1997)	Crianças saudáveis	9.9	16 <sup>a</sup>	1.95	62.0
Rowland <i>et al.</i> (2000)	Crianças saudáveis	12.0	25 <sup>a</sup>	1.98	47.2
Eisenman <i>et al.</i> (2001)	Atletismo (elite)	11	11 <sup>a</sup>	-	63.6
		12	15 <sup>a</sup>	-	63.3
Vinet <i>et al.</i> (2003)	Crianças saudáveis	11	17 <sup>a</sup>	1.80	47.9
Chamari <i>et al.</i> (2004)	Futebol (elite)	17.5	34	4.3	61.1
Nourry <i>et al.</i> (2004)	Crianças saudáveis (treinadas)	10.8	16 <sup>a</sup>	1.79	51.4
Vanderford <i>et al.</i> (2004)	Futebol (elite)	13.3	20 <sup>a</sup>	-	52.9
Gursel <i>et al.</i> (2004)	Crianças saudáveis	11 - 12	b	-	46.3
Montfort-Steiger <i>et al.</i> (2005)	Ciclismo (elite)	15.7	8 <sup>a</sup>	3.95	59.7
Metaxas <i>et al.</i> (2005)	Futebol (elite)	18.1	35	-	63.6
Madeira <i>et al.</i> (2006)	Natação (elite)	15.9	12	4.10	63.8
Tolfrey <i>et al.</i> (2006)	Crianças saudáveis (treinadas)	12.3	15	2.23	-
Castagna <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (local)	16.8	22	-	60.4

<sup>a</sup> Informação da sub-amostra de interesse.

<sup>b</sup> Não é dada informação por faixa etária (n=43).



## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

---

#### 3.1. Amostra

A amostra foi constituída por 30 jovens jogadores de futebol, do sexo masculino e do escalão etário *Sub – 13* (Infantis, 11 / 12 anos). Interessa afirmar, no entanto, que todos os atletas que participaram no estudo pertenciam ao primeiro ano do respectivo escalão etário (nascidos em 1998). Os atletas pertenciam a 3 clubes / escolas de futebol da região de Coimbra, a saber: *Associação Académica de Coimbra / OAF; Clube de Futebol União de Coimbra e Escola Academia Sporting – Coimbra*. À excepção da última entidade referida, todas as restantes são filiadas na Associação de Futebol de Coimbra. A participação dos sujeitos foi voluntária, tendo sido requisitado aos encarregados de educação uma declaração de consentimento escrito. Também as respectivas entidades desportivas foram informadas acerca de todo o procedimento experimental, tendo concordado em participar na investigação.

#### 3.2. Variáveis

##### 3.2.1 Medidas Antropométricas

A antropometria pressupõe o uso de referências cuidadosamente definidas e descritas para a standardização dos procedimentos de medida. É necessária a utilização de instrumentos apropriados e em boas condições. Foram adoptados os procedimentos antropométricos, descritos por Lohman, Roche & Martorell (1988), também referidos por Malina (1995) e Malina *et al.* (2004a), que correspondem aos *guidelines do International Society for Advancement in kinanthropometry*. As variáveis consideradas, e abaixo descritas, foram: massa corporal, estatura, altura sentado, comprimento dos membros inferiores (dado pela subtracção da altura sentado à estatura) e as pregas bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaca e geminal medial.

##### Massa corporal

Apesar de na medição da massa corporal ser desejável que os sujeitos se apresentem desprovidos de vestuário, decidimos restringir a roupa a peças leves, ficando os observados em fato de banho ou em calções e camisola de manga curta e descalços. Utiliza-se, para o efeito, uma balança electrónica SECA, modelo 770.

### Estatura

Com a mesma roupa, permitida na medição da massa corporal, o observado foi encostado ao estadiómetro, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfurt*. Por fim, seguindo as recomendações de Gordon *et al.* (1988) pediu-se ao sujeito para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição erecta. Recorreu-se à utilização de um estadiómetro portátil Harpenden.

### Altura sentado

Utilizando um estadiómetro com banco acoplado (Sitting Height Table Harpenden), o observado senta-se de modo a permitir a medição da altura sentado.

### Estimativa do comprimento dos membros inferiores

Esta variável foi estimada a partir da determinação da diferença entre a estatura e a altura sentado.

### Pregas

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutâneas recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper*.

### Tricipital

A prega de gordura assume uma orientação vertical na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e olecraneano.

### Bicipital

Trata-se de uma prega vertical medida na face anterior do braço direito, ao mesmo nível da prega tricipital.

### Subescapular

Esta prega assume uma orientação oblíqua (olha para baixo e para fora) e é medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do vértice inferior da omoplata.

### Suprailíaca

Como o próprio nome indica, a prega suprailíaca é medida imediatamente acima da crista ilíaca, ao nível da linha midaxilar.

### Geminal

Esta prega vertical é medida com a articulação do joelho flectida em ângulo recto. A dobra de gordura subcutânea é destacada na face interna, aproximadamente ao mesmo nível do plano horizontal onde é medida a circunferência geminal.

### Índices

#### Índice Córnico

O rácio entre a altura sentado e a estatura informa sobre a percentagem da estatura que é explicada pela medida longitudinal do tronco e cabeça. Esta medida composta é determinada pela seguinte fórmula.

$$(Altura\ sentado/estatura) \times 100$$

#### Índice de Massa Corporal

Este índice foi calculado dividindo a massa corporal (em quilogramas) pela estatura (em metros) elevada ao quadrado:

$$Massa\ corporal/estatura^2$$

Esta medida composta é largamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas. Em grupos de crianças e adolescentes, e como refere Malina (2004), dada a variabilidade existente, é necessário algum cuidado e sensibilidade no uso da interpretação da variável como indicador de massa gorda.

### 3.2.2 Maturação

#### Procedimentos radiológicos para a obtenção da idade esquelética

Para a obtenção da radiografia foram seguidos os procedimentos sugeridos por Roche *et al.* (1988). O observado deve colocar a mão esquerda em pronação, assente na plataforma radiológica e a uma distância de 91,4 cm do tubo radiológico. Os dedos devem estar afastados e em extensão, com o terceiro dedo (dedo médio) alinhado com o rádio e o cúbito. Antebraço, região palmar da mão e dedos devem estar em contacto com a cassete que contém o filme. O feixe radiológico deve projectar-se na epífise do terceiro metacarpo.

#### Idade esquelética determinada pelo método FELS

A amostra que esteve na base deste método é constituída por crianças oriundas de estratos sócio - económicos médios do centro - sul do Ohio (Estados Unidos da América), participantes no *Fels Longitudinal Study* (Roche *et al.*, 1988). A idade e sexo do observado determinam os ossos e critérios, em cada osso, que servirão para a estimativa da idade esquelética, que possui sempre um erro padrão associado. Este procedimento não é verificado nos outros métodos (TW; TW2; TW3; Greulich-Pyle). Esta metodologia tem por base a observação de vinte e dois ossos (rádio, cúbito, osso grande, unciforme, piramidal, pisiforme, semilunar, escafóide, trapézio, trapezóide, primeiro, terceiro e quinto metacarpos, primeira, terceira e quinta falanges proximais, adutor sesamóide, terceira e quinta falanges intermédias, primeira, terceira e quinta falanges distais) num total de noventa e oito critérios de apreciação distintos. Os critérios de avaliação consideram a existência ou não do centro de ossificação, os pontos de ossificação, a forma dos ossos, as linhas opacas inscritas em cada osso e a rácio entre a epífise e a metáfise dos ossos longos. Depois de determinados os parâmetros em cada critério, os dados são inseridos num software (FELShw – versão 1.0).

#### Classificação dos sujeitos

À semelhança do verificado em Peña Reyes, Cardenas-Barahona & Malina (1994), Malina *et al.* (2000) e Peña Reyes & Malina (2004), a classificação dos sujeitos foi feita através da subtracção da idade cronológica à idade óssea criando desta forma os seguintes subgrupos:

- Atrasado (*delayed/late mature*) = idade óssea inferior à idade cronológica em mais de 1 ano.

- Normomaturado (*on time/average*) = idade óssea dentro da amplitude de  $\pm 1$  ano em relação à idade cronológica.
- Avançado (*advanced/early mature*) = idade óssea superior à idade cronológica em mais de 1 ano.
- Maduro (*mature*) = idade óssea igual a 18.0 anos de idade.

### Maturação somática

#### Maturity offset

Na determinação deste indicador maturacional foi utilizada a fórmula proposta por Mirwald *et al.* (2002). Para esse efeito é necessário recolher-se a seguinte informação relativa ao observado: idade cronológica, massa corporal, estatura, altura sentado e comprimento dos membros inferiores:

#### Maturity offset (rapazes)

$$-9.236 + (0.0002708 \times (\text{comprimento dos membros inferiores} \times \text{altura sentado})) - (0.001663 \times (\text{idade cronológica} \times \text{comprimento dos membros inferiores})) + (0.007216 \times \text{idade cronológica} \times \text{altura sentado}) + (0.02292 \times ((\text{massa corporal}/\text{estatura}) \times 100))$$

O resultado da equação estima a distância, em anos, a que o sujeito se encontra do PVC, podendo o valor ser negativo (se ainda não atingiu o PVC) ou positivo (se já ultrapassou o PVC).

#### Percentagem da estatura matura predita

Foi utilizado o procedimento proposto por Khamis & Roche (1994, 1995), que para o cálculo da estatura matura, prevê a utilização da estatura actual, massa corporal e estatura média parental. Recorremos de seguida à multiplicação das variáveis apresentadas por coeficientes de ponderação associados à idade cronológica dos observados:

$$\text{intercept} + \text{estatura (coeficiente para estatura)} + \text{massa corporal (coeficiente para a massa corporal)} + \text{estatura média parental (coeficiente para a estatura média parental)}$$

Os coeficientes do método Khamis-Roche surgem em polegadas (*inches*) e libras (*pounds*), sendo necessária a sua conversão para o sistema métrico (centímetros e quilogramas). O indicador maturacional é dado pela percentagem de estatura matura predita já alcançada no momento da medição:

$$\% \text{ estatura matura predita} = (\text{estatura no momento} / \text{estatura matura predita}) \times 100$$

A informação relativa à estatura dos pais biológicos dos atletas foi conseguida através de fotocópia do bilhete de identidade de cada um dos progenitores. No caso de algum dos pais já ter falecido ou não ter disponível o documento solicitado, recorre-se à informação verbal. Nestes casos aplicam-se as equações referidas por Epstein, Valoski, Kalarchian & McCurley (1995) para ajustar a tendência na sobre estimação da estatura quando reportada. Este procedimento foi também utilizado por Malina *et al.* (2005).

### 3.2.3. Potência aeróbia

Para a determinação da potência aeróbia, foi monitorizado através da espirometria em circuito aberto, o  $VO_2$  (absoluto e relativo), o  $VCO_2$  (absoluto), o volume expiratório por minuto ( $V_E$ ), o QR e a FC. Para dar resposta aos objectivos do estudo, foi fixado o valor de  $VO_2$  mais elevado durante o exercício (pico de  $VO_2$ ), o valor final do QR e a FC final.

#### Laboratório

As principais funções do organismo possuem um ritmo circadiano que afecta a temperatura corporal, a actividade hormonal, a actividade do sistema cardiovascular, a capacidade de rendimento, entre outros (Platonov & Bulatova, 1998). Por outro lado, devido à variação no organismo do conteúdo de substâncias biologicamente activas, a capacidade de exprimir as diferentes capacidades físicas e psicológicas, apresenta também, variação ao longo do dia (Aitkinson & Reilly, 1996).

Atendendo a estes preceitos e às sugestões de Chamari *et al.* (2004), os testes de laboratório foram executados entre as 14h:00m e as 17h:00m, com uma temperatura ambiente de  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ . De forma a manter a qualidade do ar ambiente no laboratório, os testes foram realizados apenas com a presença da equipa de avaliação e o atleta. As concentrações habituais de  $CO_2$  e  $O_2$  do ar ambiente do laboratório foram mantidas constantes, para isso o laboratório foi ventilado nas pausas dos testes.

### Equipamento

A determinação do  $VO_2$ ,  $V_E$ ,  $VCO_2$ , QR foi feita através da medição directa do ar inspirado e expirado, utilizando-se o analisador de gases *Metamax Ergospirometry System* da *Cortex Biophysite GmbH 1991-1998*. Este equipamento efectua a recolha de um valor médio de cada variável espirométrica a cada 10 segundos de análise de dados. O computador utilizado foi um *Hewlett Packard Vectra – Intel Pentium® 128MB RAM*, com o sistema operativo *Microsoft® Windows 95*; o *Metamax® Capture Version 3.31 – 32 bit (1998)* e o *Metamax® Analysis Version 3.31 – 32 bit (1998)*. O transmissor de FC usado foi o *Polar S-810* da *Polar® (Finlândia)*. O ergómetro utilizado foi, por sua vez, um *treadmill* motorizado da marca *QUASAR*, modelo *HPCosmos*.

### Preparação do equipamento

A calibração do sensor de volume deve sempre ser realizada antes do início de cada um dos testes. Para isso, utiliza-se uma seringa 3L *Hans Rudolph, inc, Series 5530, Kansas city, USA*, com a qual se executam 5 injeções de ar. É avaliado o erro entre o volume ejectado e o medido, a calibração é aceite ou rejeitada caso o valor do erro seja desprezível ou não. Para nos certificarmos da consistência dos resultados, este processo foi realizado duas vezes consecutivas.

A calibração do sensor de  $CO_2$  e  $O_2$ , realizou-se, também antes do início de cada um dos testes e após a calibração do volume. Para a calibração utiliza-se uma garrafa de gás com concentrações estáveis de  $CO_2$  e  $O_2$  (5.99% Molar e 14.99% Molar, respectivamente). Para isso, ligou-se a garrafa ao analisador de gases para que este fizesse as leituras e as respectivas correcções, concluindo assim o processo de calibração.

No final de cada teste e previamente à calibração dos sensores de volume e de  $CO_2$  e  $O_2$ , realizava-se durante 5 a 10 minutos a avaliação do ar ambiente que permitia limpar as câmaras de análise do *Metamax Ergospirometry System*.

Como transmissor de FC, o monitor *Polar* modelo S-810 efectuou uma frequência de recolha de dados de batimento a batimento. Todos os atletas utilizaram uma fita *Polar* colocada no peito, que permitia a captação do sinal de FC.

Protocolo

A determinação da potência aeróbia foi obtida através de um teste máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva (Tabela 3.1.). Tal como referem Welsman & Armstrong (1999), a quantidade de estudos realizados não tem sido unânime na utilização metodológica de um determinado protocolo experimental sendo que, por outro lado e de acordo com Fredriksen *et al.* (1998) na literatura científica não têm sido encontradas diferenças entre os resultados alcançados para o pico de consumo de oxigénio, por diferentes tipos de protocolos. Os autores assinalam ainda que os testes caracterizados por incrementos de inclinação poderão ocasionar níveis elevados de fadiga periférica, ao invés da desistência do teste ser causada por parâmetros cardio-pulmonares. Tendo em conta estas considerações, e indo ao encontro das recomendações evidenciadas por Castagna *et al.* (2008), Chamari *et al.* (2004), MacDougall *et al.* (1991) e Yoon *et al.*, (2007), foi traçado o protocolo experimental do presente estudo.

Foi realizado um aquecimento com uma duração de 3 minutos, para familiarizar os atletas com o aparato da ergoespirometria, iniciando-se a uma velocidade de 5 Km/h e terminando à velocidade do primeiro patamar do teste, 8 km/h. O teste teve o seu início a uma velocidade de 8 km/h com um incremento de 1 Km/h por cada 3 minutos. Após fixar a velocidade em 12 Km/h, no quinto patamar, os incrementos de carga promovem-se através da inclinação, em que, em cada patamar, aumenta em 2.5%. O teste é realizado até à exaustão voluntária do atleta. Após terminar o teste, o atleta efectua 5 minutos de recuperação activa num cicloergómetro *Monarc 824E*, sem carga, a uma velocidade de 60 rpm.

**Tabela 3.1.** Protocolo do teste máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva.

Patamar	Tempo (min)	Velocidade (Km/h)	Grau de inclinação (%)
1º	0-3	8	0
2º	3-6	9	0
3º	6-9	10	0
4º	9-12	11	0
5º	12-15	12	0
6º	15-18	12	2.5
7º	18-21	12	5
8º	21-24	12	7.5
9º	24-27	12	10

Se durante o teste de exercício progressivo o indivíduo exhibe sinais de um esforço intenso (hiperapneia, máscara de esforço, passada irregular, suor), suportados por uma FC nivelada em torno dos 220 bpm<sup>-1</sup> menos a idade em anos (variação de ±5%) e um

QR  $\geq$ 1.0, pode-se assumir como esforço máximo atingido e reconhecimento do pico de VO<sub>2</sub> como índice máximo, caso também se verifique um aumento não superior a 2 ml/kg/min no VO<sub>2</sub> apesar do aumento da carga, assume-se o fenómeno de *plateau* e a obtenção do VO<sub>2máx</sub> (Armstrong & Welsman, 2001; Armstrong *et al.*, 1996; Armstrong *et al.*, 1998; Geithner *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Welsman & Armstrong, 1996).

Dado que a potência aeróbia varia com a motivação, tolerância à fadiga, historial de treino e tantas outras variáveis (Malina *et al.*, 2004a), durante a administração dos testes o comportamento da equipa foi padronizado quer ao nível dos procedimentos quer do encorajamento. Para evitar variações no ambiente da recolha de dados, os atletas foram apenas encorajados na fase final do teste e sempre pelo mesmo investigador (Andreacci, LeMura, Cohen, Urbanky, Chelland & Duvillard, 2002).

#### **3.2.4. Indicadores do Processo de Treino e Competição**

Foram, paralelamente, recolhidas informações relativas à participação desportiva dos jovens futebolistas. Assim, foi recolhida a informação relativa ao número de anos (épocas desportivas) de prática formal na modalidade; o número de sessões de treino (número de sessões de treino realizadas por cada um dos atletas durante a época desportiva); o tempo de treino (minutos de treino acumulados por cada atleta durante a época desportiva); o número de jogos realizados (número de jogos que cada atleta realizou durante a época desportiva) e o tempo de jogo (minutos de jogo acumulados por cada atleta durante a época desportiva) (Anexo II). Os dados correspondem ao período entre Setembro de 2009 e Junho de 2010 e foram recolhidas numa lógica de acompanhamento semanal, com a colaboração dos técnicos de cada grupo / equipa.

#### **3.3. Administração dos Testes**

Antes da recolha de dados propriamente dita foi obtida autorização institucional, tendo em conta a revisão científica e ética do projecto inicial pelo *Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra* (FCDEF – UC). O processo teve como base de suporte os protocolos de cooperação existentes entre a FCDEF – UC e as instituições já referidas. Adicionalmente foram obtidos termos de consentimento assinados pelos encarregados de educação dos jovens futebolistas. Esse processo foi também precedido de uma explicação dos objectivos e procedimentos do estudo, esclarecendo-se que a participação seria voluntária e susceptível de ser interrompida a qualquer momento (Anexo I).

O essencial das avaliações foi efectuado nas instalações da *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra*, mais especificamente no *Pavilhão III*

do *Estádio Universitário de Coimbra* e no *Laboratório de Biocinética* (situado no mesmo edifício). Tendo em conta um mapa previamente elaborado de disponibilidade dos jovens futebolistas, os testes e as medições antropométricas foram realizados durante a semana (dias úteis) entre as 14h:00m e as 17h:00m, iniciando-se com a aplicação do protocolo antropométrico e culminando com as recolhas ergoespirométricas.

No que respeita à recolha de todas as informações e documentos necessários foi realizada, precisamente uma semana antes das avaliações supra referidas, uma deslocação às instalações próprias de cada clube a que estes agregam a sua prática desportiva. A execução do exame radiológico do pulso e mão esquerda foi efectuada uma semana depois das avaliações laboratoriais, para cada grupo de avaliados. Todas as radiografias foram avaliadas pelo mesmo examinador.

### 3.4. Controlo da qualidade dos dados

A fiabilidade pode ser avaliada recorrendo à análise de réplicas das medidas obtidas num curto lapso de tempo, sendo expressa em função da proporção estabelecida entre a variância do erro e a variância inter-individual (Mueller & Martorell, 1988). O coeficiente de fiabilidade varia entre 0 e 1, sendo estimados pela seguinte fórmula:

$$R = 1 - (r^2/s^2)$$

Na fórmula,  $s^2$  é a variância inter-individual e  $r$  é o erro técnico de medida. Quanto maior for a fiabilidade dos procedimentos de medição, menor porção de variância intra-individual estará presente na variância inter-individual. A variância inter-individual ( $s^2$ ) é determinada pela seguinte fórmula:

$$s^2 = (n_1 \cdot s_1^2 + n_2 \cdot s_2^2) / (n_1 + n_2)$$

Em que  $n_1$  e  $n_2$  são as dimensões amostrais,  $s_1$  e  $s_2$  o desvio padrão nos momentos 1 e 2.

A determinação do erro técnico de medida é feita recorrendo à fórmula proposta por Malina, Hamill & Lemeshow (1973):

$$S_e = (\sum z^2 / 2N)^{0.5}$$

Em que  $z^2$  é o quadrado da diferença entre as medidas consecutivas para cada sujeito.

**Tabela 3.2.** Determinação do erro técnico de medida (e) e do coeficiente de fiabilidade (R) (n=10).

Variável	$S_e$	R
Massa corporal, kg	0.25	1.00
Estatura, cm	0.75	0.99
Altura sentado, cm	0.72	0.97
Prega gordura subcutânea tricipital, mm	0.50	0.98
Prega gordura subcutânea bicipital, mm	0.47	0.97
Prega gordura subcutânea subescapular, mm	0.32	0.98
Prega gordura subcutânea suprailíaca, mm	0.52	0.97
Prega gordura subcutânea geminal, mm	0.42	0.99

### 3.5. Resumo do formato das variáveis

Para realizar uma rápida leitura do quadro das variáveis do presente estudo e do seu tipo de formatos, de forma a facilitar o seu entendimento, elaborou-se a Tabela 3.3.

**Tabela 3.3.** Listagem das variáveis do estudo.

Variável	Unidade de medida	Algarismos significativos
<b>Estado de crescimento e morfologia externa</b>		
Massa corporal	kg	00.0
Estatura	cm	000.0
Altura sentado	cm	00.0
Comprimento do membro inferior	cm	00.0
Prega tricipital	mm	00
Prega bicipital	mm	00
Prega subscapular	mm	00
Prega suprailíaca	mm	00
Prega geminal medial	mm	00
Índice de massa corporal, kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	00.0
Índice córmico, %	%	00
Soma pregas gordura subcutânea	mm	00
<b>Maturação biológica</b>		
Porcentagem da estatura matura predita	%	000
<i>Maturity offset</i>	anos	0.00
Radiografia ao pulso – método FELS	idade esquelética	00.00
<b>Performance Aeróbia</b>		
<i>Treadmill</i> – Patamar	#	0
<i>Treadmill</i> – FC Final	Bpm	000
<i>Treadmill</i> – QR	#	0.00
Pico VO <sub>2</sub>	L·min <sup>-1</sup>	0.00
Pico VO <sub>2</sub>	ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	00.0
<b>Dados de participação desportiva</b>		
Anos de prática	anos	0
Sessões de treino	#	000
Sessões de jogo	#	00
Sessões totais	#	000
Minutos de treino	minutos	0000
Minutos de jogo	minutos	0000
Minutos totais	minutos	0000

### 3.6. Questões geradoras do estudo

As questões metodológicas que a seguir se apresentam constituem-se como linhas orientadoras reflexivas, de forma a elevar o jovem futebolista, enquanto objecto de estudo, procurando entender as suas características peculiares em idades iniciais do processo competitivo formal.

- Como se situa o jovem futebolista, de acordo com parâmetros de morfologia externa, maturação biológica e aptidão aeróbia, em relação aos seus pares não praticantes (crianças saudáveis), praticantes de outras modalidades e futebolistas, também pertencentes a outros escalões etários?
- Como variam os indicadores já referidos de acordo com a posição táctica específica em campo?
- De que forma a maturação biológica se relaciona com a morfologia externa e a aptidão aeróbia, nestas idades?
- De que forma as variáveis de morfologia, maturação e aptidão aeróbia estão relacionadas com a participação desportiva dos jovens futebolistas, isto é, existe algum tipo de perfil que determine a maior utilização (em minutos de jogo) de um determinado atleta do mesmo escalão em função de outro?
- Existe alguma relação com o processo de treino desportivo, que influencie as variáveis já assinaladas?

### 3.7. Tratamento estatístico dos dados

Foi elaborada a estatística descritiva para a totalidade da amostra, nomeadamente no que respeita aos parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude). O mesmo procedimento foi concretizado para os subgrupos significativos da amostra. Para determinar o grau de associação entre os resultados obtidos na prova de aptidão aeróbia (em termos absolutos e relativos à massa corporal) e as variáveis de morfologia externa, maturação biológica e participação desportiva recorreu-se à correlação produto-momento de Pearson. O nível de significância foi mantido em 5%, valor estabelecido para ciências sociais e comportamentais. Foi utilizado o *software* informático *Statistical Program for Social Sciences – SPSS*, versão 15.0 para *Windows* e o *Microsoft Office Excell 2007*.

## CAPÍTULO IV

### APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

---

#### 4.1. Estudo descritivo para a totalidade da amostra

Na Tabela 4.1. são apresentadas as medidas de tendência central e de dispersão das variáveis de maturação biológica e anos de prática formal na modalidade. Importa, por outro lado, salientar que é assumido que apenas existe um processo de maturação sendo que, ainda assim, existem procedimentos e metodologias alternativas de caracterização do processo nas componentes esquelética, somática e sexual. Verifica-se uma maior variância da idade esquelética comparativamente à idade cronológica, sendo igualmente verificável que, para futebolistas que competem no mesmo escalão, chega a observar-se para a amostra do presente estudo, uma diferença de 5.9 anos em termos de idade esquelética em contraste com uma diferença máxima observada de idades cronológicas na ordem dos 1.0 anos. Foi estimado, em termos médios e para este grupo de atletas, que a idade no pico de velocidade de crescimento se situe por volta dos 13.8 anos de idade sendo que, por outro lado, os valores médios encontrados situam actualmente os sujeitos da amostra a aproximadamente 2.2 anos de atingirem esse evento biológico.

**Tabela 4.1.** Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica, anos	11.3	12.3	11.9	0.3
Idade esquelética, anos	8.7	14.6	12.0	1.5
<i>Maturity offset</i> , anos	-3.10	-0.60	-2.20	0.60
Idade no PVC, anos	12.7	14.6	13.8	0.4
Estatura matura predita, cm	163.8	188.8	174.7	6.9
% estatura matura predita	78.8	90.7	83.6	2.6
Anos de prática federada da modalidade	1	6	3.8	1.5

A Tabela 4.2. sumariza os valores da estatística descritiva correspondentes aos indicadores de morfologia externa, preparação desportiva e aptidão aeróbia. É observável uma amplitude de variação de 53.7 kg para a massa corporal, 35.0 cm para a estatura e 20.5 cm para o comprimento do membro inferior. Verifica-se um volume médio anual de prática desportiva de 7179.4 minutos sendo que, por outro lado, é observada uma amplitude de variação de 1237 minutos no que respeita ao volume de situações formais de competição. Os valores absolutos e relativos à massa corporal de potência aeróbia, destes atletas, foram estimados em 2.33 L·min<sup>-1</sup> e 60.9 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, respectivamente. Em termos absolutos foram encontrados valores mínimos e máximos de 1.66 L·min<sup>-1</sup> e 3.88 L·min<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo que, em termos relativos, os valores correspondentes estão entre os 46.7 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> e 70.1 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

## Apresentação dos Resultados

**Tabela 4.2.** Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa corporal, kg	29.4	83.1	38.8	10.0
Estatura, cm	132.5	167.5	146.0	8.1
Altura sentado, cm	69.6	85.2	75.5	4.0
Prega tricipital, mm	3	18	8.4	3.2
Prega bicipital, mm	2	12	4.5	2.3
Prega subscapular, mm	3	12	5.2	1.7
Prega supraílica, mm	2	14	4.8	2.3
Prega geminal medial, mm	2	22	9.2	3.8
Soma pregas gordura subcutânea, mm	19	78	32.0	12.30
Comprimento do membro inferior, cm	62.4	82.9	70.5	4.9
Índice cômico, %	48.7	54.2	51.7	1.3
Índice de massa corporal, kg/m <sup>2</sup>	15.3	33.4	18.1	3.2
Sessões de treino	47	102	81.4	16.1
Sessões de jogo	4	24	15.5	5.2
Sessões totais	54	126	96.9	20.1
Minutos de treino, minutos	2820	9060	6596.0	2044.0
Minutos de jogo, minutos	113	1350	583.4	239.6
Minutos totais, minutos	3210	10410	7179.4	2146.1
<i>Treadmill</i> – Patamar	3	8	5.8	1.1
<i>Treadmill</i> – FC Final, bpm	179	212	197.2	8.8
<i>Treadmill</i> – QR	0.90	1.02	0.96	0.03
Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	1.66	3.88	2.33	0.43
Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	46.7	70.1	60.9	5.9

### 4.2. Estudo descritivo para os subgrupos da amostra

A Tabela 4.3. considera os valores médios e respectivos desvios padrão para as variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática na modalidade, agrupando os sujeitos de acordo com a sua posição tática específica. A tendência verificada aponta para o grupo de defesas como o que apresenta valores mais elevados de idade cronológica, idade esquelética, estatura matura predita e percentagem actual da estatura prevista para a idade adulta. Os dados demonstram ainda que os defesas estão, em termos médios, mais próximos de atingir o pico de velocidade de crescimento (distância de 1.73 anos), sendo assim previsível que o alcancem em idades mais baixas que os restantes subgrupos.

**Tabela 4.3.** Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva, por posição tática específica.

	Posição Tática Específica							
	Guarda - Redes (n=2)		Defesas (n=9)		Médios (n=11)		Avançados (n=8)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica, anos	11.4	0.1	12.1	0.2	11.7	0.2	11.9	0.3
Idade esquelética, anos	9.9	1.6	12.8	1.8	12.1	1.0	11.6	1.2
<i>Maturity offset</i> , anos	-2.50	0.00	-1.73	0.72	-2.38	0.45	-2.39	0.44
Idade no PVC, anos	13.8	0.1	13.6	0.6	13.8	0.3	14.1	0.3
Estatura matura predita, cm	176.8	5.4	178.3	8.5	173.7	5.9	171.6	5.3
% estatura matura predita	82.2	1.1	85.0	3.7	83.0	1.8	83.1	1.9
Anos de prática federada da modalidade	3.5	0.7	4.8	1.0	3.9	1.6	2.5	0.9

A estatística descritiva por estatuto maturacional para as variáveis de morfologia externa, medidas compostas, maturação biológica, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia, encontra-se descrita na Tabela 4.4. No que respeita aos indicadores de morfologia externa, verifica-se uma tendência crescente para as variáveis massa corporal, estatura, altura sentado e comprimento do membro inferior, isto é, os valores são mais elevados à medida que vamos considerando os subgrupos de estatuto maturacional atrasado, normomatuross e avançados maturacionalmente. Esta tendência verifica-se igualmente para os valores absolutos de potência aeróbia. Por outro lado, quando considerados em relação à massa corporal, os valores de potência aeróbia são mais elevados no subgrupo atrasado maturacionalmente ( $65.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), seguindo-se o grupo avançado em termos maturacionais ( $62.1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e só depois o grupo normomaturado ( $58.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Relativamente aos parâmetros de participação desportiva, verifica-se que o subgrupo de estatuto maturacional avançado obteve valores médios de utilização em jogo mais elevados em termos de sessões (81.8 sessões) e minutos de jogo (622.1 minutos). Esta tendência é igualmente acompanhada de valores mais reduzidos de desvio padrão, para as duas variáveis supra citadas. Paradoxalmente, o subgrupo de estatuto maturacional atrasado obteve mais minutos de utilização em termos totais, tendo em conta os valores médios mais elevados nas componentes sessões de treino (87.0 sessões) e minutos de treino (7495.0 minutos).

**Tabela 4.4.** Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, medidas compostas, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia, tendo em conta o estatuto maturacional dado pela discrepância entre a idade esquelética e a idade cronológica.

	Estatuto Maturacional					
	Atrasado (n=6)		Normomaturado (n=16)		Avançado (n=8)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Massa corporal, kg	33.1	3.3	39.8	12.3	41.3	6.9
Estatura, cm	140.7	5.4	145.6	6.8	150.9	10.1
Altura sentado, cm	72.4	3.0	76.0	3.8	76.8	4.2
Prega tricipital, mm	7	0.9	9.1	4.0	7.9	1.6
Prega bicipital, mm	2.8	0.4	5.3	2.7	4.3	1.0
Prega subscapular, mm	4.2	0.8	5.6	2.2	5.1	0.8
Prega suprailíaca, mm	2.8	0.8	5.4	2.8	4.9	0.8
Prega geminal medial, mm	6.3	2.4	10.1	4.4	9.5	2.1
Soma pregas gordura subcutânea, mm	23.2	3.4	35.5	15.3	31.6	4.7
Comprimento do membro inferior, cm	68.3	3.0	69.6	3.7	74.0	6.7
Índice córmico, %	51.5	1.0	52.2	1.0	50.9	1.6
Índice de massa corporal, $\text{kg}/\text{m}^2$	16.7	0.7	18.6	4.2	18.0	1.4
Sessões de treino	87.0	19.7	79.1	15.5	81.8	15.8
Sessões de jogo	15.2	8.9	15.0	4.3	16.8	3.4
Sessões totais	102.2	27.5	94.1	18.6	98.5	18.7
Minutos de treino, minutos	7495.0	2305.3	6135.0	1910.4	6843.8	2107.9
Minutos de jogo, minutos	585.2	441.0	563.3	197.5	622.1	112.8
Minutos totais, minutos	8080.2	2590.8	6698.3	1962.4	7465.9	2171.8
<i>Treadmill</i> – Patamar	6.3	1.0	5.7	1.3	5.6	0.9
<i>Treadmill</i> – FC Final, bpm	201.7	7.6	194.8	9.1	198.8	8.4
<i>Treadmill</i> – QR	0.97	0.04	0.96	0.04	0.97	0.03
Pico $\text{VO}_2$ , $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$	2.18	0.22	2.29	0.49	2.55	0.38
Pico $\text{VO}_2$ , $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	65.9	2.4	58.5	6.4	62.1	4.2

## Apresentação dos Resultados

Na tabela 4.5. consideram-se os resultados das variáveis em estudo de acordo com os subgrupos por posição tática específica. Observam-se, para o subgrupo defesas, valores médios mais elevados de massa corporal (46.3 kg), estatura (151.5 cm) e altura sentado (77.9 cm). É igualmente verificável esta tendência para o somatório das pregas de gordura subcutânea (37.2 mm), comprimento do membro inferior (73.6 cm) e índice de massa corporal ( $19.9 \text{ kg/m}^2$ ). Para além do tamanho corporal, o grupo de defesas parece igualmente destacar-se dos restantes subgrupos nas variáveis de aptidão aeróbia em termos absolutos ( $2.66 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) sendo que, quando considerados em relação à massa corporal, estes valores são mais elevados nos subgrupos avançados ( $62.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e médios ( $62.0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Embora seja necessário considerar o número de efectivos no subgrupo guarda – redes, os resultados evidenciam valores médios mais reduzidos que os restantes subgrupos nas componentes absoluta e relativa do Pico  $\text{VO}_2$ , respectivamente  $2.15 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $58.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Os guarda – redes apresentam-se como o subgrupo com valores mais elevados em termos de minutos de treino (7350.0 minutos) e minutos de jogo (862.0 minutos) durante a época desportiva. Por outro lado, verificam-se valores médios mais elevados para os defesas no que respeita a sessões de jogo (17.8 sessões) em relação a todos os subgrupos, e valores mais elevados de minutos de treino (7053.3 minutos) e minutos de jogo (712.8 minutos) comparativamente aos médios e avançados.

**Tabela 4.5.** Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa, medidas compostas, parâmetros de participação desportiva e indicadores de aptidão aeróbia, tendo em conta os subgrupos por posição tática específica.

	Posição Tática Específica							
	Guarda - Redes (n=2)		Defesas (n=9)		Médios (n=11)		Avançados (n=8)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Massa corporal, kg	37.1	2.9	46.3	15.6	35.7	4.2	35.1	2.9
Estatura, cm	145.3	2.5	151.5	10.4	144.2	6.1	142.6	6.2
Altura sentado, cm	74.1	0.8	77.9	4.8	75.1	3.3	73.8	3.4
Prega tricipital, mm	9.5	3.5	9.2	3.5	8.3	3.5	7.3	2.3
Prega bicipital, mm	5.0	2.8	5.1	3.0	4.4	2.1	3.9	1.5
Prega subscapular, mm	6.0	2.8	5.9	2.4	4.7	1.3	4.8	0.7
Prega supraílica, mm	5.0	2.8	5.8	3.2	4.5	2.0	4.0	1.4
Prega geminal medial, mm	10.0	4.2	11.2	4.6	8.1	3.0	8.3	3.2
Soma pregas gordura subcutânea, mm	35.5	16.3	37.2	16.0	29.9	11.3	28.1	7.2
Comprimento do membro inferior, cm	71.2	3.3	73.6	6.2	69.1	4.2	68.8	3.2
Índice córico, %	51.1	1.5	51.4	1.3	52.1	1.6	51.8	0.8
Índice de massa corporal, $\text{kg/m}^2$	17.6	0.8	19.9	5.1	17.2	1.8	17.3	1.4
Sessões de treino	98.0	5.7	87.9	10.2	75.6	16.4	77.8	19.2
Sessões de jogo	16.5	10.6	17.8	3.1	15.4	3.7	12.9	7.0
Sessões totais	114.5	16.3	105.7	12.9	91.0	19.7	90.6	24.6
Minutos de treino, minutos	7350.0	2418.3	7053.3	1772.5	6283.6	2047.2	6322.5	2495.0
Minutos de jogo, minutos	862.0	690.1	712.8	158.5	535.9	140.3	433.4	200.1
Minutos totais, minutos	8212.0	3108.4	7766.1	1768.2	6819.6	2100.7	6755.9	2582.2
Treadmill – Patamar	5.5	0.7	5.2	1.2	6.2	1.1	6.0	1.1
Treadmill – FC Final, bpm	190.0	15.6	195.6	6.2	198.7	9.9	198.9	9.0
Treadmill – QR	0.97	0.01	0.96	0.04	0.98	0.04	0.95	0.02
Pico $\text{VO}_2$ , $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$	2.15	0.20	2.66	0.60	2.21	0.28	2.18	0.19
Pico $\text{VO}_2$ , $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$	58.2	10.2	59.1	7.5	62.0	5.4	62.2	3.9

### 4.3. Estudo correlativo

A associação existente entre a performance aeróbia (em termos absolutos e relativos à massa corporal) e as variáveis de morfologia externa, incluindo as medidas compostas, encontra-se resumida na Tabela 4.6. Os resultados encontrados sugerem, para os valores absolutos de potência aeróbia, uma associação positiva e correlação elevada com as variáveis massa corporal ( $r=+0.90$ ;  $p\leq 0.01$ ), estatura, altura sentado, comprimento do membro inferior e índice de massa corporal. São ainda sugeridas associações positivas, mas de menor magnitude de correlação, para todas pregas de gordura subcutânea, assim como que para o somatório das mesmas. Estes resultados sugerem que os futebolistas com maior tamanho corporal alcançam desempenhos superiores na prova de potência aeróbia. Por outro lado, quando os resultados são relativizados pela massa corporal, verifica-se uma correlação alta, mas inversamente proporcional, com todas as pregas de gordura subcutânea, com o somatório das cinco pregas medidas ( $r=-0.77$ ;  $p\leq 0.01$ ), e com o índice de massa corporal. Verifica-se também uma correlação no sentido inverso, mas de menor magnitude, com a massa corporal ( $r=-0.56$ ;  $p\leq 0.01$ ).

**Tabela 4.6.** Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com as variáveis de morfologia externa e medidas compostas.

	Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>
Massa corporal, kg	+0.90**	-0.56**
Estatura, cm	+0.76**	-0.20
Altura sentado, cm	+0.70**	-0.24
Prega tricipital, mm	+0.37*	-0.69**
Prega bicipital, mm	+0.47**	-0.75**
Prega subscapular, mm	+0.50**	-0.73**
Prega supra-ilíaca, mm	+0.56**	-0.70**
Prega geminal medial, mm	+0.50**	-0.73**
Soma pregas gordura subcutânea, mm	+0.51**	-0.77**
Comprimento do membro inferior, cm	+0.68**	-0.14
Índice córmico, %	-0.18	-0.05
Índice de massa corporal, kg/cm <sup>2</sup>	+0.72**	-0.63**

\* ( $p\leq 0.05$ ); \*\* ( $p\leq 0.01$ )

Na tabela 4.7. estão apresentados os valores de associação entre as variáveis de aptidão aeróbia e os indicadores de maturação biológica. A medida absoluta de potência aeróbia apresenta uma correlação forte com o *maturity offset*, com a idade no pico de velocidade de crescimento (neste caso a correlação é negativa) e com a percentagem actual de estatura prevista para a idade adulta. Verificam-se ainda correlações moderadas com a idade cronológica, idade esquelética calculada pelo método *FELS* e estatura matura predita. Quando em relação à massa corporal, ou seja, quando o resultado é expresso em ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, as correlações perdem o seu significado estatístico sendo que, à excepção da idade cronológica, todos os resultados passam a variar em sentido oposto. No caso específico da idade no pico de velocidade de crescimento, continua a observar-se uma correlação moderada com a variável relativa de aptidão aeróbia.

**Tabela 4.7.** Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com as variáveis de maturação biológica e anos de prática formal da modalidade.

	Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>
Idade cronológica, anos	+0.46*	+0.09
Idade esquelética, anos	+0.42*	-0.19
<i>Maturity offset</i> , anos	+0.80**	-0.32
Idade no PVC, anos	-0.71**	+0.39*
Estatura matura predita, cm	+0.45*	-0.09
% estatura matura predita	+0.77**	-0.24
Anos de prática federada da modalidade, anos	+0.21	+0.09

\* ( $p \leq 0.05$ ); \*\* ( $p \leq 0.01$ )

No que respeita à associação entre as variáveis de performance aeróbia avaliadas por espirometria e os parâmetros de participação desportiva, apenas é verificável uma correlação moderada, quando os valores são expressos em termos absolutos, com os minutos totais de utilização em jogo. Os resultados encontrados sugerem que os atletas mais utilizados em jogo, ou seja, os mais escolhidos pelos treinadores, são os que apresentam valores mais elevados de potência aeróbia, sendo que a correlação deixa de ser significativa quando os valores são expressos em relação à massa corporal. Os resultados podem ser consultados na Tabela 4.8.

**Tabela 4.8.** Matriz de correlação das variáveis de aptidão aeróbia com os parâmetros de participação desportiva.

	Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>
Sessões de treino	+0.13	-0.05
Sessões de jogo	+0.23	+0.11
Sessões totais	+0.16	-0.02
Minutos de treino, minutos	+0.04	+0.09
Minutos de jogo, minutos	+0.34*	+0.03
Minutos totais, minutos	+0.08	+0.09

\* ( $p \leq 0.05$ ); \*\* ( $p \leq 0.01$ )

## CAPÍTULO V

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

#### 5.1. Estado de crescimento dos jovens futebolistas

##### Comparação com a população geral

Assumindo como base de referência os dados produzidos pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (2000<sup>1</sup> – Tabela 5.1.), da população dos Estados Unidos da América, a média estatural dos jovens futebolistas do presente estudo (infantis) situa-se entre os percentis 25% e 50%. Quando a amostra é dividida por subgrupos de posição tática específica, esta mesma tendência apenas é verificada para os médios, sendo que o grupo de avançados se situa na vizinhança do percentil 25%. Por outro lado, e no que respeita aos guarda – redes e defesas, verifica-se que os respectivos valores médios para a estatura se situam entre os percentis 50% e 75%.

Tendo como referência a massa corporal, e posicionando as médias do nosso estudo na mesma população de referência, constatamos uma tendência semelhante à encontrada para os valores da estatura. No entanto, e quando considerados os subgrupos já referidos, verifica-se que os valores médios encontrados para os guarda – redes se encontram muito próximos do percentil 50% sendo que, por outro lado, os defesas têm valores médios contíguos ao percentil 75%.

Malina (1994) apresenta a posição normativa para a estatura e massa corporal de um conjunto de modalidades desportivas referindo que, no caso do futebol, a média destas duas variáveis se situa na vizinhança do percentil 50%. Figueiredo (2007), por seu turno, num estudo longitudinal efectuado com jovens futebolistas (tendo em consideração a faixa etária 11 anos) reporta que para a estatura os valores médios se situam entre os percentis 25% e 50% sendo que, por outro lado, os valores de massa corporal estão na vizinhança do percentil 50%.

Os resultados encontrados apontam para uma tendência de os jovens futebolistas serem mais baixos e menos pesados que a população geral (CDCP, 2000) e vão ao encontro dos dados reportados por Figueiredo (*op cit*) para a estatura (escalão etário 11 anos), tendo sido no entanto verificados por este autor valores percentílicos superiores para a massa corporal. É ainda referido pelo autor, e considerando a natureza da amostra do estudo, que o jovem futebolista tem tendência para apresentar mais massa corporal para a estatura com o decorrer do percurso de formação desportiva, o que também vai ao encontro de Malina (2003).

---

<sup>1</sup> Daqui em diante iremos referir-nos a este documento como CDCP (2000).

**Tabela 5.1.** Média da estatura e da massa corporal e sua posição perante o quadro de referência dado pelo CDCP (2000).

Grupo	Média Idade	Média Estatura	Média Massa Corporal	Estatura (CDCP)	Massa Corporal (CDCP)
Guarda - Redes (n=2)	11.4	145.3	37.1	P50 – P75	± P50
Defesas (n=9)	12.1	151.5	46.3	P50 – P75	± P75
Médios (n=11)	11.7	144.2	35.7	P25 – P50	P25 – P50
Avançados (n=8)	11.9	142.6	35.1	± P25	± P25
Total (n=30)	11.9	146.0	38.8	P25 – P50	P25 – P50

Tendo os valores de corte para o IMC proposto por Cole *et al.* (2000) sido construídos para estudos epidemiológicos e apesar das críticas que a literatura aponta relativamente à utilização desses valores em grupos de atletas, constatámos na nossa pesquisa a existência de apenas um sujeito classificado como obeso (Tabela 5.2.). Esta condição parece ser o resultado de valores superiores de adiposidade, uma vez que são verificados valores de 78mm e 30mm no somatório das pregas de gordura subcutânea avaliadas, respectivamente para o caso classificado como obeso e para o restante grupo (normoponderal). Interessa ainda salientar que o caso específico já referido pertence ao subgrupo dos defesas, se considerada a posição tática específica.

**Tabela 5.2.** Número de casos nos grupos normoponderal, sobrepeso e obeso (definidos pelos critérios de Cole *et al.*, 2000) para os jovens futebolistas por diferente posição tática específica.

	Normoponderal	Sobrepeso	Obeso
Guarda - Redes (n=2)	2	0	0
Defesas (n=9)	8	0	1
Médios (n=11)	11	0	0
Avançados (n=8)	8	0	0
Total (n=30)	29	0	1

A distribuição de elementos acima da mediana (P50%) é semelhante para a massa corporal e estatura, sendo que a maioria dos sujeitos se encontra abaixo do valor da mediana. Verifica-se, por outro lado, que o grupo dos defesas apresenta uma maior distribuição de sujeitos acima do percentil 50%, tanto no que respeita à estatura como no caso da massa corporal (Tabela 5.3.) Comparados os valores médios do somatório das pregas de gordura verificam-se valores médios de 38mm e 30mm, respectivamente para o subgrupo dos defesas e para os restantes elementos da amostra.

**Tabela 5.3.** Número de efectivos, considerando a posição tática específica, por intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).

	Estatura				Massa Corporal			
	≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75	≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75
Guarda - Redes (n=2)	1	1	0	0	1	0	1	0
Defesas (n=9)	3	1	1	4	3	1	1	4
Médios (n=11)	4	5	2	0	3	6	2	0
Avançados (n=8)	3	4	1	0	4	4	0	0
Amostra total (n=30)	11	11	4	4	11	11	4	4

Comparação com jovens futebolistas

Quando analisados estudos anteriormente realizados com jovens futebolistas (Tabela 5.4.), constata-se que os valores médios encontrados na presente investigação, para a estatura e a para a massa corporal, flutuam acima e abaixo. De entre os estudos analisados, considerando a faixa etária correspondente ao escalão da nossa amostra, o presente estudo apresenta resultados superiores aos reportados por Coelho e Silva *et al.* (2003), Figueiredo *et al.* (2006) e Figueiredo (2007), situando-se os valores médios dos estudos de Malina *et al.* (2000) e Seabra *et al.* (2001) acima dos valores por nós encontrados. Os estudos efectuados no estrangeiro evidenciam uma maior dimensionalidade somática das respectivas amostras, apresentando apenas o trabalho de Farello *et al.* (1997) (considerando também que a respectiva idade média é inferior à do presente estudo) valores apenas ligeiramente inferiores à presente pesquisa.

**Tabela 5.4.** Valores médios para a estatura e massa corporal em estudos com jovens futebolistas.

Estudo	Pais	Idade (anos)	n	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)
Farello <i>et al.</i> (1997)	Itália	11.0	30	145.5	37.5
Hansen <i>et al.</i> (1999)	Dinamarca	11.9 12.4	48 44	152.7 155.7	41.0 43.6
Malina <i>et al.</i> (2000)	Portugal	12.3	63	151.0	43.1
Seabra <i>et al.</i> (2001)	Portugal	11.7	46	149.1	42.5
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003)	Portugal	12.0	29	145.6	37.8
Cumming <i>et al.</i> (2006)	EUA	11.6	11	151.0	44.6
Figueiredo <i>et al.</i> (2006)	Portugal	11.5	82	143.3	37.6
Figueiredo (2007)	Portugal	11.8	87	144.6	38.1
<b>Presente Estudo</b>	Portugal	11.9	30	146.0	38.8

Tecendo uma particular consideração em termos limitativos no que respeita ao número de efectivos da amostra classificados por posição como guarda – redes (n=2), os resultados do presente estudo parecem indicar os avançados como os elementos mais leves e mais baixos do grupo de futebolistas classificados por posição, aparecendo, no extremo oposto, o subgrupo dos defesas (mais pesados e mais altos). O gradiente verificado no presente estudo (avançados>médios>defesas) foge à tendência já reportada por Malina *et al.* (2004b) num estudo com uma amostra de jovens futebolistas de sub-elite do norte de Portugal pertencentes ao escalão de iniciados, assim como aos resultados evidenciados por Figueiredo (2007), sendo que este último autor aponta para esta tendência também no escalão de infantis. Em ambos os estudos foi verificado que, à excepção dos guarda-redes, os médios apresentavam-se como os mais baixos e mais leves surgindo, no extremo oposto, os avançados.

Por outro lado, será relevante salientar que os valores médios do presente estudo calculados para os defesas, no que respeita à estatura e massa corporal, são superiores aos resultados verificados em todas as investigações consideradas na Tabela 5.4., apresentando apenas o trabalho de Hansen *et al.* (2002), com jovens futebolistas dinamarqueses, valores superiores para a estatura.

De acordo com Figueiredo (2007), configurando-se o jogo de futebol como uma actividade onde o contacto físico é determinante nas zonas do campo mais próximas das balizas, os treinadores parecem optar por aí colocar os jogadores mais altos e mais pesados (defesas e avançados). Os resultados do presente estudo enquadram-se nesta conjectura, mas apenas no que se refere aos defesas sendo que, por outro lado, são contraditórios se contextualizados também para o grupo de avançados. Por outro lado, deve notar-se que alguns estudos distinguem defesas centrais e laterais, enquanto outros apenas consideram defesas de um modo genérico. Gil *et al.* (2007) referem que, embora o futebol seja uma das modalidades desportivas mais populares do mundo e amplamente investigada nas mais diversas áreas, a maioria dos estudos mais relevantes têm sido realizados com futebolistas de elite ou profissionais, existindo até à data poucas pesquisas que considerem o jovem futebolista fora da esfera da elite. No estudo realizado pelos autores acima referidos com futebolistas entre os 14 e os 21 anos pertencentes a um clube não profissional, observou-se o grupo de guarda – redes como o que apresentava os valores mais elevados para a estatura e massa corporal, sendo que as diferenças em termos antropométricos, de acordo com a posição táctica específica, se revelaram particularmente significativas entre guarda – redes e avançados.

#### Comparação com outras modalidades

Os futebolistas no escalão em análise parecem ser mais baixos que os nadadores, tenistas, andebolistas e ginastas de elite dinamarquesa (Bencke *et al.*, 2002). No que respeita ao grupo de ginastas, verifica-se porém que os valores médios encontrados para a nossa amostra apenas são ligeiramente inferiores (Tabela 5.5.). Deve, ainda assim, ser considerada a reduzida amostra do estudo com ginastas, assim como o facto da média calculada para a idade ser ligeiramente inferior à nossa. Os nadadores portugueses de nível local (Ribeiro, 2005) e mexicanos de sub-elite (Peña Reyes & Malina, 2004), apresentam também valores superiores para a média estatural quando comparados com os jovens futebolistas do presente estudo, embora essa diferença possa ser considerada pouco significativa. A relação da presente investigação com as restantes pesquisas apresentadas mantém a mesma tendência para a massa corporal, excepções feitas ao trabalho de Peña Reyes & Malina (*op cit*) e, de uma forma mais significativa, quando são considerados os jovens ginastas de elite dinamarquesa ( Bencke *et al.*, *op cit*). Se considerarmos apenas os defesas do presente estudo, verificamos que estes apresentam valores médios mais elevados comparativamente a todos os estudos analisados,

para a massa corporal. Tendo como referência a estatura média, em centímetros, dos defesas da presente investigação (151.5), apenas são observados valores superiores pelos nadadores, tenistas e andebolistas considerados no estudo efectuado por Bencke *et al.* (*op cit*) sendo que, ainda assim, as diferenças são minimizadas em comparação aos valores calculados para a totalidade da nossa amostra.

**Tabela 5.5.** Valores médios para a estatura e massa corporal em estudos com outras modalidades.

Estudo	Pais	Natureza da amostra	Idade (anos)	n	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)
Bencke <i>et al.</i> (2002)	Dinamarca	Natação	12.0	9	153.0	41.7
		Ténis	11.9	12	153.4	43.0
		Andebol	12.5	12	152.9	42.7
		Ginástica (elite)	11.7	11	146.2	35.5
Peña Reyes & Malina (2004)	México	Natação (sub-elite)	12.3	25	146.9	38.5
Ribeiro (2005)	Portugal	Natação (local)	11.7	11	147.0	39.4
<b>Presente estudo</b>	Portugal	Futebol	11.9	30	146.0	38.8

## 5.2. Maturação biológica

### 5.2.1. Maturação somática

Considerando a fórmula de determinação da estatura prevista para a idade adulta, e de acordo com as evidências descritas por Figueiredo (2007) e Malina (2007c) parece que, em termos metodológicos, a mais fácil aplicação do método Khamis-Roche torna-o num instrumento mais acessível aos treinadores para que possam, assim, monitorizar o desenvolvimento maturacional dos seus jogadores podendo desta forma tomar decisões com apreciável rigor e sem recorrer à idade esquelética.

A idade no momento do pico de velocidade de crescimento em estatura foi calculada através do *maturity offset*. Malina *et al.* (2006) descrevem este método como não invasivo e económico, reconhecendo no entanto algumas reservas à sua aplicação. De acordo com Mirwald *et al.* (2002), em 95% dos casos, com um erro máximo de 1.0 anos, pode ser determinada a que um indivíduo se do PVC e, subsequentemente, a idade de ocorrência desse evento biológico. Assim, e indo ao encontro de Figueiredo (2007), parece-nos que esta metodologia permite encarar, com alguma segurança, os sujeitos em grupos maturacionalmente equiparados.

Para além da vantagem referida, enquadrada na esfera conceptual da investigação científica, julgamos que a possibilidade de localizar os jovens atletas na curva de velocidade de crescimento pode ser bastante útil na medida em possamos situar o período em que o jovem

está a sofrer uma taxa de crescimento mais acentuada, logo mais vulnerável a um plano de treino pouco cuidado ou, por outro lado, mais carenciada de um planeamento de treino específico ou de intervenção mais individualizada. De acordo com Balyi & Hamilton (2004), e no contexto do LTADM (*Long Term Athlete Development Model*), na etapa de formação que compreende os 11 e os 14 anos de idade, pelo facto dos jovens se encontrarem num período de rápido crescimento ósseo e não tanto em termos musculares, poderá ser relevante considerar um plano de refinamento técnico (*skills*, coordenação, agilidade, flexibilidade).

Verifica-se, na presente investigação, que os jovens futebolistas não atingiram ainda o PVC em estatura, tendo sido calculado que o irão alcançar aos 13.8 anos de idade, estando em termos médios, neste momento, a  $2.20 \pm 0.60$  anos de distância desse evento maturacional. Considerando os subgrupos por posição táctica específica, observa-se que são os defesas que se encontram mais próximos do PVC, tendo sido estimado que o alcancem por volta dos 13.6 anos de idade. Verifica-se, por outro lado, que a nossa amostra já alcançou 83.6% da estatura média prevista para a idade adulta sendo que, mais uma vez, são os defesas que apresentam uma maior percentagem alcançada (85% da estatura prevista para a idade adulta).

#### Comparação com a população geral

A amplitude actual de resultados reportados com a população europeia aponta para idades no momento do PVC em estatura entre os 13.8 e os 14.2 anos de idade (Malina *et al.*, 2004a). De acordo com os dados do presente estudo, a idade no PVC em estatura (13.8 anos) situa-se precisamente no intervalo mínimo de amplitude referido, embora os valores variem entre os 12.7 e os 14.6 anos.

#### Comparação com jovens futebolistas

Apesar dos estudos relativos à idade de ocorrência do PVC em jovens futebolistas serem ainda escassos, os nossos dados (idade no PVC aos  $13.8 \pm 0.4$  anos) coincidem com os valores encontrados por Philippaerts *et al.* (2006) num estudo elaborado com jovens futebolistas belgas (idade no PVC aos  $13.8 \pm 0.8$  anos). O valor por nós estimado, por outro lado, encontra-se abaixo do resultado de 14.29 anos de idade no PVC reportado por Figueiredo (2007).

#### Comparação com outras modalidades

Num estudo recente, Valente dos Santos (2009) com a mesma opção metodológica de determinação do PVC em estatura utilizada no nosso estudo replicada a 63 jovens jogadores

de hóquei em patins do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos de idade refere que estes atingiriam o PVC em estatura aos  $14.0 \pm 0.7$  anos, com uma amplitude de variância entre os 12.8 e os 15.7 anos. Verifica-se para amostra de jovens hoquistas, em comparação com os jovens futebolistas do presente estudo, uma aparente sobrestimação da idade no PVC. Deve ser no entanto considerada a maior variabilidade da amostra, uma vez que no presente estudo apenas participaram jovens futebolistas infantis de primeiro ano (nascidos em 1998).

### 5.2.2. Maturação esquelética

A maturação esquelética assume-se como o melhor método de avaliação da maturação biológica (Malina & Bouchard, 1991; Baxter-Jones *et al.*, 2005; Beunen, Malina, Lefevre, Claessens, Person & Simons, 1997; Claessens *et al.*, 2000; ; Jones, Hitchen & Stratton, 2000; Malina *et al.* 2004a; Malina *et al.*, 2007b; Morais, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009; Rama *et al.*, 2006; Ribeiro, 2005; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton *et al.*, 2004).

A distribuição dos jovens futebolistas pelas categorias resultantes da discrepância entre a idade esquelética e cronológica evidencia que é o grupo de sujeitos normomaturados que tem maior presença (53.3%), seguindo-se os atletas avançados maturacionalmente (26.7%) e, por último, os sujeitos de estatuto maturacional atrasado (20%). Estes resultados vão ao encontro da evidência referida por Malina (2004), em que os jovens atletas (rapazes) tendem, com algumas exceções, a ser normomaturados (dentro da média) ou avançados maturacionalmente.

#### Comparação com jovens futebolistas

Os valores percentuais que se referem à ocupação das diferentes categorias maturacionais (Tabela 5.6.) do presente estudo são semelhantes às tendências, em termos genéricos, encontradas nos trabalhos de Malina *et al.* (2000) e Figueiredo *et al.* (2009), ambos realizados com jovens futebolistas portugueses com idades compreendidas entre os 11 e os 12 anos (sub-amostras de interesse). Por outro lado, Le Gall *et al.* (2007), com uma amostra consideravelmente maior ( $n=233$ ) mas com uma faixa etária mais elevada (sub 14), reportam uma percentagem consideravelmente menor de jovens futebolistas de estatuto maturacional atrasado. Esta evidência parece ir ao encontro das tendências referidas por Malina *et al.*, (2000), Peña Reyes & Malina (2004) e Figueiredo *et al.*, (2009) sendo que, com o incremento da idade e da experiência desportiva, os indivíduos avançados maturacionalmente parecem aparecer com maior frequência no domínio das respectivas modalidades desportivas. Há no entanto que tecer uma limitação na abordagem ao estudo de Le Gall *et al.* (*op cit*), uma vez

que o método para a determinação da idade óssea (Greulich-Pyle) não foi o mesmo do presente estudo (Fels).

**Tabela 5.6.** Distribuição percentual pelas diferentes categorias maturacionais resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels, em diversos estudos com jovens futebolistas.

Estudo	Grupo etário (anos)	N	Estatuto maturacional			Estado Maduro
			Atrasado	Normomaturado	Avançado	
Malina <i>et al.</i> (2000)	11-12	63	20.6%	58.7%	20.7%	-
Le Gall <i>et al.</i> (2007) <sup>a</sup>	Sub 14	233	12.0%	63.5%	24.5%	-
Figueiredo <i>et al.</i> (2009)	11-12	87	19.5%	51.7%	28.8%	-
<b>Presente estudo</b>	11	30	20.0 %	53.3%	26.7%	-

<sup>a</sup> O estudo utilizou o método Greulich-Pyle para a determinação da idade óssea

### Comparação com outras modalidades

Na Tabela 5.7. podem ser consultados os valores percentuais de ocupação dos intervalos de estatuto maturacional encontrados em estudos com outras modalidades, em comparação com os dados da nossa amostra. Verifica-se que, comparativamente ao nosso estudo, os valores relatados para a natação (Peña Reyes & Malina, 2004) enquadram mais sujeitos no estatuto de maturação tardia. No que respeita aos jovens hoquistas com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos, descritos no trabalho de Valente dos Santos (2009), observa-se uma tendência similar à anteriormente verificada para os jovens futebolistas do escalão sub 14, isto é, uma percentagem menor de indivíduos de estatuto maturacional atrasado. O caso de maior discrepância verifica-se, porém, com os jovens basquetebolistas pertencente à amostra do estudo efectuado por Carvalho *et al.* (2007). Neste estudo, e considerando uma faixa etária superior (14 – 16 anos), é reportado que 70.9% dos sujeitos se encontram já no estado maduro (idade óssea igual a 18.0 anos de idade). Esta evidência para relacionar-se com o recrutamento de indivíduos de acordo com parâmetros de selecção assentes em critérios que lhes confirmam vantagens nestas idades nomeadamente, no caso do basquetebol, em termos de estatura.

**Tabela 5.7.** Distribuição percentual pelas diferentes categorias maturacionais resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels, em diversos estudos com outras modalidades.

Estudo	Natureza da amostra	Grupo etário (anos)	N	Estatuto maturacional			Estado Maduro
				Atrasado	Normomaturado	Avançado	
Peña Reyes & Malina (2004)	Natação (sub-elite)	8-10	17	29.5%	52.9%	17.6%	-
		11-13	23	39.1%	56.5%	4.4%	-
Carvalho <i>et al.</i> (2007)	Basquetebol (elite e local)	14-15	55	0%	1.8%	27.3%	70.9%
Valente dos Santos (2009)	Hóquei em Patins (elite e local)	14-16	63	14%	30%	32%	24%
<b>Presente estudo</b>	Futebol (distrital)	11	30	20.0 %	53.3%	26.7%	-

### 5.3. Parâmetros aeróbios

#### Análise dos outputs de aptidão aeróbia

De acordo com Astrand & Rodahl (1986), a avaliação directa da função aeróbia tem originado bases de dados fiáveis e os dados de estudos transversais indicam um aumento quase linear do pico de VO<sub>2</sub> dos 8 aos 16 anos, em rapazes saudáveis. O VO<sub>2</sub>máx apresenta, como referem Figueiredo *et al.* (2006), durante a fase pubertária, um incremento mais acentuado se observado em valor absoluto (L.min<sup>-1</sup>), tendo um pico de velocidade de crescimento coincidente com o pico de velocidade da estatura. Os autores salientam que os valores mais vezes referenciados para o VO<sub>2</sub>máx relativo situam-se por volta dos 50 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, o que tem por base as evidências já descritas por Rowland (2005) e Armstrong (2006). Helmantel *et al.* (2009) acrescentam que o VO<sub>2</sub>máx desenvolve-se tal como qualquer outro processo relacionado com o crescimento e a maturação, durante a infância e a adolescência, salientando que os estudos longitudinais existentes demonstram incrementos, em termos relativos e absolutos, do VO<sub>2</sub>máx.

Tendo em conta as considerações de Malina *et al.* (2004a), os jovens atletas tendem a apresentar níveis mais elevados de potência aeróbia, por unidade de massa corporal, que a população geral de crianças e jovens não atletas. A tendência referida encontra eco nas investigações realizadas por Eisenman *et al.* (2001) para o atletismo (63 – 64 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Chamari *et al.* (2004) com jovens futebolistas (61 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Montfort-Steiger *et al.* (2005) com ciclistas (60 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Metaxas *et al.* (2005) também com jovens futebolistas (64 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Madeira *et al.* (2006) com 12 jovens nadadores portugueses (64 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), Castagna *et al.* (2008) com basquetebolistas (60 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e, mais recentemente, Valente dos Santos (2009) com jovens hoquistas (61 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>). Os resultados evidenciados pelos jovens futebolistas do presente estudo (61ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) reforçam o quadro de evidências de Malina *et al.* (*op cit*) e colocam os futebolistas como atletas que demonstram valores de potência aeróbia, por unidade de massa corporal, similares aos encontrados para os seus pares praticantes de outras modalidades. Ainda assim deve considerar-se que, de entre as pesquisas referenciadas, apenas correspondem à faixa etária da nossa amostra os trabalhos de Eisenman *et al.* (2001), revelando-se os outros conjuntos amostrais balizados entre os 15.7 e os 18.1 anos de idade.

Consideradas apenas idades próximas às apresentadas no presente trabalho (11.9 anos) denota-se a mesma tendência, evidenciando os jovens futebolistas valores médios superiores aos encontrados em grupos de crianças saudáveis e reportados nos estudos de Armstrong *et al.* (1995), Rowland *et al.* (2000), Vinet *et al.* (2003) e Gursel *et al.* (2004). Por outro lado, os jovens futebolistas continuam a evidenciar valores superiores de potência aeróbia relativa à massa corporal quando comparados com crianças saudáveis e treinadas

(Nourry *et al.*, 2004). Quando os valores são considerados em termos absolutos para os futebolistas da nossa amostra ( $2.33 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a evidência mantém-se, considerando todos os estudos já referenciados para a faixa etária contextualizada com a nossa investigação.

Embora a literatura científica seja extensa no que se refere ao reconhecimento de diferenças entre as diferentes posições táticas específicas em adultos profissionais de futebol (Bangsbo, 1994b; Reilly *et al.*, 2000a; Balikian *et al.*, 2002; Stølen *et al.*, 2005; Bangsbo *et al.*, 2006a), permanecem em falta estudos que associem as diferenças ao nível dos perfis de solicitação metabólica de acordo com a posição tática específica, nos escalões de iniciação. Os próprios formatos de jogo (com onze ou com sete jogadores), que condicionam também a categorização em grupos de defesas (laterais ou centrais), médios e avançados, tornam difícil, ou pelo menos limitada, a comparação entre evidências verificadas para futebolistas adultos e grupos de jovens futebolistas.

O nosso estudo não se enquadra na perspectiva caracterizada por Stølen *et al.* (2005), que referem que os futebolistas jovens tendem a demonstrar valores de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  inferiores ( $<60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), quando comparados com futebolistas seniores. Por outro lado, a presente investigação parece arranjar lugar na excepção verificada por Helgerud *et al.* (2001), que reportam valores de  $64.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em futebolistas juniores e Strøyer *et al.* (2004), num estudo realizado com jovens futebolistas de 14 anos de idade, onde verificaram valores de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  superiores para os médios e avançados quando comparados com os defesas ( $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $58 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , respectivamente). Em ambos os casos têm de ser consideradas as limitações inerentes às faixas etárias em estudo sendo que, por outro lado, existe uma lacuna por preencher quando se trata de analisar estudos com jovens futebolistas em idades peripubertárias.

A tendência da presente investigação apresenta os avançados como o grupo que evidencia resultados mais elevados, relativizados à massa corporal, de pico de  $\text{VO}_2$  ( $62.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), seguindo-se os médios ( $62.0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), defesas ( $59.1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e os guarda – redes ( $58.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Quando os valores são considerados em termos absolutos, a tendência verificada é alterada, passando os defesas a apresentar os resultados mais elevados ( $2.66 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), seguindo-se os médios ( $2.21 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), avançados ( $2.18 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e os guarda – redes ( $2.15 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ). A única componente que permanece inalterada, e de certa forma condizente com os perfis verificados para atletas adultos, é a posição dos guarda – redes, que se apresentam com os valores absolutos e relativos mais reduzidos. Esta tendência deverá ser encarada, no entanto, com algumas reservas, tendo em conta a diminuta distribuição de efectivos da amostra neste subgrupo ( $n=2$ ).

Associação entre o pico de VO<sub>2</sub> e as variáveis de morfologia externa, maturação biológica e participação / preparação desportiva

Existe uma forte associação entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal (Malina *et al.*, 2004a). Os mesmos autores referem que parece verificar-se uma estabilização dos valores expressos por unidade de massa corporal ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), com o decorrer da idade, sugerindo um crescimento proporcional entre o consumo máximo de oxigénio e o tamanho corporal. Estas evidências parecem verificar-se no presente estudo uma vez que, quanto à associação entre os valores médios encontrados para o pico de VO<sub>2</sub>, e as variáveis de morfologia externa (incluindo as medidas compostas), é evidente um grau de associação bastante elevado entre a potência aeróbia em termos absolutos e a massa corporal ( $r=+0.90$ ,  $p\leq 0.01$ ). Verificam-se ainda valores de associação elevados do pico de VO<sub>2</sub> absoluto com a estatura ( $r=+0.76$ ,  $p\leq 0.01$ ), índice de massa corporal ( $r=+0.72$ ,  $p\leq 0.01$ ), altura sentado ( $r=+0.70$ ,  $p\leq 0.01$ ), e comprimento do membro inferior ( $r=+0.68$ ,  $p\leq 0.01$ ). Embora com uma magnitude de correlação moderada, continua a evidenciar-se uma associação de significado estatístico com o valor do somatório das pregas de gordura subcutânea ( $r=+0.51$ ,  $p\leq 0.01$ ).

Quando os valores de potência aeróbia são considerados em relação à massa corporal o sinal mais evidente é o de que todas as associações passam a ser inversamente proporcionais e de menor magnitude de correlação, excepção feita ao somatório das pregas de gordura ( $r=-0.77$ ,  $p\leq 0.01$ ). É ainda observável que deixam de existir associações de significado estatístico com a estatura, altura sentado e comprimento do membro inferior.

Beunen *et al.* (2002) verificaram, num estudo longitudinal com 73 rapazes dos 8 aos 16 anos, que o VO<sub>2</sub>máx é largamente explicado pela massa corporal mas que factores como a actividade física habitual e a interacção desta com o estatuto maturacional contribuíam independentemente para o VO<sub>2</sub>máx. Estando o tamanho corporal relacionado com a maturação biológica, os dados da presente investigação parecem revestir-se de maior solidez, uma vez que foram encontradas associações fortes entre o pico de VO<sub>2</sub> absoluto e o *maturity offset* ( $r=+0.80$ ,  $p\leq 0.01$ ), percentagem actual da estatura matura predita ( $r=+0.77$ ,  $p\leq 0.01$ ) e, no sentido inverso, a idade no PVC ( $r=-0.71$ ,  $p\leq 0.01$ ). Verificam-se ainda associações moderadas com a idade cronológica e idade esquelética. A tendência do presente estudo parece apontar no sentido de que os jovens futebolistas que se encontram mais próximos do pico de velocidade de crescimento, que já alcançaram uma percentagem maior da estatura prevista para a idade adulta e que irão (previsivelmente) alcançar o PVC mais cedo, alcançam melhores resultados na prova de potência aeróbia. Contudo, quando o pico de VO<sub>2</sub> é relativizado à massa corporal, a associação significativa (mas moderada) mantém-se apenas com a idade no PVC e torna-se positiva, ou seja, os atletas de maturação tardia parecem obter melhores resultados quando os valores são expressos por unidade de massa corporal.

Todas as constatações anteriormente referidas parecem confirmar a tendência evidenciada por Malina & Bouchard (1991) e Armstrong & Welsman (2001), ou seja, os rapazes avançados maturacionalmente possuem em média um  $VO_{2max}$  mais elevado em termos absolutos, relativamente aos atrasados maturacionalmente. No que respeita ao  $VO_{2max}$  relativo, os rapazes atrasados maturacionalmente apresentam maior taxa de absorção de oxigénio por unidade de peso corporal do que os avançados maturacionalmente, excepto no início da adolescência. Esta tendência é ainda reforçada pelos valores de potência aeróbia dos jovens futebolistas de acordo com o estatuto de maturação dado pela discrepância entre a idade esquelética e a idade cronológica. Na presente investigação os valores mais elevados de potência aeróbia, em termos absolutos, foram estimados para o grupo de estatuto maturacional avançado ( $2.55 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ), seguindo-se o grupo normomaturo ( $2.29 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e por fim os atletas atrasados maturacionalmente ( $2.18 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Por outro lado, quando os valores têm em conta a massa corporal, verifica-se que é o grupo de estatuto maturacional atrasado que apresenta os valores superiores ( $65.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), seguindo-se os avançados maturacionalmente ( $62.1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e o normomaturados ( $58.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Os resultados evidenciados aquando da distinção de perfis de posição táctica específica, em função do pico de  $VO_2$ , parecem adquirir uma dimensão mais perceptível, uma vez que se verificou que foi o grupo de defesas que alcançou resultados mais elevados em termos absolutos mas, por outro lado, apenas os guarda – redes apresentaram resultados inferiores quando os resultados eram expressos em  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . A tendência verificada parece encontrar mais repercussão em parâmetros de selecção desportiva precoce (os defesas da nossa amostra são também os atletas com maior dimensionalidade corporal e mais adiantados no processo de maturação) do que em efeitos do treino específico, propriamente dito. Esta tendência é ainda reforçada pelo facto dos defesas apresentarem valores médios superiores (712.8 minutos) aos médios (535.9 minutos) e avançados (433.4 minutos) em termos de minutos de utilização em jogo. Este facto é reforçado pelos valores também superiores de minutos de utilização em jogo pelo grupo avançado em termos maturacionais, em relação aos restantes sujeitos da amostra. Deverá no entanto considerar-se que foram os guarda – redes a apresentar volumes médios maiores de minutos de jogo mas, por outro lado, entender-se-á a limitação atribuída ao número reduzido de sujeitos ( $n=2$ ) na nossa amostra.

Parecem confirmar-se as tendências de que, por um lado, as melhorias na aptidão aeróbia estão relacionadas com a maturação e o aumento do tamanho corporal, particularmente das dimensões cardíacas, pulmões, músculos e sistema circulatório (Armstrong & Welsman, 2005; Geithner *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2004a) e, por outro, os jovens atletas mais adiantados no processo de maturação são privilegiados em relação aos seus pares normomaturados e atrasados maturacionalmente (Carvalho *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009; Peña Reyes & Malina, 2004; Valente dos Santos, 2009).

# **CAPÍTULO VI**

## **CONCLUSÕES**

---

### **6.1. Limitações da presente investigação**

Antes de passarmos, dentro do quadro conceptual do presente estudo, à exposição das conclusões propriamente ditas, importa reconhecer um conjunto de limitações, a saber:

- A amostra do presente estudo, para além de não permitir análises estatísticas próprias para grandes amostras, não pode ser considerada como representativa dos jovens futebolistas portugueses do primeiro ano do escalão de infantis (11 anos de idade).
- O facto da totalidade da amostra corresponder ao mesmo escalão etário limita na compreensão e possível inferência acerca do processo de formação desportiva.
- O número de efectivos da amostra classificados na posição táctica específica de guarda-redes é reduzido, pelo que dificulta a comparações de perfis contextualizados com as variáveis do estudo.
- O protocolo antropométrico, incluindo medidas de adiposidade, não aspirou à determinação da composição corporal.

### **6.2. Conclusões propriamente ditas**

Dentro dos limites conceptuais, metodológicos e amostrais do nosso estudo, é possível destacar um enunciado de conclusões, a saber:

- Os futebolistas são mais baixos que os jovens não praticantes e praticantes de outras modalidades, apresentam-se com menos pesados (embora normoponderais na sua maioria) que os seus pares não praticantes e numa posição intermédia no que respeita à massa corporal, comparativamente a praticantes de outras modalidades.
- Os defesas apresentam-se como mais altos, mais pesados, com um maior comprimento do membro inferior, com um maior índice de massa corporal e com maior adiposidade (somatório das pregas de gordura subcutânea mais elevado) que os guarda-redes, médios e avançados.

- A idade cronológica verificada para os jovens futebolistas que competem no escalão infantil é muito semelhante ao valor médio calculado para a idade esquelética mas, por outro lado, a amplitude de variação para a idade esquelética é bastante superior (5.9 anos) à encontrada para a idade cronológica (1.0 anos).
- A grande maioria dos jovens futebolistas estudados são classificados como normomaturados, existindo mais casos classificados como avançados do que como atrasados maturacionalmente, tendo em conta a discrepância entre a idade óssea e cronológica.
- De acordo com os dados do *maturity offset*, o pico de velocidade em estatura tende a ocorrer entre os 12.7 e os 14.6 anos ( $13.8 \pm 0.4$  anos), isto é, nos anos que abrangem o escalão de iniciados.
- Os defesas estão mais próximos, na curva de velocidade de crescimento, que os seus pares das restantes posições táticas específicas, apresentam valores mais elevados de idade cronológica e esquelética e, por outro lado, alcançaram até à data uma maior percentagem da estatura prevista para a idade adulta. São igualmente os atletas que apresentam valores superiores de experiência desportiva (anos de prática federada).
- Os futebolistas infantis demonstram valores de potência aeróbia, por unidade de massa corporal, similares aos encontrados para os seus pares adolescentes praticantes de futebol e de outras modalidades.
- Foram encontrados valores superiores de potência aeróbia relativa à massa corporal para os jovens futebolistas, quando comparados com crianças saudáveis e treinadas. Os futebolistas apresentam valores ligeiramente inferiores comparativamente a jovens atletas (corrida de fundo). Quando os valores são considerados em termos absolutos, os futebolistas continuam a evidenciar valores superiores aos verificados para os seus pares (crianças saudáveis não praticantes e crianças saudáveis treinadas).
- O nosso estudo não sustenta a ideia de que os jovens futebolistas tendam a demonstrar valores inferiores de potência aeróbia, relativizados à massa corporal, em comparação a futebolistas seniores.
- Os defesas apresentam valores de potência aeróbia inferiores aos encontrados para os médios e avançados em termos relativos mas, por outro lado, alcançaram os resultados absolutos mais elevados. Os valores mais reduzidos, em termos absolutos e relativos, foram verificados nos guarda-redes.

- O nosso estudo sustenta o aumento da potência aeróbia em proporção directa com a massa corporal. É ainda sustentada a tendência de que os jovens avançados maturacionalmente possuem em média valores de potência aeróbia mais elevados em termos absolutos, relativamente aos atrasados maturacionalmente e de que, no que respeita ao pico de VO<sub>2</sub> relativo, os rapazes atrasados maturacionalmente apresentam maior taxa de absorção de oxigénio por unidade de peso corporal do que os avançados maturacionalmente.
- Os defesas apresentam valores mais elevados em termos de morfologia externa, maturação biológica e potência aeróbia em termos absolutos. Por sua vez, são igualmente os defesas que apresentam um maior volume de utilização em termos de minutos de jogo. Por outras palavras, são mais escolhidos pelos respectivos treinadores nos respectivos processos competitivos. Sustenta-se a ideia de que os jovens atletas mais adiantados no processo de maturação são privilegiados em relação aos seus pares normomatos e atrasados maturacionalmente.
- A evidência inerente ao presente estudo parece conjecturar que os treinadores tendem a seleccionar os jovens avançados maturacionalmente para zonas do campo mais próximas das balizas (onde o contacto físico é determinante) por estes serem momentaneamente mais altos e mais pesados. Denota-se, por outro lado, uma hipotética preocupação exacerbada com o processo defensivo, uma vez que os jovens classificados como avançados, no que respeita à posição táctica específica, para além de menor volume de utilização em jogo (minutos) que os defesas e médios, são mais baixos e mais leves e apresentam uma idade prevista mais tardia no pico de velocidade de crescimento.

### **6.3. Sugestões para futuras pesquisas**

Do volume de resultados gerado pelo nosso estudo, resulta um conjunto de questões que julgamos ser merecedoras de investimento em futuras pesquisas:

- Conduzir um estudo em moldes semelhantes, alargando a amostra e o número de efectivos por posição específica, nomeadamente no que diz respeito aos jovens guarda-redes.
- Proceder ao controlo da qualidade dos dados para a idade esquelética e ergoespirometria.

- Proceder à determinação da validade cruzada e concorrente entre a prova laboratorial de potência aeróbia e outras medidas de desempenho aeróbio, apreciando a possibilidade de desenvolver um estudo multimétodo incluindo a prova de patamares progressivos e a correspondente com protocolo contínuo.
- Acrescentar variáveis de somatotipologia, no intuito de apreciar a relação entre as componentes do somatótipo com os *outputs* de aptidão aeróbia.
- Incluir a maturação sexual de forma a cruzar diferentes parâmetros de maturação biológica e, assim, procurar discriminar indicadores relevantes não captados pelos protocolos estabelecidos para a presente investigação.
- Incluir uma bateria económica de habilidades motoras e verificar de que forma o talento na execução das habilidades manipulativas específicas do futebol se relaciona com variáveis morfológicas, maturacionais e de aptidão aeróbia.
- Estudar o perfil de comportamentos motores em situação de jogo inerente ao desempenho de diferentes posições no campo, estabelecendo comparações entre clubes com melhores e piores resultados (factores de sucesso).
- Incluir medidas morfológicas, para além do protocolo antropométrico utilizado no presente estudo, nomeadamente a composição corporal total, instrumentalmente providenciada pelo *BOD POD*, a composição apendicular, através de fórmulas de geometria descritiva, ou ainda medidas como o exame ecocardiográfico.
- Incluir medidas de actividade física fora do tempo de treino entre as variáveis candidatas a explicar a variância da aptidão aeróbia.
- Utilização de técnicas de *scaling* que relativizem os parâmetros de ergoespirometria para a variação do tamanho corporal dado pela superfície, massa corporal e estatura.
- Incluir medidas que aspirem a determinar a relação entre o traço aeróbio e anaeróbio em idades peripubertárias, nomeadamente através da utilização do *Teste Wingate* (Want), a *Prova de 7 sprints* e os protocolos utilizados para a medição da força explosiva dos membros inferiores no *ergojump*.
- Conduzir um estudo longitudinal com variáveis semelhantes, para determinar o pico de velocidade de crescimento das medidas aeróbias. Complementarmente utilizar um tratamento multi-nível para explicar, no tempo, a variação do traço aeróbio.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Acheson RM (1966). Maturation of the skeleton. In F. Falkner. *Human Development*. Philadelphia: Saunders.
- Aitkinson G & Reilly T (1996). Circadian Variation in Sports Performance. *Sports Medicine*. Vol. 21 (4): 292-312.
- Al Hazzaa HM, Al-Refaee SA, Almuzaini KS, Sulaiman LA, Dafterdar MY (2000). Anaerobic performance of adolescents versus adults: effect of age and soccer training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32.
- Aly, A & Farraly, M (1991). Recording soccer player's heart rates during matches. *Journal of Sports Science*, 9: 183 – 189.
- Andreacci JL, LeMura LM, Cohen SL, Urbanky EA, Chelland SA, Von Duvillard SP (2002). The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *Journal of Sports Science*. Vol. 20: 345-352.
- Armstrong N, Kirby B, McManus AM (1995). Aerobic fitness of prepubescent children. *Annals of Human Biology*. 22(5): 427 – 441.
- Armstrong N, Kirby B, McManus AM, Welsman J (1997). Prepubescent's ventilatory responses to exercise with reference to sex and body size. *Chest – Official Publication of The American College of Chest Physicians*. 112: 1554 – 1560.
- Armstrong N, Welsman JR (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22: 435-476.
- Armstrong N, Welsman JR, Winsley RJ (1996). Is Peak VO<sub>2</sub> a Maximal Index of Children's Aerobic Fitness?. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17: 356-359.
- Armstrong N, Welsman J, Kirby B (1997). Performance on the Wingate Anaerobic test and Maturation. *Pediatric Exercise Science*. 9: 253-261.
- Armstrong N, Welsman JR, Kirby BJ (1998). Peak Oxygen Uptake and Maturation in 12-yr Olds. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 30 (1): 165-169.
- Armstrong N & Welsman JR (2000). Anaerobic fitness. N Armstrong & W Van Mechelen (eds.) *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.

- Armstrong, N, Welsman, JR (2001). Peak Oxygen Uptake in Relation to Growth and Maturation in 11- to 17-year-old Humans. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 85: 546-551.
- Armstrong, N, Welsman, JR (2005). Essay: Physiology of the Child Athlete. *Lancet*. Vol. 336 (1) (Suppl): S44-45.
- Armstrong, N (2006). Aerobic fitness of children and adolescent. *Jornal de Pediatria*, 82 (6): 406-408.
- Astrand, PO, Rodahl, K (1986). *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill.
- Aziz A, Tan F, Teh K (2005). A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4: 105 – 112.
- Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM (1995). The level of tempo of children's physical activities: an observational study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 27: 1033 – 1041.
- Balikian P, Lourenção A, Paulino Ribeiro LF, Festuccia WTL, Neiva CM (2002). Consumo máximo de oxigénio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*.
- Balson P (1994). Evaluation of physical performance. In B. Ekblom (Ed). *Football (soccer)*. Oxford: Blackwell Science.
- Balyi, I (2001). *Sport System Building and Long-term Athlete Development in British Columbia*. Canada: SportsMed BC.
- Balyi I & Hamilton A (2004). *Long- Term Athlete Development. Trainability in childhood and adolescence. Windows of opportunity*. Victoria: National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance Ltd.
- Bangsbo, J (1993). *The physiology of soccer – With special reference to intense intermittent exercise*. HO+Stern, Bangsvaerd.
- Bangsbo, J (1994a). *Fitness Training in Football – A Scientific Approach*. Bagsvaerd: HO & Storm.

- Bangsbo J (1994b). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sport Sciences*. 12
- Bangsbo J (1997). The physiology of intermittent activity in football. In Reilly, T., Bangsbo, J. & Hughes, M. (Eds). *Science and Football III - Proceedings of the Third World Congress on Science and Football*. 106 – 111.
- Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P (2006a). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player. *Journal of Sport Sciences* 24 (7): 665 – 674.
- Bangsbo J., Mohr M., Poulsen A, Perez-Gomez J, Krstrup P (2006b). Training and testing the elite athlete. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 4 (1).
- Baquet G, Van Praagh E, Berthoin, S (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Medicine*. 33 (15): 1127 – 1143.
- Bar-Or O. (1983). *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner*. New York: Springer-Verlag.
- Bar-Or O. (1987). The wingate anaerobic test, and update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*. 4: 381 – 394.
- Bar-Or O. (1996). Anaerobic Performance. In D, Docherty (Ed). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Canadian Society for Exercise Physiology. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Barreiros J, Neto C. (2005). *O desenvolvimento motor e o género*. Faculdade de Motricidade Humana. Universidade Técnica de Lisboa. Documento não editado.
- Baxter-Jones A, Eisenmann JC, Sherar LB (2005). Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Sciences*. Vol. 17 (1): 18-30.
- Benck J, Damsgaard R, Saekmose A, Jorgensen P, Jorgensen K, Klausen K (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports*. 12: 171 – 178.
- Beneke R, Hutler M, Leithauser R (2007). Anaerobic performance and metabolism in boys and male adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 101: 671 – 677.

- Bergh U, Sjødin B, Forsberg A (1991). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 23: 205-211.
- Beunen G (1989). Biological Age in Pediatric Exercise Research. In O. Bar-Or (Ed). *Advances in Pediatric Sport Sciences*. Volume Three – Biological Issues. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Beunen G & Malina RM (1996). Growth and biological maturation: Relevance to athletic performance. In Bar-Or (Ed.). *The Child and Adolescent Athlete*. Encyclopedia of Sports Medicine. 6: Blackwell Science.
- Beunen G, Malina RM, Lefevre J, Claessens AL, Renson R, Kanden Eynde B, Vanreusel B, Simons J (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of sports Medicine*. Vol. 18: 413-419.
- Beunen G, Baxter-Jones A, Mirwald R, Thomis M, Lefevre J, Malina RM, Bailey D. (2002). Intraindividual allometric development of aerobic power in 8-to 16-year-old boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(3), 503-510.
- Billows D, Reilly T, George K (2005). Physiological demands of match play and training in elite adolescent footballers. In Reilly, T., Cabri, J. & Araújo, D. (Eds). *Science and Football V – The Proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football*. 453 – 461.
- Bompa T (1995). *From childhood to champion athlete*. Toronto: Veritas Publishing Inc.
- Bompa T (2000). *Total training for young champions*. Champaign: Human Kinetics.
- Bosco C (1987). Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. *Apunts*. XXIV: 151 – 156.
- Bosco C & Komi PV (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*. 41: 275 -284.
- Brewer J, Ramsbottom R, Williams C (1988). *Multistage fitness test: a progressive shuttle-run test for the prediction of maximum oxygen uptake*. Belconnen: Australian Coaching Council.
- Cacciari E, Mazzanti L, Tassinari D, Bergamaschi R, Magnani C, Zappulla F, Nanni G, Cobiachi C, Ghini T, Pini R, Tani G (1990). Effects of sport (football) on growth: auxological,

anthropometric and hormonal aspects. *European Journal of Applied Physiology*. 61: 149-168.

Capranica L, Tessitore A, Guidetti L, Figura F (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sport Sciences*. 19, 379 – 384.

Carvalho A (2000). As capacidades coordenativas. *Revista "Treino Desportivo". Tese de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.

Carvalho HM (2007). Tamanho corporal, fraccionação da massa apendicular do membro inferior e maturação como determinantes do desempenho em provas concorrentes predominantemente anaeróbias. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.

Carvalho HM, Silva MJC, Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Rêgo I, Malina RM (2007). Maturity – associated variation in body size, functional capacities and sport-specific skill tests of male basketball players 14-15 years. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. Vol. 12 (Suppl): 63-64.

Castagna C, Belardinelli B, Abt G (2005). The VO<sub>2</sub> and HR response to training with a ball in youth soccer players. In Reilly, T., Cabri, J. & Araújo, D. (Eds). *Science and Football V – The Proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football*. 461 – 464.

Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzi V (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 11: 202-208.

Castelo J (2002). *O exercício de treino desportivo: a unidade lógica de programação e estruturação do treino desportivo*. Faculdade de Motricidade Humana – Serviço de Edições.

Castelo J (2004). *Futebol: Organização Dinâmica do Jogo*. Faculdade de Motricidade Humana – Serviço de Edições.

*Centers for Disease Control and Prevention* (2000). National Center for Health Statistics. CDC growth charts: United States. <http://www.cdc.gov/growthcharts.htm>.

- Chamari K, Hachana Y, Ahmed Y, Galy O, Sghaier F, Chatard JC, Hue O, Wisløff U (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 38: 191-196.
- Chamari K, Moussa – Chamari I, Boussaidi L (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39 (2): 97-101.
- Claessens A, Beunen G, Malina RM. (2000). Anthropometry, physique, body composition and maturity. In N. Armstrong, W. van Mechelen (Eds). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Coelho e Silva MJ (1999). Treino Desportivo com Crianças e Jovens. *Treino Desportivo – Especial 2*.
- Coelho e Silva MJ (2002). Morfologia e estilos de vida na adolescência. Um estudo em adolescentes escolares do distrito de Coimbra. *Tese de Doutoramento*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Coelho e Silva MJ, Figueiredo AJ, Malina RM (2003). Physical growth and maturation-related variation in young male soccer athletes. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. Vol. 8: 34-50.
- Coelho e Silva MJ, Barros F, Ribeiro L, Loureiro L, Gonçalves C (2006). Atrito dos jovens com o formato organizado e competitivo de participação desportiva. *Desporto de Jovens ou Jovens no Desporto ?* Imprensa de Coimbra, LDA.
- Coelho e Silva MJ, Figueiredo AJ, Carvalho HM, Malina RM (2008). Functional capacities and sport-specific skills of 14-to-15-year-old-male basketball players: size and maturity effects.
- Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BJM*. 320: 1 – 6.
- Cooper Institute for Aerobics Research (1992). *The Prudential FITNESSGRAM Test Administration Manual*. Dallas: Cooper Institute for Aerobics Research.
- Council of Europe (1988). *Eurofit: Handbook for the Eurofit tests of physical fitness*. Rome: Council of Europe.

- Cumming SP, Battista RA, Standage M, Ewing ME, Malina RM (2006). Estimated maturity status and perceptions of adult autonomy support in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1039-1046.
- Crawford S (1996). *Anthropometry*. in Docherty, D. (ed). Measurement in pediatric exercise science. Human Kinetics.
- De Ste Croix M, Armstrong N, Chia M, Welsman J, Parsons G, Sharpe P (2001). Changes in short-term power output in 10-to-12 years-olds. *Journal of Sports Sciences*, 19: 141 – 148.
- Dencker M, Thorsson O, Karlsson MK, Lindén C, Wollmer P, Andersen LB (2008). Maximal oxygen uptake versus maximal power output in children. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 26 (13): 1397-1402.
- Doré E, Diallo O, França NM (2000). Dimensional changes cannot account for all differences in short-term cycling power during growth. *International journal of Sports Medicine*, 21: 360-5
- Drust B & Reilly T (1997). Heart rate responses of children during soccer play. In *In Reilly, T., Bangsbo, J. & Hughes, M. (Eds). Science and Football III - Proceedings of the Third World Congress on Science and Football*. 196 - 200.
- Eisenman JC, Pivarnik JM, Malina RM (2001). Scaling peak VO<sub>2</sub> to body mass in young male and female distance runners. *Journal of Applied Physiology*. 90: 2172 – 2180.
- Engels HJ & Wirth JC (2000). Anaerobic leg power of elite female youth soccer players: a playing field position-specific analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32.
- Epstein L, Valoski A, Kalarchian M, McCurley J (1995). Do children lose and maintain weight easier than adults. A comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *Obesity Research*, 3, 411-417.
- Eriksson O & Saltin B (1974). Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatr Belg*. 28 suppl: 257 – 265.
- Eriksson O, Gollnick GD, Saltin B (1973). Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. *Acta Physio Scand*. 87: 485 – 497.

- Falk B & Bar-Or O (1993). Longitudinal changes in peak aerobic and anaerobic mechanical power of circumpubertal boys. *Pediatric Exercise Science*. 5: 318-331.
- Faulkner R (1996). Maturation. In Docherty, D. (ed). Measurement in pediatric exercise science. Human Kinetics.
- Federação Portuguesa de Futebol (2008). Comunicado Oficial nº 1 – Normas e Instruções.
- Felci U, De Vito G, Macaluso A, Marchettoni P, Sproviero E (1995). Functional evaluation of soccer players during childhood. *Medicina dello Sport*, 48: 221 – 235.
- Figueiredo AJ, Coelho e Silva MJ, Malina RM (2003). Anaerobic performance in youth Football: A laboratory test versus a field test. A. Ona Sicilia, A.B. Guerreiro (eds.) *Libro de Resúmenes del Congreso Mundial de la Actividad Física y del Deporte*. University of Granada. 13 – 16 Novembro. Granada.
- Figueiredo AJ, Coelho e Silva MJ, Malina RM (2004). Aerobic assessment of youth soccer players: correlation between continuous and intermittent progressive maximal field tests. In E. Van Praagh, & J. Coudert (Eds). *Book of Abstracts of the 9th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Université Blaise Pascal, Université D’Auvergne (France), 294.
- Figueiredo AJ, Coelho e Silva MJ, Malina RM (2006). Perfil de jovens futebolistas. Crescimento somático e desempenho desportivo – motor em infantis e iniciados masculinos. *Desporto de Jovens ou Jovens no Desporto ?* Imprensa de Coimbra, LDA.
- Figueiredo AJ (2007). Morfologia, Crescimento Pubertário e Preparação Desportiva: Estudo em Jovens Futebolistas dos 11 aos 15 anos. *Tese de Doutoramento*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Figueiredo A, Gonçalves CE, Coelho e Silva MJ, Malina RM (2009). Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*. Vol. 36 (1): 60-73.
- Foss ML & Keteyian SJ (1998). Fox – *Physiological basis for exercise and sport*. 6ª. USA: McGraw-Hill.
- Foster C, Kuffel E, Bradley N, Battista RA, Wright G, Porcari JP, Lucia A, deKoning JJ (2007). VO<sub>2</sub>max During Successive Maximal Efforts. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 102: 67-72.

- Fragoso I, Vieira F, Canto e Castro L, Oliveira Júnior A, Capela C, Oliveira N, Barroso A (2004). Maturation and strength of adolescent soccer players. In M. Coelho e Silva, & R.M. Malina (Eds). *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra. Imprensa da Universidade.
- Fredriksen PM, Ingjer F, Nystad W, Thaulow E (1998). Aerobic endurance testing of children and adolescents – a comparison of two treadmill-protocols. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 8: 203 – 207.
- Freitas DL, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Sousa A, Malina RM (2004). Skeletal Maturity and Socio-Economic Status in Portuguese Children and Youths: The Madeira Growth Study. *Annals of Human biology*. Vol. 31 (4): 408-420.
- Gabrys T, Szmatlan-Gabrys U, Plewa M, Borek Z, Banaszczak A (2003). Laboratory Methods in Assessment of Anaerobic Capacity in 17 – 19 Years Old Soccer Players – A Comparative Analysis. *Science and Football, 5<sup>th</sup> World Congress – Book of Abstracts*. Lisbon. Portugal.
- Garganta J (1998). Para uma Teoria dos Jogos Desportivos Colectivos. In *O Ensino dos Jogos Desportivos*: 11:25. A. Graça & J. oliveira (eds.). Centro de Estudos dos Jogos Desportivos. FCDEF – UP.
- Geithner CA, Thomis MA, Eynde BV, Mães HHM, Loos RJF, Peeters M, Claessens A, Vlietinck R, Malina RM, Beunen GP (2004). Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 36 (9): 1616-1624.
- Gil S, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Irazusta J (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for selection process. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(2): 438 – 445.
- Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos V, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E (2006). Strength and speed characteristics of elite, sub-elite and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 14: 205 – 214.
- Glenmark B, Edberg G, Jansson E (1992). Changes in muscle fiber type from adolescence to childhood in women and men. *Acta Physiol Scand*. 146: 251 – 259.

- Gordon C, Chumlea W, Roche A (1988). Stature, recumbent length, and weight. In T. Lohman, A. Roche, & R. Martorell (Eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Green H & Patla A (1992). Maximal aerobic power: muscular and metabolic considerations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24: 38-46.
- Greulich W & Pyle S (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand wrist*. 2<sup>nd</sup> Edition. Stanford, California: Stanford University Press.
- Gursel Y, Sonel B, Gok H, Yalçın P (2004). The peak oxygen uptake of healthy Turkish children with reference to age and sex: a pilot study. *The Turkish Journal of Pediatrics*. 46: 38 - 43.
- Häkkinen K (1993). Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. 33:1. 19 – 26.
- Hansen L, Bangsbo J, Twisk J, Klausen K (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. <http://www.jap.org>. *The American Physiology Society*. 1141 – 1147.
- Helgerud J, Hengen LC, Wisløff U (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (11): 1925 – 31.
- Helmantel A, Elferink-Gemser M, Visscher C (2009). Trainability of VO<sub>2</sub>max during childhood and adolescence. In Coelho e Silva M, Figueiredo A, Elferink-Gemser M & Malina R (Eds.). *Youth Sports: Participation, Trainability and Readiness*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Hochberg Z (2002). *Endocrine Control of Skeletal Maturation – Annotation to Bone Age Readings*. Basel: Karger.
- Inbar O & Bar-Or O (1986). Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(3), 264-269.
- Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS (1996). *The wingate anaerobic test: development, characteristics and applications*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Jones MA, Hitchen PJ, Stratton G (2000). The Importance of Considering Biological Maturity When Assessing Physical Fitness Measures in Girls and Boys Aged 10 to 16 Years. *Annals of Human Biology*. Vol. 27 (1): 57-65.
- Impellizzeri E, Mogroni P, Sassi A, Rampinini E (2005). Validity of a submaximal running test to evaluate aerobic fitness changes in soccer players. In Reilly, T., Cabri, J. & Araújo, D. (Eds). *Science and Football V – The Proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football*. 105 - 111.
- Jones D & Round J (2000). Strength and muscle growth. In N. Armstrong, & W. Van Mechelsen (Eds). *Paediatric exercise science and medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Khamis H & Guo S (1993). Improvement in the RWT stature prediction model: a comparative study. *American Journal of Human Biology*. 5: 669 – 679.
- Khamis HJ & Roche AF (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Paediatrics*, 94(4), 504-507.
- Khamis HJ & Roche AF (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics – erratum*, 95(3), 457.
- Klimt F, Betz M, Seitz U (1992). Metabolism and circulation system of children playing soccer. In Coudert, J., Van Praagh, E. (Eds). *Children and Exercise XVI: Paediatric Work Physiology*. Paris: Maason. 127 – 129.
- Lawrence S & Polglaze T (2000). Protocols for the physiological assessment of male and female field hockey players. In CJ Gore (Eds). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission.
- Le Gall F, Carling C, Reilly T (2007). Biological maturity and injury in elite youth football. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 17: 564 – 572.
- Leal M & Quinta R (2001). *O treino no futebol - Uma concepção para a formação*. APPACDM, Braga.
- Léger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y (1984). Capacité aerobie des quebecois de 6 a 17 ans – Test navette de 20 mètres avec paliers de 1 minute. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. Vol. 9: 64-69.

- Léger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Sciences*, 6, 93- 101.
- Léger L (1996). Aerobic Performance. In Docherty, D. (Ed.): *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Canadian Society for Exercise Physiology.
- Lemmink K, Verheijen R, Visscher C (2004). The discriminative power of the Interval Shuttle Run Test and the Maximal Multistage Shuttle Run Test for playing level of soccer. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(3), 233-239.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R (1988). Anthropometric standardization reference manual. Champaign., Illinois: Human Kinetics.
- Long- Term Athlete Development – Canadian Sports for Life*. Canadian Sports Center – Vancouver. ISBN 0-9738274-0-8.
- Lopes V & Maia J (2000). Períodos críticos ou sensíveis? Revisitar um tema polémico à luz da investigação empírica. *Revista Paulista de Educação Física* 14(2): 128-40.
- MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ (1991). *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Champaign: Human Kinetics
- Mácek M (1988). Age and general development. In A, Dirix, H. Knuttgen, & K. Tittel (Eds.). *The Olympic Book of Sports Medicine*. The Encyclopaedia of Sports Medicine: Blackwell Scientific Publications.
- Madeira RM, Trabulo M, Alves F, Pereira JG (2006). Relationship between left ventricular dimensions and function and maximal oxygen uptake in young swimmers. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 6(2): 117 – 182.
- Malina RM, Hamill PV, Lemeshow S (1973). Selected measurements of children 6-11 years. United States. Vital and Health Statistics, Series 11: 123, USDHHS. Washington, DC: US. Government Printing Office.
- Malina RM & Bouchard C (1991). *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, Illinois.: Human Kinetics Publishers.
- Malina RM (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 22: 389 – 433.

- Malina RM (1995). Anthropometry. In P Maud, C Foster (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Malina RM & Beunen G (1996). Monitoring of growth and Maturation. In O Bar-Or (Ed). *The Child and Adolescent Athlete*. 6: Encyclopedia of Sports Medicine.
- Malina RM, Peña Reyes ME, Eisenmann J, Horta L, Rodrigues J, Miller R (2000). Height, Mass and Skeletal Maturity of Elite Portuguese Soccer Players Aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 685-693.
- Malina RM (2002). Growth and Maturation – Applications to Children and Adolescents in Sports. In R.B. Birrer, B.A. Griesemer, & M.B. Cataletto (Eds). *Pediatric Sports Medicine for Primary Care*. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams.
- Malina RM (2003). Growth and Maturity Status ou Youth Soccer Players. In T Reilly, M Williams (Eds). *Science and Soccer*. 2<sup>nd</sup> Edition. London, Routledge.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O (2004a). *Growth, maturation and physical activity*, 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina RM (2004). Growth and maturation: Basic principles and effects of training. In Coelho e Silva M & Malina R (Eds.). *Children and Youth in Organized Sports*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Malina RM & Eisenman J (2004). Responses of children and adolescents to systematic training. In Coelho e Silva M & Malina R (Eds.). *Children and Youth in Organized Sports*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Malina RM, Eisenman JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J (2004b). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European Journal of Applied Physiology*. 91: 555 – 562.
- Malina RM (2005a). Youth football players: Number of participants, growth and maturity status. *Science and Football V*. Routledge – Taylor & Francis Group.
- Malina RM, Cumming S, Kontos A, Eisenmann J, Ribeiro B, Aroso J (2005b). Maturity associated variation in sport specific skills of youth soccer players aged 13 – 15 years. *Journal of Sport Sciences*, 23 (5): 515 – 522.

- Malina RM, Claessens AL, Van Aken K, Thomis M, Lefevre J, Philipparts R, Beunen G (2006). Maturity offset in gymnasts: application of a prediction equation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 38 (7): 1342-1347.
- Malina RM, Ribeiro B, Aroso J, Cumming S (2007a). Characteristics of youth soccer players aged 13 – 15 years classified by skill level. *British Journal of Sports Medicine*, 41: 290 – 295.
- Malina RM, Chamorro M, Serratos L, Morate F (2007b). TW3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Annals of Human Biology*, Vol. 34 (2): 265-272.
- Malina RM, Dompier TP, Powell JW, Barron MJ, Moore MT (2007c). Validation of a Noninvasive Maturity Estimate Relative to Skeletal Age in Youth Football Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 17 (5): 362-368.
- Mamen A, Resaland GK, Mo DA, Anderson LB (2009). Comparison of Peak Oxygen Uptake in Boys Exercising on Treadmill and Cycle Ergometers. In T Jurimae, N Armstrong, J Jurimae (Eds). *Children and Exercise XXIV*. Oxfordshire, Routledge, pp: 223 – 226.
- Martin JC & Malina RM (1998). Developmental Variations in Anaerobic Performance Associated with Age and Sex. In E. Van Praagh (ed.) *Pediatric Anaerobic Performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Martin R, Dore E, Twisk J, Van Praagh E (2004). Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 498-503.
- Matos N & Winsley R (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*. 6: 353 – 367.
- Matsudo S & Matsudo V (1994). Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. *American Journal of Human Biology*, 6(4), 451-455.
- McMillan K, Helgerud J, Grant SJ, Newel J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J (2005). Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 39: 432 – 436.

- McArdle WD, Katch FI, Katch VL (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. 4<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Metaxas T, Koutlianos N, Kouidi E, Deligiannis A (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Association*. Vol. 19 (1): 79-84.
- Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (4), 689-694.
- Montfort-Steiger V, Williams C, Armstrong N (2005). The reproducibility of an endurance performance test in adolescent cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 94: 618-625.
- Morais A (2007). Estudo multimétodo (Fels e TW3 RUS) de determinação da idade esquelética para testar o efeito do estudo maturacional no perfil somatomotor de Jovens futebolistas portugueses. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.
- Morris T (2000). Psychological characteristics and talent identification in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 715-726.
- Mortimer L, Condessa L, Rodrigues V, Coelho D, Soares D, Silami-Garcia E (2006). Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de futebol. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 6(2): 154 – 159.
- Mueller W & Martorell R (1988). Reliability and Accuracy of Measurement. In T. Lohman, A. Roche, & R. Martorell (Eds.). *Anthropometric Standardisation Reference Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Nourry C, Fabre C, Bart F, Grosbois JM, Berthoin S, Mucci P (2004). Evidence of exercise-induced arterial hypoxemia in prepubescent trained children. *Pediatric Research*. 55: 647 – 681.
- Pacheco R (2001). *O Ensino do Futebol de 7 – Um jogo de iniciação ao Futebol de 11*. Edição do Autor.

- Pate R & Shepard R (1989). Characteristics of physical fitness in youth. *In* C. Gisoffi, & D. Lamb (Eds.). *Perspectives in Exercise Sciences and Sports Medicine*. Indiana: Benchmark Press.
- Peña Reyes ME, Cardenas-Barahona E, Malina RM (1994). Growth, physique, and skeletal maturation of soccer players 7-17 years of age. *Humanbiologia Budapestinensis*, 5, 453-458.
- Peña Reyes ME, Malina RM (2001). Fels and Tanner-Whithouse skeletal ages of school children 7-13 years in Oaxaca, Mexico. *In* P. Dasgupta, & R. Hauspie (Eds.). *Perspectives in Human Growth, Development and Maturation*. Kluwer Academic Publishers.
- Peña Reyes ME & Malina RM (2004). Growth and Maturity Profile of Youth Swimmers in México. *In* M Coelho e Silva, R Malina (Eds). *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Pereira J & Alves FJ (1999). Perfil Energético e Economia de Nado. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade de Coimbra.
- Philippaerts R, Vaeyens R, Janssens M, Renterghem B, Matthys D, Craen M, Bourgois J, Vrijens J, Beunen G, Malina RM (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sport Sciences*, 24 (3): 221 – 230.
- Platt D, Maxwell A, Horn R, Williams R, Reilly T (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. *"Insight" - The F.A. Coaches Association Journal*, 3 (4): 23 - 24.
- Platonov VN & Bulatova MM (1998). Entrenamiento en Condiciones Extremas (Altura, Frio e Variaciones Horarias). *Col. Deporte & Entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo, pp: 165-171.
- Powers SK & Howley ET (1997). *Exercise Physiology*. Theory and Application to Fitness and Performance. 3<sup>th</sup> Edition. USA: Brown & Benchwark Publishers.
- Queiroz C (1983). Para uma teoria de ensino / Treino de futebol. *Revista Ludens*, vol.8, nº4 (25 – 44).
- Queiroz C (1986). *Estrutura e organização dos Exercícios de Treino em Futebol*. FPF

- Rama LM, Santos J, Gomes P, Alves F (2006). Determinant factors related to performance in young swimmers. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Vol. 6 (2) (Suppl): 246-249.
- Ramos F (2002). *Futebol – Da “Rua” à Competição*. Centro de Estudos e Formação Desportiva, Lisboa.
- Rebelo A & Soares J (1997). Endurance capacity of soccer players pre-season and during the playing season. In Reilly, T., Bangsbo, J. & Hughes, M. (Eds). *Science and Football III - Proceedings of the Third World Congress on Science and Football*. 106 - 111.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A (2000a). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 669 – 683
- Reilly T, Williams A, Nevill A, Franks A (2000b). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18: 695 – 702.
- Reilly T (2001). Assessment of performance in team games. In R. G. Eston, & T. Reilly (Eds.). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*. 2nd Edition. London: Routledge.
- Reilly T & Doran D (2003). Fitness assessment. In T. Reilly, & M. Williams (Eds). *Science and Soccer*. 2nd Edition. London: Routledge.
- Reilly T (2004). The physiological demands of soccer: implications for youth training. In Coelho e Silva M & Malina R (Eds.). *Children and Youth in Organized Sports*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Reilly T (2007). *The science of training – soccer. A scientific approach of developing strenght, speed and endurance*. Routlegde.
- Ribeiro L (2005). Estado de crescimento, Maturação Biológica Dada Pela Idade Óssea e Desempenho Aeróbio/Anaeróbio em Jovens Nadadores de Ambos os Sexos. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.

- Rilling JK, Worthman CM, Campbell BC, Stallings JF, Mbitzva M (1996). Ratios of plasma and salivary testosterone throughout puberty: production versus bioavailability. *Steroids*. 61: 6, 374 – 8.
- Roche A, Chumlea W, Thissen D (1988). Assessing the skeletal maturity of the hand wrist – FELS method. Springfield, Illinois: CC Thomas.
- Roche A & Sun S (2003). Human Growth – Assessment and Interpretation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ross D & Marfell-Jones (1991). Cineantropometria. In J MacDougall, H Wenger, H Green (eds.): *Evaluación Fisiológica del Deportista*. Editorial Paidotribo. Colección Fitness.
- Rowland T (1993). Does peak VO<sub>2</sub> reflect VO<sub>2</sub>máx in children – evidence from supramaximal testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 25: 689 – 693.
- Rowland T (2004). *Children's Exercise Physiology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign Illinois: Human Kinetics.
- Rowland T, Goff D, Martel L, Ferrone L (2000). Influence of cardiac functional capacity on gender differences in maximal oxygen uptake in children. *Chest*. 117: 629 – 635.
- Saltin B & Strange S (1992). Maximal oxygen uptake: old and new arguments for a cardiovascular limitation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 24: 30-37.
- Santos P & Soares J (2001). Capacidade aeróbia em futebolistas de elite em função da posição específica no jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1 (2): 7 – 12.
- Sargeant A (2000). Anaerobic performance. In N. Armstrong, & W. Van Mechelen (Eds). *Paediatric exercise science and medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Seabra A, Maia JA, Garganta R (2001). 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*, 1 (2): 22 – 35.
- Sherar LB, Mirwald RL, Baxter-Jones A, Thomis M (2005). Prediction of Adult Height Using Maturity-Based Cumulative Height Velocity Curves. *The Journal of Pediatrics*. Vol. 147: 508-514.

- Siegel SR, Peña Reyes ME, Barahona E, Malina RM (2004). Organized sport among urban Mexican youth . In Coelho e Silva M & Malina R (Eds.). *Children and Youth in Organized Sports*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Silva F, Fernandes L, Celani F (2001). Desporto de crianças e jovens – um estudo sobre as idades de iniciação. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, vol. 1, nº2 45 – 55.
- Soares J (2005). *O Treino do Futebolista: Resistência – Força – Velocidade. Volume 1*. Porto Editora.
- Soares J (2007). *O Treino do Futebolista: Lesões - Nutrição. Volume I1*. Porto Editora.
- Stafford I (2005). *Coaching for long – term athlete development: to improve participation and performance in sport*. Leeds: Sports Coach UK.
- Stratton G (2004). The physiological demands of junior football. *“Insight” - The F.A. Coaches Association Journal*, 3 (7).
- Stratton G, Reilly T, Williams M, Richardson D (2004). *Youth Soccer: From Science to Performance*. Routledge: Taylor & Francis Group.
- Stratton G & Williams CA (2008). Children and fitness testing. In EM Winter, AM Jones, RC Davison, PD Bromley, TH Mercer (Eds). *Sport and Exercise Physiology Testing*. The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide, BASES, pp: 321-333.
- Strøyer J, Hansen L, Hansen K (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (1), 168 – 74.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35 (6): 501 – 536.
- Sutton J (1992).  $VO_2$ max - new concepts on an old theme. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 24: 26-29.
- Svensson M & Drust B (2005). Testing soccer players. *Journal of Sport Sciences*. 23(6):601-618
- Tanner J (1962). *Growth at Adolescence*. Oxford. Blackwell Scientific.

- Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H (1975). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. New York: Academic Press.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H (1983). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. London: Academic Press.
- Tanner, J., Healy, M.J.R., Goldstein, H., Cameron, N. (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)*. 3<sup>rd</sup> Edition. London: Saunders.
- Tirosh E, Rosenbaum P, Bar-Or O (1990). A new muscle power test in neuromuscular disease: feasibility and reliability. *Am J Dis Child*.144: 1083 – 1087.
- Thomas C, Plowman S, Looney M (2002). Reliability and validity of the anaerobic speed test and the field anaerobic shuttle test for measuring anaerobic work capacity in soccer players. *Measurement in physical education and exercise science*, 6 (3): 187 – 205.
- Thomas A, Dawson B, Goodman C (2006). The Yo-Yo Test: Reliability and association with a 20-m shuttle run and  $VO_{2max}$ . *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1: 137-149.
- Tolfrey K, Barker A, Thom J, Morse C, Narici M, Batterhan A (2006). Scaling of maximal oxygen uptake by lower leg muscle volume in boys and man. *Journal of Applied Physiology*. 100: 1851 – 1856.
- Uth N (2005). Gender difference in the proportionality factor between the mass specific  $VO_{2max}$  and the ratio between HR(max) and HR(rest). *International Journal of Sports & Exercise*. Vol. 29 (8): 1090-1094.
- Vaeyens R, Malina R, Janssens M, Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, Philippaerts R (2006). A multidisciplinary model for youth soccer: The Ghent youth soccer project. *British Journal of Sports Medicine*, 40: 928 – 934.
- Valente dos Santos JA (2009). Potência aeróbia e parâmetros ecocardiográficos em jovens hoquistas masculinos – Efeitos do tamanho corporal, idade óssea e treino. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.
- Van Praagh E (1997). Developmental aspects of anaerobic function. In N. Armstrong, B. Kirby, & J. Welsman (Eds). *Children and Exercise XIX*. London: E & FN Spon.

- Van Praagh E & Franca NM (1998). Measuring maximal short-term power output during growth. E. Van Praagh (ed.) *Pediatric Anaerobic Performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Van Praagh E (2000). Development of anaerobic function during childhood and adolescence. *Paediatric Exercise Science*, 12: 150 – 173.
- Van Praagh E & Doré E (2002). Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine*. 32 (11): 701 – 728.
- Vanderford M, Meyers M, Skelly W, Stewart C, Hamilton K (2004). Physiological and sport-specific skill response of Olympic youth soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (2): 334 – 342.
- Vandewalle H, Pérès G, Monod H (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*. 4: 268 – 289.
- Verheijen R (1998). *Conditioning for soccer*. Reedswain Videos and Books, Leeuwarden.
- Vinet A, Mandigout W, Nottin W, N'Guyen LD, Lecoq AM, Courteix D, Obert P (2003). Influence of body composition, haemoglobin concentration, and cardiac size and function of gender differences in maximal oxygen uptake in prepubertal children. *Chest*. 124: 1494 – 1499.
- Walden SI & Yates JW (2000). Physical and performance traits of female soccer players of different competitive levels. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32.
- Welsman JR & Armstrong N (1999). Longitudinal changes in submaximal oxygen uptake in 11- to 13- year-olds. *Journal of Sport Sciences*. 18: 183 – 189.
- Welsman JR, Armstrong N, Kirby BJ, Winsley RJ, Parsons G, Sharpe P (1997). Exercise performance and magnetic resonance imaging-determined thigh muscle volume in children. *European Journal of Applied Physiology*, 76: 92 – 97.
- Welsman JR, Bywater K, Farr C, Welford D, Armstrong N (2005). Reliability of peak  $\text{VO}_2$  and maximal cardiac output assessed using thoracic bioimpedance in children. *European Journal of Applied Physiology*, 94: 228 – 234.

Winter EM & MacLaren DP (2001). Assessment of maximal-intensity exercise. R. Eston & T. Reilly (eds.). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data Volume 2*. 2<sup>nd</sup> edition. London: Routledge.

Wisløff U, Helgerud J, Hoff J (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 462 – 467.

Yoon BK, Kravitz L, Robergs R (2007). VO<sub>2</sub>max, Protocol Duration, and the VO<sub>2</sub> Plateau. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 39 (7): 1186-1192.

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO I**

---

*Termo de Consentimento e Participação Voluntária no Estudo*

## Termo de Consentimento

A *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra* está empenhada na investigação no âmbito do Futebol. O estudo em que está a ser convidado a participar foi desenhado para examinar a aptidão aeróbia no período pré-pubertário com uma atenção especial dedicada à variação associada à maturação, estudada por mais do que uma metodologia, considerando ainda parâmetros de participação desportiva.

Serão efectuadas medições antropométricas (estatura, peso e pregas de gordura subcutâneas) e realizadas provas de aptidão física para a determinação do consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2</sub>máx). A supervisão dos testes será sempre assegurada por um técnico qualificado.

Assim, o atleta \_\_\_\_\_, bem como o seu responsável legal \_\_\_\_\_, foram informados dos procedimentos experimentais e perceberam que o primeiro iria ser avaliado quanto à morfologia externa. Será também avaliado o desempenho e aptidão aeróbia através de métodos seguros aplicados por técnicos qualificados. No âmbito do registo multimétodo dos testes, serão captadas imagens para uso restrito onde a confidencialidade das mesmas estará sempre assegurada.

Dado o entendimento das implicações do estudo, permitindo assim a utilização dos resultados para fins científicos e pedagógicos e concordância com uma participação voluntária, susceptível de ser interrompida em qualquer altura:

Eu (atleta) \_\_\_\_\_, concordo em participar nas sessões acima descritas, e eu (responsável legal pelo atleta) \_\_\_\_\_, autorizo a sua participação, utilização dos resultados e utilização do registo de imagem com uso restrito confinado às instituições envolvidas.

Coimbra \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do Atleta

Assinatura Responsável Legal

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **ANEXO II**

---

*Ficha Individual de Caracterização do Jovem Futebolista*

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Projecto - Estudo do Jovem Futebolista

DADOS PESSOAIS			
Nome	_____	Nord	_____
Data de Nascimento	_____	Data de observação	_____
Idade cronológica	_____ anos	Época	_____
Sexo	_____	Clube	_____

EXPERIÊNCIA DESPORTIVA			
Anos de prática no futebol	_____	Idade de início da prática de Futebol	_____
Nível desportivo	_____	Treino específico	_____
Nº de sessões de treino por semana	_____	Tempo médio por semana	_____
Tempo médio de treino	_____	Prática de outras modalidades	_____
Nº (médio) de jogos por ano	_____	Quanto tempo ?	_____

ANTROPOMETRIA					
Estatura	_____	cm	Perímetro supra-patelar	_____	cm
Altura sentado	_____	cm	Perímetro joelho	_____	cm
Massa corporal	_____	kg	Perímetro subpatelar	_____	cm
Envergadura	_____	cm	Perímetro geminal	_____	cm
Diâmetro biacromial	_____	cm	Perímetro tornozelo	_____	cm
Diâmetro bicristal	_____	cm	Prega crural anterior	_____	mm
Diâmetro bicôndilo-umeral	_____	cm	Prega crural posterior	_____	mm
Diâmetro bicôndilo-femoral	_____	cm	Prega geminal lateral	_____	mm
Perímetro braq. máx.	_____	cm	Prega geminal medial	_____	mm
Prega tricipital	_____	mm	Comp. proximal coxa	_____	cm
Prega bicipital	_____	mm	Comp. distal coxa	_____	cm
Prega subescapular	_____	mm	Comp. proximal joelho	_____	cm
Prega suprailíaca	_____	mm	Comp. distal joelho	_____	cm
Prega abdominal	_____	mm	Comp. proximal perna	_____	cm
Perímetro subglúteo	_____	cm	Comp. distal perna	_____	cm
Perímetro coxa	_____	cm			

POTÊNCIA AERÓBIA					
<i>Treadmill</i>	FCFinal	_____	PACER	Nível	_____
	QR	_____		Percurso	_____
	Distância	_____		Distância	_____
	Pico VO2 rel	_____	Yo-Yo	Nível	_____
	Pico VO2 abs.	_____		Percurso	_____
				Distância	_____

MATURAÇÃO					
Estatura do pai	_____	cm	<i>Maturity offset</i>	_____	anos
Estatura da mãe	_____	cm	Estatura Madura Predita	_____	cm
Estatura média parental	_____	cm	( <i>Khamis &amp; Roche</i> )		
Pilosidade púbica (exame perito)	_____		% Estatura matura predita	_____	%
Pilosidade púbica (auto-percepcionada)	_____		Idade Óssea (FELS)	_____	anos
			Erro Padrão	_____	







Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA