



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

**POTÊNCIA AERÓBIA E PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS EM  
JOVENS HOQUISTAS MASCULINOS**

**Efeitos do tamanho corporal, idade óssea e treino**

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

**JOÃO ALBERTO VALENTE DOS SANTOS**

---

**Abril de 2009**

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

**POTÊNCIA AERÓBIA E PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS EM  
JOVENS HOQUISTAS MASCULINOS**

**Efeitos do tamanho corporal, idade óssea e treino**

Monografia 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, na especialidade de Treino Desportivo.

**Orientador:** Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva

**Co-orientador:** Mestre Vasco Vaz

**JOÃO ALBERTO VALENTE DOS SANTOS**  
**Abril de 2009**

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento, reconhecimento, simplicidade, verdade, são os princípios de base que seguidos por uma necessidade e quase obrigação, orientam a dedicação deste trecho a todos aqueles que de uma forma ou de outra, influenciaram no desenvolvimento de mais esta etapa académica.

Ao **Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva**, pela constante idoneidade para orientar, problematizar e apoiar para além do devido, quer na construção deste trabalho, quer no meu percurso académico, mas sobretudo pela capacidade única de me transmitir e inculcar uma vontade permanente de superação própria. Obrigado!

Ao **Mestre Vasco Vaz**, pelo apoio ao longo destes anos académicos, mais ainda pelo sentido de amizade exemplar e integral, servindo-me como modelo enquanto pessoa e como profissional. Obrigado!

Ao **Mestre Amândio Cupido Santos**, por me inculcar permanentemente comportamentos guiados pela verdade e seriedade, pelo apoio na recolha de dados e pela transmissão prática de conhecimentos. Obrigado!

Ao **Dr. Joaquim Castanheira**, pelo acompanhamento e solidariedade demonstrada ao longo deste trabalho, bem como pela preciosa ajuda na recolha e interpretação de dados. Obrigado!

Ao **Professor Doutor António Figueiredo**, pela partilha de conhecimento, disponibilidade para o auxílio na recolha de dados e incentivo. Obrigado!

Ao **Mestre Luís Rama**, por me auxiliar repetidas vezes e por ser mais um elemento de referência a marcar a minha construção pessoal e profissional. Obrigado!

Ao **Professor Doutor João Páscoa Pinheiro, Professor Doutor Carlos Fontes Ribeiro e Professora Doutora Marije Elferink-Gemser**, pelo amadurecimento conceptual, instrumental e operacional do estudo. Obrigado!

À **Federação de Patinagem de Portugal**, pela autorização concedida para que seus atletas integrassem o estudo e pelo apoio logístico incondicional.

Aos **atletas** da *Associação Académica de Coimbra, Associação Cultural e Recreativa de Gulpilhares, Associação Desportiva Sanjoanense, Associação Recreativa Gualdim Pais, Clube Desportivo Alenquer e Benfica, Clube Desportivo de Paço de Arcos, Futebol Clube de Alverca,*

*Futebol Clube de Oliveira do Hospital, Futebol Clube do Porto, Hóquei Clube da Mealhada, Hóquei Clube de Sintra, Óquei Clube de Barcelos, Sporting Clube Marinhense, Sport Lisboa e Benfica e União Desportiva Oliveirense*, bem como os respectivos **técnicos** e **corpo directivo**, pelo seu contributo inextinguível na recolha de dados.

A todos os **amigos** e **colegas** que se encontram privados da minha presença durante todo o meu percurso académico e que, de uma forma ou de outra, me proporcionaram o auxílio necessário para uma constante motivação e auto-satisfação.

Aos meus **irmãos** apelidados de vulgos “manos”, onde a única grandeza de ordem que os distingue é a alfabética, tanto na hora de me apoiar, como na hora de os amar. Carocha, China, Faria, Gago, Marcelino, Renato, Rui, Teca...

Aos meus **Pais, irmã** e **irmão**, pelo suporte educativo, por uma partilha de valores humanos baseados na humildade e luta diária pela continuidade. Acreditem que a nossa pobreza se revelou a maior riqueza que poderia ambicionar.

Por fim, à **Salette**, o reconhecimento pelos sacrifícios intermináveis em função da distância, dos treinos, dos jogos, dos projectos, dos compromissos forçados e tantos outros trabalhos que levam a uma ausência incontornável. A tua alegria de vida mudou a minha por inteiro. Para ti:

...

Por mais que a vida nos agarre assim  
Nos dê em troca do que nos roubou  
Às vezes fogo e mar, loucura e chão  
Às vezes só a cinza do que sobrou

Eu sei que ainda somos muito mais  
Se nos olharmos tão fundo de frente  
Se a minha vida for por onde vais  
A encher de luz os meus lugares ausentes

É que eu quero-te tanto  
Não saberia não te ter  
É que eu quero-te tanto  
É sempre mais do que eu sei te dizer  
Mil vezes mais do que eu te sei dizer

...

Mafalda Veiga, *Imortais* (2008)

## RESUMO

**Objectivo:** Examinar o efeito da morfologia externa, de parâmetros ecocardiográficos, da maturação estudada por mais do que uma metodologia e da quantidade de prática, na aptidão e desempenho aeróbio de jovens hoquistas masculinos.

**Metodologia:** Foram observados 63 atletas de hóquei em patins (32 de elite e 31 de nível local) com 14-16 anos de idade. Consideraram-se variáveis morfológicas (massa corporal, estatura, altura sentado, pregas de gordura subcutânea e informação somática necessária à determinação do somatótipo), variáveis ecocardiográficas (parâmetros de dimensão da estrutura cardíaca para determinar a massa do ventrículo esquerdo e a espessura parietal relativa), maturação (estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica avaliados pericialmente, *maturity offset*, percentagem de estatura matura predita e idade esquelética utilizando o método de *Fels*), quantidade de prática anual (minutos de treino e jogo) e experiência desportiva (número de anos de prática federada da modalidade). Na avaliação do desempenho aeróbio foi utilizado o *PACER* e 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. Foi testado efeito da maturação sexual através da ANOVA e ANCOVA controlando para o efeito espúrio da idade cronológica. Adicionalmente, utilizou-se a ANOVA para verificar o efeito da maturação esquelética como fonte significativa de variação morfológica, de preparação desportiva e das medidas marcadoras do traço aeróbio. Foi usada a análise da função discriminante para encontrar um conjunto restrito de variáveis capazes de reclassificar os hoquistas nos grupos iniciais. Utilizou-se a análise da regressão linear múltipla (técnica *backward*) para identificar as variáveis correlatas capazes de explicar a variância dos resultados em cada uma das medidas do traço aeróbio. O nível de significância foi mantido em 5%.

**Resultados:** A totalidade da amostra posiciona-se nos estádios PH4 e PH5. A análise da variância, efectuada para as categorias, que compreende o estatuto maturacional (atrasado, normomature e avançado) dado pela diferença entre a idade esquelética e a idade cronológica, classifica mais sujeitos maturacionalmente avançados (32%) do que normomatureos (30%) ou atrasados maturacionalmente (14%), apontando diferenças estatisticamente significativas para a massa corporal ( $p<0.05$ ), índice cômico ( $p<0.05$ ) e potência aeróbia absoluta ( $p<0.01$ ), que ocorrem num gradiente de avançado>normomatureo>atrasado. Os hoquistas de elite possuem mais anos de prática desportiva ( $p<0.01$ ), mais minutos de jogo ( $p<0.05$ ), atingiram o PVC em estatura mais cedo ( $p<0.05$ ), são mais altos (altura sentado,  $p<0.05$ ), com menos gordura subcutânea ( $p<0.05$ ), com um maior diâmetro da raiz da aorta ( $p<0.01$ ), com uma maior capacidade de desempenho aeróbio ( $p<0.01$ ) mas com menor aptidão aeróbia ( $p<0.01$ ), que os seus pares de nível local. A função discriminante utilizada identificou os anos de prática desportiva, seguidos da potência aeróbia relativa à massa corporal e *endurance* aeróbia, como os marcadores que melhor distinguem os atletas de elite dos de nível local. A função discriminante reclassifica correctamente 87% da amostra. O rácio idade esquelética/idade cronológica (IE/IC), a superfície corporal e o índice de massa ventricular esquerda, explicam 52% da variância da potência aeróbia absoluta. A adiposidade, o rácio IE/IC, a superfície corporal e os anos de prática, explicam 30% da variância da potência aeróbia relativa à massa corporal. A adiposidade, a maturação sexual e a percentagem de estatura matura predita, explicam 37% da variância na *endurance* aeróbia.

**Conclusões:** Os hoquistas de elite distinguem-se dos seus pares de nível local no estado de crescimento, estrutura cardíaca, maturação, preparação desportiva e traço aeróbio. O processo de selecção desportiva parece privilegiar o tamanho corporal e atletas avançados maturacionalmente. A morfologia externa, as dimensões cardíacas, a experiência desportiva e o estado de maturação, influenciam o traço aeróbio. A maturação e a adiposidade são as variáveis que mais contribuem para o desempenho aeróbio. A maturação, superfície corporal, estrutura ventricular esquerda e a experiência desportiva, as variáveis que mais contribuem para a aptidão aeróbia.

## ABSTRACT

**Aim:** To examine the effect of morphology, echocardiographic parameters, maturity assessed using more than a methodology and quantity of practice, in the aerobic performance and aerobic fitness of young hockey players.

**Methodology:** The sample included 63 male roller-skate hockey players (32 of elite and 31 of local level) with 14-16 years of age. Morphological variables (weight, height, sitting height, subcutaneous skinfolds and somatic information necessary to determine the somatotype), echocardiographic variables (cardiac dimension structure parameters to determine the left ventricular mass and relative end-diastolic wall thickness), maturity (stage of pubic hair assessed at clinical examination, 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). The PACER was used in the evaluation of aerobic performance and the determination of the aerobic power was obtained through a direct, maximal and progressive treadmill exercise test. Data analysis considered descriptive statistic. ANOVA was used to test the effect of the sexual maturity, completed by ANCOVA's controlling for the spurious effect of the chronological age. Additionally, the ANOVA was used to check the effect of the skeletal maturity as significant cause of morphological, sportive preparation and aerobic measures variation. The discriminant function analysis was used to find a limited set of variables, able to re-classify the hockey players in the original groups. Multiple regressions (backward method) were used to identify the correlate variables able to explain the variation of the results in each one of the aerobic measures. The level of significance was maintained in 5%.

**Results:** All subjects are in stage 4 and 5 of pubic hair. The analysis of variance, effectuated for the categories, that includes the biological maturity status (delayed, on time and early) given by the difference between the skeletal age and the chronological age, classifies more subjects early mature (32%) than on time (30%) or late mature (14%), pointing to statistically significant differences for the body mass ( $p<0.05$ ), sit to height index ( $p<0.05$ ) and absolute aerobic power ( $p<0.01$ ), what take place in a gradient of early>on time>late. The elite hockey players have more years of sportive practice ( $p<0.01$ ), more minutes of game ( $p<0.05$ ), they reached the PHV in stature more early ( $p<0.05$ ), they are taller (sitting height,  $p<0.05$ ), with less subcutaneous fat ( $p<0.05$ ), with a larger diameter of the aortic root ( $p<0.01$ ), with a bigger aerobic performance capacity ( $p<0.01$ ) but with less aerobic fitness ( $p<0.01$ ), than their peers of local level. The discriminating function used, identified the years of sportive practice, followed from the aerobic power relative to body mass and aerobic endurance, as the best markers to distinguish the athletes of elite from the ones of local level. The discriminating function re-classifies correctly 87% of the sample. The ratio skeletal age/chronological age (SA/CA), the body surface area and the left ventricular mass index, explain 52% of the variation of the absolute aerobic power. The adiposity, the ratio SA/CA, the body surface area and the years of practice, explain 30% of the variation of the aerobic power relative to body mass. The adiposity, sexual maturity and the percentage of predicted mature height, explain 37% of the variation in the aerobic endurance.

**Conclusions:** The elite hockey players stand out of their peers of local level in the state of growth, cardiac structure, maturity status, sportive preparation and aerobic measures. It seems that the process of sportive selection benefits body size and advanced athletes in maturity status. Morphology, cardiac dimensions, maturity status and sportive experience affect the aerobic measures. The maturity and the adiposity are the most contributive variables to the aerobic performance. The maturity, body surface area, left ventricular structure and the sportive experience are the most contributive variables to the aerobic fitness.

## ÍNDICE GERAL

LISTA DE TABELAS.....	ix
ABREVIATURAS.....	xii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1. Crescimento e maturação.....	5
Comentário	
2.2. Morfologia externa.....	5
2.2.1. Variação da estatura e massa corporal.....	6
2.2.2. Variação da adiposidade e composição corporal.....	6
2.2.3. Variação do somatótipo.....	7
2.3. Morfologia interna.....	7
2.3.1. Alterações morfo-funcionais do coração.....	7
2.3.2. Parâmetros directos e indirectos de dimensão da estrutura cardíaca.....	8
2.3.3. Métodos, evidências e limitações.....	9
Modo-M.	
Comentário	
2.4. Indicadores maturacionais.....	10
2.4.1. Maturação sexual.....	10
Caracteres sexuais secundários e estádios de desenvolvimento.	
2.4.2. Maturação somática.....	11
Idade no pico de velocidade de crescimento. <i>Maturity offset</i> . Percentagem da estatura matura (adulto) predita.	
2.4.3. Maturação esquelética.....	13
Estruturas ósseas utilizadas. Métodos, evidências e limitações: <i>Método Tanner-Whitehouse</i> . <i>Método Fels</i> . Método TW3 ou método Fels: Resultados de estudos multi-método.	
Comentário	
2.5. Parâmetros aeróbios.....	17
2.5.1. Desempenho aeróbio.....	17
2.5.2. Aptidão aeróbia.....	18
Tamanho corporal, maturação e potência aeróbia. Determinação do	

consumo máximo de oxigénio. Testes ergométricos e protocolos. Consumo máximo de oxigénio ou pico de consumo de oxigénio?

Comentário

**2.6. Morfologia, maturação e parâmetros aeróbios de jovens atletas e não-atletas..... 23**

Morfologia externa. Estudos ecocardiográficos. Indicadores maturacionais.

Parâmetros aeróbios.

Comentário

**CAPÍTULO III – METODOLOGIA..... 29**

**3.1. Amostra..... 29**

**3.2. Variáveis e administração dos testes..... 29**

**3.2.1. Antropometria de superfície e medidas antropométricas compostas..... 29**

**3.2.2. Antropometria de não superfície..... 30**

**3.2.3. Maturação biológica..... 31**

Maturação sexual avaliada por um perito. Maturação somática: *Maturity offset*, *Porcentagem da estatura matura predita*. Maturação esquelética: *Procedimentos radiológicos para a obtenção da idade óssea; Idade óssea determinada pelo método Fels; Classificação dos sujeitos*.

**3.2.4. Parâmetros aeróbios..... 33**

Desempenho aeróbio: *Determinação do erro técnico de medida e do coeficiente de fiabilidade*. Potência aeróbia: *Laboratório; Equipamento; Preparação do equipamento; Protocolo*.

**3.2.5. Parâmetros de preparação desportiva..... 37**

**3.3. Procedimentos..... 38**

**3.4. Tratamento estatístico..... 39**

**CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS..... 41**

**4.1. Estudo descritivo para a totalidade da amostra..... 41**

**4.2. Estudo da variação associada à maturação sexual..... 43**

**4.3. Estudo da variação associada à maturação esquelética..... 45**

**4.4. Estudo comparativo entre os subgrupos da amostra..... 46**

**4.5. Análise discriminativa entre os atletas de elite e local..... 49**

**4.6. Estudo de um modelo preditivo para as medidas aeróbias..... 51**



<b>CAPÍTULO V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	53
<b>5.1. Estado de crescimento dos jovens hoquistas</b> .....	53
Comparaçãõ com a populaçãõ geral. Comparaçãõ com outras modalidades. Comparaçãõ com jovens hoquistas.	
<b>5.2. Estudo ecocardiogrãfico</b> .....	55
Comparaçãõ com a populaçãõ geral. Comparaçãõ com outras modalidades.	
<b>5.3. Maturaçãõ biolõgica</b> .....	58
<b>5.3.1. Maturaçãõ sexual</b> .....	58
Comparaçãõ com a populaçãõ geral. Comparaçãõ com outras modalidades. Comparaçãõ com jovens hoquistas.	
<b>5.3.2. Maturaçãõ somãtica</b> .....	60
Comparaçãõ com a populaçãõ geral. Comparaçãõ com outras modalidades.	
<b>5.3.3. Maturaçãõ esquelãtica</b> .....	61
Comparaçãõ com outras modalidades. Cruzamento dos indicadores de maturaçãõ biolõgica.	
<b>5.4. Parãmetros aerõbios</b> .....	62
<b>5.4.1. Anãlise dos <i>outputs</i> de desempenho aerõbio</b> .....	62
<b>5.4.2. Anãlise dos <i>outputs</i> de aptidãõ aerõbia</b> .....	63
<b>5.5. Efeito do estatuto maturacional sobre o perfil morfolõgico e traço aerõbio</b> .....	64
<b>5.6. Indicadores preditores da selecçãõ desportiva</b> .....	66
<b>5.7. Variãveis preditoras do traço aerõbio</b> .....	67
<b>CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES</b> .....	69
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	93

**ANEXO 1:** Termo de Consentimento e Participaçãõ Voluntãria no Estudo

**ANEXO 2:** Variáveis Antropométricas (Antropometria de Superfície e Medidas Antropométricas Compostas)

**ANEXO 3:** Maturação sexual (Cinco estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica)

**ANEXO 4:** Ficha Individual de Caracterização do Jovem Hoquista

**ANEXO 5:** Estudo Preliminar (Abstract 14th ECSS Congress 24-27 June 2009 Oslo/Norway)

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Valores médios encontrados para a estatura, massa corporal e somatótipo (endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) em alguns estudos com jovens atletas (rapazes).....	24
<b>Tabela 2.</b>	Valores médios de parâmetros ecocardiográficos de determinação directa e indirecta, encontrados em jovens atletas e não-atletas.....	25
<b>Tabela 3.</b>	Distribuição de jovens atletas e não-atletas (rapazes), segundo os estádios de maturação dada pelo desenvolvimento e maturação da pilosidade púbica.....	26
<b>Tabela 4.</b>	Distribuição de jovens atletas (rapazes) de vários grupos etários pelas diferentes categorias maturacionais, resultantes da determinação da idade óssea pelo método de Fels.....	27
<b>Tabela 5.</b>	Valores médios encontrados em jovens atletas e não-atletas (rapazes), para o desempenho aeróbio ( <i>PACER</i> -distância), potência aeróbia absoluta ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ) e relativa à massa corporal ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).....	27
<b>Tabela 6.</b>	Determinação do erro técnico de medida ( $S_e$ ) e do coeficiente de fiabilidade ( $R$ ) ( $n=25$ ).....	35
<b>Tabela 7.</b>	Protocolo do teste máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva...	37
<b>Tabela 8.</b>	Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva.....	41
<b>Tabela 9.</b>	Distribuição dos hoquistas por estatuto maturacional (dada pela diferença entre idade óssea e idade cronológica) e distribuição dos estádios de pilosidade púbica por estatuto maturacional.....	41
<b>Tabela 10.</b>	Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa e interna, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.....	42
<b>Tabela 11.</b>	Estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise da variância (ANOVA) para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.....	43

<b>Tabela 12.</b> Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.....	44
<b>Tabela 13.</b> Média ajustada, erro padrão e análise multivariada da covariância (MANCOVA), para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, em cada uma das componentes do somatótipo usando a idade cronológica média da amostra total como covariável.....	45
<b>Tabela 14.</b> Estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise da variância (ANOVA) para testar o efeito do estatuto maturacional, dado pela discrepância entre a idade esquelética e a idade cronológica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva, indicadores de desempenho e aptidão aeróbia e maturação somática.....	46
<b>Tabela 15.</b> Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva na dimensão corporal.....	47
<b>Tabela 16.</b> Média ajustada, erro padrão e análise multivariada da covariância (MANCOVA), para testar o efeito do nível de prática desportiva em cada uma das componentes do somatótipo usando a idade cronológica média da amostra total como covariável.....	47
<b>Tabela 17.</b> Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva nos indicadores de maturação biológica.....	48
<b>Tabela 18.</b> Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva nos parâmetros de preparação desportiva.....	48
<b>Tabela 19.</b> Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva no desempenho e aptidão aeróbia.....	49

<b>Tabela 20.</b> Hierarquização dos coeficientes canónicos estruturais da função discriminante.....	50
<b>Tabela 21.</b> Reclassificação dos atletas nos subgrupos de origem a partir da função discriminante.....	50
<b>Tabela 22.</b> Preditores significativos dos desempenhos nas provas de avaliação da potência e <i>endurance</i> aeróbia e os valores de $R^2$ e $R^2$ ajustado, em jovens hoquistas, com base na análise de regressões lineares múltiplas (modelo <i>backward stepwise</i> ).....	51
<b>Tabela 23.</b> Média da estatura e da massa corporal e sua posição perante o quadro de referência dado pelo CDCP (2000).....	53
<b>Tabela 24.</b> Número de casos nos grupos normoponderal, sobrepeso e obeso (definidos pelos critérios de Cole <i>et al.</i> , 2000) para os hoquistas de elite e local.....	54
<b>Tabela 25.</b> Número de elementos dos dois níveis de prática desportiva por intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).....	54
<b>Tabela 26.</b> Número de casos distribuídos por critérios directos e indirectos de classificação de hipertrofia da estrutura ventricular e de perfil parietal relativo (Basavarajaiah <i>et al.</i> , 2007; Koren <i>et al.</i> , 1991; Madeira <i>et al.</i> , 2008), para os hoquistas de elite e local.....	57
<b>Tabela 27.</b> Número de elementos distribuídos pelos estádios de pilosidade púbica nos intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).....	59
<b>Tabela 28.</b> Distribuição dos hoquistas por estatuto maturacional (dada pela diferença entre idade óssea e idade cronológica) e distribuição dos estádios de pilosidade púbica por estatuto maturacional.....	62

## ABREVIATURAS

2D	Modo bidimensional
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AEd	Diâmetro do átrio esquerdo
ANCOVA	Análise da covariância
ANOVA	Análise da variância
bpm	Batimentos por minuto
CDCP	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
Ecto	Ectomorfismo
Endo	Endomorfismo
EPR	Espessura parietal relativa
FC	Frequência cardíaca
FPP	Federação de Patinagem de Portugal
HP	Hóquei em Patins
IE/IC	Rácio entre idade esquelética e a idade cronológica
IMC	Índice de massa corporal
IMVE	Massa ventricular esquerda corrigida para a superfície corporal
MANCOVA	Extensão multivariada da análise da covariância
Meso	Mesomorfismo
MHz	<i>Megahertz</i>
MVE	Massa do ventrículo esquerdo
PACER	<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
PPVEd	Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole
PVC	Pico de velocidade de crescimento
QR	Quociente respiratório
Rod	Diâmetro da raiz da aorta
RUS	<i>Radius, Ulna e Short bones</i>
SAE	Sociedade Americana de Ecocardiografia
SC	Superfície corporal
Sld	Espessura do septo interventricular em diástole
SPSS	<i>Statistical Program for Social Sciences</i>

TOYA	<i>Training of Young Athletes Study</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
VE	Ventrículo esquerdo
VE <sub>d</sub>	Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo
VE <sub>s</sub>	Diâmetro telessistólico do ventrículo esquerdo
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigénio
VO <sub>2máx</sub>	Consumo máximo de oxigénio





# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

---

O desporto é provavelmente uma das principais formas de actividade física na sociedade contemporânea, tanto no que se refere ao aumento do número de praticantes (Instituto do Desporto de Portugal, 2005), como à importância que a prática desportiva possui no dispêndio energético diário. Katzmarzyk & Malina (1998) estimaram em 370-552 Kcal/dia, o valor de prática desportiva organizada em jovens canadianos dos 12 aos 14 anos de idade, apresentando gastos calóricos diários estimados entre 2062 e 2135 Kcal/dia.

No âmbito do desporto organizado, assiste-se a um aumento da procura de atletas com maior potencial de corresponder com sucesso a programas de treino desportivo exigentes e orientados para o alto rendimento, como bem demonstra a proliferação de centros de treino na generalidade das principais federações portuguesas.

No domínio do treino desportivo para crianças e jovens, existe uma linha de estudos dedicada à descrição do perfil dos atletas por modalidade, nível desportivo, sexo e idade, como por exemplo o *Training of Young Athletes Study*, conhecido como TOYA (Baxter-Jones, Helms, Maffulli & Preece, 1995). Ainda recentemente, com base nos dados gerados pelo TOYA, Erlandson, Sherar, Mirwald, Maffulli & Baxter-Jones (2008), descreveram o estado de crescimento e maturação de atletas adolescentes femininas do ténis, natação e ginástica.

Outra linha de trabalhos, dedica-se à comparação dos atletas por nível competitivo, complementando as análises com a identificação dos traços que melhor discriminam os grupos de elite e não elite. São exemplo destes estudos o trabalho de Elferink-Gemser, Visscher, Lemmink & Mulder (2004), comparando jovens holandeses do Hóquei em Campo de elite e de nível local, em variáveis antropométricas, fisiológicas, técnicas, táticas e psicológicas. O estudo realizado por Vaeyens, Malina, Janssens, Van Renterghem, Bourgois, Vrijens & Philippaerts (2006), descreve o processo de selecção desportiva em jovens futebolistas belgas, nos escalões de sub-13, sub-14, sub-15 e sub-16, tendo por base medidas antropométricas, funcionais e habilidades motoras específicas.

Seguindo uma linha de estudos dedicada à análise do efeito independente e combinado da idade, maturação e treino, sobre capacidades físicas e habilidades motoras, Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro & Aroso (2004b), descrevem a variação associada à maturação sexual num conjunto de provas funcionais de terreno (impulsão vertical, velocidade em 30 metros, *endurance* aeróbia), com base numa amostra de 69 futebolistas portugueses de 13 a 15 anos de idade.

O mesmo grupo de autores, com base na mesma amostra, produz um segundo artigo (Malina, Cumming, Kontos, Eisenmann, Ribeiro & Aroso, 2005), tendo como variáveis dependentes as habilidades motoras específicas do futebol. Recentemente, Figueiredo, Gonçalves, Coelho e Silva & Malina (2009), compararam jogadores com diferentes estatutos maturacionais dados pela idade óssea, num conjunto vasto de variáveis dependentes, compreendendo o tamanho corporal, características físicas e habilidades motoras.

A maioria dos jogos desportivos colectivos possui estruturas de rendimento que combinam episódios curtos e intensos, espaçados num longo período de tempo. Tratam-se portanto de esforços suportados pelas vias aeróbia e anaeróbia de forma imprevisível e irrepetível. O reconhecimento desta complexidade na estrutura do rendimento, motivou pesquisas com avaliação multi-método de provas candidatas a avaliarem a aptidão das vias metabólicas, combinando protocolos laboratoriais com patamares de carga progressiva, com variantes contínuas e intermitentes (Armstrong & Welsman, 2001; Armstrong, Welsman & Kirby, 1998; Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio & Manzi, 2008; Dencker, Thorsson, Karlsson, Lindén, Wollmer & Andersen, 2008; Foster, Kuffel, Bradley, Battista, Wright, Porcari, Lucia & deKoning, 2007; Thomas, Dawson & Goodman, 2006; Welsman & Armstrong, 1996; Yoon, Kravitz & Robergs, 2007).

Os trabalhos anteriormente citados, ora procuram identificar a prova de terreno com maior intensidade de associação a uma prova laboratorial de validade reconhecida, ora procuram demonstrar que um dado protocolo possui maior poder discriminativo para classificar atletas por nível de prática.

Entre os estudos que consideram abordagens multidimensionais do jovem atleta, procuram-se relações de interdependência entre o tamanho corporal, composição, maturação, volume de treino e variáveis de desempenho. Coelho e Silva, Figueiredo, Carvalho & Malina (2008) descrevem o efeito de maturação sexual e tamanho corporal sobre várias capacidades funcionais, incluindo uma prova de corrida de patamares progressivos sem intermitência, tendo como base uma amostra de basquetebolistas de 14 e 15 anos. Complementarmente, Figueiredo *et al.* (2009) recorreu à prova intermitente de percursos de 20 metros com velocidade progressiva.

Os dados de Figueiredo *et al.* (2009), no estudo com futebolistas, apontaram um efeito significativo da maturação esquelética aos 11-12 anos, tendo sido observados melhores desempenhos entre os futebolistas maturacionalmente atrasados. No mesmo estudo e no grupo mais velho, de 13 e 14 anos, a maturação não produziu qualquer efeito significativo sobre a prova intermitente de *endurance* aeróbia. Entre os basquetebolistas (Coelho e Silva *et al.*, 2008) a maturação sexual não produziu qualquer efeito significativo nem aos 14 anos, nem

aos 15 anos, sobre a prova contínua de percursos de 20 metros em ritmo progressivo, conhecida como *PACER*.

Entre as capacidades funcionais estudadas em trabalhos precedentes, são mais aqueles que recorrem à maturação sexual (Armstrong & Welsman, 2001; Armstrong *et al.*, 1998; Coelho e Silva, Figueiredo & Malina, 2003) do que à maturação esquelética. Por outro lado, o traço aeróbio tende sobretudo a ser estudado através de provas não laboratoriais (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Coelho e Silva *et al.*, 2008; Figueiredo *et al.*, 2009). Pode mesmo dizer-se que no domínio do treino desportivo com crianças e jovens são escassos os estudos dedicados à potência aeróbia avaliada por ergometria e com recurso a um oxímetro. Entre os autores mais citados em populações pediátricas, Welsman & Armstrong (1996), Armstrong & Welsman (2001) e Armstrong *et al.* (1998), reportam amostras não desportivas.

O presente estudo foi desenhado para examinar a aptidão e o desempenho aeróbio durante a adolescência, sendo dedicada especial atenção à variação associada à maturação, estudada por mais do que uma metodologia. Foram considerandos, ainda, parâmetros ecocardiográficos e indicadores de treino desportivo. A pesquisa considera os seguintes sub-problemas, cada um gerado de uma análise específica, a saber:

1. Determinação da variação da morfologia e das medidas aeróbias e ecocardiográficas, associada à maturação esquelética, mais propriamente ao estatuto maturacional gerado pela discrepância entre as idades cronológica e óssea;
2. Comparação entre jogadores de nível local e de nível nacional, para a generalidade das medidas morfológicas (externas e orgânicas) e aeróbias;
3. O estudo anterior será complementado com a utilização de uma análise discriminante dos caracteres susceptíveis de explicar o processo de selecção desportiva;
4. Usar as variáveis funcionais como dependentes, para procurar um conjunto económico de preditores morfológicos e maturacionais.



## CAPÍTULO II

### REVISÃO DA LITERATURA

---

#### 2.1. Crescimento e maturação

Para Malina, Bourchard & Bar-Or (2004a), o crescimento é um incremento do tamanho do corpo como um todo ou parte específicas. Diferentes partes do corpo crescem em momentos e a ritmos distintos implicando alterações ao nível da proporcionalidade, composição e forma. Por sua vez, maturação distingue-se de crescimento, uma vez que todos os sujeitos atingem o mesmo estado final (o estado maturo) (Beunen & Malina, 1988; Claessens, Beunen & Malina, 2000). Malina, Chamorro, Serratos & Morate (2007a) definem maturação como o momento e a cadência de um processo que leva ao estado biologicamente maturo. Este é um processo individualizado, pois como referem Malina *et al.* (2004a), os indivíduos diferem consideravelmente nas suas taxas de maturação.

A regulação destes dois processos é complexa, visto que estão envolvidos muitos factores que interagem entre si desde o momento da concepção até ao alcance da maturidade biológica (Malina *et al.*, 2004a; Stratton, Rely, Williams & Richardson, 2004).

#### Comentário

A interacção entre os processos de crescimento e maturação com os efeitos do treino é mais complexa do que, por vezes, é intuitivamente assumida. Devem ser colocadas reservas sobre relações de causalidade entre os efeitos do treino e os processos de atraso do crescimento e desaceleração maturacional. Não é simples desenhar estudos que distingam os efeitos do treino, do crescimento e da maturação sobre variáveis como a composição corporal, desenvolvimento muscular e densidade do tecido ósseo.

#### 2.2. Morfologia externa

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, Beunen & Malina, 2000). As medidas obtidas são, geralmente, divididas em massa, comprimentos, diâmetros, circunferências ou perímetros, curvaturas ou arcos, pregas de tecidos moles (pregas de gordura subcutânea).

Adicionalmente à informação específica de cada medida antropométrica, estas podem ser relacionadas na forma de índices ou rácios, normalmente dividindo a maior medida pela menor, como por exemplo o índice de massa corporal e o índice córmico (Tanner, 1962; Malina & Zavaleta, 1976).

### **2.2.1. Variação da estatura e massa corporal**

Os incrementos de estatura dependem do aumento do tamanho do tronco e dos membros inferiores, estando estas estruturas sujeitas a ritmos de crescimento diferenciados, Malina *et al.* (2004a) referem que um rápido crescimento das extremidades inferiores é uma característica do início do salto pubertário, referindo, ainda, que as idades do *take-off* para o comprimento dos membros inferiores e da altura sentado diferem cerca de 0.1 anos, enquanto que a idade de ocorrência do pico de velocidade de crescimento (taxa máxima de crescimento) entre estas variáveis difere em cerca de um ano. Esta evidência sugere que o crescimento do tronco está mais tempo em crescimento.

A taxa máxima de crescimento para a massa corporal acontece, em média, 0.4 anos após a taxa máxima de crescimento para a estatura (Luliano-Burns, Mirwald & Baily, 2001). Este súbito incremento de massa corporal acarreta ganhos no tecido ósseo e na massa muscular, já que a massa gorda se apresenta relativamente estável nesse período (Faulkner, 1996; Malina *et al.*, 2004a).

### **2.2.2. Variação da adiposidade e composição corporal**

Até aos 5 ou 6 anos de idade as crianças acumulam mais gordura subcutânea nas extremidades do que no tronco. A partir desta idade vão acumulando, também, 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.* (2004a), onde verificamos 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 uma perspectiva biocompartimental, 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.*, 2004a).

### 2.2.3. Variação do somatótipo

O perfil de um jovem está sujeito a alterações significativas durante a infância e a adolescência (Carter & Heath, 1990). Com efeito, estes 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. Contudo, na segunda metade, esta tendência é alterada para uma categoria ecto-mesomorfa, mesomorfa equilibrada ou endo-mesomorfa. No entanto, é importante 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. Morfologia interna

Segundo uma perspectiva morfo-funcional, a estrutura cardíaca, no geral e o ventrículo esquerdo (VE), em particular, encerram uma grande importância (Basavarajaiah, Wilson, Naghavi, Whyte, Turner & Sharma, 2007; Dickhuth, Roecher, Niess, Hipp & Hetkamp, 1996; Eisenmann, Malina, Tremblay & Bouchard, 2007; Escudero, Tufare, Lobrutto, Pellegrini, Asenjo & Pinilla, 2006; Katzmarzyk, Malina, Song, Thériault & Bouchard, 1998; Madeira, Trabulo, Alves & Pereira, 2006, 2008; Malina *et al.*, 2004a; Pelliccia, 1996; Rowland, Goff, Popowski, DeLuca & Ferrone, 1998; Venckunas, Raugaliene & Stasiulis, 2008).

### 2.3.1. Alterações morfo-funcionais do coração

Após o nascimento, o volume do coração é de aproximadamente 40 cm<sup>3</sup> podendo chegar aos 600-800 cm<sup>3</sup> durante a fase de adulto jovem. Durante a vida fetal, o lado direito e esquerdo do coração apresentam o mesmo volume, situação que se altera significativamente após o nascimento, à medida que o lado esquerdo, em particular o VE, cresce mais rapidamente que o lado direito. A hipertrofia do VE relativa ao direito, está relacionada com o facto de este bombear sangue contra uma maior pressão ou resistência (Malina *et al.*, 2004a). Os mesmos autores referem, ainda, que a massa do VE, é similar em rapazes e raparigas até aos 9-12 anos de idade. Posteriormente aumenta mais rápido nos rapazes, mesmo quando expressa pela massa corporal.

A evidência de que o coração de um atleta de elite pode diferir de não atletas, é uma certeza *a priori*, em que a variabilidade de alterações hemodinâmicas e electrofisiológicas se estende à modalidade praticada e aos regimes de treino. O exercício crónico dinâmico e, por extensão, o treino aeróbio induzirão dilatação da cavidade do VE durante a diástole, com um desenvolvimento proporcional das suas paredes, causado pela sobrecarga associada ao elevado débito cardíaco. Atletas envolvidos em desportos com grande ênfase na força e

potência muscular desenvolvem, predominantemente, espessura parietal sem alteração cavitária significativa, resultado da elevada pressão arterial sistémica (Escudero *et al.*, 2006; Fagard, 1996; Huonker, König & Keul 1996; Madeira *et al.*, 2008; Möckel & Störk, 1996; Sagiv, Sagiv & Bem-Sira, 2007).

No entanto, o quadro complica-se com constatações desviantes à norma, que sugerem adaptações mistas, podendo o treino aeróbio, realizado numa tarefa motora com elevado grau de solicitação dos membros superiores, induzir respostas de adaptação cardíaca de carácter marcadamente concêntrico (Gates, George & Campbell, 2003).

### 2.3.2. Parâmetros directos e indirectos de dimensão da estrutura cardíaca

O efeito do treino desportivo na estrutura cardíaca foi, inicialmente, caracterizado como hipertrofia fisiológica do VE, manifestada por aumento do diâmetro da cavidade e dos volumes telediastólicos (no final da diástole) e telesistólicos (no final da sístole), e/ou pela espessura da parede posterior e septo interventricular em diástole, dependendo das cargas hemodinâmicas impostas ao coração (Pellicia, DiPaolo & Maron, 2002; Pluim, Zwinderman, Laarse & Wall, 2000). Actualmente, procura-se extrapolar os efeitos do treino desportivo sobre os diâmetros telediastólico e telesistólico do VE, espessuras do septo interventricular e parede posterior do VE em diástole, e diâmetros do átrio esquerdo e raiz da aorta (Basavarajiah *et al.*, 2007; Eisenmann *et al.*, 2007; Escudero *et al.*, 2006; Madeira *et al.*, 2006, 2008; Makan, Sharma, Firoozi, Whyte, Jackson & Mckenna, 2005).

A massa do VE, como referência indirecta, tem sido calculada (Eisenmann *et al.*, 2007; Katzmarzyk *et al.*, 1998) com recurso à fórmula desenvolvida na Universidade da Pensilvânia – Convenção de *Penn* – segundo um critério que não incluía as margens nas medidas das espessuras parietais, mas considerava-as parte da cavidade ventricular (Devereux & Reichek, 1977).

Este método tende a subestimar a massa do VE, quando comparado ao método proposto pela *Sociedade Americana de Ecocardiografia* (SAE). A SAE definiu um novo critério, que é actualmente recomendado como padrão de referência para a estimativa da massa do VE pelo Modo-M e que utiliza a “*leading edge*” do septo interventricular e da parede posterior do miocárdio (Sahn, DeMaria, Kisslo & Weyman, 1978).

Por fim, Devereux, Casale & Eisenberg (1984) propuseram uma nova equação ajustada e validada (Devereux, Alonso, Lutas, Gottlieb, Campo, Sachs & Reichek, 1986) mediante os resultados da necropsia de 52 cadáveres, que ficou conhecida como a fórmula cúbica da SAE modificada por Devereux.



### 2.3.3. Métodos, evidências e limitações

A ecocardiografia foi introduzida na década de 70, inicialmente com o Modo-M (unidimensional) e, desde então, esse método tem apresentado avanços significativos, como a implementação do modo bidimensional (2D), método *Doppler*, mapeamento do fluxo em cores, ecocardiografia transesofágica, ecocardiografia sob *stress*, ecocardiografia tridimensional e outras tantas evoluções tecnológicas e metodológicas, tornando-se muito complicado de as acompanhar, até para cardiologistas dedicados (Graziosi, 1998; Singh & Goyal, 2007).

Pesando o facto de as técnicas originais do Modo-M terem sido substituídas por novas e melhoradas técnicas de imagem, mantêm-se como uma parte fundamental do exame ultrassónico do coração. A sua maior e eficaz taxa de amostragem (quando comparada com a ecocardiografia a 2D) é bastante útil para precisar a ocorrência de acontecimentos cardíacos (Singh & Goyal, 2007).

#### Modo-M

Graziosi (1998) refere que a resolução da imagem do Modo-M, é cerca de 1000 quadros/segundo em relação aos 30-60 quadros/segundo do 2D, o que influencia a delimitação precisa das diferentes margens e estruturas ventriculares. No entanto, é relevante reter que a técnica do Modo-M é limitada quando utilizada na medição da massa do VE, dada a extrapolação da dimensão única e a assumpção da forma e contracção da parede do VE. Por outro lado, apresenta limitações relacionadas às suposições geométricas, dependência do operador, da janela acústica e sobretudo da posição do coração dentro do tórax. Portanto, é possível observar-se variabilidade nas medições de massa, nas avaliações clínicas em estudos longitudinais e na comparação de grupos de atletas (Graziosi, 1998; Poutanen & Jokinen, 2007).

Apesar das reconhecidas limitações do Modo-M, a adicionar ao facto de apenas proporcionar imagens do corte apical, dependendo da orientação do modo 2D para obter imagens do corte paraesternal transverso e longitudinal, é este o método mais utilizado na literatura, devido à sua capacidade precisa de determinação dos parâmetros morfológicos do coração (Ayabakan, Akalin, Mengütay, Çotuk, Odabas & Özüak, 2006; Eisenmann *et al.*, 2007; Escudero *et al.*, 2006; Graziosi, 1998; Katzmarzyk *et al.*, 1998; Madeira *et al.*, 2006, 2008; Obert, Stecken, Courteix, Lecoq & Guenon, 1998; Pelliccia, 1996; Poutanen & Jolinen, 2007; Singh & Goyal, 2007).

### Comentário

A curva de crescimento para o volume do coração é similar à da massa corporal e talvez mais próxima da massa isenta de gordura (Maresh, 1948). Quando os efeitos da idade cronológica são estatisticamente controlados com uma correlação parcial, a associação entre volume do coração e massa corporal ( $r=0.74$ ) é maior do que com a altura ( $r=0.48$ ). Quando a idade não é controlada estatisticamente, a relação entre volume do coração e massa corporal é ainda mais elevada ( $r=0.90$ ), como referido por Bouchard, Malina, Hollman & Leblanc (1977) e explicado por Malina *et al.* (2004a).

## 2.4. Indicadores maturacionais

Empiricamente assume-se que os rapazes com maior sucesso na prática desportiva, são os que estão mais próximos do estado adulto, do ponto de vista anatômico e fisiológico. A maturação pode ser apelidada de “*confounding factor*”, sobretudo porque as etapas de preparação desportiva são etariamente estabelecidas. Alguns estudos (Bielicki, Koniarek & Malina, 1984; Faulkner, 1996; Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007b; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004a), sugerem que os indicadores sexuais, somáticos e esqueléticos, além de mais comuns, estão positivamente correlacionados entre si, mas nenhum método de determinação, por si só, permite uma descrição completa do processo de maturação.

Os métodos de avaliação associados à maturação, variam de acordo com o sistema biológico que é considerado. No entanto, a maturação esquelética é a que se assume como o melhor indicador maturacional, pois é passível de determinação desde a infância até ao final da adolescência, dado que a maturação sexual e somática, estão limitadas ao período da puberdade e adolescência (Beunen, Malina, Lefevre, Claessens, Renson, Kanden, Vanreusel & Simons, 1997b; Malina *et al.*, 2004a; Rama, Santos, Gomes & Alves, 2006).

### 2.4.1. Maturação sexual

#### Caracteres sexuais secundários e estádios de desenvolvimento

A avaliação da maturação sexual baseia-se no desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, em que os mais utilizados são os pêlos púbicos, glândulas mamárias e desenvolvimento genital (Tanner & Whitehouse, 1976). Tanner (1962), baseado em trabalhos anteriormente realizados por Reynolds & Wines (1948, 1951), sumaria em cinco as categorias (estádios) para um dos caracteres.

Diversos autores (Beunen, 1989; Baxter-Jones & Malina, 2001; Claessens, Lefevre, Beunen & Malina, 2006; Malina, 2002; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004a; Roche & Sun, 2003) descrevem os traços gerais dos estádios de desenvolvimento dos diferentes caracteres sexuais secundários: o estágio 1 corresponde ao estado pré-pubere, 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.

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, Eisenmann & Sherar, 2005; Beunen, 1989; Malina & Beunen, 1996; Matsudo & Matsudo, 1994; 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) pensam ser importante acrescentar a idade cronológica à classificação da maturação sexual.

#### **2.4.2. Maturação somática**

##### Idade no pico de velocidade de crescimento

O momento (idade) em que ocorre o pico de velocidade de crescimento em estatura (PVC) é igualmente considerado como indicador maturacional (Baxter-Jones & Malina, 2001; Malina, 1989; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004a; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton, Reilly, Williams & Richardson, 2004). O salto de crescimento pubertário em estatura, nos rapazes, tem o seu início por volta dos 12 anos, atingindo o pico da taxa de crescimento sensivelmente aos 14 anos e termina por volta dos 18 anos. Malina & Beunen (1996) e Philippaerts, Vaeyens, Janssens, Renterghem, Matthys, Craen, Bourgois, Vrijens, Beunen & Malina (2006), alertam que todas estas considerações devem ser interpretadas à luz de uma grande variabilidade inter-individual.

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. O cálculo da idade em que ocorre o PVC em estatura, através da fórmula proposta por Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen (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.

#### Maturity offset

A idade no PVC é considerada como o principal evento de maturação somática e um dos indicadores mais usados em estudos longitudinais (Malina *et al.*, 2004a). Mirwald *et al.* (2002) usaram o padrão de distribuição temporal do PVC da estatura, da altura sentado e do comprimento dos membros inferiores para testar uma metodologia não invasiva de determinação da distância a que um indivíduo se encontra do PVC em estatura (*maturity offset*).

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.

Esta metodologia proposta por Mirwald *et al.* (2002) tem sido utilizada em alguns estudos como os de Simmons, White & Stager (2004) em nadadores, Goulopoulou, Heffernan, Fernhall, Yates, Baxter-Jones & Unnithan (2006) em adolescentes escolares e de Monsma, Pfeiffer, Harvey, Ross, Brown & Malina (2005) com patinadores e bailarinas. Malina, Claessens, Van Aken, Thomis, Lefevre, Philipparts & Beunen (2006) procuraram verificar a robustez desta fórmula numa amostra de ginastas femininas, seguidas longitudinalmente, 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 indicador da maturação somática é a percentagem da estatura matura alcançada num determinado momento. Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maturo quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta. Para recorrer a este indicador é necessário obter registos longitudinais e proceder ao tratamento dos dados, retrospectivamente, uma vez que é necessário “esperar” que os sujeitos em observação atinjam a idade adulta (Beunen, 1989; Baxter-Jones *et al.*, 2005; Malina *et al.*, 2004a). No entanto, existem alguns métodos de

predição da estatura adulta que podem dar uma maior utilidade a esta metodologia, permitindo no momento da avaliação dos observados, transformar a sua estatura actual num valor percentual da sua estatura matura predita.

Malina *et al.* (2004a), na discussão desta temática, referem que dois dos principais problemas na determinação da estatura matura predita são a variabilidade existente no *timing* (momento) e *tempo* (ritmo) do processo de maturação e a utilização de diferentes técnicas de avaliação da idade óssea nos métodos que a consideram (os métodos Bayley-Pinneau e Roche-Wainer-Thissen utilizam a técnica Greulich-Pyle, enquanto que o método Tanner-Whitehouse recorre à técnica TW).

Perspectivando novas fórmulas para a determinação da estatura matura sem recurso à idade óssea, Khamis & Roche (1994) utilizaram variáveis predictoras idênticas aos métodos já apresentados (estatura, massa corporal e estatura média parental), mas onde os coeficientes para o cálculo da estatura matura são específicos de cada idade. 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 com 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).

Sherar *et al.* (2005) também desenvolveram uma metodologia para a predição da estatura matura que teve como novidade a introdução de uma variável que considerava o desenvolvimento maturacional dos sujeitos. Este método prevê, numa primeira fase, a determinação da distância ao PVC (*maturity offset*) através de uma metodologia não invasiva apresentada por Mirwald *et al.* (2002). Após este cálculo, será atribuída a cada sujeito uma categoria maturacional que, cruzada com o valor registado no *maturity offset*, vai resultar no valor a acrescentar à estatura actual perfazendo a estatura matura predita.

### **2.4.3. Maturação esquelética**

#### Estruturas ósseas utilizadas

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

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, tibiotársica e pé, e a mão e o punho, sendo esta última a mais usada e referenciada pela comunidade científica (Beunen *et al.*, 1997a; Freitas, Maia, Beunen, Lefevre, Claessens, Marques, Rodrigues, Silva, Crespo, Thomis, Sousa & Malina, 2004; Malina *et al.*, 2004a; 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.

#### Métodos, evidências e limitações

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 se 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 esquerdo dadas por uma radiografia, com um conjunto de critérios nos estádios de desenvolvimento, pelos quais 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 justificou-se 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 alteração. 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 sócioeconómicos 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, escafóide, trapézio, trapezóide, 1º, 3º e 5º metacarpos, 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 de avaliação 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).

Método TW3 ou método Fels: Resultados de estudos multi-método

Sobre esta matéria, Malina (2004b) e Malina *et al.* (2007a) referem que a discrepância encontrada entre os dois 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 bonés* – 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.

Nas últimas fases da maturação esquelética, o método de Fels apresenta-se mais pormenorizado enquanto que o TW3 RUS se assume como menos diferenciador. Para o método TW3 RUS basta a fusão ter-se iniciado para que lhe seja atribuído a pontuação relativa ao estado maturo, enquanto que o método Fels divide em quatro níveis esta fase de fusão que,

segundo Roche *et al.* (1988), tende a demorar aproximadamente 1.0 anos desde o seu início até que esteja concluída.

As metodologias em causa também variam no que diz respeito aos indicadores a adoptar para cada idade. Enquanto que o Fels recorre a uma aplicação informática que define o peso de cada indicador dependendo da idade e sexo, o método TW3 RUS prevê substanciais diferenças de pontuação como consequência de pequenas apreciações na leitura de um determinado indicador.

Adicionalmente, a idade esquelética considerada para o estado maturo é fixada em 16.5 anos para o TW3 RUS e 18.0 para o Fels. A maior precocidade do estado maturo associada a uma menor discriminação das etapas finais da maturação esquelética parece tornar o TW3 RUS uma metodologia menos sensível na fase final do processo maturacional.

A pertinência da investigação relativa à validade concorrente e multimétodo é reclamada por van Lenthe, Kemper & van Mechelen (1998) que entendem não poder afirmar-se com segurança e de forma inequívoca a preferência de uma metodologia relativamente à outra, sobretudo quando a discussão é feita em abstracto. Malina (2005) considera, ainda, a variabilidade associada à etnia para reforçar a ideia de inexistência de metodologias isentas de limitações.

Numa perspectiva mais operacional, Malina *et al.* (2007a) 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 dever-se ao facto de o 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 maturos com o método de TW3, do que com o método de Fels.

#### Comentário

Dados sobre indicadores sexuais de jovens atletas são, comumente, reportados como médias ou estádios médios que possuem pouca utilidade, dado que os estádios de desenvolvimento pubertário são discretos, não existindo estádios equivalentes a 2.6 ou 3.7 (Coelho e Silva *et al.*, 2008).



A percentagem de estatura matura predita obtida a uma determinada idade, dada pelo método de Khamis & Roche (1994, 1995), proporciona uma estimacão razoável, não invasiva e útil, do estado maturacional, sendo uma variável contínua que se associa moderadamente com a idade óssea, um indicador clínico estabelecido, da maturação biológica (Malina *et al.*, 2007b).

## 2.5. Parâmetros aeróbios

O hóquei em patins, é um desporto que requer exercício intermitente com acções curtas de intensidade variável, em muitos casos máxima ou submáxima e pausas frequentes, também curtas, que, apesar de dificultar a recuperaçao total dos sistemas funcionais, permitem uma determinada recuperaçao entre esforços, evitando a acumulacão de fadiga e esgotamento do jogador (Ares, 2005). Blanco, Enseñat & Balagué (1993) verificam efectivamente que a relacão trabalho-pausa, é de 1-1.02, em que o tempo de trabalho chega a ser inferior ao tempo de pausa.

Ares (2005) procurando clarificar a questao da frequencia cardíaca (FC) em competicão, encontra valores médios de 158 a 181 batimentos por minuto (bpm), no mesmo jogo e em jogadores distintos. Blanco, Enseñat & Balagué (1994), numa aproximacão similar, registam uma FC média de 158 bpm. Em ambos os estudos parece evidenciar-se uma menor FC nos guarda-redes em relacão aos jogadores de campo. Outras referências encontraram valores semelhantes ao estudar a evoluçao em 4 jogadores de campo, durante um jogo simulado. A FC média foi de 171 bpm, oscilando em termos relativos, entre 86 e 95% da FC máxima (Blanco & Enseñat, 2002). Aparentemente, o hóquei em patins caracteriza-se por uma elevada intensidade média, acompanhada por momentos pontuais onde a FC é máxima ou muito perto disso. No futsal, jogo que se disputa num espaço com as mesmas dimensões do hóquei em patins, as percentagens encontradas são semelhantes, oscilando entre 85-90% da FC máxima (Álvarez *et al.*, 2001).

Ares (2005), através de uma análise directa do consumo de oxigénio, numa competicão de hóquei em patins, observa valores médios de 70% do consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2máx}$ ) determinado em laboratório, corroborando a importante contribuicão da via aeróbia e consequente predomínio dos processos aeróbios na modalidade.

### 2.5.1. Desempenho aeróbio

Os valores obtidos nas avaliaçoes de laboratório são considerados a "referência de ouro" para a avaliaçao do traço aeróbio. Porém, os processos envolvidos consomem tempo e requerem

recursos humanos especializados e equipamentos dispendiosos (Castagna *et al.*, 2008; Stratton & Williams, 2008). Por essa razão, alguns testes de terreno envolvendo a corrida de 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; Tomkinson, Olds & Gulbin, 2003).

Os protocolos de potencial aplicação sucedem-se, desde o trabalho original de Léger, Lambert, Goulet, Rowan & Danielle (1984), ao do 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, 1994), entre outros, não podendo a fórmula criada para a determinação indirecta do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (Léger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988) mediante a aplicação do protocolo de Léger *et al.* (1984) ser considerada válida para os restantes protocolos. Tal deve-se a 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 *PACER* tem sido recentemente utilizado para a avaliação de jovens basquetebolistas, futebolistas ou hoquistas (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Coelho e Silva *et al.*, 2008; Metaxas, Koutlianos, Kouidi & Deligiannis, 2005; Vaz, 2003). Figueiredo, Coelho e Silva, Dias & Malina (2003), corroborados ainda por Lemmink *et al.* (2004), concluíram que apesar do *yo-yo intermittent endurance test* ser mais indicado do que o *PACER* na discriminação do nível de jogadores de Futebol, existe uma correlação positiva entre ambos.

### 2.5.2. Aptidão aeróbia

Quando o intuito é avaliar a aptidão cardiorespiratória, o termo potência aeróbia é o mais adequado, sendo o  $VO_{2m\acute{a}x}$  o conceito-chave e 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  $VO_{2m\acute{a}x}$  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) (ACSM, 2006; Astrand & Rodahl, 1986; Green & Patla, 1992; Santos, 2002). A determinação do  $VO_{2m\acute{a}x}$  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).

#### Tamanho corporal, maturação e potência aeróbia

O  $VO_{2máx}$  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, continua a existir uma quantidade substancial de variação no  $VO_{2máx}$ , resultado de factores estruturais, fisiológicos e biomecânicos, associados com o *output* de energia aeróbia (Malina *et al.*, 2004a).

Malina & Bouchard (1991) indicam que os rapazes avançados maturacionalmente possuem, em média, um  $VO_{2máx}$  mais elevado em termos absolutos, relativamente aos atrasados maturacionalmente. No que respeita ao  $VO_{2máx}$  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  $VO_{2máx}$  ( $L \cdot min^{-1}$ ) dos rapazes dos diferentes grupos maturacionais.

Os rapazes, à medida que entram na puberdade experimentam um salto no aumento do  $VO_{2máx}$  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, Thomis, Eynde, Maes, Loos, Peeters, Claessens, Vlietinck, Malina & Beunen, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Rowland, 2005).

Welsman, Armstrong, Kirby, Nevill & Winter (1996) renovaram uma discussão em torno do tamanho corporal, mais propriamente em torno da validade de controlar os *outputs* da potência aeróbia em função do total de massa corporal. Baxter-Jones, Goldstein & Helms (1993) e Nevill, Holdes, Baxter-Jones, Round & Jones (1998) através de um modelo alométrico, demonstraram que a massa corporal e a idade cronológica eram co-variáveis independentes significativas da potência aeróbia. Armstrong & Welsman (2001), baseados na determinação da potência aeróbia por 388 vezes de 132 crianças, que foram alvo de uma avaliação longitudinal dos 11 aos 17 anos de idade, descobriram que a potência aeróbia aumenta com a idade cronológica e a maturação.

Face a isto, a suposição de que o  $VO_2$  aumenta em proporção directa com a massa corporal não é sustentável (Armstrong, 2006; Armstrong & Welsman, 1994; Armstrong *et al.*,

1998) dada a acumulação de evidências que mostram que esta relação é inapropriada quando expressa na forma convencional de  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Welsman & Armstrong, 1996; Welsman *et al.*, 1996). Evidências empíricas de amostras representativas demonstram que a relação alométrica  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-0.65}\cdot\text{min}^{-1}$  descreve mais apropriadamente a relação funcional entre potência aeróbia e massa corporal (Armstrong, Kirby, McManus & Welsman, 1995; Nevill, RamsBottom & Williams, 1992), indicando que relativamente ao tamanho corporal, a potência aeróbia de indivíduos do sexo masculino aumenta com o crescimento, não permanecendo estática como fazem supor as interpretações convencionais.

Outras evidências (Chamari, Hachana, Ahmed, Galy, Sghaïer, Chatard, Hue & Wisløff, 2004) 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, Sjødin & Forsberg (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.

#### Determinação do consumo máximo de oxigénio

O processo mais indicado para a avaliação do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  envolve a sua determinação durante um teste em que o potencial aeróbio do atleta seja progressivamente estimulado (Pereira & Alves, 1999). Desta forma, a utilização de protocolos com a aplicação de carga progressiva serão os mais indicados. 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  $\text{VO}_2$  e a FC (Astrand & Rodahl, 1986).

Habitualmente associada à determinação directa do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  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 ( $\text{VCO}_2$ ) libertado e o oxigénio ( $\text{VO}_2$ ) 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  $\text{O}_2$  e produzirem diferentes quantidades de  $\text{CO}_2$ . Após a realização de um teste com avaliação directa do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , 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.

Os protocolos para a determinação do  $VO_{2\text{máx}}$  e consequentes interpretações no contexto de adultos saudáveis ou sujeitos a processos de treino estão bem estabelecidos. Também são conhecidas as alterações do  $VO_{2\text{máx}}$  relativamente ao mesmo atleta (crianças, jovens ou adultos) na realização da avaliação em cicloergómetro e no *treadmill* (tapete rolante motorizado), em que o último promove a obtenção de valores de  $VO_{2\text{máx}}$  mais elevados (Astrand & Rodahl, 1986; Dencker *et al.*, 2008; LeMura, Duvilhard, Cohen, Root, Chelland & Andreacci, 2001; Mamen, Resaland, Mo & Andersen, 2009).

Quando estamos a 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, Wenger & Green, 1991; Yoon *et al.*, 2007). Tendo em conta se, na construção do protocolo ele 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. Segundo McArdle, Katch & Katch (1996), os testes descontínuos permitem a obtenção de valores de  $VO_2$  superiores, embora a diferença não seja considerada significativa. O arbítrio para seleccionar um teste máximo ou submáximo depende principalmente das razões que levaram à realização do teste, da tipologia amostral, disponibilidade de equipamento e pessoal apropriado (ACSM, 2006). No âmbito competitivo fará mais sentido a realização de testes máximos.

#### Testes ergométricos e protocolos

A corrida é uma actividade comum à grande maioria dos programas de actividade física e o *treadmill* sendo um ergómetro que a utiliza como estímulo funcional, tornou-se num dos recursos mais utilizados em laboratório. No Futebol, Chamari *et al.* (2004), 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±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) replicaram a aplicação de incrementos de velocidade e inclinação para obter uma intensidade máxima, determinando o  $VO_{2\text{máx}}$  de 22 jovens basquetebolistas de elite (16.8±2.0 anos de idade).

Lawrence & Polglaze (2000) desenvolveram e validaram no *Children's Health and Exercise Research Centre* da *University of Exeter* um protocolo máximo, com uma administração progressiva da carga, por níveis sem intervalos, recorrendo ao aumento da velocidade e inclinação do *treadmill*, para determinar a potência aeróbia em jovens atletas

( $r=0.90$ ), estando de acordo com o desenho de protocolo idealizados por Castagna *et al.* (2008), Chamari *et al.* (2004), MacDougall *et al.* (1991) e Yoon *et al.* (2007). Este protocolo é actualmente utilizado com amostras de jogadores de elite de Hóquei em Campo.

#### Consumo máximo de oxigénio ou pico de consumo de oxigénio?

Noakes (1997, 1998) apresentou um desafio sistemático ao conceito subordinado de  $VO_{2máx}$ , defendendo que o conceito é baseado em interpretações defeituosas dos trabalhos originais, sendo implausível biologicamente o fenómeno de *plateau*, em que um indivíduo desempenha um período de exercício subsequente com solicitações elevadas de  $O_2$ , demonstrando inalterações dos valores de  $VO_2$  apesar do acréscimo de carga continuar (Noakes & Gibson, 2004). Dado que os argumentos de Noakes desafiaram significativamente um paradigma fundamental na fisiologia do exercício, seguiram-se estudos experimentais (Day, Rossiter, Coats, Skasick & Whipp, 2003; Foster *et al.*, 2007; Rossiter, Kowalchuk & Whipp, 2006; Snell, Stray-Gunderson, Levine, Hawkins & Raven, 2007) que vieram a demonstrar as inalterações no  $VO_2$  apesar de um aumento da carga de trabalho. Estes estudos deram um apoio importante ao conceito “clássico” de  $VO_{2máx}$ , mas todos eles foram desenvolvidos com adultos.

Tanto as bases metodológicas como teóricas de *plateau* do  $VO_2$  continuam a ser questionadas e está bem documentado que muitos jovens podem desenvolver, em condições laboratoriais, exercício até à exaustão sem demonstrar um verdadeiro *plateau* do  $VO_2$  (Armstrong, Welsman & Winsley, 1996). O termo correcto e mais apropriado para usar com crianças e jovens é, portanto, pico de consumo de oxigénio (pico de  $VO_2$ ), ou seja, o  $VO_2$  mais elevado determinado durante um teste de exercício até à exaustão (Armstrong, 2006; Armstrong & Welsman, 1994; 2001; Mamen *et al.*, 2009).

Dados do pico de  $VO_2$  estão disponíveis de crianças desde os 3 anos de idade. Contudo, as bases de dados de 8 a 16 anos de idade são mais fiáveis e os dados de estudos transversais indicam um aumento quase linear do pico de  $VO_2$  ( $L \cdot min^{-1}$ ) com a idade, nos rapazes. Para a mesma faixa etária e sexo, o pico de  $VO_2$  relacionado com a massa, tem-se reportado como estável, com valores médios aproximados aos  $48-50 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (Armstrong, 2006). O pico de  $VO_2$  é uma variável robusta com uma capacidade de repetição de resultados (ao longo de 3 tentativas com uma semana de intervalo entre cada), que se compara favoravelmente com a capacidade de determinação do  $VO_{2máx}$  em adultos (Welsman, Bywater, Farr, Welford & Armstrong, 2005).

### Comentário

As evidências actuais (Armstrong, 2009) sugerem que existem alterações na potência aeróbia e anaeróbia, relacionadas com a idade e sexo, as quais não são sincronizadas e indicam que ambos os sexos, podem experimentar um aumento mais marcado no metabolismo anaeróbio do que aeróbio, à medida que passam da infância para a adolescência, até à fase de adulto jovem.

A variabilidade de respostas fisiológicas ao exercício máximo observada durante o crescimento e maturação, complicam a definição de critérios modelo para a população de crianças e jovens. Porém, as evidências são suficientes para questionar seriamente a aceitação dos rácios padrão de fraccionação das diferenças de tamanho corporal ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), assim como, para afirmar que é necessário mais investigação para validar e elucidar sobre as técnicas alternativas de *scaling* alométrico, permitindo interpretar as alterações provocadas pelo crescimento e maturação na potência aeróbia, tendo por base o princípio de que, apesar de generalizados, os métodos inapropriados de controlo da massa corporal têm disfarçado o nosso entendimento da potência aeróbia, durante o crescimento e maturação.

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

### Morfologia externa

Os trabalhos que procuram caracterizar a população jovem recorrem, frequentemente, à descrição do tamanho corporal (estatura e massa corporal). Malina (2003) refere que existe uma tendência para os jovens atletas de elite, encaixarem dentro dos parâmetros observados para os atletas seniores, infantizando o potencial papel da forma do corpo na selecção ou exclusão do processo de treino/competição. Na Tabela 1, apresentamos um conjunto de valores para a estatura, massa corporal e somatótipo provenientes de estudos com jovens atletas, rapazes.

**Tabela 1.** Valores médios encontrados para a estatura, massa corporal e somatótipo (endormorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) em alguns estudos com jovens atletas (rapazes).

Estudo	Natureza da amostra	Idade (anos)	n	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Somatótipo		
						Endo	Meso	Ecto
Malina <i>et al.</i> (2000)	Futebol (elite)	15.7	36 <sup>a</sup>	174	64.1	-	-	3.2
Reilly <i>et al.</i> (2000a)	Futebol (elite e sub-elite)	16.4	16	171	63.1	2.1	4.0	2.9
		16.4	15	175	66.4	2.9	3.8	3.1
Horta <i>et al.</i> (2001)	Futebol (local)	15.5	55 <sup>a</sup>	171.1	63.0	-	-	-
Seabra <i>et al.</i> (2001)	Futebol (elite)	16.1	46 <sup>a</sup>	173.4	70.4	2.4	4.6	2.2
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003)	Futebol (sub-elite)	13.9	37 <sup>a</sup>	164.0	52.5	3.0	4.3	3.6
		16.1	29 <sup>a</sup>	172.5	63.8	2.8	4.5	3.1
Vaz (2003)	HP (elite internacional / elite / sub-elite)	16.0	10	170.6	68.6	3.8	5.2	2.4
		15.7	29	173.0	68.5	3.6	4.9	2.9
		15.8	41	169.8	61.9	3.4	5.5	3.4
Madeira <i>et al.</i> (2006)	Natação (elite)	15.9	12	175	64.2	-	-	-
Elferink-Gemser <i>et al.</i> (2007)	Hóquei em Campo (elite / sub-elite)	16.0	15 <sup>a</sup>	176	64.4	-	-	-
		16.5	17 <sup>a</sup>	177	63.9	-	-	-
Gil <i>et al.</i> (2007)	Futebol (elite / sub-elite)	14	29	172.1	60.4	2.2	4.0	3.6
		15	36	174.2	67.6	2.4	4.6	2.8
		16	29	177.2	72.5	2.6	4.4	2.6
		17	32	177.8	74.0	2.4	4.8	2.4
		14	19	166.5	57.4	2.7	4.3	3.1
		15	17	175.6	65.6	2.2	4.1	3.3
Sherar <i>et al.</i> (2007)	Hóquei no Gelo (elite / sub-elite / local)	16	12	175.3	71.0	3.1	4.8	2.2
		17	20	176.9	73.8	2.7	4.6	2.4
		14.7	22	180	75.8	-	-	-
Castagna <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (local)	14.7	51	174	67.8	-	-	-
		14.6	208	173	67.2	-	-	-
		16.8	22	181.7	72.4	-	-	-
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (sub-elite)	14.4	31	174.0	64.5	-	-	-
		15.5	28	177.8	67.2	-	-	-
Madeira <i>et al.</i> (2008)	Futebol e Natação (local)	15.9	12	171	58.3	-	-	-
		15.9	12	175	64.2	-	-	-

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

<sup>b</sup> Não é dada informação da dimensão amostral por faixa etária.

### Estudos ecocardiográficos

O grau e as modalidades de que se reveste a adaptação cardíaca ao treino aeróbio permanecem insuficientemente elucidadas, facto preocupante se tivermos em linha de conta o envolvimento crescente de crianças e adolescentes em programas de treino intensos e sistematizados (Madeira *et al.*, 2008). No entanto, a Tabela 2 apresenta os valores médios encontrados por alguns autores, nas variáveis directas e indirectas, que nos propusemos a estudar.



**Tabela 2.** Valores médios de parâmetros ecocardiográficos de determinação directa e indirecta, encontrados em jovens atletas e não-atletas.

Estudo	Natureza da amostra	Idade (anos)	n	VEd (mm)	VEs (mm)	SIId (mm)	PPVEd (mm)	AEd (mm)	Rod (mm)	MVE (g)	IMVE (g/m <sup>2</sup> )	EPR (#)
Katzmarzyk <i>et al.</i> (1998)	Adolescentes saudáveis	13.9	117 <sup>a</sup>	47.6	-	8.3	7.3	-	-	153.0 <sup>1</sup>	102.0	-
Eisenmann <i>et al.</i> (2007)	Adolescentes saudáveis	14.0 16.6	66 <sup>a</sup> 58 <sup>a</sup>	47.8 50.4	-	8.1 8.8	7.4 8.0	-	-	153.3 <sup>1</sup>	-	-
Makan <i>et al.</i> (2005)	Atletas de elite	15.7	900	50.8	-	-	9.6	32.7	28.7	-	-	-
Basavarajiah <i>et al.</i> (2007)	Ténis (sub-elite)	14.8	152 <sup>a</sup>	49.9	32.5	9.4	9.0	-	-	226.6 <sup>2</sup>	-	-
Madeira <i>et al.</i> (2008)	Futebol e Natação (local)	15.9 15.9	12 12	47.6 53.6	28.7 32.7	8.9 9.0	9.3 8.8	-	-	146.7 <sup>3</sup> 177.0 <sup>3</sup>	88.4 100.0	0.38 0.33

VEd – Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo; VEs – Diâmetro telessistólico do ventrículo esquerdo; SIId – Espessura do septo interventricular em diástole; PPVEd – Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole; AEd – Diâmetro do átrio esquerdo; Rod – Diâmetro da raiz da aorta; MVE – Massa ventricular esquerda; IMVE – Massa ventricular esquerda corrigida para a superfície corporal; EPR – Espessura parietal relativa.

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

### Indicadores maturacionais

Os trabalhos que se propõem estudar o estatuto maturacional de jovens utilizam, geralmente, os caracteres sexuais secundários ou a idade esquelética, como indicadores de maturação. A avaliação dos caracteres sexuais secundários como meio de determinação do estatuto maturacional, tem sido a mais explorada, tendo como critério o nível de desenvolvimento e distribuição da pilosidade púbica.

O preenchimento dos estádios relativos à maturação sexual dos jovens atletas dentro da faixa etária dos 14 aos 16 anos de idade, indica uma tendência vincada, para ocupar os estádios mais avançados, em que são poucos os indivíduos menos desenvolvidos maturacionalmente, a integrar os estudos referenciados na Tabela 3, transmitindo desta forma, a ideia de um domínio dos rapazes avançados maturacionalmente.

<sup>1</sup> Calculada através da fórmula desenvolvida na Universidade da Pensilvânia – Convenção de Penn (Devereux & Reichek, 1977).

<sup>2</sup> Calculada através da fórmula desenvolvida pela SAE (Sahn *et al.*, 1978).

<sup>3</sup> Calculada através da fórmula cúbica da SAE modificada (Devereux *et al.*, 1984) e validada (Devereux *et al.*, 1986) por Devereux.

**Tabela 3.** Distribuição de jovens atletas e não-atletas (rapazes), segundo os estádios de maturação dada pelo desenvolvimento e maturação da pilosidade púbica.

Estudo	Natureza da amostra	Idade (anos)	n	Estádio maturacional (pilosidade púbica)				
				Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3	Estádio 4	Estádio 5
Seabra <i>et al.</i> (2001)	Futebol (elite)	16.1	46 <sup>a</sup>	-	-	-	16	30
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003)	Futebol (sub-elite)	14	19 <sup>a</sup>	-	-	4	15	-
		15	7 <sup>a</sup>	-	-	-	6	1
		16	22 <sup>a</sup>	-	-	-	11	11
Vaz (2003)	HP (elite internacional / elite / sub-elite)	16.0	10	-	-	-	1	9
		15.7	29	-	-	-	5	24
		15.8	41	-	-	5	24	12
Malina <i>et al.</i> (2004b)	Futebol (elite)	13-15	69	6	10	13	21	19
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (sub-elite)	14.4	31	-	-	6	18	7
		15.5	28	-	-	-	13	15

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

A variabilidade de indivíduos da mesma idade cronológica ao nível dos indicadores de maturação somática é imensa, tornando-se acentuada aquando a ocorrência do PVC na adolescência. Contudo, dados que traduzam a informação somática neste período de vida são escassos, devido, provavelmente, à natureza longitudinal dos mesmos. Actualmente, Sherar *et al.* (2007) estudaram 281 atletas de hóquei no gelo, subdivididos pelo grupo de atletas local (n=208), grupo de atletas de sub-elite (n=51) e grupo de atletas de elite (n=22), estimando a idade de ocorrência do PVC para a estatura para o primeiro grupo em 13.5 anos, para o segundo grupo em 13.3 anos e para o terceiro grupo em 12.8 anos.

Os valores encontrados neste estudo para a idade no PVC em estatura são inferiores aos valores encontrados por Philippaerts *et al.* (2006) que, ao estudarem 33 futebolistas belgas, estimaram a idade de ocorrência do PVC para a estatura em 13.8 anos e também inferiores à amplitude de resultados reportados em estudos com a população europeia, que aponta para idades no momento do PVC em estatura, entre os 13.8 e os 14.2 anos (Malina *et al.*, 2004a), indicando uma alta selectividade da população hoquista.

Começam a existir alguns trabalhos que se debruçam sobre o estudo da maturação esquelética de jovens atletas, revelando, em traços gerais, que com o incremento da idade e da experiência desportiva os indivíduos avançados maturacionalmente (idade esquelética superior à idade cronológica em mais de um ano), aparecem em maior frequência no domínio das respectivas modalidades, especialmente depois dos 14 anos de idade (Malina *et al.*, 2000; Peña Reyes & Malina, 2004; Carvalho *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009).

Na Tabela 4 podemos constatar que relativamente à distribuição dos atletas pelas categorias de atrasados maturacionalmente (idade esquelética inferior à idade cronológica em mais de um ano), normomaturados (idade esquelética e idade cronológica não diferem mais de um ano), avançados maturacionalmente e maturados, existe, independentemente da modalidade, um esvaziamento da categoria dos sujeitos atrasados no processo maturacional.

**Tabela 4.** 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)	13-14 15-16	29 <sup>a</sup>	2	16	11	0
			43 <sup>a</sup>	1	14	21	7
Peña Reyes & Malina (2004)	Natação (sub-elite)	14-17	21 <sup>a</sup>	0	14	4	3
Carvalho <i>et al.</i> (2007)	Basquetebol (elite e local)	14-15	55	0	1	15	39
Figueiredo <i>et al.</i> (2009)	Futebol (local)	13-14	72 <sup>a</sup>	4	45	23	-

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

### Parâmetros aeróbios

Dado que os ergómetros e os protocolos utilizados para a avaliação do traço aeróbio foram inicialmente desenvolvidos para a população adulta, desconsiderando as constantes modificações que ocorrem durante os processos de crescimento e maturação, vários ajustes metodológicos têm sido propostos no sentido de melhor determinar o traço aeróbio de crianças e jovens. Assim, a variabilidade de aproximações metodológicas torna difícil uma reunião alargada de estudos coincidentes com a metodologia do presente trabalho. Contudo, a Tabela 5 apresenta os resultados de interesse encontrados por alguns autores.

**Tabela 5.** Valores médios encontrados em jovens atletas e não-atletas (rapazes), para o desempenho aeróbio (*PACER*-distância), 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	Traço aeróbio		
				Desempenho aeróbio ( <i>PACER</i> - metros)	Potência aeróbia	
					$L \cdot \text{min}^{-1}$	$\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
Armstrong & Welsman (2001)	Adolescentes saudáveis	17.0	37 <sup>a</sup>	-	3.55	-
Mota <i>et al.</i> (2002)	Adolescentes saudáveis	13.5	43 <sup>a</sup>	-	-	49.6
		15.1	38 <sup>a</sup>			50.9
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2003)	Futebol (sub-elite)	13.9	37 <sup>a</sup>	1748	-	-
		16.1	29 <sup>a</sup>	1926		
Vaz (2003)	HP (elite internacional / elite / sub-elite)	16.0	10	1420	-	-
		15.7	29	1400		
		15.8	41	1180		

**Continua**

Continuação da Tabela 5

Chamari <i>tal.</i> (2004)	Futebol (elite)	17.5	34	-	4.3	61.1
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
Castagna <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (local)	16.8	22	-	-	60.4
Coelho e Silva <i>et al.</i> (2008)	Basquetebol (sub-elite)	14.4	31	1346	-	-
		15.5	28	1632		

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

### Comentário

Existe uma abundância de estudos dedicados à potência aeróbia, sobretudo com atletas adultos. Os jovens atletas estão pouco estudados, grupo em que é necessário conhecer os efeitos do treino regular. Aparentemente, a experiência do treino regular e competição iniciada em idades relativamente jovens, não parece acelerar ou desacelerar o crescimento em estatura e a maturação, mas assume-se como um factor significativo nos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros fisiológicos. O crescimento gera alterações nas dimensões corporais e conseqüentemente nas dimensões da cadeia de componentes responsáveis pelo fornecimento, extracção e utilização de oxigénio. Por sua vez, a idade biológica nem sempre corresponde à idade cronológica e as alegadas modificações no traço aeróbio são constantemente interpretadas à margem das variantes mais precisas da maturação.

Estão em falta estudos multi-método que determinem a avaliação do desempenho e aptidão aeróbia, combinando medidas ecocardiográfias e maturacionais de acordo com as metodologias mais precisas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

---

#### 3.1. Amostra

Esta investigação contou com a participação de 63 jovens jogadores de hóquei em patins do sexo masculino, escalão etário de 14-16 anos de idade, dos quais 32 são hoquistas de elite nacional e 31 de nível local. O primeiro grupo encerra os pré-seleccionados para pertencerem à equipa nacional representativa do escalão juvenis, que disputou o Campeonato da Europa de sub-17, em 2007, e o segundo grupo, os seleccionados para pertencerem às respectivas selecções distritais do escalão de juvenis, que disputaram os torneios Inter-Associações de sub-17, em 2008. Os atletas avaliados, classificados de interesse desportivo nacional ou local, são provenientes de 15 clubes, a saber: *Associação Académica de Coimbra, Associação Cultural e Recreativa de Gulpilhares, Associação Desportiva Sanjoanense, Associação Recreativa Gualdim Pais, Clube Desportivo Alenquer e Benfica, Clube Desportivo de Paço de Arcos, Futebol Clube de Alverca, Futebol Clube de Oliveira do Hospital, Futebol Clube do Porto, Hóquei Clube da Mealhada, Hóquei Clube de Sintra, Óquei Clube de Barcelos, Sporting Clube Marinhense, Sport Lisboa e Benfica e União Desportiva Oliveirense.*

#### 3.2. Variáveis e administração dos testes

##### 3.2.1. Antropometria de superfície e medidas antropométricas compostas

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. Adoptámos no nosso estudo 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 foram: massa corporal, estatura, altura sentado, comprimento dos membros inferiores (dado pela subtracção da altura sentado à estatura), circunferência braquial e geminal máxima, diâmetro bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral e as pregas tricipital, subescapular, suprailíaca e geminal medial.

Foi calculado o índice de massa corporal (IMC), comumente utilizado no rastreio de sujeitos em risco de obesidade especialmente em populações adultas e o índice córmico, onde valores elevados desta medida são característicos de populações cronicamente subnutridas (Malina, 1995). Embora subsistam críticas quanto à utilização deste índice estatura-ponderal em atletas e em pequenas amostras, consideramos importante incluir o índice no nosso estudo, para não limitar futuras utilizações e apreciações aos trabalhos de revisão do jovem atleta.

Para a determinação do somatótipo utilizaram-se os procedimentos previstos por Carter & Heath (1990) quanto ao endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo. Procedemos à soma das pregas de gordura subcutânea para obter um critério de adiposidade. Todo o protocolo antropométrico pode ser consultado no Anexo 2.

### 3.2.2. Antropometria de não superfície

A avaliação da morfologia e função cardíaca foi realizada através do ecocardiograma transtorácico na posição de decúbito lateral esquerdo. Utilizou-se um aparelho *General Electric Vivid 3 ultrasound system*, com uma sonda de 1.5-3.6 MHz. Foram avaliadas as dimensões das cavidades cardíacas em repouso, seguindo as recomendações da SAE (Sahn *et al.*, 1978), em que os parâmetros seleccionados tiveram em conta os estudos de referência para adolescentes saudáveis (Eisenmann *et al.*, 2007; Katzmarzyk *et al.*, 1998) e para jovens atletas (Basavarajaiah *et al.*, 2007; Madeira *et al.*, 2008; Makan *et al.*, 2005; Sagiv *et al.*, 2007).

Todas as medições ecocardiográficas foram realizadas pela mesma pessoa (dimensões em mm). O diâmetro da raiz da aorta (RA<sub>d</sub>) foi determinado pelo Modo-M guiado pelo 2D. O diâmetro do átrio esquerdo (AE<sub>d</sub>) foi medido pela janela do eixo longo em parasternal esquerdo. Os diâmetros telediastólico e telesistólico do VE (VE<sub>d</sub> e VE<sub>s</sub>, respectivamente), as espessuras do septo interventricular (SI<sub>d</sub>) e parede posterior do VE em diástole (PPVE<sub>d</sub>), foram medidos através do eixo curto em parasternal esquerdo, mesmo por baixo da válvula mitral, de acordo com as recomendações da SAE (Sahn *et al.*, 1978).

Com base nas dimensões anteriores determinou-se a massa do VE (MVE), estimada através da fórmula cúbica da SAE modificada por Devereux (Devereux *et al.*, 1986):

$$MVE (g) = 0.8 \{1.04 [(SI_d + VE_d + PPVE_d)^3 - VE_d^3]\} + 0.6g$$

A MVE foi corrigida para a superfície corporal (SC), através da fórmula de DuBois (DuBois & DuBois, 1916), amplamente difundida na literatura internacional, que apesar de validada com apenas 9 indivíduos apresenta uma correlação elevada ( $r=0.97$ ), com a determinação directa proposta por Mitchell, Strydom, Van Graan & Van Der Walt (1971):

$$SC (m^2) = 0.007184 [massa corporal (kg)]^{0.425} \times [estatura (cm)]^{0.725}$$

Com esta normalização obtivemos o Índice de MVE ( $g/m^2$ ), em que o ponto de corte para definir hipertrofia é  $\geq 125 g/m^2$ . Mediante o cálculo da Espessura Parietal Relativa (EPR),

$$EPR = [(SI + PPVE_d) / VE_d]$$

também é possível, distinguir um perfil concêntrico ( $\geq 0.44$ ) ou excêntrico ( $< 0.44$ ) do VE, seguindo o critério de Madeira *et al.* (2008).

### 3.2.3. Maturação biológica

#### Maturação sexual avaliada por um perito

Utilizaram-se os 5 estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica descritos por Tanner (1962) (Anexo 3). Para o efeito recorreu-se a um observador com vasta experiência nesta avaliação.

#### Maturação somática

##### Maturity offset

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

##### *Maturity offset* (rapazes)

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

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:

*intercept + estatura (coeficiente para estatura) + massa corporal (coeficiente para a massa corporal) estatura média parental (coeficiente para a estatura média parental)*

Os coeficientes do método Khamis-Roche surgem em polegadas (*inches*) e libras (*pounds*), tendo sido necessário 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, recorrer-se-ia à informação verbal. Nestes casos aplicamos 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).

### Maturação esquelética

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

Para a obtenção da radiografia foram seguidos os procedimentos sugeridos por Roche *et al.* (1988), em que 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. Recorreu-se a uma única incidência.

#### Idade óssea determinada pelo método Fels

A amostra que esteve na base deste método é constituída por crianças oriundas de estratos socioeconómicos 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.

Esta metodologia tem por base a observação de vinte e dois ossos (rádio, cúbito, osso grande, unciforme, piramidal, pisiforme, semilunar, escafóide, 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 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). Todas as radiografias foram avaliadas pelo mesmo examinador, assumindo o treino de mestria providenciados por peritos internacionais, com inúmeros trabalhos publicados com o método de Fels.

#### Classificação dos sujeitos

À semelhança do verificado em Peña Reyes, Cardenas-Barahona & Malina (1994), Malina *et al.* (2000), 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.

#### **3.2.4. Parâmetros aeróbios**

##### Desempenho aeróbio

O *PACER* (Cooper Institute for Aerobics Research, 1992), também conhecido como *20-meter shuttle-run* da bateria *FITNESSGRAM*, prevê a realização de percursos de 20 metros em regime de vai-e-vém, respeitando a cadência de um sinal sonoro que estabelece a velocidade de corrida em cada percurso. O teste é progressivo, inicia-se com uma velocidade de  $8 \text{ km.h}^{-1}$ , com um segundo patamar a  $9 \text{ km.h}^{-1}$  e, posteriormente, ocorrem incrementos de velocidade de  $0.5 \text{ km.h}^{-1}$  em cada patamar. Para a reprodução sonora deste protocolo sonoro, utilizámos um sistema *Philips SK20 CD Unit*. O objectivo do *PACER* passa pela realização do maior número

de percursos, sendo o resultado apresentado como o total de metros percorridos. Isto é, se um sujeito percorrer 60 percursos, o seu resultado final corresponde a 1200 metros (60x20m).

Os critérios utilizados para a interrupção do teste estão essencialmente associados ao incomprimento do protocolo estabelecido por duas vezes, ou seja, o indivíduo que não chegar à linha na altura do sinal sonoro deve inverter imediatamente o sentido da corrida para tentar acompanhar novamente a cadência do teste, sendo que este termina quando tal se repetir pela segunda vez.

Determinação do erro técnico de medida e do coeficiente de fiabilidade

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.

A Tabela 6, reporta a determinação do erro técnico de medida e do coeficiente de fiabilidade, recorrendo à análise de réplicas das medidas obtidas num lapso de tempo espaçado por oito dias, numa amostra de 25 hoquistas de 14-16 anos de idade, de nível local e que não fizeram parte da amostra principal do estudo.

**Tabela 6.** Determinação do erro técnico de medida ( $S_e$ ) e do coeficiente de fiabilidade (R) (n=25).

Variável	$S_e$	R
PACER – Distância, metros	20.32	0.99

### Potência aeróbia

Para a determinação da potência aeróbia, foi monitorizado através da espirometria em circuito aberto, o  $VO_2$  (absoluto e relativo), 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, sendo excluídos os valores obtidos imediatamente após o indivíduo ter terminado o teste, pois podem induzir a interpretações erradas, dado o estado hiperventilatório em que estes se encontram.

### 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.

### Equipamento

A determinação do  $VO_2$ ,  $V_E$ ,  $VCO_2$ , QR foi feita através da medição directa do ar expirado, tendo sido utilizado 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*. O *Software* utilizado foi 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 um *treadmill* motorizado da marca QUASAR, modelo *HPCosmos*, apropriado ao controlo rigoroso da carga externa e do trabalho mecânico.

### Preparação do equipamento

A calibração do sensor de volume foi realizada antes do início de cada um dos testes. Para isso, utilizou-se uma seringa 3L *Hans Rudolph, inc, Series 5530, Kansas city, USA*, com a qual se executaram 5 injeções de ar. No caso do volume ejetado corresponder ao medido, a calibração era aceite. Para nos certificarmos da consciência dos resultados, este processo era realizado duas vezes consecutivas.

A calibração do sensor de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> foi realizada, também, antes do início de cada um dos testes e após a calibração do volume. Para a calibração utilizou-se uma garrafa com concentrações estáveis de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> (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 se existisse uma conformidade com os valores da garrafa, admitia-se a calibração.

No final de cada teste e previamente à calibração dos sensores de volume e de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, realizava-se durante 5 a 10 minutos a avaliação do ar ambiente que permite 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* codificada e 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 7), adaptando o protocolo definido por Lawrence & Polglaze (2000), para os jovens atletas de elite do hóquei em campo. Os resultados obtidos através da realização deste teste possuem um elevado grau de correlação com a potência aeróbia ( $r=0.90$ ). No entanto, deve reconhecer-se que existe um grau de erro (20% da variância dos testes não é explicada pela potência aeróbia).

Foi realizado um aquecimento com uma duração de 5 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, 10 km/h. O teste teve o seu início a uma velocidade de 10 km/h com um incremento de 2 Km/h em cada 2 minutos entre o primeiro e o terceiro patamar. Após fixar a velocidade em 16 Km/h no quarto patamar, os incrementos de carga promovem-se através da inclinação, em que, em cada minuto, aumenta em 2%, até à exaustão voluntária do atleta. Após o teste, o atleta efectua 5

minutos de recuperação activa num cicloergómetro *Monarc 824E*, sem carga, a uma velocidade de 60 rpm.

**Tabela 7.** Protocolo do teste máximo, contínuo e por patamares de carga progressiva.

Patamar	Tempo (min)	Velocidade (Km/h)	Grau de inclinação (%)
1º	0-2	10	0
2º	2-4	12	0
3º	4-6	14	0
4º	6-7	16	0
5º	7-8	16	2
6º	8-9	16	4
7º	9-10	16	6
8º	10-11	16	8
9º	11-12	16	10

Adaptado de Lawrence & Polglaze (2000).

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 pelo menos ≥1.0, pode assumir-se 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 pouco mais que a frequência de encorajamento pode ser controlada. Para evitar mesmo as pequenas variações no ambiente da recolha de dados, os atletas foram encorajados apenas na fase final do teste e sempre pelo mesmo investigador (Andreacci, LeMura, Cohen, Urbanky, Chelland & Duvillard, 2002).

### 3.2.5. Parâmetros de preparação desportiva

A associação que se estabelece entre os dados individuais de grupos de atletas e as exigências da preparação desportiva orientada para a alta competição é dependente de informações caracterizadoras do processo de treino e competição ao longo de uma época desportiva (Hoff & Martin, 1986; Inklaar, Bol, Schmikli & Mosterd, 1996; Junge, Chomiak & Devorak, 2000; Price, Hawkins, Hulse & Hodson, 2004; Schmidt-Olsen, Jorgensen, Kaalund &

Sorensen, 1991). Posto isto, os dados foram arrolados de Setembro de 2006 a Julho de 2007 para o grupo de elite e de Setembro de 2007 a Julho de 2008 para o grupo de nível local. Durante todo o período do estudo, recorreu-se a profissionais do desporto (técnicos/docentes) com formação específica, para a recolha dos dados necessários visto que se tornou uma prática relativamente comum (Schulz, Marshall & Yang, 2004; Junge & Devorak, 2000; Weaver, Mueller & Kalsbeek, 1999; Powell & Barber-Foss, 2000; Pasque & Hewett, 2000).

Foi recolhida a informação do número de anos (épocas desportivas) de prática federada da modalidade; o número de sessões de treino (número de sessões de treino realizadas por cada atleta durante a época desportiva); o tempo de treino (minutos de treino de cada atleta durante a época desportiva); o número de jogos realizados (número de jogos realizados por cada atleta durante a época desportiva); e o tempo de jogo (minutos jogados por cada atleta durante a época desportiva) (Anexo 4).

### **3.3. Procedimentos**

Após obter autorização institucional, mediante a revisão científica e ética do projecto precedente ao estudo pelo *Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra* (FCDEF-UC) e com base no protocolo de cooperação entre a FCDEF-UC e a *Federação de Patinagem de Portugal* (FPP), foi elaborada a aprovação formal do mesmo também pela direcção técnica nacional da FPP.

A FPP forneceu a listagem dos atletas de interesse distrital e nacional. Posteriormente foi obtido um termo de consentimento que continha toda a informação relevante, promovendo o entendimento das implicações e concordância com uma participação voluntária, susceptível de ser interrompida em qualquer altura. O termo de consentimento visou a explicação sumária do estudo e objectivos do mesmo; permissão de utilização dos resultados para fins científicos e pedagógicos; assinatura dos responsáveis pela realização do teste e garantia das normas de segurança estabelecidas e assinatura do indivíduo a testar, do seu responsável legal e de um responsável técnico ou directivo (Anexo 1).

A maioria das avaliações foi efectuada nas instalações da *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra*, isto é, no *Pavilhão III do Estádio Universitário de Coimbra* e *Laboratório de Biocinética*, situado no mesmo edifício, e as avaliações médico-desportivas em instalações próprias. Atendendo aos momentos avaliativos, a decorrer no final das correspondentes épocas desportivas, os testes foram realizados durante um dia para cada sub-grupo de aproximadamente 10 atletas. A dinâmica organizacional diária compreendeu-se das 9h:30m às 17h:00m, iniciando-se com a avaliação antropométrica e

exame ecocardiográfico, terminando a manhã com a execução do exame radiológico do pulso e mão esquerda. Durante a tarde apenas foram realizadas as recolhas ergoespirométricas.

Precisamente uma semana anterior à data de recolha de dados dos diferentes sub-grupos de atletas, foi efectuada a recolha de todas as informações e documentos necessários, realizando-se também a avaliação funcional de terreno, nas instalações próprias de cada clube a que estes agregam a sua prática federada.

### **3.4. Tratamento estatístico**

Inicialmente produziu-se a caracterização da amostra através da estatística descritiva, nomeadamente, através de parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude).

Quanto à distribuição total da amostra pelos estádios de maturação sexual, foi analisada a variância (ANOVA), a covariância (ANCOVA), controlando para o efeito espúrio da idade cronológica, e a extensão multivariada da análise da covariância (MANCOVA). As variáveis dependentes consideradas foram as morfológicas, os parâmetros de preparação desportiva e as medidas marcadoras do traço aeróbio. O efeito da maturação esquelética como fonte significativa de variação do tamanho corporal, da proporcionalidade somática, da somatotipologia, da preparação desportiva e do traço aeróbio, foi testada através da análise da variância (ANOVA).

Assumindo a distribuição da amostra por mais do que um nível de prática desportiva, utilizou-se, a mesma, para a comparação múltipla, tendo como variáveis dependentes as variáveis de morfologia, os indicadores de maturação somática e esquelética, os parâmetros de preparação desportiva e as medidas marcadoras do desempenho aeróbio. Para tal, recorreu-se à análise da covariância (ANCOVA), controlando para o efeito espúrio da idade cronológica média da amostra total e à extensão multivariada da análise da covariância (MANCOVA).

A comparação de sub-amostras por nível de prática desportiva, foi ampliada com a análise da função discriminante para saber encontrar um conjunto restrito de variáveis capazes de reclassificar os hoquistas nos grupos iniciais. Assumiram-se como indicadores relevantes aqueles que apresentam coeficientes canónicos estruturais acima de 0.40, de relevância moderada entre 0.40 e 0.30, e pouco relevantes abaixo de 0.30 (Dias, 2007).

A análise da regressão linear múltipla foi utilizada para identificar as variáveis correlatas capazes de explicar a variância dos resultados em cada uma das medidas do traço aeróbio. Este procedimento, baseou-se na técnica *backward* com um valor de corte de  $p \leq 0.10$ . Este

procedimento parte de um modelo inicial que associa a combinação linear de todas as variáveis independentes com a variável dependente. De seguida testa, sucessivamente, a possibilidade de remover uma variável independente sem prejudicar a magnitude da associação entre os dois lados da equação.

Para todos os testes de estatística inferencial, o nível de significância foi mantido em 5%, valor estabelecido para ciências sociais e comportamentais. Utilizamos o *software Statistical Program for Social Sciences – SPSS*, versão 15.0 para *Windows* e o *Microsoft Office Excell 2003*.



## CAPÍTULO IV

### APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

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

Adoptando a recolha de informações complementares relativamente ao processo de maturação biológica e apesar de nos referirmos à maturação sexual, maturação somática e maturação esquelética, é assumido que apenas subsiste um processo de maturação, onde existem procedimentos e metodologias alternativas de determinação e caracterização deste processo. A Tabela 8 sumariza as medidas de tendência central e de dispersão das variáveis de maturação biológica e anos de prática federada da modalidade. Apesar da idade esquelética apresentar uma maior variância relativamente à idade cronológica, a amplitude de diferenças situa-se nos 0.9 anos, tratando-se em média, de um grupo normomaturado.

**Tabela 8.** Estatística descritiva de variáveis de maturação biológica e caracterização dos anos de prática desportiva.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica, anos	14.5	16.5	15.7	0.5
Idade esquelética, anos	13.1	18.0	16.6	1.4
<i>Maturity offset</i> , anos	0.05	2.98	1.70	0.70
Idade no PVC, anos	12.8	15.7	14.0	0.7
Estatua matura predita, cm	162.5	185.4	174.6	4.9
% estatura matura predita	92.6	100	97.9	1.6
Anos de prática federada da modalidade, anos	4	11	7.6	1.4

A distribuição absoluta da amostra pelos estádios de pilosidade púbica, cruzada com o nível de prática desportiva, é apresentada na Tabela 9. A totalidade da amostra posiciona-se nos estádios PH4 e PH5, sugerindo a sobreocupação dos estádios de adiantados maturacionalmente e maduros, respectivamente, por parte dos hoquistas juvenis. Estes resultados são corroborados pelo indicador de maturação esquelética, em que 15 sujeitos foram classificados como maduros, 20 como avançados maturacionalmente, 19 normomaturados e apenas 9 foram classificados como atrasados maturacionalmente.

**Tabela 9.** Distribuição dos hoquistas por estatuto maturacional (dada pela diferença entre idade óssea e idade cronológica) e distribuição dos estádios de pilosidade púbica por estatuto maturacional.

		Classificação maturacional			
		Atrasado (n=9)	Normomaturado (n=19)	Avançado (n=20)	Maturo (n=15)
Total (n=63)	PH4 (n=25)	7	10	7	1
	PH5 (n=38)	2	9	13	14

A Tabela 10 apresenta a estatística descritiva relativa aos indicadores de morfologia interna e externa, preparação desportiva, assim como, os indicadores de *endurance* e potência aeróbia. A amplitude de variação é de 28.3 cm para a estatura e de 57 kg para a massa corporal. Os valores encontrados para o somatótipo (3.7-4.2-3.2) classificam o jovem hoquista como mesomorfo-endomorfo. Verifica-se a existência de uma dilatação da cavidade ventricular esquerda (54.8 mm) com um perfil excêntrico (0.29). O volume de prática desportiva anual destes atletas foi estimado em 10569 minutos, apresentando valores absolutos e relativos à massa corporal de potência aeróbia de 3.92 L·min<sup>-1</sup> e 60.9 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 10.** Estatística descritiva dos indicadores de morfologia externa e interna, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa corporal, kg	41.6	98.6	64.7	10.6
Estatura, cm	153.9	182.2	171.0	5.7
Altura sentado, cm	80.3	96.6	90.0	4.0
Comprimento do membro inferior, cm	71.7	87.1	81.0	3.3
Perímetro braquial máximo, cm	18.8	36.5	26.5	3.0
Perímetro geminal, cm	27.6	42.2	35.5	2.5
Diâmetro bicôndilo-umeral, cm	6.3	7.7	6.8	0.3
Diâmetro bicôndilo-femoral, cm	3.3	10.8	9.7	0.9
Prega tricipital, mm	4	31	12.1	5.2
Prega subscapular, mm	5	32	11.3	5.0
Prega supraíliaca, mm	5	44	14.5	8.1
Prega geminal medial, mm	3	31	10.7	5.1
Índice de massa corporal, kg/cm <sup>2</sup>	15.4	32.9	22.0	2.9
Índice córico, %	49.2	57.4	52.6	1.3
Soma pregas gordura subcutânea, mm	22	133	48.8	22.0
Endomorfismo	1.4	8.9	3.7	1.5
Mesomorfismo	0.8	7.8	4.2	1.1
Ectomorfismo	0.1	6.6	3.2	1.2
Diâmetro telediastólico do VE, mm	36.4	64.8	54.8	4.7
Diâmetro telesistólico do VE, mm	28.0	45.5	35.5	3.3
Espessura do septo interventricular em diástole, mm	6.5	20.9	8.3	1.7
Espessura da parede posterior do VE em diástole, mm	6.2	9.3	7.6	0.7
Diâmetro da raiz da aorta, mm	19.6	33.5	27.7	2.6
Diâmetro do átrio esquerdo, mm	23.1	47.9	36.9	4.3
Massa do VE, g	96.7	216.6	159.5	29.2
Superfície corporal, m <sup>2</sup>	1.40	2.12	1.75	0.15
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	59.0	136.1	90.7	14.0
Espessura parietal relativa	0.24	0.81	0.29	0.06
Sessões de treino	87	161	115	14
Sessões de jogo	24	57	35	6
Sessões totais	114	201	150	15
Minutos de treino, minutos	7245	14135	9690	1140
Minutos de jogo, minutos	220	2103	879	321
Minutos totais, minutos	8495	14851	10569	1109
PACER – Nível	6	13	9.7	1.54
PACER – Percurso	51	123	86.5	16.9
PACER – Distância, metros	1020	2460	1731	340
Treadmill – Patamar	3	7	4.9	1.1
Treadmill – FC Final, bpm	173	217	195.9	8.9
Treadmill – QR	0.93	1.18	1.04	0.05
Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	2.49	5.46	3.92	0.59
Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	45.2	77.0	60.9	6.9

## 4.2. Estudo da variação associada à maturação sexual

A estatística descritiva por estágio de pilosidade púbica e a comparação entre grupos efectuada pela análise da variância, constituem objecto da Tabela 11. A idade cronológica ( $p < 0.05$ ) é sensível à variação dada pelos estádios de maturação sexual. Estes também afectam, significativamente, a massa corporal ( $p < 0.01$ ), estatura ( $p < 0.01$ ), altura sentado ( $p < 0.01$ ), perímetros braquial máximo e geminal ( $p < 0.01$ ), diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral ( $p < 0.05$ ), massa do VE ( $p < 0.05$ ), superfície corporal ( $p < 0.01$ ) e potência aeróbia relativa à massa corporal ( $p < 0.01$ ). Em todas as variáveis referidas, existe um gradiente por estágio de PH (PH4 < PH5).

**Tabela 11.** Estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise da variância (ANOVA) para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.

	PH4 (n=25)		PH5 (n=38)		F	p
	Média	Dp	Média	Dp		
Idade cronológica, anos	15.5	0.6	15.8	0.4	5.521	*
Massa corporal, kg	60.6	9.1	67.5	10.8	7.023	**
Estatura, cm	168.2	6.3	172.9	4.6	11.688	**
Altura sentado, cm	87.9	4.1	91.5	3.4	13.780	**
Comprimento do membro inferior, cm	80.3	3.8	81.5	3.1	2.233	n.s.
Perímetro braquial máximo, cm	25.3	2.9	27.4	2.9	7.914	**
Perímetro geminal, cm	34.5	2.6	36.2	2.3	7.920	**
Diâmetro bicôndilo-umeral, cm	6.8	0.3	6.9	0.3	4.821	*
Diâmetro bicôndilo-femoral, cm	9.4	1.4	9.5	0.4	5.308	*
Prega tricipital, mm	13.3	6.0	11.5	4.6	1.816	n.s.
Prega subscapular, mm	11.9	6.2	10.9	4.1	0.536	n.s.
Prega suprailíaca, mm	15.4	9.6	14.0	7.0	0.444	n.s.
Prega geminal medial, mm	11.6	5.9	10.2	4.9	1.071	n.s.
Índice de massa corporal, kg/cm <sup>2</sup>	21.4	2.8	22.5	3.0	2.139	n.s.
Índice córico, %	52.3	1.4	52.9	1.3	0.961	n.s.
Soma pregas gordura subcutânea, mm	52.2	26.1	46.6	18.9	2.612	n.s.
Massa do VE, g	150.2	26.9	165.8	29.4	4.535	*
Superfície corporal, m <sup>2</sup>	1.68	0.13	1.80	0.14	10.099	**
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	89.3	16.2	91.7	12.6	0.454	n.s.
Espessura parietal relativa	0.29	0.01	0.29	0.08	0.162	n.s.
Anos de prática, anos	7.7	1.2	7.5	1.5	0.186	n.s.
Sessões de treino	116.2	12.3	113.7	14.4	0.500	n.s.
Sessões de jogo	36.4	6.1	33.9	6.1	2.470	n.s.
Sessões totais	152.6	13.1	147.7	16.2	1.626	n.s.
Minutos de treino, min	9640.1	945.1	9723.3	1262.9	0.079	n.s.
Minutos de jogo, min	884.4	303.3	874.9	336.8	0.013	n.s.
Minutos totais, min	10524.5	912.2	10598.3	1230.8	0.066	n.s.
PACER – Nível	9.8	1.8	9.7	1.4	0.083	n.s.
PACER – Percurso	87.7	18.7	85.8	15.9	0.198	n.s.
PACER – Distância, metros	1754.4	374.1	1715.3	319.3	0.198	n.s.

*Continua*

Continuação da Tabela 11

Treadmill – Patamar	4.8	1.2	4.9	1.1	0.250	n.s.
Treadmill – FC Final, bpm	195.8	8.8	196.0	9.2	0.005	n.s.
Treadmill – QR	1.03	0.05	1.05	0.05	0.873	n.s.
Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	3.64	0.49	4.10	0.59	0.012	n.s.
Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	60.9	6.8	61.1	7.1	9.862	**

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01.

Após efectuar a análise da covariância (ANCOVA), controlando para o efeito espúrio da idade cronológica (Tabela 12), a maturação sexual dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, continua a afectar significativamente a estatura (p<0.01), altura sentado (p<0.01), perímetros braquial máximo (p<0.05) e geminal (p<0.01), diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral (p<0.05), massa do VE (p<0.05), superfície corporal (p<0.01) e potência aeróbia relativa à massa corporal (p<0.01). Mantém-se o gradiente por estádio de PH (PH4<PH5).

**Tabela 12.** Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva e indicadores de desempenho e aptidão aeróbia.

	PH4 n=25	PH5 n=38	F	p
Massa corporal, kg	60.7 (2.1)	67.5 (1.7)	6.066	n.s.
Estatura, cm	168.2 (1.1)	172.9 (0.9)	10.845	**
Altura sentado, cm	87.9 (0.8)	91.5 (0.6)	13.741	**
Comprimento do membro inferior, cm	80.3 (0.7)	81.5 (0.6)	1.732	n.s.
Perímetro braquial máximo, cm	25.5 (0.6)	27.2 (0.5)	5.034	*
Perímetro geminal, cm	34.6 (0.5)	36.2 (0.4)	5.830	**
Diâmetro bicôndilo-umeral, cm	6.8 (0.1)	9.9 (0.1)	3.724	*
Diâmetro bicôndilo-femoral, cm	9.5 (0.2)	9.9 (0.2)	4.621	*
Prega tricipital, mm	13.4 (1.1)	11.4 (0.9)	2.048	n.s.
Prega subscapular, mm	12.1 (1.0)	10.9 (0.8)	0.825	n.s.
Prega supraílica, mm	15.8 (1.7)	13.7 (1.3)	0.874	n.s.
Prega geminal medial, mm	11.5 (1.1)	10.3 (0.9)	0.733	n.s.
Índice de massa corporal, kg/cm <sup>2</sup>	21.4 (0.6)	22.5 (0.5)	1.664	n.s.
Índice córmico, %	52.3 (0.3)	52.9 (0.2)	1.197	n.s.
Soma pregas gordura subcutânea, mm	52.8 (4.6)	46.3 (3.7)	3.035	n.s.
Massa do VE, g	150.4 (5.9)	165.6 (4.7)	3.874	*
Superfície corporal, m <sup>2</sup>	1.68 (0.02)	1.80 (0.02)	8.959	**
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	89.4 (2.9)	91.6 (2.4)	0.328	n.s.
Espessura parietal relativa	0.28 (0.01)	0.29 (0.01)	0.213	n.s.
Anos de prática desportiva, anos	7.7 (0.3)	7.5 (0.2)	0.186	n.s.
Sessões de treino	116.2 (2.7)	113.7 (2.2)	0.500	n.s.
Sessões de jogo	36.4 (1.2)	33.9 (0.9)	2.470	n.s.
Sessões totais	152.6 (3.0)	147.7 (2.4)	1.626	n.s.
Minutos de treino, min	9640.1 (229.7)	9723.3 (186.3)	0.079	n.s.
Minutos de jogo, min	884.4 (64.8)	874.9 (52.6)	0.013	n.s.
Minutos totais, min	10524.5 (223.3)	10598.3 (181.1)	0.066	n.s.

Continua

**Continuação da Tabela 12**

PACER – Nível	9.8 (0.3)	9.7 (0.3)	0.083	n.s.
PACER – Percurso	87.7 (3.4)	85.8 (2.8)	0.198	n.s.
PACER – Distância, metros	1754.4 (68.4)	1715.3 (55.5)	0.198	n.s.
Treadmill – Patamar	4.8 (0.2)	4.9 (0.2)	0.250	n.s.
Treadmill – FC Final, bpm	195.8 (1.1)	196.0 (1.5)	0.005	n.s.
Treadmill – QR	1.03 (0.01)	1.05 (0.00)	0.873	n.s.
Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	3.64 (0.11)	4.10 (0.1)	0.012	n.s.
Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	60.9 (1.4)	61.1 (1.1)	9.862	**

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01.

A análise das três componentes do somatótipo (Tabela 13), não identifica a existência de diferenças significativas [Wilks' Lambda=0.904, F=2.064, n.s.]. Os atletas que se encontram no PH5 apresentam um perfil somático mesomorfo-equilibrado (3.5-4.3-3.1) e os atletas que se encontram no PH4, um perfil somático mesomorfo-endomorfo (4.1-4.0-3.3).

**Tabela 13.** Média ajustada, erro padrão e análise multivariada da covariância (MANCOVA), para testar o efeito da maturação sexual, dada pelos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica, em cada uma das componentes do somatótipo usando a idade cronológica média da amostra total como covariável.

	PH4 n=25	PH5 n=38	F	p
Endomorfismo <sup>a)</sup>	4.1 (0.3)	3.5 (0.3)	1.536	n.s.
Mesomorfismo <sup>a)</sup>	4.0 (0.2)	4.3 (0.2)	1.159	n.s.
Ectomorfismo <sup>a)</sup>	3.3 (0.2)	3.1 (0.2)	0.445	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01; a) resultados obtidos com recurso à metodologia proposta por Cressie *et al.* (1986).

### 4.3. Estudo da variação associada à maturação esquelética

As características dos atletas consoante o seu estatuto maturacional são apontadas na Tabela 14. No total do grupo da amostra, 24% dos atletas já atingiu o estado maturo. Este grupo inclui ainda, mais sujeitos maturacionalmente avançados (32%) do que normomatuross (30%) ou atrasados maturacionalmente (14%). A análise da variância efectuada apenas para as categorias que compreende o estatuto maturacional (atrasado, normomaturado e avançado), aponta diferenças estatisticamente significativas para a massa corporal (p<0.05), índice cormico (p<0.05), minutos de treino (p<0.01), potência aeróbia absoluta (p<0.01) e *maturity offset* (p<0.05).

**Tabela 14.** Estatística descritiva (média e desvio padrão) e análise da variância (ANOVA) para testar o efeito do estatuto maturacional, dado pela discrepância entre a idade esquelética e a idade cronológica, na dimensão corporal, parâmetros de preparação desportiva, indicadores de desempenho e aptidão aeróbia e maturação somática.

	Estado Maturado (n=15)		Estatuto Maturacional						F	p
			Atrasado (n=9)		Normomaturado (n=19)		Avançado (n=20)			
	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp		
Massa corporal, kg	72.4	10.2	55.3	7.1	63.8	9.9	64.2	9.3	3.265	*
Estatura, cm	174.6	4.4	167.4	6.9	168.9	5.1	172.1	5.4	2.783	n.s.
Índice córico, %	53.0	1.1	51.5	0.9	52.6	1.8	52.9	1.0	3.547	*
Endomorfismo	3.9	1.5	3.2	0.9	4.2	2.0	3.4	1.1	1.938	n.s.
Mesomorfismo	4.4	1.1	3.8	0.7	4.3	1.5	4.1	0.8	0.707	n.s.
Ectomorfismo	2.7	1.0	4.1	0.7	3.0	1.2	3.4	1.2	2.906	n.s.
Massa VE, g	170.2	25.2	143.6	20.2	152.7	33.8	165.3	27.9	1.935	n.s.
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	91.0	12.1	88.9	11.5	88.3	18.5	93.8	11.8	0.754	n.s.
Espessura parietal relativa	0.32	0.13	0.29	0.02	0.28	0.02	0.28	0.02	1.666	n.s.
Anos de prática, anos	7.3	0.8	7.2	1.2	7.3	1.6	8.3	1.4	2.766	n.s.
Minutos de treino, minutos	9695	983	10675	1527	9403	870	9517	1121	4.367	**
Minutos de jogo, minutos	972	417	774	176	828	294	905	315	0.743	n.s.
PACER - Distância, metros	1709	360	1718	427	1662	307	1818	319	1.065	n.s.
Pico VO <sub>2</sub> , L.min <sup>-1</sup>	4.36	0.39	3.27	0.38	3.88	0.58	3.93	0.57	5.102	**
Pico VO <sub>2</sub> , ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	61.6	7.2	59.4	6.5	61.5	7.8	60.7	6.4	0.276	n.s.
Maturity offset, anos	2.19	0.44	1.06	0.69	1.51	0.63	1.79	0.65	3.923	*
% estatura matura predita	98.7	1.2	96.9	2.2	97.6	1.6	98.1	1.2	1.990	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01.

#### 4.4. Estudo comparativo entre os subgrupos da amostra

A variação associada ao nível de prática desportiva foi testada para a dimensão corporal, para a maturação biológica, para os parâmetros de preparação desportiva e para a *endurance* e potência aeróbia.

A Tabela 15 mostra o resultado da análise da covariância tendo a idade cronológica como covariável. Verificam-se diferenças estatisticamente significativas na altura sentado (p<0.05), prega tricípital (p<0.01) e geminal medial (p<0.01), soma das pregas de gordura subcutânea (p<0.05) e diâmetro da raiz da aorta (p<0.01), variando, de forma decrescente no caso das variáveis que servem o critério de adiposidade, dos atletas de nível local para os de elite, e de forma decrescente, dos atletas de elite para os de nível local, no caso da altura sentado e diâmetro da raiz da aorta.

**Tabela 15.** Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva na dimensão corporal.

	Elite n=32	Local n=31	F	p
Massa corporal, kg	66.2 (1.9)	63.3 (1.9)	1.149	n.s.
Estatura, cm	172.2 (1.0)	169.8 (1.0)	2.786	n.s.
Altura sentado, cm	91.2 (0.7)	88.9 (0.7)	4.910	*
Comprimento do membro inferior, cm	81.2 (0.6)	80.9 (0.6)	0.135	n.s.
Perímetro braquial máximo, cm	27.2 (0.5)	25.9 (0.5)	3.446	n.s.
Perímetro geminal, cm	35.8 (0.5)	35.3 (0.5)	0.558	n.s.
Diâmetro bicôndilo-umeral, cm	6.9 (0.1)	6.9 (0.1)	0.466	n.s.
Diâmetro bicôndilo-femoral, cm	9.7 (0.2)	9.8 (0.2)	0.410	n.s.
Prega tricipital, mm	10.6 (0.9)	13.8 (0.9)	6.182	**
Prega subscapular, mm	10.4 (0.9)	12.4 (0.9)	2.473	n.s.
Prega supraílica, mm	13.4 (1.4)	15.8 (1.5)	1.326	n.s.
Prega geminal medial, mm	8.9 (0.9)	12.8 (0.9)	8.828	**
Índice de massa corporal, kg/cm <sup>2</sup>	22.3 (0.5)	21.8 (0.5)	0.307	n.s.
Índice córico, %	52.9 (0.2)	52.4 (0.2)	2.210	n.s.
Soma pregas gordura subcutânea, mm	43.2 (3.8)	54.6 (3.9)	4.265	*
Diâmetro telediastólico do VE, mm	54.9 (0.9)	54.6 (0.9)	0.078	n.s.
Diâmetro telesistólico do VE, mm	35.9 (0.6)	35.2 (0.6)	0.730	n.s.
Espessura do septo interventricular, mm	8.4 (0.3)	8.2 (0.3)	0.153	n.s.
Espessura da parede posterior do VE, mm	7.8 (0.1)	7.5 (0.1)	1.822	n.s.
Diâmetro da raiz da aorta, mm	29.1 (0.4)	26.4 (0.4)	22.184	**
Diâmetro do átrio esquerdo, mm	36.8 (0.8)	37.2 (0.8)	0.092	n.s.
Massa do VE, g	162.2 (5.2)	156.8 (5.3)	0.520	n.s.
Superfície corporal, m <sup>2</sup>	1.78 (0.02)	1.72 (0.02)	2.062	n.s.
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	90.9 (2.5)	90.6 (2.6)	0.004	n.s.
Espessura parietal relativa	0.30 (0.01)	0.29 (0.01)	0.312	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01.

A análise conjunta das três componentes do somatótipo (Tabela 16) não revela diferenças significativas [Wilks' Lambda=0.885, F=2.524, n.s.]. Os atletas de elite apresentam um perfil somático mesomorfo-equilibrado (3.4-4.3-3.2) e os atletas de nível local, mesomorfo-endomorfo (4.1-4.1-3.3).

**Tabela 16.** Média ajustada, erro padrão e análise multivariada da covariância (MANCOVA), para testar o efeito do nível de prática desportiva em cada uma das componentes do somatótipo usando a idade cronológica média da amostra total como covariável.

	Elite n=32	Local n=31	F	p
Endomorfismo <sup>a)</sup>	3.4 (0.3)	4.1 (0.3)	3.164	n.s.
Mesomorfismo <sup>a)</sup>	4.3 (0.2)	4.1 (0.2)	0.513	n.s.
Ectomorfismo <sup>a)</sup>	3.2 (0.2)	3.3 (0.2)	0.124	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*) p≤0.05, (\*\*) p≤0.01; a) resultados obtidos com recurso à metodologia proposta por Cressie, Withers & Craig (1986).

A Tabela 17 indica-nos que apenas o *maturity offset* ( $p < 0.05$ ) e conseqüentemente a idade em que ocorre o PVC em estatura ( $p < 0.05$ ), são sensíveis à variação dada pelo nível de prática desportiva. Os atletas de elite atingiram o PVC em estatura 0.3 anos mais cedo que os atletas de nível local.

**Tabela 17.** Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva nos indicadores de maturação biológica.

	Elite n=32	Local n=31	F	<i>p</i>
<i>Maturity offset</i> , anos	1.86 (0.10)	1.53 (0.11)	4.375	*
Idade no PVC, anos	13.9 (0.1)	14.2 (0.1)	4.361	*
Estatura matura predita, cm	175.4 (0.9)	173.9 (0.9)	1.495	n.s.
% estatura matura predita	98.2 (0.2)	97.7 (0.2)	3.639	n.s.
Idade esquelética, anos	16.8 (0.2)	16.3 (0.2)	1.881	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*)  $p \leq 0.05$ , (\*\*)  $p \leq 0.01$ .

As características dos atletas mediante a caracterização dos parâmetros de preparação desportivas são apontadas na Tabela 18. As diferenças com significado estatístico são visíveis para os anos de prática desportiva ( $p < 0.01$ ) e minutos de jogo ( $p < 0.05$ ), destacando-se o grupo de elite com valores mais elevados em ambas as variáveis.

**Tabela 18.** Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva nos parâmetros de preparação desportiva.

	Elite n=32	Local n=31	F	<i>p</i>
Anos de prática desportiva, anos	8.3 (0.2)	6.8 (0.2)	23.598	**
Sessões de treino	116.8 (2.4)	112.5 (2.5)	1.511	n.s.
Sessões de jogo	35.8 (1.1)	34.1 (1.1)	1.095	n.s.
Sessões totais	152.5 (2.7)	146.6 (2.7)	2.359	n.s.
Minutos de treino, minutos	9563.8 (203.6)	9820.9 (206.9)	0.775	n.s.
Minutos de jogo, minutos	962.9 (55.9)	791.7 (56.8)	4.564	*
Minutos totais, minutos	10526.8 (198.5)	10612.56 (201.8)	0.091	n.s.

(n.s.) não significativo, (\*)  $p \leq 0.05$ , (\*\*)  $p \leq 0.01$ .



A Tabela 19 mostra que existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de elite e local, para os indicadores de *performance* desportiva ( $p < 0.01$ ), em que os atletas de elite constituem o grupo com valores mais elevados de *endurance* aeróbia. Para a potência aeróbia, apenas nos valores relativos à massa corporal se verifica diferenças com significado estatístico ( $p < 0.01$ ), com o grupo de nível local a evidenciar melhores resultados que os seus pares.

**Tabela 19.** Média ajustada, erro padrão e análise da covariância (ANCOVA – idade cronológica média da amostra total, como covariável) para testar o efeito do nível de prática desportiva no desempenho e aptidão aeróbia.

	Elite n=32	Local n=31	F	<i>p</i>
<i>PACER</i> – Nível	10 (0.3)	9 (0.3)	9.639	**
<i>PACER</i> – Percurso	92 (2.9)	81 (2.9)	7.429	**
<i>PACER</i> – Distância, metros	1842 (57.9)	1616 (58.9)	7.429	**
<i>Treadmill</i> – Patamar	5.1 (0.2)	4.6 (0.2)	3.290	n.s.
<i>Treadmill</i> – FC Final, bpm	196.2 (1.6)	195.6 (1.6)	0.071	n.s.
<i>Treadmill</i> – QR	1.05 (0.01)	1.03 (0.10)	1.250	n.s.
Pico $VO_2$ , L·min <sup>-1</sup>	3.85 (0.10)	3.98 (0.10)	0.693	n.s.
Pico $VO_2$ , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	58.8 (1.2)	63.3 (1.2)	7.344	**

(n.s.) não significativo, (\*)  $p \leq 0.05$ , (\*\*)  $p \leq 0.01$ .

#### 4.5. Análise discriminativa entre os atletas de elite e local

A Tabela 20 apresenta a hierarquização dos coeficientes canónicos estruturais da função discriminante. Assim sendo, podemos constatar que os anos de prática desportiva são o principal indicador de discriminação a considerar entre os atletas de elite e de nível local. Seguem-se como indicadores de discriminação entre os dois subgrupos, a potência aeróbia relativa à massa corporal e a *endurance* aeróbia, com coeficientes canónicos estruturais entre 0.30 e 0.40.

Quanto aos restantes indicadores, podemos considerar que são fracos preditores de selecção desportiva em jovens hoquistas sub-17 e, portanto, que são piores indicadores para discriminar entre os atletas de elite e os de nível local, apresentando coeficientes canónicos estruturais inferiores a 0.30. Os dados da Tabela 20, indicam-nos a soma das pregas de gordura subcutânea, o rácio entre a idade esquelética e a idade cronológica e as três componentes do somatótipo, como os piores indicadores discriminantes entre os dois subgrupos em estudo.

**Tabela 20.** Hierarquização dos coeficientes canônicos estruturais da função discriminante.

Variáveis	Coeficientes canônicos estruturais
Anos de prática desportiva, anos	0.594
Pico VO <sub>2</sub> , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	-0.347
PACER – Distância, metros	0.319
Minutos de jogo, minutos	0.261
Porcentagem de estatura matura predita, %	0.220
Minutos totais, minutos	0.201
Maturity offset, anos	0.183
Estatura, cm	0.150
Pico VO <sub>2</sub> , L·min <sup>-1</sup>	-0.144
Minutos de treino, minutos	0.125
Idade cronológica, anos	0.121
Superfície corporal, m <sup>2</sup>	0.116
Espessura parietal relativa	-0.086
Índice córmico, %	0.085
Massa corporal, kg	0.084
Massa do VE, g	0.082
Índice de massa VE, g/m <sup>2</sup>	0.039
Ectomorfismo	-0.034
Endomorfismo	-0.027
Mesomorfismo	-0.026
Idade esquelética / Idade cronológica	-0.011
Soma pregas gordura subcutânea, mm	-0.003

A Tabela 21 fornece-nos a informação da reclassificação dos atletas nos subgrupos de origem, a partir da função discriminante utilizada. Dessa forma, verificamos que, dos 32 indivíduos pertencentes ao subgrupo de elite, 29 são reclassificados no subgrupo de origem, sendo que 3 atletas foram reclassificados no subgrupo de nível local. Por outro lado, dos 31 indivíduos pertencentes originalmente ao subgrupo de nível local, 26 foram reclassificados no subgrupo de origem e 5 foram colocados no subgrupo de elite.

Assim, após a análise da Tabela 21, conclui-se que a função classifica correctamente 87.3% dos atletas nos seus subgrupos de origem, significando que os restantes 12.7% dos atletas foram, reclassificados fora dos seus subgrupos de origem.

**Tabela 21.** Reclassificação dos atletas nos subgrupos de origem a partir da função discriminante.

		Grupo predito		Total
		Elite	Local	
Grupo real	Elite	29	3	32
	Local	5	26	31
Total		34	29	63

#### 4.6. Estudo de um modelo preditivo para as medidas aeróbias

Nesta secção recorreu-se à análise da regressão linear múltipla para verificar a quantidade de variância que é explicada na potência e *endurance* aeróbia tendo como variáveis independentes candidatas a essa explicação a idade cronológica, rácio entre idade esquelética e a idade cronológica (IE/IC), massa corporal, estatura, interacção massa corporal x estatura (h<sub>xw</sub>), soma das pregas de gordura (adiposidade), massa do VE, superfície corporal, índice de massa VE, espessura parietal relativa, volume anual de prática, anos de prática desportiva, maturação sexual e somática. Apenas os resultados estatisticamente significativos ( $p \leq 0.05$  ou  $p \leq 0.01$ ) das referidas regressões lineares múltiplas, são apresentados na Tabela 22.

**Tabela 22.** Preditores significativos dos desempenhos nas provas de avaliação da potência e *endurance* aeróbia e os valores de  $R^2$  e  $R^2$  ajustado, em jovens hoquistas, com base na análise de regressões lineares múltiplas (modelo *backward stepwise*).

	Preditores	Coefficiente $\beta$ estandardizado	$R^2$	$R^2$ ajustado	$p$
Pico $VO_2$ , L·min <sup>-1</sup>	IE / IC	0.24	0.52	0.49	*
	Superfície corporal	0.42			**
	Índice de massa VE	0.35			**
Pico $VO_2$ , ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	Adiposidade	-0.34	0.30	0.25	**
	IE / IC	0.30			*
	Superfície corporal	-0.30			*
	Anos de prática	-0.30			**
<i>Endurance</i> aeróbia	Adiposidade	-0.60	0.37	0.34	**
	Maturação sexual	-0.22			*
	% Estatura matura predita	0.25			*

(\*)  $p \leq 0.05$ , (\*\*)  $p \leq 0.01$ .

Da observação da Tabela 22 verifica-se que a variável com mais sobreposição de variância é a potência aeróbia absoluta (52%), seguindo-se a *endurance* aeróbia (37%) e a potência aeróbia relativa à massa corporal (30%) como a que menos é explicada pelos indicadores seleccionados. O rácio IE/IC surge como variável explicativa na potência aeróbia absoluta e relativa à massa corporal, o mesmo se verifica para a superfície corporal, mas apresentando um coeficiente negativo para a potência aeróbia relativa à massa corporal. O índice de massa VE, só surge como variável explicativa na potência aeróbia absoluta. A adiposidade aparece como preditor significativo para a potência aeróbia relativa à massa corporal e para a *endurance* aeróbia (onde apresenta um coeficiente negativo para ambas). Com coeficiente negativo, os anos de prática desportiva e a maturação sexual são preditores apenas da potência aeróbia relativa à massa corporal e *endurance* aeróbia, respectivamente. Por fim, com uma associação única, a percentagem de estatura matura predita, assume poder preditivo para a *endurance* aeróbia.



## CAPÍTULO V

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

---

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

##### Comparação com a população geral

A média estatural dos jovens hoquistas do presente estudo situa-se entre os percentis 25% e 50% dos dados de referência produzidos pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (2000<sup>1</sup> – Tabela 23), da população dos Estados Unidos da América. Quando a amostra é dividida por nível de prática desportiva, esta mesma tendência é observada para o grupo de nível local, já o grupo de elite encontra-se na vizinhança do percentil 50%.

Ao posicionarmos as médias do nosso estudo para a massa corporal na mesma população de referência constatamos que, para o total de atletas, a média se situa entre o percentil 50% e 75%. Relativamente ao enquadramento por nível de prática desportiva, verifica-se a mesma tendência encontrada.

Tendo como referência a população escolar do Ensino Secundário do Distrito de Coimbra (15.5-18.4 anos;  $n=387$ ; Coelho e Silva, 2002), tanto a estatura média como a massa corporal média, localizam-se ligeiramente abaixo do percentil 75% (178 cm e 70 kg). Os resultados observados apontam para uma tendência dos jovens hoquistas serem mais baixos que a população em geral (CDCP, 2000; Coelho e Silva, 2002), mas mais pesados.

**Tabela 23.** 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)
Elite (n=32)	15.8	172.2	66.2	± P50	P50 – P75
Local (n=31)	15.6	169.8	63.3	P25 – P50	P50 – P75
Total (n=63)	15.7	171.0	64.7	P25 – P50	P50 – P75

Malina (2002), após vários estudos com crianças e adolescentes, refere que os jovens atletas de ambos os sexos na maioria dos desportos possuem, em média, envergaduras e pesos semelhantes ou superiores aos valores de referência para a população em geral de crianças e adolescentes. Os dados apresentados categorizam estes hoquistas como desviantes à tendência central apontada por Malina (2002).

---

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

Tendo os valores de corte para o *índice de massa corporal* proposto por Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz (2000) sido construídos para estudos epidemiológicos e apesar das críticas que a literatura aponta relativamente à utilização desses valores em grupos de atletas, no nosso estudo os dados mostram (Tabela 24) que existem três jogadores obesos, sendo que oito dos 63 sujeitos foram avaliados como tendo sobrepeso. Esta condição parece ser resultado de valores superiores de adiposidade, uma vez que os atletas classificados com sobrepeso e obesidade apresentam respectivamente 65mm e 94mm no somatório das quatro pregas e o grupo normoponderal, 44mm.

**Tabela 24.** Número de casos nos grupos normoponderal, sobrepeso e obeso (definidos pelos critérios de Cole *et al.*, 2000) para os hoquistas de elite e local.

	Normoponderal	Sobrepeso	Obeso
Elite (n=32)	27	4	1
Local (n=31)	25	4	2
Total (n=63)	52	8	3

A tendência descrita na Tabela 24 é também observável na Tabela 25 através da distribuição dos efectivos da amostra por categorias percentílicas dadas pelo CDCP (2000). A distribuição de elementos acima da mediana (P50%) é superior na massa corporal relativamente à estatura, sendo esta tendência mais observável nos atletas de nível local (diferenças médias de 14.2%) do que nos atletas de elite (diferenças médias de 9.6%).

**Tabela 25.** Número de elementos dos dois níveis de prática desportiva por intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).

	Estatura				Massa Corporal			
	≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75	≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75
Elite (n=32)	6	9	13	4	3	6	10	13
Local (n=31)	10	10	6	5	6	5	10	10
Amostra total (n=63)	16	19	19	9	9	11	20	23

### Comparação com outras modalidades

Estudos efectuados em amostras de jovens futebolistas de 14-16 anos de idade, tendem a apresentar valores de estatura e massa corporal na amplitude 164-177 cm e 53-73 kg, respectivamente (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Gil *et al.*, 2007; Horta *et al.*, 2001; Madeira *et al.*, 2008; Malina *et al.*, 2000; Reilly *et al.*, 2000a; Seabra *et al.*, 2001). No basquetebol (Castagna *et al.*, 2008; Coelho e Silva *et al.*, 2008), para a mesma amplitude etária, foram apontados valores variáveis entre 174-181 cm e de 65-72 kg. Na Natação, Madeira *et al.* (2006; 2008), reportam valores médios de estatura e massa corporal em 12 atletas de 15.9 anos, de 175 cm e 64 kg.

No hóquei em campo, foram observados valores médios de 176 cm e 177 cm, e 64.4 kg e 63.9 kg, no tamanho corporal de grupos de elite e sub-elite, respectivamente (Elferink-Gemser *et al.*, 2007). Sherar *et al.* (2007), num estudo com hoquistas no gelo canadianos de 14-15 anos de idade, indica valores de estatura e massa corporal na amplitude 173-180 cm e 67-76 kg, respectivamente.

Na comparação com os dados reportados na literatura para amostras de jovens atletas em outras modalidades, verifica-se que os jovens hoquistas apresentam valores de estatura e massa corporal similares aos jovens futebolistas e nadadores, mantendo esta tendência para os valores de massa corporal, quando comparados com os jovens atletas de hóquei em campo, mas com valores inferiores de estatura relativamente a estes. Verifica-se também que os hoquistas considerados no nosso estudo, são mais baixos e menos pesados que os seus pares basquetebolistas e hoquistas no gelo.

A relação da estatura com a massa corporal em jovens é consistente com os dados para o somatótipo. Apesar da variabilidade associada à natureza das amostragens e ao salto de crescimento pubertário, o somatótipo dos jovens atletas, no geral, tende a apresentar valores mais elevados no mesomorfismo (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Gil *et al.*, 2007; Reilly *et al.*, 2000a; Seabra *et al.*, 2001), o que se verifica para a nossa amostra, com evidência de um perfil mesomorfo-endomorfo.

#### Comparação com jovens hoquistas

O número de estudos com populações de jovens hoquistas é limitado, quase inexistentes ou não divulgados em periódicos. Vaz (2003), com jovens hoquistas portugueses, apresenta valores de tamanho corporal semelhantes aos evidenciados pelo nosso estudo, indicando ainda atletas de nível internacional e nacional, como característicos de um perfil endomesomorfo e atletas de nível local como mesomorfos-equilibrados. Os dados reportados pelo nosso estudo, considerando o nível de prática, aproximam os atletas de elite aos do nível local de Vaz (2003), com um perfil somático semelhante. Os atletas de nível local do nosso estudo, distinguem-se por um equilíbrio entre a adiposidade e o grau de desenvolvimento músculo-esquelético relativo à altura.

## **5.2. Estudo ecocardiográfico**

O tamanho do coração aumenta durante o crescimento e geralmente, de modo proporcional à massa corporal (Malina *et al.*, 2004a). As alterações estruturais significativas a nível ventricular podem ser explicadas pelos mecanismos de controlo da remodelação ventricular, associadas não só ao tamanho corporal, mas a outros factores contribuem também para a variância neste

traço complexo e multifactorial em adolescentes saudáveis. Por exemplo, a hereditariedade estimada da estrutura cardíaca é 30-70% (Arnett, Fuentes & Broeckel, 2004; Eisenmann *et al.*, 2007).

A participação regular em processos sistemáticos de treino está associado a um aumento modesto das dimensões cardíacas (Makan *et al.*, 2005) em que a maioria das modalidades desportivas, ao envolverem uma combinação de treino de resistência aeróbia e de força, promovem aumentos no diâmetro do VE e na espessura das suas paredes em proporções diversas, para grande parte dos atletas (Hoogsteen, Hoogeveen, Schaffers, Wiju, van Hemel & van der Wall, 2004).

A hipertrofia do VE e dilatação da cavidade ventricular baseada em medidas directas traduz-se, segundo Basavarajiah *et al.* (2007), por uma espessura da parede posterior do VE no final da diástole maior que 11 milímetros (>11mm) e um diâmetro da cavidade do VE >54mm, respectivamente. Para Koren, Devereaux & Casale (1991), quando a massa do VE é normalizada para a superfície corporal, só se pode falar em hipertrofia se o índice de massa ventricular esquerda é  $\geq 125 \text{ g/m}^2$ . Atendendo à espessura parietal relativa, Madeira *et al.* (2008), distingue um perfil concêntrico ( $\geq 0.44$ ) ou excêntrico do VE ( $< 0.44$ ).

O nosso estudo revela (Tabela 26) que os jovens hoquistas possuem uma dilatação da cavidade ventricular de perfil marcadamente excêntrico, mas que não pode ser classificada como hipertrofia do VE. Nenhum dos atletas apresenta uma espessura da parede posterior do VE no final da diástole >11 mm e apenas um deles (nível local), apresenta um índice de massa VE  $\geq 125 \text{ g/m}^2$ . A magnitude de valores apresentados pelos sub-grupos da amostra, apenas aponta para diferenças estatisticamente significativas no diâmetro da raiz da aorta (elite>local), o que segundo Chamari *et al.* (2004) se pode explicar pela secção transversal da aorta aumentar em proporção directa ao quadrado da estatura (elite>local). Este perfil de morfologia cardíaca associa-se ao exercício crónico dinâmico e, provavelmente, à influência do treino aeróbio, que induzem dilatação da cavidade do VE durante a diástole, com um desenvolvimento proporcional das suas paredes, causado pela sobrecarga associada ao elevado débito cardíaco (Escudero *et al.*, 2006; Fagard, 1996; Huonker *et al.*, 1996; Madeira *et al.*, 2008; Möckel & Störk, 1996; Sagiv *et al.*, 2007).



**Tabela 26.** Número de casos distribuídos por critérios directos e indirectos de classificação de hipertrofia da estrutura ventricular e de perfil parietal relativo (Basavarajaiah *et al.*, 2007; Koren *et al.*, 1991; Madeira *et al.*, 2008), para os hoquistas de elite e local.

	VEd (mm)		PPVEd (mm)		IMVE (g/m <sup>2</sup> )		EPR	
	≤ 54	> 54	≤ 11	> 11	< 125	≥ 125	< 0.44	≥ 0.44
Elite (n=32)	13	19	32	0	32	0	31	1
Local (n=31)	17	14	31	0	30	1	31	0
Amostra total (n=63)	30	33	63	0	62	1	62	1

VEd – Diâmetro telediastólico do ventrículo esquerdo; PPVEd – Espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo em diástole; IMVE – Massa ventricular esquerda corrigida para a superfície corporal; EPR – Espessura parietal relativa.

### Comparação com a população geral

No âmbito da determinação das dimensões cardíacas em crianças, adolescentes e adultos jovens (8-25 anos de idade), saudáveis, não-obesos, Katzmarzyk *et al.* (1998), reportam dados da primeira fase do *Québec Family Study*, onde adolescentes canadianos do grupo etário equiparado aos jovens hoquistas apresentam valores inferiores de diâmetro da cavidade ventricular, mas similares para variáveis directas como a espessura do septo interventricular em diástole e espessura da parede posterior do VE em diástole. Ainda recentemente, Eisenmann *et al.* (2007) descreveram a mesma tendência recorrendo, por sua vez, apenas aos dados da faixa etária compreendida entre os 9 e os 18 anos, da mesma amostra do estudo anterior.

Na extrapolação das medidas directas para as indirectas, os dados reportados de massa do VE de adolescentes saudáveis (Eisenmann *et al.*, 2007; Katzmarzyk *et al.*, 1998) são inferiores aos encontrados para os hoquistas. No entanto, estes valores foram determinados através da fórmula desenvolvida na Universidade da Pensilvânia – Convenção de *Penn* (Devereux & Reichek, 1977), não podendo ser comparáveis aos do nosso estudo.

### Comparação com outras modalidades

Makan *et al.* (2005), num estudo com 900 atletas de elite de desportos colectivos e individuais (70% rapazes), com 15-16 anos de idade, indicam valores médios de diâmetro do átrio e cavidade ventricular inferiores aos do presente estudo, mas valores médios de espessura da parede posterior próximos dos 10 mm, superiores aos 7.6 mm encontrados nos jovens hoquistas. No Ténis, Basavarajaiah *et al.* (2007) referem valores muito próximos aos encontrados por Makan *et al.* (2005), acrescentando a informação de elevadas massas ventriculares (>226 g) quando comparados com as dos hoquistas, mas com recurso à fórmula desenvolvida pela *Sociedade Americana de Ecocardiografia* (Sahn *et al.*, 1978).

Em Portugal, Madeira *et al.* (2008), com aproximações metodológicas, directas e indirectas iguais à do nosso estudo, indicam jovens futebolistas e nadadores como detentores de cavidades ventriculares mais pequenas comparativamente à dos hoquistas, mas com espessuras de septo interventricular e da parede posterior, mais elevadas. Verifica-se também, que nenhum dos grupos de atletas apresenta evidências de hipertrofia do VE, mas dilatações da cavidade ventricular de perfil marcadamente excêntrico, tal como os jovens hoquistas, sendo que apenas os nadadores apresentam valores significativamente mais elevados de massa do VE, que os hoquistas.

No geral, os valores avaliados nos jovens atletas resultantes do estudo das adaptações cardiovasculares, revelam-se de menor magnitude do que no atleta adulto, pelas próprias características dos primeiros, em que o processo de maturação biológica não está concluído, implicando menor dimensão das respostas catecolaminérgicas (Ghorayeb, Batlouni, Pinto & Dioguardi, 2005) e influência mais difusa dos factores de crescimento, tornando também difícil, isolar a influência deste, da influência do treino desportivo (Pavlik, Olexo, Osvath, Sido & Frenkl, 2001).

### **5.3. Maturação biológica**

#### **5.3.1. Maturação sexual**

A avaliação dos caracteres sexuais secundários (avaliados pericialmente), não isenta das suas limitações, indica o estágio em que se encontram os avaliados no momento da observação, mas não proporcionam informação de quando é que o atleta entrou num determinado estágio e durante quanto tempo é que permaneceu nesse mesmo estágio (Malina *et al.*, 2004a). A distribuição da presente amostra, incide apenas sobre dois estádios de maturação sexual (PH4 e PH5), estando 40% dos sujeitos no estágio PH4 e 60% do total da amostra no estado maturo. A tendência de sobre-representação dos atletas no estágio PH5 é extensível a ambos os subgrupos da amostra.

#### Comparação com a população geral

Dados disponíveis estimam as idades de sobreposição aos vários estádios de maturação sexual para a população de crianças e jovens, indicando que nas populações branca não-hispânica, negra não-hispânica e hispânica, a idade média de entrada no PH4 era de 14.89 anos, 15.21 anos e 15.25 anos, respectivamente, e no PH5 era de 16.84 anos, 16.67 anos e 17.14 anos de idade (Sun, Schubert, Chumlea, Roche, Kulin, Lee, Himes & Ryan, 2002). Comparativamente, estes dados anotam para uma tendência dos hoquistas serem maturacionalmente adiantados nas idades estudadas.

Os hoquistas que excedem o percentil 50% e 75% dos dados de referência do CDCP (2000) para a estatura e massa corporal (Tabela 27) estão maioritariamente no estágio PH5.

**Tabela 27.** Número de elementos distribuídos pelos estádios de pilosidade púbica nos intervalos percentílicos dados pelo CDCP (2000).

		Estatura				Massa Corporal			
		≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75	≤P25	P25-P50	P50-P75	≥P75
Elite (n=32)	PH4	6	1	5	2	2	4	4	4
	PH5	0	8	8	2	1	2	6	9
Local (n=31)	PH4	7	1	3	0	4	2	3	2
	PH5	3	9	3	5	2	3	7	8
Amostra total (n=63)	PH4	13	2	8	2	6	6	7	8
	PH5	3	17	11	7	3	5	13	17

### Comparação com outras modalidades

A comparação com jovens de outros desportos é limitada porque existe uma considerável amplitude de idades entre estudos, ou porque os dados são limitados ao futebol (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Malina *et al.*, 2004b; Seabra *et al.*, 2001) e ao basquetebol (Coelho e Silva *et al.*, 2008). Entre 69 futebolistas de 13.2-15.1 anos de idade (Malina *et al.*, 2004b), 58% situavam-se no PH4 e PH5. Esta pesquisa é das poucas, dentro do nosso conhecimento, que dentro deste intervalo etário apresenta atletas classificados em todos os estádios de pilosidade púbica. Seabra *et al.* (2001) mostraram que entre os 46 futebolistas com uma idade média de 16.1 anos, 65% foram classificados no PH5 e os restantes no PH4. Por sua vez, Coelho e Silva *et al.* (2003), com 66 futebolistas portugueses de 12.9-16.8 anos de idade, classifica 48 futebolistas de 14-16 anos de idade no PH3 (8%), PH4 (67%) e PH5 (25%).

Baxter-Jones *et al.* (1995) sugerem que as modalidades desportivas em que o tamanho corporal seja necessário para o sucesso desportivo, tendem a privilegiar os atletas maturacionalmente adiantados. Apesar dos hoquistas do presente estudo se associarem a valores mais elevados de massa corporal do que a elevadas estaturas, são concordantes com esta tendência, sobretudo com a sobreocupação do estágio PH5.

### Comparação com jovens hoquistas

Os dados disponíveis sobre hoquistas jovens são escassos, sendo os nossos resultados concordantes com os de Vaz (2003), em que 94% de 84 sujeitos, com 14.8-16.6 anos de idade, foram classificados no PH4 e PH5. Os resultados confirmam a tendência de privilégio dos jovens adiantados no processo de maturação biológica na selecção desportiva do hóquei em patins.

### 5.3.2. Maturação somática

A idade no momento do PVC em estatura, calculada através do *maturity offset*, é reconhecida por Malina *et al.* (2006), como um método não invasivo e económico. No entanto, com algumas reservas à sua aplicação. Em 95% dos casos, com um erro máximo de 1.0 anos, pode ser determinada a distância a que um indivíduo se encontra do PVC e, subsequentemente, a idade de ocorrência desse evento (Mirwald *et al.*, 2002). Assim, parece-nos que esta metodologia permite encarar, com alguma segurança, os sujeitos em grupos maturacionalmente equiparados.

A fórmula de estimação da estatura adulta, apesar de ter sido construída com dados de uma população normoestatural, não invalida a sua aplicação em populações de atletas, apesar de poder ser desajustada a modalidades cuja selecção desportiva procura sujeitos com características específicas de estatura, como por exemplo o basquetebol. A mais fácil aplicação do método de Khamis-Roche para a determinação da estatura matura predita, torna-o num instrumento mais acessível aos treinadores para que possam monitorizar o desenvolvimento maturacional dos seus jogadores podendo desta forma tomar decisões com apreciável rigor sem recorrer à idade esquelética (Malina *et al.*, 2007b).

Quanto ao *maturity offset*, os hoquistas já atingiram o PVC em estatura à  $1.70 \pm 0.70$  anos (14.0 anos de idade), sendo que os de elite registam a ocorrência deste evento significativamente antes (13.9 anos de idade) do que os de nível local (14.2 anos de idade). Foi predito um valor de estatura adulta superior em 2.1% à estatura real, indicando que os hoquistas se encontram muito próximos da estatura alvo. Os dados encontrados para este grupo de atletas nos indicadores de maturação somática, aponta para a concordância com os dados evidenciados pela maturação sexual.

#### Comparação com a população geral

A amplitude de resultados reportados actualmente em estudos com a população europeia, aponta para idades no momento do PVC em estatura, entre os 13.8 e os 14.2 anos (Malina *et al.*, 2004a). Apesar da idade média em que ocorreu o PVC em estatura para os hoquistas se situar nos 14.0 anos de idade, a amplitude de ocorrência varia entre os 12.8 e os 15.7 anos.

#### Comparação com outras modalidades

Recentemente, Sherar *et al.* (2007) com a mesma opção metodológica de determinação do PVC em estatura utilizada no nosso estudo replicada a 281 hoquistas no gelo canadianos com 14-15 anos de idade refere que destes, os escolhidos para uma das principais selecções

distritais do país, atingiriam o PVC em estatura aos  $12.8\pm 0.4$  anos de idade, valores significativamente inferiores aos encontrados por Philippaerts *et al.* (2006), que num estudo com jovens futebolistas belgas, determinaram a ocorrência do PVC em estatura por volta dos  $13.8\pm 0.8$  anos de idade, sendo os últimos equiparados aos atletas do presente estudo.

### **5.3.3. Maturação esquelética**

A maturação esquelética é assumida como o melhor método de avaliação da maturação biológica (Baxter-Jones *et al.*, 2005; Beunen *et al.*, 1997a; Claessens *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2000; Malina *et al.* 2004a; Malina *et al.*, 2007a; Morais, 2007; Rama *et al.*, 2006; Ribeiro, 2005; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton *et al.*, 2004).

A distribuição dos hoquistas pelas categorias resultantes da discrepância entre as idades cronológica e esquelética evidencia que é o grupo de sujeitos atrasados maturacionalmente, o que tem menor presença (14%), seguindo-se um gradiente absoluto de ordem crescente de atletas no estado maturo (24%), atletas normomaturados (30%) e atletas avançados maturacionalmente (32%).

#### Comparação com outras modalidades

A distribuição comparativa do estado de maturação, dada pela idade de óssea, de jovens hoquistas com jovens praticantes de outras modalidades, sugere à partida uma tendência para privilegiar os mais adiantados no processo de maturação biológica em modalidades como o basquetebol, o futebol ou mesmo a natação. A incidência de classificação de hoquistas atrasados maturacionalmente, é superior à reportada para o futebol (Malina *et al.*, 2000), mantendo-se essa mesma tendência com futebolistas de 13-14 anos (Figueiredo *et al.*, 2009). O mesmo se verifica para a natação (Peña Reyes & Malina, 2004) e para o basquetebol (Carvalho *et al.*, 2007), casos onde não se registam atletas atrasados maturacionalmente para um intervalo etário compreendido dos 14 aos 17 anos de idade.

Na amostra estudada a taxa de indivíduos no estado maturo (24%) é superior à reportada por Malina *et al.* (2000) para o Futebol (10%) e por Peña Reyes & Malina (2004) para a Natação (14%), mas significativamente inferior à reportada para o Basquetebol (71%), talvez devido ao constante recrutamento de indivíduos, baseados em critérios que lhes confirmam vantagens de força e estatura, nestas idades.

Cruzamento dos indicadores de maturação biológica

Apesar de sistematizada a informação nos textos mais didáticos da maturação sexual, somática e esquelética e de se recorrer a cada um destes indicadores, tanto mais, quanto mais fácil a sua interpretação e aplicação, na verdade apenas existe um processo de maturação biológica.

No cruzamento de informação entre os diferentes indicadores maturacionais, confirma-se a sobre-representação de sujeitos avançados no processo de maturação e de sujeitos maduros na modalidade. No entanto, note-se que a informação esquelética é consistente com a informação somática e a somática com a sexual. A informação esquelética e sexual (Tabela 28) apontam uma pequena porção de variabilidade, estando sujeitos classificados no PH4 e PH5 com idades biológicas compreendidas numa amplitude de 13.1 e 14.7 anos (atrasados maturacionalmente), na sua maioria hoquistas de nível local. Isto reforça a produção de resultados categóricos e limitada análise, por parte da maturação sexual.

**Tabela 28.** Distribuição dos hoquistas por estatuto maturacional (dada pela diferença entre idade óssea e idade cronológica) e distribuição dos estádios de pilosidade púbica por estatuto maturacional.

		Classificação maturacional			
		Atrasado (n=9)	Normomaturado (n=19)	Avançado (n=20)	Maturo (n=15)
Elite (n=32)	PH4	2	4	7	1
	PH5	1	4	6	7
Local (n=31)	PH4	5	6	0	0
	PH5	1	5	7	7
Total (n=63)	PH4	7	10	7	1
	PH5	2	9	13	14

#### 5.4. Parâmetros aeróbios

##### 5.4.1. Análise dos *outputs* de desempenho aeróbio

Estudos solícitos ao desempenho aeróbio envolvendo a corrida de vai-e-vém de 20 metros, têm 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; Tomkinson, Olds & Gulbin, 2003). O *PACER*, recentemente utilizado para a avaliação de jovens futebolistas portugueses de 14-16 anos de idade (Coelho e Silva *et al.*, 2003), anota valores de *endurance* aeróbia na amplitude de 1748-1926 metros percorridos. No basquetebol (Coelho e Silva *et al.*, 2008), para o mesmo grupo etário, registaram-se valores mais baixos, traduzidos em 1346-1632 metros.

Os hoquistas portugueses (Vaz, 2003) de 15-16 anos de idade, aparentam ser um grupo de atletas com uma menor capacidade de *endurance* aeróbia, quando comparados com os

seus pares futebolistas e basquetebolistas, reportando valores de 1420-1180 metros. Esta tendência não se verifica no nosso estudo, tendo sido determinada uma capacidade de *endurance* aeróbia, traduzida em 1731 metros percorridos.

Os resultados encontrados para a amostra estudada, reflecte atletas com uma capacidade de *endurance* aeróbia mais desenvolvida que a dos hoquistas avaliados por Vaz (2003) e que a dos basquetebolistas, aproximando-se claramente dos futebolistas. A magnitude de valores anunciados pelos subgrupos da amostra, aponta para diferenças estatisticamente significativas para a distância percorrida no *PACER*, com os atletas de elite a registarem valores médios de 1842 metros, superiores, aos 1616 metros dos hoquistas de nível local e similar ao valor médio evidenciado pelo grupo de jovens atletas com maior capacidade de *endurance* aeróbia, os futebolistas (Coelho e Silva *et al.*, 2003).

#### **5.4.2. Análise dos *outputs* de aptidão aeróbia**

Mota *et al.* (2002), mediante a aplicação do *20-m shuttle run test* (Léger *et al.*, 1984) a uma amostra escolar de 494 jovens portugueses, estimam em 50-51 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> a aptidão aeróbia de rapazes de 13-15 anos de idade através da determinação indirecta (Léger *et al.*, 1988). A avaliação directa da função aeróbia, como método óptimo e mais preciso (Astrand & Rodahl, 1986) tem originado bases de dados fiáveis e os dados de estudos transversais indicam um aumento quase linear do pico de VO<sub>2</sub> (L·min<sup>-1</sup>) dos 8 aos 16 anos, em rapazes saudáveis. Para a mesma faixa etária e sexo, o pico de VO<sub>2</sub> relacionado com a massa, tem-se reportado como estável, com valores médios de 48-50 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (Armstrong, 2006). Rowland (2005), mediante análise de dados consequentes da avaliação de adolescentes saudáveis no *treadmill*, reporta valores típicos de 50-52 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, apoiando as evidências de Armstrong (2006), onde a potência aeróbia expressa relativamente à massa corporal, não regista alterações substanciais no decorrer da segunda década de vida.

Malina *et al.* (2004a) referem que os jovens atletas tendem a ter níveis mais elevados de potência aeróbia por unidade de massa corporal, do que a população em geral de crianças e jovens não atletas. Esta tendência é verificada no futebol, por Chamari *et al.* (2004) e por Metaxas *et al.* (2005), com valores de potência aeróbia relativa à massa corporal de 61-64 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. Na natação, Madeira *et al.* (2008), com apenas 12 atletas, registam valores médios de 64 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, próximos aos verificados para o futebol e superiores aos 60 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> encontrados para o basquetebol por Castagna *et al.* (2008). Os resultados evidenciados pelos hoquistas (61 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), reforçam o quadro de evidências de Malina *et al.* (2004a) e colocam os hoquistas como atletas que demonstram valores de potência aeróbia por unidade de massa corporal, similares aos seus pares futebolistas, basquetebolistas e nadadores.

Os hoquistas de elite apontam, sem significado estatístico, para valores inferiores de potência aeróbia absoluta, relativamente aos hoquistas de nível local. Quando a potência aeróbia é expressa relativa à massa corporal, as diferenças tornam-se estatisticamente significativas, mantendo-se o gradiente de variação (local>elite). Armstrong & Welsman (2001) defendem que a potência aeróbia aumenta com a idade cronológica e a maturação, mas são os hoquistas de elite os jovens mais adiantados no processo de maturação biológica. Contudo, esta constatação é reducionista, visto que a potência aeróbia varia com a motivação, tolerância à fadiga, historial de treino de treino e tantas outras variáveis (Malina *et al.*, 2004a).

### **5.5. Efeito do estatuto maturacional sobre o perfil morfológico e traço aeróbio**

Os dados obtidos através da análise da variância associada aos estádios de pilosidade púbica, apontam para um gradiente por estádio de PH (PH4<PH5), para as variáveis morfológicas e potência aeróbia relativa à massa corporal. Mesmo controlando para o efeito espúrio da idade cronológica, a maturação sexual continua a afectar significativamente as mesmas variáveis e do mesmo modo, à excepção da massa corporal. Quanto ao estatuto maturacional gerado pela discrepância entre as idades cronológica e óssea, verificamos através da análise da variância, efectuada apenas para as categorias que compreende o estatuto maturacional (atrasado, normomaturado e avançado), que as diferenças encontradas para a morfologia e potência aeróbia absoluta ocorrem, também, num gradiente que aumenta dos indivíduos atrasados maturacionalmente para os maturacionalmente adiantados.

Os resultados obtidos para o padrão de variação da morfologia externa em função da maturação sexual, assemelha-se ao padrão verificado para os de futebolistas e basquetebolistas juvenis (Coelho e Silva *et al.*, 2003; Coelho e Silva *et al.*, 2008). A análise por categoria maturacional, gerada pela discrepância entre as idades cronológica e óssea, mostra que os hoquistas apresentam um sentido de variação da massa corporal, consistentes com a tendência de resultados encontrados por Malina *et al.* (2000) e Figueiredo *et al.* (2009) para futebolistas portugueses, e por Peña Reyes & Malina (2004), em nadadores mexicanos, onde a massa tem um incremento do grupo mais atrasado para o grupo mais adiantado. Os valores do nosso trabalho são muito similares aos apontados por Malina *et al.* (2000) para os futebolistas de 15-16 anos, mas superiores ao dos nadadores de 14-17 anos (Peña Reyes & Malina, 2004).

Os hoquistas do presente estudo apresentam um incremento dos valores do índice cômico proporcional ao estado de maturação, existindo uma tendência crescente de maior participação do tronco á medida que aumenta o estado maturacional, propensão explicada por Malina *et al.* (2004a) que referem que até à primeira metade do salto de crescimento pubertário os membros inferiores crescem a uma velocidade superior à do tronco. O tronco ao atingir o



PVC, depois dos membros inferiores, leva a que se verifique um ligeiro incremento do índice na parte final do salto de crescimento pubertário até ao final da segunda década de vida.

Coelho e Silva *et al.* (2003) verificaram que a *endurance* aeróbia de futebolistas juvenis (15-16 anos de idade) não era sensível ao efeito da maturação sexual, o que viria a referir posteriormente, também para os basquetebolistas de 14 e 15 anos de idade (Coelho e Silva *et al.*, 2008). O nosso estudo aponta para uma tendência idêntica, onde a *endurance* aeróbia não se mostra sensível ao efeito da maturação sexual, nem da maturação esquelética, mas ambas aparentam influenciar significativamente a potência aeróbia.

Malina *et al* (2004a) referem que, de um modo geral, a potência aeróbia aumenta de forma contínua nos rapazes até aos 16 anos de idade, evidenciando-se um *plateau* durante a adolescência. A tendência de efeito do estatuto da maturação esquelética sobre a potência aeróbia é referida por Malina & Bouchard (1991) que indicam que os rapazes avançados maturacionalmente possuem em média valores de potência aeróbia mais elevados em termos absolutos, relativamente aos atrasados maturacionalmente. Porém, não se verifica que a potência aeróbia em termos relativos, seja maior nos rapazes atrasados maturacionalmente tendo por base maior taxa de absorção de oxigénio por unidade de peso corporal do que os avançados maturacionalmente, como sugerem à partida.

Confirma-se a tendência de um aumento da potência aeróbia que, ao atingir ganhos máximos durante o PVC em estatura, continua a aumentar até aos 16 anos de idade apesar do declínio da velocidade de crescimento, sugerindo novamente, 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, Thomis, Eynde, Maes, Loos, Peeters, Claessens, Vlietinck, Malina & Beunen, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Rowland, 2005).

Armstrong & Welsman (2001), baseados na determinação da potência aeróbia por 388 vezes de 132 crianças que foram alvo de uma avaliação longitudinal dos 11 aos 17 anos de idade, defendem que a potência aeróbia aumenta com a idade cronológica e a maturação, o que é confirmado pelo nosso estudo para os valores absolutos. O nosso estudo, embora não longitudinal, também reforça que a suposição de que o  $VO_2$  aumenta em proporção directa com a massa corporal, não é sustentável, pelo menos, se considerarmos a distribuição por estatuto maturacional gerado pela discrepância entre as idades cronológica e óssea (Armstrong, 2006; Armstrong & Welsman, 1994; Armstrong *et al.*, 1998).

Malina (2002) concluiu que a relação do crescimento e maturação com o efeito de treino nos jovens atletas, não é linear, e o facto do processo de selecção e exclusão ao nível da elite

se processar muito cedo, torna ainda mais difícil a atribuição de variações observáveis no crescimento e maturação destes, como possível efeito do treino. Em qualquer um dos casos, os dados do nosso estudo referem que os atletas mais leves, mais baixos e atrasados maturacionalmente, são os que aparentam ter um maior volume de treino e um menor volume de minutos de jogo do que os seus pares normomaturados, avançados maturacionalmente e maturados, reforçando o idealismo de privilegiar os mais adiantados no processo de maturação biológica, em modalidades como o basquetebol (Carvalho *et al.*, 2007), o futebol (Malina *et al.*, 2000; Figueiredo *et al.*, 2009) ou mesmo a natação (Peña Reyes & Malina, 2004).

### **5.6. Indicadores preditores da selecção desportiva**

Quanto aos indicadores preditores de selecção desportiva, os resultados demonstram que os anos de prática desportiva são a variável que mais influencia na distinção entre os atletas de elite nacional e de nível local, seguidos pela potência aeróbia relativa à massa corporal e pela *endurance* aeróbia. Por outro lado, a soma das pregas de gordura subcutânea, o rácio idade esquelética/idade cronológica e as três componentes do somatótipo, surgem como os piores preditores de elitização nos jovens hoquistas de sub-17 anos. À excepção da potência aeróbia relativa à massa corporal, os preditores de selecção com maior poder explicativo, não aparentam ser aqueles que se revelam mais sensíveis ao efeito da maturação.

Pode-se ainda realçar que atendendo à reclassificação dos atletas nos subgrupos de origem a partir da função discriminante utilizada no nosso estudo, o processo de selecção desportiva, no geral, está de acordo com os resultados obtidos, já que 87% dos atletas são reclassificados nos seus grupos de origem. Além disso, dos 32 atletas que constituem o subgrupo de elite apenas três são reclassificados fora do subgrupo de origem, isto é, são reclassificados no subgrupo de nível local. Os nossos dados são limitados à morfologia, maturação, traço aeróbio e alguns parâmetros de preparação desportiva, não existindo informação complementar do perfil funcional, habilidades motoras específicas da modalidade, aspectos psicológicos, atitudinais e biossociais dos atletas e que poderão ter influência relevante na selecção de jovens hoquistas.

Vaz (2003) num estudo com 80 hoquistas de 14.8-16.6 anos, recorreu a variáveis de morfologia, aptidão física geral, aptidão desportivo-motora e variáveis de análise de jogo, apontando como indicadores de selecção que melhor discriminam o subgrupo de elite nacional (n=29) do subgrupo distrital (n=41), o índice de androgenia, a corrida de 25 metros com patins, *stick* e bola, e o número de passes efectuados no processo de treino e competição, reclassificando também 87% dos atletas nos grupos de origem. Vaz (2003) mostra, ainda, que variáveis resultantes da análise de jogo, como o número de passes, número de bolas recuperadas e número de faltas provocadas, são as mais importantes na distinção entre

hoquistas de nível nacional (n=29) e hoquistas de nível internacional (n=10), reclassificando 100% dos atletas nos seus grupos de origem.

Os nossos dados, quando comparados com os de Vaz (2003), parecem opor-se, contudo os únicos indicadores que ambos os estudos apresentam em comum para a discriminação dos subgrupos da amostra, são os de morfologia externa. No futebol, parece que as variáveis funcionais e as habilidades motoras específicas da modalidade são as mais importantes na distinção entre atletas de elite e não elite (Reilly, Williams, Nevill & Franks, 2000b; Vaeyens *et al.*, 2006), sendo que determinados testes distinguem melhor numas idades e outros noutras. Já no basquetebol (Coelho e Silva, 1995), as habilidades motoras específicas sugerem um contributo discreto, assinalando-se a importância da morfologia externa e das variáveis funcionais.

### **5.7. Variáveis predictoras do traço aeróbio**

A análise conjunta de estudos que investigaram o contributo de variáveis independentes na realização de provas funcionais não é fácil e, muitas vezes, não é possível. Katzmarzyk, Malina & Beunen (1997) apontam a opção por diferentes variáveis (dependentes e independentes) como factor suficiente para evitar comparações entre estudos. No entanto, tentando uma aproximação à natureza da tarefa envolvida, procuramos confrontar os nossos dados com os resultados obtidos por outros estudos.

Dos diferentes estudos apresentando modelos preditivos da *performance* humana, Beunen, Ostyn, Simons, Renson & Van Gerven (1981) referem que a idade cronológica, idade esquelética, estatura e massa corporal, por si só, não prestam um contributo elevado à explicação da variância, apresentando as interações entre estas variáveis como os principais preditores do desempenho. Somente Malina *et al.* (2004b) utilizaram e extraíram a experiência desportiva (anos de prática) como variável independente, justificando esta juntamente com a maturação sexual, 21% da variância da *endurance* aeróbia. Recentemente, Coelho e Silva *et al.* (2008) apontam a maturação sexual, massa corporal e a interação da estatura com a massa corporal (h<sub>xw</sub>), como justificação para 31% da força explosiva de jovens basquetebolistas, e a idade e peso, para 18% da variância da *endurance* aeróbia, concluindo que, em traços gerais, é a óptima combinação entre estatura e peso, que mais importa em jovens basquetebolistas. Consistentes entre si, estes estudos reflectem que a maioria da variância nos testes das capacidades funcionais não é explicada pelo tamanho corporal e pela maturação sexual.

Tal como Malina *et al.* (2004b) e Coelho e Silva *et al.* (2008), entre outras variáveis, adoptámos na nossa pesquisa a maturação sexual, apesar da menor dispersão dos sujeitos

quando avaliados por este indicador, mas também foram utilizadas variáveis contínuas como por exemplo o rácio entre a idade óssea e a idade cronológica. Considerando o hóquei em patins, como muitos outros jogos desportivos colectivos, com um padrão de esforço intermitente, também poderá ser criticável a não inclusão da aptidão anaeróbia como variável dependente, mas tal nunca fez parte dos objectivos do estudo.

Dos factores biomaturacionais, de morfologia e de quantidade de prática considerados na explicação da variância no traço aeróbio dos hoquistas, evidencia-se que a participação das variáveis independentes não é idêntica para as provas de aptidão e *performance*. O rácio idade esquelética/idade cronológica, superfície corporal e adiposidade, revelam-se como os indicadores que mais vezes contribuem para a explicação da variância no conjunto dos dois domínios de provas (laboratório e terreno). A adiposidade, a superfície corporal, o índice de massa VE e os anos de prática desportiva, são as variáveis que surgem como principais preditores do traço aeróbio. A porção de variância explicada pelo modelo final na prova de potência aeróbia é de 52%, e de 30% para os *outputs* expressos por quilograma de massa corporal. No caso da prova de *endurance* aeróbia, a porção da variância explicada é de 37%.

Na solução final de variáveis explicativas, surge o rácio idade esquelética/idade cronológica para a potência aeróbia e potência aeróbia expressa por quilograma de massa corporal. A maturação sexual surge como solução final de explicação da *endurance* aeróbia, apresentando um coeficiente negativo.

Os estudos de Coelho e Silva *et al.* (2008), Malina *et al.* (2004b) e o presente trabalho, assinalam diferenças nas variáveis consideradas e diferenças nas variáveis que tendencialmente explicam o perfil funcional ou parte dele. Contudo estes trabalhos registaram valores percentuais de explicação da variância substancialmente superiores (amplitude de 10% a 40%, 21% a 50% e 30% a 52%, respectivamente) aos de Beunen *et al.* (1981) com 2% a 13% e Katzmarzyk *et al.* (1997) com 13% a 19%. O facto dos primeiros estudos referenciarem atletas (basquetebolistas, futebolistas e hoquistas, respectivamente) e o segundo grupo de trabalhos serem relativos a amostras escolares, dificulta a análise entre estudos.

Independentemente da quantidade de porção da variância no traço aeróbio, explicada pelo nosso trabalho, existe uma grande percentagem de variância por explicar. Isto sugere a necessidade de serem incorporados a participação de outros itens, ou ainda, outras associações de variáveis para a melhor compreensão da variação associada à potência e *endurance* aeróbia.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES

---

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

- Os hoquistas são mais baixos do que os jovens não praticantes e praticantes de jogos desportivos colectivos, mais pesados (apesar de normoponderais na sua maioria) do que os seus pares não praticantes e mais leves ou similares aos jovens atletas de outras modalidades, associando-se a um perfil mesomorfo-endoromorfo.
- Os atletas de elite apresentam-se mais altos (altura sentado), ligeiramente mais pesados, com um índice de massa corporal superior, com menor adiposidade (somatório das pregas de gordura subcutânea menor) e evidências de um maior desenvolvimento músculo-esquelético, comparativamente aos atletas de nível local.
- Na morfologia cardíaca, os dados apontam para uma dilatação da cavidade ventricular esquerda dos hoquistas, de perfil marcadamente excêntrico, mas que não pode ser classificada como hipertrofia.
- Comparativamente a não atletas e atletas de desportos individuais e colectivos, a nossa amostra possui cavidades ventriculares de maior dimensão, mas espessuras do septo interventricular e parede posterior, inferiores. Os hoquistas de nível local, apenas apresentam valores inferiores aos de elite, para o diâmetro da raiz da aorta.
- A distribuição dos hoquistas recai sobre os dois estádios mais adiantados de maturação sexual onde a maioria já atingiu o estado maturo. Por sua vez, a discrepância entre idade óssea e cronológica distribui a maioria dos hoquistas por classificações de avançados maturacionalmente e normomatuross, existindo significativamente mais casos classificados como maturos do que atrasados maturacionalmente. Apesar da falta de consistência entre os dados sexuais e esqueléticos, existe uma tendência para os hoquistas serem maturacionalmente adiantados nas idades estudadas.

- Através da análise da variância associada aos estádios de pilosidade púbica, verifica-se um gradiente por estágio de PH ( $PH4 < PH5$ ), mostrando-se sensíveis ao efeito da maturação sexual, a idade cronológica, a massa corporal, a estatura, a altura sentado, os perímetros braquial máximo e geminal, os diâmetros bicôndilo-umeral e bicôndilo-femoral, a massa do VE, a superfície corporal e potência aeróbia relativa à massa corporal. Controlando para o efeito espúrio da idade cronológica, a maturação sexual continua a afectar, significativamente, as mesmas variáveis e do mesmo modo, à excepção da massa corporal.
- A massa corporal, índice cômico e potência aeróbia absoluta, mostram-se sensíveis ao estatuto maturacional gerado pela discrepância entre as idades cronológica e óssea (atrasado, normomaturado e avançado), num gradiente que aumenta dos indivíduos atrasados maturacionalmente para os maturacionalmente adiantados.
- Os hoquistas apresentam uma capacidade de *endurance* e potência aeróbia, superior à de não atletas e semelhante à dos seus pares de outras modalidades desportivas. Os atletas de elite possuem uma capacidade de *endurance* aeróbia superior à dos atletas de nível local. No entanto, os atletas de nível local apresentam resultados de potência aeróbia relativa, mais elevados que os atletas de elite.
- O nosso estudo não sustenta o aumento da potência aeróbia em proporção directa com a massa corporal, pelo menos, se considerarmos a distribuição por estatuto maturacional gerado pela discrepância entre as idades cronológica e óssea. A relação da maturação com o efeito de treino, não é linear, e os hoquistas mais leves, mais baixos e atrasados maturacionalmente, são os que aparentam ter um maior volume de treino e um menor volume de minutos de jogo, que os seus pares normomaturados, avançados maturacionalmente e maduros.
- Quanto aos indicadores preditores de selecção desportiva, a função discriminante encontrada, identifica os anos de prática desportiva como a variável marcadora que mais influencia na distinção entre o perfil dos atletas de elite e os de nível local. Segue-se a potência aeróbia relativa à massa corporal e a *endurance* aeróbia. A soma das pregas de gordura subcutânea, o rácio idade esquelética/idade cronológica e as três componentes do somatótipo surgem, na hierarquização dos coeficientes canónicos estruturais, como os indicadores menos informativos para classificar os sujeitos nos grupos iniciais de nível desportivo.

- Atendendo à reclassificação dos atletas nos subgrupos de origem, através da função linear encontrada, foi possível reclassificar 87% dos hoquistas nos seus grupos de origem. Dos 31 hoquistas de nível local, cinco são reclassificados no subgrupo de elite. Por outro lado, dos 32 hoquistas de elite, 3 são falsos positivos, isto é, foram reclassificados fora do subgrupo de origem. Esta conclusão reclama a procura de modelos que incluam variáveis de outra natureza (comportamentais, sociais e psicológicas).
  
- Nos modelos finais seleccionados pelo método *backward stepwise*, a porção de variância explicada na potência aeróbia, é moderada na medida absoluta e menor para a medida relativa e de *endurance*. A adiposidade, o estatuto maturacional dado pela pilosidade púbica e a percentagem da estatura matura predita, são as variáveis que mais contribuem para explicar a *endurance* aeróbia. A superfície corporal, o índice de massa do VE, a adiposidade, os anos de prática desportiva e o rácio entre a idade esquelética e a idade cronológica são, por sua vez, as variáveis que mais contribuem para explicar a potência aeróbia.

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

- Proceder ao controlo da qualidade dos dados, determinando o erro técnico de medida e o coeficiente de fiabilidade para a idade esquelética, medidas ecocardiográficas e ergoespirometria. Esta tarefa foi impossível de realizar no lapso de tempo imposto para a presente investigação resultar no relatório que agora se apresenta.
  
- Na comparação de sub-amostras por nível de prática desportiva, ampliar a análise da função discriminante, tentando encontrar outros conjuntos de variáveis capazes de reclassificar os hoquistas nos grupos iniciais. Deve, igualmente, replicar-se a análise com uma amostra maior de modo a tentar identificar equações para a selecção desportiva diferenciadas para os guarda-redes, defesas e avançados.
  
- Alargar o estudo transversal do jovem hoquista ao grupo etário 12-14 anos de idade, para estudar a ponderação de variáveis biomaturacionais na explicação das capacidades funcionais nos anos iniciais do salto de crescimento pubertário.

- Proceder à realização de um estudo para perceber a variação do pico de consumo de oxigénio nas idades coincidentes com maior intensidade de crescimento, tendo como objectivo a utilização de técnicas de *scaling* que relativizem os parâmetros de ergoespirometria para a variação do tamanho corporal dado pela superfície, pela massa corporal e pela estatura.
- Conduzir um estudo longitudinal incluindo as mesmas variáveis do estudo actual, para determinar o pico de velocidade de crescimento das medidas ecocardiográficas e das medidas aeróbias. Complementarmente, os dados longitudinais poderiam ser usados num tratamento multi-nível para explicar no tempo, a variação tanto do desempenho aeróbio como do pico de potência aeróbia.



## BIBLIOGRAFIA

---

- Aitkinson G, Reilly T (1996). Circadian Variation in Sports Performance. *Sports Medicine*. Vol. 21 (4): 292-312.
- Alvarez J, Serrano E, Jiménez L, Manonelles P, Corona P (2001). Perfil cardiovascular en el fútbol-sala. *Archivos de Medicina del Deporte*. Vol. 18 (83): 199-204.
- American College of Sports Medicine (2005). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- 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.
- Ares P (2005). Hockey sobre patines: Estudio de las demandas fisiológicas en competición, análisis del perfil fisiológico funcional, desarrollo y validación de un modelo de valoración funcional específica orientado al jugador de campo. *Dissertação de Doutoramento*. España: Oviedo.
- Armstrong N (2006). Aerobic Fitness of Children and Adolescent. *Jornal de Pediatria*. Vol. 82 (6): 406-408.
- Armstrong N (2009). Exercise Metabolism during Growth and Maturation. In T Jürimäe, N Armstrong, J Jürimäe (Eds). *Children and Exercise XXIV*. Oxfordshire, Routledge, pp: 17-26.
- Armstrong N, Welsman JR (1994). Assessment and Interpretation of Aerobic Fitness in Children and Adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol. 22: 435-476.
- 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-S45.
- Armstrong N, Kirby BJ, McManus AM, Welsman JR (1995). Aerobic Fitness of Pre-Pubescent Children. *Annals of Human Biology*. Vol. 22: 427-441.

- 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 JR, Kirby BJ (1998). Peak Oxygen Uptake and Maturation in 12-yr Olds. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 30 (1): 165-169.
- Arnett DK, Fuentes L, Broeckel U (2004). Genes for left ventricular hypertrophy. *Current Hypertension Reports*. Vol. 6 (1): 36-41.
- Astrand PO, Rodahl K (1986). *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill.
- Ayabakan C, Akalin F, Mengütay S, Çotuk B, Odabaş İ, Özüak A (2006). Athlete's Heart in Prepubertal Male Swimmers. *Cardiology in the young*. Vol. 16: 61-66.
- Bangsbo J (1994). *Fitness Training in Football – A Scientific Approach*. Bagsvaerd: HO & Storm.
- Basavarajaiah S, Wilson M, Naghavi R, Whyte G, Turner M, Sharma S (2007). Physiological upper limits of left ventricular dimensions in highly trained junior tennis players. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 41: 784-788.
- Baxter-Jones A, Malina R (2001). Growth and Maturation Issues in Elite Young Athletes: Normal Variation and Training. In N Maffuli, KM Chan, R Macdonald, RM Malina, AW Parker (Eds). *Sports Medicine for Specific Ages and Abilities*. Churchill Livingstone.
- Baxter-Jones A, Eisenmann JC, Sherar LB (2005). Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Sciences*. Vol. 17 (1): 18-30.
- Baxter-Jones A, Goldstein H, Helms P (1993). The Development of Aerobic Power in Young Athletes. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 75: 1160-1167.
- Baxter-Jones A, Helms P, Maffuli N., Preece M (1995). Growth and Development of Male Gymnasts, Swimmers, Soccer and Tennis Players. *Annals of Human Biology*. Vol. 22: 381-394.
- 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 R (1988). Growth and physical performance relative to timmig of the adolescent sport. *Exercise and Sports Sciences reviews*. Vol. 16: 503-540.
- Beunen G, Malina RM, Freitas DL, Maia JA, Claessens A, Almeida SM, Gouveia ER, Thomis M, Marques AT, Lefevre J (2007). Validation of the Beunen-Malina method for the prediction of adult height. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. Vol. 12: 51-52.
- Beunen G, Malina R, Lefevre J, Claessens AI, Person R, Simons J (1997a). Prediction of adult stature and noninvasive assement of biological maturation. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 29 (2): 225–230.
- Beunen G, Malina R, Lefevre J, Claessens AL, Renson R, Kanden Eynde B, Vanreusel B, Simons J (1997b). 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, Ostyn M, Simons J, Renson R, Van Gerven D (1981). Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Annals of Human Biology*. Vol. 8 (4): 321-331.
- Bielicki T, Koniarek J, Malina RM (1984). Interrelationships among certain measures of growth and maturation rate in boys during adolescence. *Annals of Human Biology*. Vol. 11 (3): 201-210.
- Blanco A, Enseñat A (2002). Hockey sobre patines: Cargas de competición. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. Vol. 2: 21-26.
- Blanco A, Enseñat A, Balagué N (1993). Hockey sobre Patines: Análisis de la Actividad Competitiva. *Revista Entrenamiento Deportivo*. Vol. 7 (3): 9-17.
- Blanco A, Enseñat A, Balagué N (1994). Hockey sobre Patines: Niveles de Frecuencia Cardiaca y Lactacidemia en Competición y Entrenamiento. *Apunts: Educación Física y Deportes*. Vol. 36: 26-36.

- Bonafonte LF, Pérez FJ, Marrero RM (1994). Características Fisiológicas del Hockey Patines: Estudio en el Terreno Deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte*. Vol. 11 (44): 345-350.
- Bouchard C, Malina RM, Hollman W, Leblanc C (1977). Submaximal working capacity, heart size and body size in boys 8-18 years. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 15: 115-126.
- 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.
- Carter J, Heath B (1990). *Somatotyping: Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carvalho HM, Silva MJC, Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Rego 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, 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.
- Chamari K, Hachana Y, Ahmed Y, Galy O, Sghaïer F, Chatard J-C, Hue O, Wisloff U (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38: 191-196.
- Chia M, Armstrong N & Childs D (1997). The assessment of children's anaerobic performance using modifications of the Wingate Anaerobic Test. *Pediatric Exercise Science*. Vol. 9: 80-89.
- Chu KS, Rhodes EC (2001). Physiological and Cardiovascular Changes Associated with Deep Water Running in the Young. *Sports Medicine*. Vol. 31 (1): 33-46.
- Claessens A, Beunen G, Malina R (2000). Anthropometry, physique, body composition and maturity. In N. Armstrong, W. van Mechelen (Eds). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.

- Claessens A, Lefevre J, Beune G, Malina R (2006). Maturity-associated variation in the body size and proportions of elite female gymnasts 14-17 years of age. *European Journal Pediatrics*. Vol. 165 (3): 186-192.
- Coelho e Silva MJ (1995). Selecção de jovens basquetebolistas: Estudo univariado e multivariado no escalão dos 12 aos 14 anos. *Tese de Mestrado*. Faculdade de Desporto – Universidade do Porto, Porto.
- 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 Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Coelho e Silva M, Figueiredo A, Malina R (2003). Physical Growth and Maturation-Related Variation in young Male Soccer Athletes. *Acta Kinesiologicalae Universitatis Tartuensis*. Vol. 8: 34-50.
- Coelho e Silva M, Figueiredo AJ, Carvalho HM, Malina R (2008). Functional Capacities and Sport-Specific Skills of 14- To 15-year-old Male Basketball Players: Size and Maturity Effects. *European Journal of Sport Science*. Vol. 8 (5): 277-285.
- 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.
- Cressie NA, Withers RT, Craig NP (1986). The Statistical Analysis of Somatotype data. *Yearbook of Physical Anthropology*. Vol. 29: 197-208.
- Daniels SR, Meyer RA, Liung YC, Bove KE (1988). Echocardiographically determined left ventricular mass index in normal children, adolescents and young adults. *Journal of the American College of Cardiology*. Vol. 12: 703-708.
- Day JR, Rossiter HB, Coats EM, Skasick A, Whipp BJ (2003). The Maximally Attainable VO<sub>2</sub> during Exercise in Humans: The Peak vs Maximum Issue. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 95: 1901-1907.

- 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.
- Devereux R, Reichek N (1977). Echocardiographic Determination of Left Ventricular Mass in Man. *Circulation*. Vol. 55 (4): 613-618.
- Devereux R, Alonso D, Lutas E, Gottlieb G, Campo E, Sachs I, Reichek N (1986). Echocardiographic Assessment of Left Ventricular Hypertrophy: Comparison to Necropsy Findings. *American Journal of Cardiology*. Vol. 57: 450-458.
- Devereux R, Casale PN, Eisenberg RR (1984). Electrocardiographic Detection of Left Ventricular Hypertrophy Using Echocardiographic Determination of Left Ventricular Mass as the Reference Standard. Comparison of Standard Criteria, Computer Diagnosis and Physician Interpretation. *Journal of the American College of Cardiology*. Vol. 3: 82-7.
- Dickhuth HH, Roecker K, Niess A, Hipp A, Heitkamp HC (1996). The Echocardiographic Determination of Volume and Muscle Mass of the Heart. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17 (Suppl): 132-139.
- Dubois D, Dubois EF (1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*. Vol. 17: 863-871.
- Eisenmann JC, Malina RM (2000). Body Size and Endurance Performance. In RJ Shephard and PO Åstrand (Eds). *Endurance in Sport*. Volume II of The Encyclopaedia of Sports Medicine an IOC Medical Commission Publication, Published by Blackwell Science Ltd, 37-51.
- Eisenmann JC, Malina RM, Tremblay A, Bouchard C (2007). Adiposity and Cardiac Dimensions Among 9- to 18-year-old Youth: The Québec Family Study. *Journal of Human Hypertension*. Vol. 21: 114-119.
- Elferink-Gemser M, Visscher C, Lemmink K, Mulder T (2004). Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 22: 1053-1063.

- Elferink-Gemser M, Visscher C, Duijn M, Lemmink K (2006). Development of the interval endurance capacity in elite and sub-elite youth field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40: 340-345.
- Elferink-Gemser M, Visscher C, Lemmink K, Mulder T (2007). Multidimensional Performance Characteristics and Standard of Performance in Talented Youth Field Hockey Players: A Longitudinal Study. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 25 (4): 481-489.
- Epstein L, Valoski A, Kalarchian M, McCurley (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*. Vol. 3: 411-417.
- Erlandson MC, Sherar LB, Mirwald EI, Maffulli N, Baxter-Jones ADG (2008). Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 40 (1): 34-42.
- Escudero EM, Tufare A, Lobrutto C, Pellegrini L, Asenjo A, Pinilla OA (2006). Remodelamiento Ventricular Izquierdo en el Atleta: Influencia de Diferentes Actividades Deportivas. *Revista de la Federación Argentina de Cardiología*. Vol. 35 (3): 150-156.
- Fagard RH (1996). Athlete`s Heart: A Meta – Analysis of the Echocardiographic Experience. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17: S140-S144.
- Faulkner A (1996). Maturation. In Docherty, David (Eds). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign: Human Kinetics.
- Feigenbaum H (1996). Evolution of echocardiography. *Circulation*. Vol. 93: 1321-1327.
- Figueiredo A (2007). Morfologia, Crescimento Pubertário e Preparação Desportiva: Estudo em Jovens Futebolistas dos 11 aos 15 anos. *Tese de Doutorado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Figueiredo A, Coelho e Silva MJ, Dias J, Malina R (2003). *Age and Maturity – Related Variability in Body Size and Physique among Youth Male Portuguese Soccer Players*. 5th World Congress Science and Football. Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa. 11-15 Abril 2003.

- 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.
- Foster C, Kuffel E, Bradley N, Battista RA, Wright G, Porcari JP, Lucia A, deKoning JJ (2007).  $VO_2$ max During Successive Maximal Efforts. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 102: 67-72.
- Freitas D, Maia J, Marques A, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Thomis M, Philippaerts RM (2002). Studies in Somatic Growth, Biological Maturation, Physical Fitness and Activity in Portuguese Speaking Countries: an Overview. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Vol. 2 (4): 92-111.
- Freitas DL, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Sousa A, Malina R (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.
- Gates PE, George KP, Campbell IG (2003). Concentric Adaptation of the Left Ventricle in Response to Controlled Upper Body Exercise Training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 94 (2): 549-54.
- Geithner CA, Thomis MA, Eynde BV, Maes HHM, Loos RJF, Peeters M, Claessens ALM, Vlietinck R, Malina R, Beunen GP (2004). Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 36 (9): 1616-1624.
- Ghorayeb N, Batlouni M, Pinto I, Dioguardi G (2005). Hipertrofia Ventricular Esquerda do Atleta: - Resposta Adaptativa Fisiológica do Coração. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 85 (3): 192-197.
- Gil S, Ruiz F, Irazusta A, Gil J, Irazusta J (2007). Selection of Young Soccer Players in Terms of Anthropometric and Physiological Factors. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. Vol. 47: 25-32.
- Goulopoulou S, Heffernan KS, Fernhall B, Yates G, Baxter-Jones A, Unnithan VB (2006). Heart Rate Variability During Recovery from a Wingate Test in Adolescent Males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 38 (5): 875-881.



- Graziosi P (1998). Análise ecocardiográfica da estrutura e da função sistólica ventricular esquerda na hipertensão arterial. *HiperAtivo*. Vol. 5 (2): 161-174.
- Green Hj, Patla Ae (1992). Maximal Aerobic Power: Muscular and Metabolic Considerations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 24: 38-46.
- Hoff GL, Martin TA (1986). Outdoor and indoor soccer: Injuries among youth players. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 14: 231-233.
- Hoogsteen J, Hoogeveen A, Schaffers H, Wijn PF, van Hemel NM, van der Wall EE (2004). Myocardial adaptation in different endurance sports: an echocardiographic study. *International Journal of Cardiovascular Imaging*. Vol. 20: 19-26.
- Horta L, Miller R, Soares B, Rio C, Rodrigues V, Miranda M, Rodrigues J, Aguiar P, Costa O (2001). Estudo da Predição da Idade Cronológica em Jovens Futebolistas. *Arquivos de Medicina*. Vol. 15 (1-2-3): 4-10.
- Huonker M, König D, Keul J (1996). Assessment of Left Ventricular Dimensions and Functions in Athletes and Sedentary Subjects at Rest and During Exercise Using Echocardiography, Doppler Sonography and Radionuclide Ventriculography. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17: S173-S179.
- Inklaar H, Bol E, Schmikli SL, Mosterd WL (1996). Injuries in male soccer players: Team risk analysis. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17: 229-234.
- 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.
- Junge A, Dvorak J (2000). Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 28 (5) (Supl.): S40-46.
- Junge A, Chomiak J, Devorak J (2000). Incidence of football injuries in youth players: Comparison of players from two European regions. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 28: S47-S50.
- Katzmarzyk PT, Malina RM (1998). Contribution of organized sports participation to estimated daily energy expenditure in youth. *Pediatric Exercise Science*. Vol. 10: 378-386.

- Katzmarzyk PT, Malina RM, Beunen GP (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, Basingstoke. Vol. 24 (6): 493-505.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Song TM, Theriault G, Bouchard C (1998). Physique and echocardiographic dimensions in children, adolescents and young adults. *Annals of Human Biology*. Vol. 25: 145-157.
- Khamis H, Roche A (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*. Vol. 94 (4):504-507.
- Khamis H, Roche A (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics - erratum*. Vol. 95 (3): 457.
- Koren MJ, Devereux R, Casale PN (1991). Relation of Left Ventricular Mass and Geometry to Morbidity and Mortality in Uncomplicated Essential Hypertension. *Annals of Internal Medicine*. Vol. 114: 345–352.
- Krieg A, Scharhag J, Kindermann W, Urhausen A (2007). Cardiac Tissue Doppler Imaging in Sports Medicine. *Sports Medicine*. Vol. 37 (1): 15-30.
- 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.
- Léger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y (1984). Capacité Aerobie des Québécois 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 Sports Science*. Vol. 6: 93-101.
- Lemmink KA, 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. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 44: 233-239,
- LeMura LM, von Duvillard SP, Cohen SL, Root CJ, Chelland SA, Andreacci J (2001). Treadmill and Cycle Ergometry Testing in 5- to 6-year-old Children. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 85: 472-478.

- Lohman TG, Roche AF, Martorell R (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Illinois, Human Kinetics.
- Luliano-Burns F, Mirwald R, Bailey D (2001). Timing and Magnitude of Peak Height Velocity and Peak Tissue Velocities for Early, Average and Late Maturing Boys and Girls. *American Journal of Human Biology*. Vol. 13: 1-8.
- MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ (1991). *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Champaign: Human Kinetics
- Madeira R, 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*. Vol. 6 (2): 117-182.
- Madeira RB, Trabulo M, Alves F, Pereira JG (2008). Efeito do Exercício Crónico nas Dimensões e Função do Ventrículo Esquerdo em Atletas Jovens. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. Vol. 27 (7-8): 909-922.
- Maia J, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Vanreusel B, Beunen G (2001). Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33 (5): 765-771.
- Makan J, Sharma S, Firoozi S, Whyte G, Jackson P, Mckenna V (2005). Physiological upper limits of ventricular cavity size in highly trained adolescent athletes. *American Heart Journal*. Vol. 91: 495-499.
- Malina R (1989). Growth and Maturation: Normal Variation and Effect of training. In CV Gisolfi, DR Lamb (Eds). *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Volume 2: Youth, Exercise and Sport*: Cooper Publishing Group.
- Malina R (1995). Anthropometry. In PJ Maud, C Foster (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign: Human Kinetics.
- Malina R (1999). Normal Weight Gain in Growing Children. *Healthy Weight Journal*. Vol. 13: 37-38.
- Malina R (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 R (2003). Growth and Maturity Status of Young Soccer Players. In T Reilly, AM Williams (Eds). *Science and Soccer*. 2<sup>nd</sup> Edition. London: Routledge.
- Malina R (2005). Estimating Passport Age from Bone Age: Fallacy. *The FA Coaches Association Journal*, Autumn/Winter, 23-27.
- Malina R, Beunen G (1996). Monitoring of growth and Maturation. In O Bar-Or (Ed). *The Child and Adolescent Athlete*. 6: Encyclopedia of Sports Medicine.
- Malina R, Bouchard C (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Malina R, Zavaleta NA (1976). Androgyny of Physique in Female Track and Field Athletes. *Annals of Human Biology*. Vol. 3: 441-446.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O (2004a). *Growth, maturation and physical activity*, 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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, Chamorro M, Serratos L, Morate F (2007a). TW3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Annals of Human Biology*, Vol. 34 (2): 265-272.
- Malina R, Cumming S, Kontos A, Eisenmann J, Ribeiro B, Aroso J (2005). Maturity – associated variation in sport – specific of youth soccer players aged 13-15 years. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 23 (5): 515-522.
- Malina RM, Dompier TP, Powell JW, Barron MJ, Moore MT (2007b). Validation of a Noninvasive Maturity Estimate Relative to Skeletal Age in Youth Football Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 17 (5): 362-368.
- Malina R, Eisenmann J, 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*. Vol. 91: 555-562.

- 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 R, Peña Reyes M, 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*. Vol. 18 (9): 685-693.
- Mamen A, Resaland GK, Mo DA, Andersen LB (2009). Comparison of Peak Oxygen Uptake in Boys Exercising on Treadmill and Cycle Ergometers. In T Jürimäe, N Armstrong, J Jürimäe (Eds). *Children and Exercise XXIV*. Oxfordshire, Routledge, pp: 223-226.
- Maresh M (1948). Growth of the Heart Related to Bodily Growth During Childhood and Adolescence. *Pediatrics*. Vol. 2 (4): 382-404.
- Matsudo S, Matsudo V (1994). Self assessment and physician assessment of sexual maturity in brasilian boys and girls: concordance and reproducibility. *American Journal of Human Biology*. Vol. 6 (4): 451-455.
- 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 R, Baxter-Jones A, Bailey B, Beunen G (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 34 (4): 689-694.
- Mitchell D, Strydom B, Van graan H, Van der walt H (1971). Human Surface Area: Comparison of the Du Bois Formula with Direct Photometric Measurement. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*. Vol. 325: 188-190.
- Möckel M, Störk T (1996). Diastolic Function in Various Forms of Left Ventricular Hypertrophy. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 17: S184-S190.

- Monsma EV, Pfeiffer KA, Harvey R, Ross R, Brown S, Malina R (2005). Maturity-Offset, Age at Menarche, and Social Physique Anxiety Among Female Participants in Aesthetic Activities. *Journal of Sport Exercise Psychology*. Vol. 27 (Suppl): S109.
- 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.
- Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro J, Duarte J (2002). Association of Maturation, Sex, and Body Fat in Cardiorespiratory fitness. *American Journal of Human Biology*. Vol. 14: 707–712.
- 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.
- Nedeljkovic A, Mirkov DM, Kukolj M, Ugarkovic D, Jaric S (2007). Effect of Maturation on the Relationship Between Physical Performance and Body Size. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 21 (1): 245-250.
- Nevill AM, Holdes RL, Baxter-Jones A, Round JM, Jones DA (1998). Modelling developmental changes in strength and aerobic power in children. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 84: 963-970.
- Nevill A, Ramsbottom R, Williams C (1992). Scaling Physiological Measurements for Individuals of Different Body Size. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 65: 110-117.
- Noakes TD (1997). Challenging Beliefs: *ex Africa Simper Aliquid novi*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 29: 571-590.
- Noakes TD (1998). Maximal Oxygen Uptake: “Classical” versus “Contemporary” viewpoints: a Rebuttal. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 30: 1381-1398.
- Noakes TD, StClair Gibson A (2004). Logical Limitation in the “Catastrophe” Models of Fatigue during Exercise in Humans. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38: 648-649.

- Obert P, Stecken F, Courteix D, Lecoq AM, Guenon P (1998). Effect of Long-Term Intensive Endurance Training on Left Ventricular Structure and Diastolic Function in Prepubertal Children. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 19: 149-154.
- Osborne G, Wolfe LA, Burggrat GW, Norman R (1992). Relationships between cardiac dimensions, anthropometric characteristics and maximal aerobic power (VO<sub>2</sub>max) in young men. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 13: 219-224.
- Pasque CB, Hewett TE (2000). A prospective study of High School wrestling injuries. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 28 (4): 509-515.
- Pavlik G, Olexo Z, Osvath P, Sido Z, Frenkl R (2001). Echocardiographic characteristics of male athletes of different age. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 5: 95-99.
- Pelliccia A (1996). Determinants of Morphologic Cardiac Adaptation in Elite Athletes: The Role of Athletic Training and Constitutional Factors. *International Journal of Sports Medicine*. Vol.17: S157-S163.
- Pelliccia A, DiPaolo FM, Maron BJ (2002). The Athlete's Heart: Remodeling, Electrocardiogram and Preparticipation Screening. *Cardiology in Review*. Vol. 10: 85-90.
- Peña Reyes ME, Malina R (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.
- Peña Reyes ME, Cardenas-Barahona E, Malina R (1994). Growth, Physique and Skeletal Maturation of Soccer Players 7-17 Years of Age. *Humanbiologia Budapestinensis*. Vol. 5: 453-458.
- Pereira J, Alves FJ (1999). Perfil Energético e Economia de Nado. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade de Coimbra.
- Petrella NJ, Montelpare WJ, Nystrom M, Plyley M, Faught BE (2007). Validation of the FAST Skating Protocol to Predict Aerobic Power in Ice Hockey Players. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*. Vol. 32: 693-700.

- Philippaerts R, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, Bourgois J, Vrijens J, Beunen G, Malina R (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sport Sciences*. Vol. 24 (3): 221-230.
- Platonov VN, Bulatova MM (1998). Entrenamiento en Condiciones Extremas (Altura, Frio e Variaciones Horarias). *Col. Deporte & Entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo, pp: 165-171.
- Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE (200). The Athlete's Heart. A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*. Vol. 100: 336-344.
- Poutanen T, Jokinen E (2007). Left ventricular mass in 169 healthy children and young adults assessed by three-dimensional echocardiography. *Pediatric Cardiology*. Vol. 28: 201-207.
- Powell JW, Barber-Foss KD (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 28 (3): 385-391.
- Powers SK, Howley ET (1997). *Exercise Physiology*. Theory and Application to Fitness and Performance. 3<sup>th</sup> Edition. USA: Brown & Benchmark Publishers.
- Price RJ, Hawkins RD, Hulse MA, Hodson A (2004). The Association medical research programme: An audit of injuries in academy youth football. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38: 466-471.
- 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.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A (2000a). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports Sciences*. Vol. 18: 669-683.
- Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A (2000b). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*. 18: 695-702.
- Reynolds EL, Wines JV (1948). Individual Differences in Physical Changes Associated with Adolescence in Girls. *American Journal of Diseases of Children*. Vol. 75: 329-350.



- Reynolds EL, Wines JV (1951). Physical Changes Associated with Adolescence in Boys. *American Journal of Diseases of Children*. Vol. 82: 529-547.
- 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.
- Roche A, Sun S (2003). *Human Growth – Assessment and Interpretation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roche A, Chumlea W, Thissen D (1988). Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: FELS method. Illinois. Springfield.
- Rossiter HB, Kowalchuk JM, Whipp BJ (2006). A Test to Establish Maximum O<sub>2</sub> Uptake Despite no Plateau in the O<sub>2</sub> uptake Response to Ramp Incremental Exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 100: 764-770.
- Rowland T (2004). *Children's Exercise Physiology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign Illinois: Human Kinetics.
- Rowland T (2005). *Children's Exercise Physiology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Champaign Illinois: Human Kinetics.
- Rowland T, Goff D, Popowski B, DeLuca P, Ferrone L (1998). Cardiac Responses to Exercise in Child Distance Runners. *International Journal of Sports Medicine*. Vol.19: 385-390.
- Sagiv M, Sagiv M, Ben-Sira D (2007). Weight lifting training and left ventricular function in adolescent subjects. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 47 (3): 329-334.
- Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A (1978). Recommendations Regarding Quantitation in M-Mode Echocardiography: Results of a Survey of Echocardiographic Measurements. *Circulation*. Vol. 58 (6): 1072-1082.
- 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 (2002). Limiar Anaeróbio: Uma Breve Revisão. In: PJM Santos, JAR Santos (Eds), *Investigação Aplicada em Atletismo: Um Contributo da FCDEF-UP para o Desenvolvimento do Meio Fundo e Fundo*, pp: 19-27. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade de Coimbra.
- Schmidt-Olsen S, Jorgensen U, Kaalund S, Sorensen J (1991). Injuries among young soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 19: 273-275.
- Schulz MR, Marshall SW, Yang J (2004). A prospective cohort study of injury incidence and risk factors in North Carolina high school competitive cheerleaders. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 32 (2): 396-405.
- Seabra A, Maia J, 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*. Vol. 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.
- Sherar LB, Baxter-Jones ADG, Faulkner RA, Russel KW (2007). Do Physical Maturity and Birth date Predict Talent in Male Youth Ice Hockey Players?. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 25 (8): 879-886.
- Simmons S., White J., Stager J. (2004). Maturity assessment in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 36 (5) (Suppl): S103.
- Singh S, Goyal A (2007). The origin of echocardiography. *Texas Heart Institute Journal*. Vol. 34: 431-438.
- Snell PG, Stray-Gundersen J, Levine DB, Hawkins MN, Raven PB (2007). Maximal Oxygen Uptake as a Parametric Measure of cardiorespiratory Capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 39: 103-107.
- 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.

- Stratton G, Relly T, Williams M, Richardson D (2004). Youth Soccer from Science to Performance. London: Routledge.
- Sun SS, Schubert CM, Chumlea WC, Roche AF, Kulin HE, Lee PA, Himes JH, Ryan AS (2002). National Estimates of the Timing of Sexual Maturation and Racial Differences Among US Children. *Pediatrics*. Vol. 110: 911-919.
- Sutton Jr (1992). VO<sub>2</sub>max - New Concepts on an Old Theme. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 24: 26-29.
- Tanner J (1962). Growth at Adolescence. Oxford. Blackwell Scientific.
- Tanner J, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)*. 3<sup>rd</sup> Edition. London: Saunders.
- Tanner J, Whitehouse RH (1976). Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity and stages of puberty. *Archives of Disease in Childhood*. Vol. 51: 170-179.
- Tanner J, Whitehouse RH, Healy MJR (1962). *A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist, with Standarts Derived from a Study of 2600 Healthy British Children*. International Children's Centre. Paris.
- Tanner J, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H (1975). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. New York: Academic Press.
- Thomas A, Dawson B, Goodman C (2006). The Yo-Yo Test: Reliability and Association With a 20-m Shuttle Run and VO<sub>2max</sub>. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 1: 137-149.
- Tomkinson GR, Olds TS, Gulbin J (2003). Secular trends in physical performance on Australian children: Evidence from the Talent Search program. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 43 (1): 90-98.
- Urhausen A, Kindermann W (1999). Sports-Specific Adaptations and Differentiation of the Athlete's Heart. *Sports Medicine*. Vol. 28 (4): 237-244.

- Uth N (2005). Gender Difference in the Proportionality Factor Between the Mass Specific  $VO_2$ max and the Ratio Between HR(max) and HR(rest). *International Journal of Sports & Exercise*. Vol. 29 (8): 1090-1094.
- Valente JA (2006). Análise do jogo e do rendimento desportivo no hóquei em patins. Conceitos, métodos e aplicações nos escalões de juvenis, juniores e seniores. *Dissertação de Licenciatura*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Vaz V (2003). Selecção e exclusão desportiva de jovens hoquistas em fase de especialização desportiva: Investigação aplicada a jogadores do escalão etário de 15-16 anos de vários níveis de competição. *Tese de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, Philippaerts RM (2006). A Multidisciplinary Selection Model for Youth Soccer: The Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40 (11): 928-934.
- Venckunas T, Raugaliene R, Stasiulis A (2008). Relations of Training versus Echocardiographic Parameters to Competitive Results in Distance Running. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 29: 96-101.
- Weaver NL, Mueller FO, Kalsbeek WD (1999). The North Carolina high School Athletic Injury Study: design and methodology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 31 (1): 176-182.
- Welsman JR, Armstrong N (1996). The Measurement and Interpretation of Aerobic Fitness in Children: Current Issues. *Journal of the Royal Society of Medicine*. Vol. 89: 281-285.
- Welsman JR, Armstrong N, Kirby BJ, Nevill AM, Winter EM (1996). Scaling Peak  $VO_2$  for Differences in Body Size. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 28: 259-265.
- Welsman JR, Bywater K, Farr C, Welford D, Armstrong N (2005). Reability of Peak  $VO_2$  and Maximal Cardiac Output Assessed Using Thoracic Bioimpedance in Children. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 94: 228-234.
- Yoon BK, Kravitz L, Robergs R (2007).  $VO_2$ max, Protocol Duration, and the  $VO_2$  Plateau. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 39 (7): 1186-1192.

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO 1**

---

*Termo de Consentimento e Participação Voluntária no Estudo*

## Termo de Consentimento

A *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra* e a *Federação de Patinagem de Portugal* aproveitando a colaboração no acompanhamento das Selecções Nacionais e Distritais, estão empenhadas na investigação no âmbito do Hóquei em Patins.

O estudo em que está a ser convidado a participar, foi desenhado para examinar a aptidão aeróbia e o desempenho aeróbio durante a adolescência com uma atenção especial dedicada à variação associada à maturação, estudada por mais do que uma metodologia, considerando ainda parâmetros ecocardiográficos e indicadores de treino desportivo.

Assim, o atleta \_\_\_\_\_, bem como o seu responsável legal \_\_\_\_\_, e o responsável técnico \_\_\_\_\_, tiveram a oportunidade de discutir os procedimentos com a equipa de investigação e perceberam que o primeiro iria ser avaliado quanto à morfologia externa e interna. Será também, avaliado o desempenho e aptidão aeróbia através de métodos seguros aplicados por técnicos qualificados. No âmbito do registo multi-método dos testes, serão captadas imagens para uso restrito onde a confidencialidade das mesmas estará 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. Eu (responsável técnico) \_\_\_\_\_, autorizo a sua participação e utilização dos resultados.

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

Assinatura do Atleta

Assinatura Responsável Legal

Assinatura Responsável Técnico

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **ANEXO 2**

---

### *Variáveis Antropométricas*

(Antropometria de Superfície e Medidas Antropométricas Compostas)



## ANTROPOMETRIA DE SUPERFÍCIE

### 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. Será utilizada uma balança electrónica *SECA*, modelo 770, que providencia dados até às 100 gramas.

### Estatuta

Com a mesma roupa permitida para a medição da massa corporal, o observado será acostado 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), será pedido ao sujeito para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição erecta. Utilizar-se-à um estadiómetro portátil *Harpender*.

### Altura sentado

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

### Comprimentos

#### *Membros inferiores*

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

### Circunferências

#### *Braquial em contracção máxima*

Esta circunferência é medida com o membro superior direito flectido em ângulo recto ao nível da articulação do cotovelo. A fita métrica (fita métrica metálica *Rosscraft*) envolve a maior circunferência do braço em contracção máxima.

#### *Geminal máxima*

O observado permanece na posição antropométrica de referência com o peso do corpo distribuído sobre os dois apoios. Utilizando uma fita métrica metálica *Rosscraft* é efectuada uma medida do perímetro ao nível da máxima circunferência do segmento, aproximadamente no terço proximal.

## Diâmetros

### *Bicôndilo-umeral*

O observado eleva o membro superior direito com a articulação do cotovelo flectida em ângulo recto. Posicionado de frente para o sujeito, o antropometrista usa o compasso de pontas redondas (*Rosscraft Campbell Caliper 10*) para medir a distância entre os pontos laterais dos côndilos da epífise inferior do úmero.

### *Bicôndilo-femoral*

Virado para o antropometrista, o sujeito senta-se de modo a ficar com o joelho direito flectido em ângulo recto. Nesta posição, o antropometrista procede à palpação dos pontos laterais extremos dos côndilos da epífise inferior do fémur para aí aplicar as hastes do compasso de pontas redondas (*Rosscraft Campbell Caliper 10*). Nalguns casos, é necessária uma ligeira força compressiva para remover a porção da largura atribuível aos tecidos moles.

## Pregas

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutânea, recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper*. As pregas são medidas dos valores locais dos depósitos de gordura subcutânea. A técnica de medição das pregas de gordura subcutânea é efectuada usando o polegar e o indicador em forma de pinça, destacando-se com firmeza a pele e a gordura subcutânea dos outros tecidos subjacentes. Com a prega agarrada de forma firme, colocam-se as pontas do adipómetro a cerca de 2 cm ao lado dos dedos, a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, numa posição perpendicular em relação à prega. A leitura deverá proceder-se antes de largar a prega e após decorridos 2 a 3 segundos depois de colocado o adipómetro. As medidas poderão ser medidas do lado direito ou esquerdo do corpo. As pontas do adipómetro deverão apresentar uma pressão constante de 10 g/mm<sup>2</sup>. Deverão ser efectuadas duas medições e o valor final é encontrado através da média dessas duas medições.

### *Tricipital*

A prega de gordura assume uma orientação vertical na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e olecraneano. Recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper* tal como para todas as outras pregas.

### *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, estando o observado sentado. A dobra de gordura subcutânea é destacada na face interna, aproximadamente ao mesmo nível do plano horizontal onde foi medida a circunferência geminal.

## **MEDIDAS ANTROPOMETRICAS COMPOSTAS**

### Índices

#### *Massa corporal (IMC)*

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

$$\text{Massa corporal/estatura}^2$$

Esta medida composta é largamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas.

#### *Córmico*

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

$$(\text{Altura sentado/estatura}) \times 100$$

Valores elevados desta medida são característicos de populações cronicamente subnutridas (Malina, 1995).

### Somatotipologia

Para a determinação do somatótipo utilizaram-se os procedimentos previstos por Carter e Heath (1990).

#### *Endomorfismo*

No cálculo desta componente utilizámos a fórmula:

$$-0.7182 + 0.1451(X) - 0.00068(X^2) + 0.0000014(X^3)$$

em que (X) corresponde à soma das pregas de gordura subcutânea tricipital, subescapular e supraílica. Para corrigir o endomorfismo para a estatura multiplicámos (X) por (170.18/estatura do observado). Este procedimento é proposto por Carter e Heath (1990) e por Malina (1995), no entanto a vasta literatura que faz uso da somatotipologia não é clara quanto à obediência deste pressuposto.

#### *Mesomorfismo*

Determinado com recurso à fórmula:

$$[(0.858 \times \text{diâmetro bicôndilo-umeral}) + (0.601 \times \text{diâmetro bicôndilo-femoral}) + (0.188 \times \text{circunferência braquial máxima corrigida}) + (0.161 \times \text{circunferência geminal corrigida})] - (\text{estatura} \times 0.131) + 4.50$$

A correcção das circunferências era feita através da subtracção das pregas de gordura divididas por 10. Isto é, à circunferência braquial máxima subtraía-se a prega de gordura tricipital dividida por 10 e à circunferência geminal subtraía-se a prega de gordura geminal também dividida por 10. A necessidade de dividir as pregas de gordura por 10 resulta do facto das circunferências estarem em *cm* e as pregas de gordura em *mm*.

#### *Ectomorfismo*

Na determinação da terceira componente do somatótipo necessitámos de calcular previamente o índice ponderal recíproco (IPR) dado pela seguinte expressão:

$$\text{Estatura (cm)/massa corporal (kg)}^{1/4}$$

Se  $\text{IPR} \geq 40.75$ ,  $\text{ectomorfismo} = \text{IPR} \times 0.732 - 28.58$

Se  $\text{IPR} < 40.75$  e  $> 38.25$ ,  $\text{ectomorfismo} = \text{IPR} \times 0.463 - 17.63$

Se  $\text{IPR} \leq 38.25$ ,  $\text{ectomorfismo} = 0.1$

#### Soma das pregas de gordura subcutânea

Trata-se da soma aritmética dos valores correspondentes à medição de quatro pregas de gordura subcutânea, a tricipital, a subescapular, a supraílica e a geminal.

## **ANEXO 3**

---

### *Maturação sexual*

(Cinco estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica)

Os 5 estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica são descritos por Tanner (1962) do seguinte modo:

#### *Desenvolvimento da pilosidade púbica*

##### *Estádio 1*

Ausência de pilosidade púbica. Os pêlos que se encontram na região púbica não diferem dos encontrados na região abdominal.

##### *Estádio 2*

Existem já alguns pêlos púbicos erectos ou ligeiramente encaracolados com uma tonalidade mais escura. Estes pelos são dispersos e poderão situar-se na base do pênis e/ou no escroto. Este estágio é difícil de verificar em fotografias sendo preferível o uso de desenhos com uma breve descrição escrita.

##### *Estádio 3*

Os pêlos púbicos são mais escuros, mais grossos e mais encaracolados, situando-se à volta da base do pênis.

##### *Estádio 4*

Os pêlos púbicos são idênticos ao adulto (coloração idêntica ao cabelo, grossos e encaracolados) mas a área coberta é consideravelmente inferior à do adulto. A pilosidade não se espalha para a região periférica das coxas, isto é, não ultrapassa as dobras inguinais.

##### *Estádio 5*

Os pêlos púbicos têm a forma e a distribuição típica do adulto. Cobrem uma área triangular e expandem-se para lá das dobras inguinais.

## **ANEXO 4**

---

*Ficha Individual de Caracterização do Jovem Hoquista*



## PROJECTO JOVENS HOQUISTAS

## DADOS PESSOAIS

Nome	_____	Nord	_____
Data de Nascimento	_____	Data de Observação	_____
Idade cronológica	_____ anos	Época	_____
Sexo	_____	Clube	_____

## EXPERIÊNCIA DESPORTIVA

Idade de início da prática do hóquei	_____	Anos de prática desportiva	_____
Posição	_____	Nível desportivo	_____

## MATURAÇÃO

Estatura do Pai	_____ cm	Maturity-offset	_____
Estatura da Mãe	_____ cm	Idade óssea (FELS)	_____ anos
Estatura adulta predita (Khamis & Guo)	_____ cm	Erro padrão	_____
% Estatura adulta predita (Khamis & Guo)	_____	Idade óssea (TW3)	_____ anos
Estatura adulta predita (khamis & Roche)	_____ cm	Pilosidade púbica (exame penito)	_____
% Estatura adulta predita (Khamis & Roche)	_____	Pilosidade púbica (auto-percepcionada)	_____

## ANTROPOMETRIA

Estatura	_____ cm	Envergadura	_____ cm
Altura sentado	_____ cm	Massa corporal	_____ kg
Perímetros		Pregas	
Braquial máximo	_____ cm	Tricipital	_____ mm
Braquial	_____ cm	Bicipital	_____ mm
Ante-braquial	_____ cm	Subscapular	_____ mm
Pulso	_____ cm	Supra iliaca	_____ mm
Subglúteo	_____ cm	Crural anterior	_____ mm
Crural máximo	_____ cm	Crural posterior	_____ mm
Suprapatelar min	_____ cm	Geminal medial	_____ mm
Joelho, max	_____ cm	Geminal lateral	_____ mm
Subpatelar, min	_____ cm	Comprimentos	
Geminal, max	_____ cm	Coxa [sup]	_____ cm
Tomozelo, min	_____ cm	Coxa [inf]	_____ cm
Diâmetros		Joelho [sup]	_____ cm
Bicôndilo-humeral	_____ cm	Joelho [inf]	_____ cm
Bicôndilo-femural	_____ cm	Perna [sup]	_____ cm
Pulso	_____ cm	Perna [inf]	_____ cm
Tomozelo	_____ cm	Braço	_____ cm
Biacromial	_____ cm	Antebraço	_____ cm
Bicristal	_____ cm	Mão	_____ cm

## MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS COMPOSTAS

Índice de massa corporal	_____ kg/cm <sup>2</sup>	Soma das pregas de gordura	_____ mm
Índice androginia	_____ #	Rácio abdominal / anca	_____
Índice Cómico	_____ %	Rácio tronco-membros	_____
Endomorfismo	_____	Massa gorda	_____ kg
Mesomorfismo	_____	Massa muscular	_____ kg
Ectomorfismo	_____	Massa esquelética	_____ kg

## PERFIL METABÓLICO

Colesterol total	_____ mg/dL	Pressão arterial			
HDL	_____ mg/dL		diastólica	sistólica	pulso
LDL	_____ mg/dL	1º momento			
Triglicédeos	_____ mg/dL	2º Momento			

## EXAME ECOCARDIOGRÁFICO

VEd	_____ mm	RA d	_____ mm
VEs	_____ mm	MVE	_____ g
SI d	_____ mm	SC	_____ m <sup>2</sup>
PPVE d	_____ mm	IMVE	_____ g/m <sup>2</sup>
AEd	_____ mm	EPR	_____ #



## AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL (TERRENO)

### Pacer

	Nível	Percurso	Distância	VO2 máx rel estim	VO2 máx abs estim
1º momento					
2º momento					

### Outros Testes

Lançamento da bola 2kg	Velocidade 15m	Velocidade 15m c/ patins	Velc 15m c/ patins e bola
1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR
<i>Sit - ups (60seg)</i>	Velocidade 20m	Velocidade 20m c/ patins	Velc 20m c/ patins e bola
1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR
Impulsão horizontal	Velocidade 25m	Velocidade 25m c/ patins	Velc 25m c/ patins e bola
1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR	1º mom. 2º mom. MR

## TESTES DE LABORATÓRIO

### Ergo - Jump

	SE		SCM	
	<i>t</i>	Altura	<i>t</i>	Altura
1º momento				
2º momento				

### Dinamometria

	Mão Direita	Mão Esquerda
1º momento		
2º momento		

### Treadmill

	FC final	QR	Distância	VO2 máx rel estim	VO2 máx abs estim
1º momento					
2º momento					

### Wingate

	AAPP (Watts)	AAMP (Watts)	RAPP (W/kg)	RMPP (W/kg)	Índ. de Fadiga (#)
1º momento					
2º momento					

### Avaliação Isocinética

Peak Torque (N/m)			
L - C/C		L - C/C	
Ext	Flx	Ext	Flx

Peak TQ/RW			
L - C/C		L - C/C	
Ext	Flx	Ext	Flx

Rácio I/Q Convencional			
L - C/C	L - E/E	R - C/C	R - E/E

Rácio I/Q Funcional			
L - C/E	L - E/C	R - C/E	R - E/C

Diferença Bilateral de Força Concêntrica

Diferença Bilateral de Força Excêntrica

**INDICADORES DE TREINO E COMPETIÇÃO**

Dias	Meses											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
TT												
PT												
MT												
TJ												
JC												
MJ												
NEXP												
MEXP												
F												
L												
LD												

TT - Total treinos realizados; PT - Presenças a treinos; MT - Minutos de treino  
TJ - Total jogos realizados; JC - jogos convocado MJ - Minutos jogados  
F - Faltas; L - Lesão; LD - Lesão desportiva

**Observações:**

<b>T 90 ou 120</b>	O atleta completou uma sessão de treino de 90 ou 120 minutos (exemplo)
<b>TLDN45</b>	Lesão desportiva "normal" ocorrida num treino (aos 45' - exemplo), obrigando à interrupção da actividade, sem necessidade de recorrer a um médico.
<b>TLDC45</b>	Lesão desportiva ocorrida num treino (aos 45' - exemplo), obrigando à interrupção e a uma consulta clínica no clube ou nas urgências (não se considera a consulta a outros profissionais de saúde).
<b>TF</b>	O atleta faltou à sessão de treino (por motivos de estudo ou outros)
<b>LD</b>	O atleta não participa na sessão de treino ou no jogo, por se encontrar lesionado (consequência de treino ou jogos)
<b>LND</b>	O atleta não participa na sessão de treino ou no jogo, por se encontrar lesionado, embora esta ocorrência não tenha acontecido num treino, num jogo, ou como consequência destes.
<b>J15</b>	O atleta jogou 15 minutos
<b>J40</b>	O atleta jogou 40 minutos
<b>JLDN15</b>	Lesão desportiva "normal" ocorrida num jogo (aos 15' - exemplo), obrigando à interrupção da actividade, sem necessidade de recorrer a um médico
<b>JLDC15</b>	Lesão desportiva ocorrida num jogo (aos 15' - exemplo), obrigando à interrupção e a uma consulta clínica no clube ou nas urgências (não se considera a consulta a outros profissionais de saúde)
<b>JNU</b>	O atleta foi convocado mas não utilizado, por opção do treinador

## **ANEXO 5**

---

*Estudo Preliminar*

(Abstract 14th ECSS Congress 24-27 June 2009 Oslo/Norway)



Abstract-ID: 1354

Title: The effects of body size and maturation on aerobic power among Portuguese adolescent roller-skate [RS] hockey players

Authors: Valente dos Santos, J.2; Simões, F.2; Vaz, V.1,2; Cupido Santos A.M.1,2; Castanheira J.3; Figueiredo A.1,2; Coelho e Silva, M.1,2; Fontes Ribeiro, C.4; Elferink-Gemser, M.5; Malina, R.6

Institution: 2Faculty of Sport Science and Physical Education, University of Coimbra; 3School of Health and Technology; 4Medical School, University of Coimbra; 5University of Groningen; 6Tarleton State University

Department: 1 Centre of Biokinetics Studies

Country: Portugal

Topic: Training and Testing

Keyword I: Maturation

Keyword II: Aerobic Power

Keyword III: Young Athletes

## Introduction

Research with Portuguese young athletes from team sports showed that mean heights and body masses of adolescent basketball players exceeded the age specific 75th percentiles of reference data (Coelho e Silva et al., 2008). More recently and based on a sample of 13- to 14-years-old soccer players, Figueiredo et al. (2009) noted a potential interaction between growth, maturation and success in sports. The current study examines the effect of maturation on multiple aerobic measurements in a sample of adolescent RS hockey players.

## Material and methods

Anthropometry (stature and body weight), aerobic performance (20-meter shuttle run, SR) and aerobic power (Peak VO<sub>2</sub> assessments provided by a direct, maximal and progressive treadmill exercise test and following the criteria defined by Armstrong & Welsman, 2001) were measured. Stage of pubic hair [PH] development was assessed at clinical examination (Tanner, 1962). Players were grouped by chronological age [CA]: CA1: 14.5-15.4 years (n=25); CA2: 15.5-16.4 years (n=38). The effects of CA and PH were tested using t-student while ANCOVAs were used

to examine the effect of sexual maturation controlling for CA and for CA and body size simultaneously. Alpha level was set at 0.05.

## Results

During late adolescent years, body size, aerobic performance and aerobic power parameters were not sensitive to variation in CA. When compared to players at stage 4 of PH, those classified at PH5 were significantly taller [ $t=-3.419$ ,  $p<0.01$ ], heavier [ $t=-2.650$ ,  $p<0.01$ ] and attain higher values of Peak VO<sub>2</sub> when expressed in L.min<sup>-1</sup> [ $t=-3.140$ ,  $p<0.01$ ], although they did not perform better in the 20-m SR. After controlling for CA, results persisted [height:  $F=10.845$ ,  $p<0.01$ ; weight:  $F=6.060$ ,  $p<0.05$ ; Peak VO<sub>2</sub>:  $F=8.832$ ,  $p<0.01$ ; 20-m SR:  $F=0.178$ , n.s.]. The effect of sexual maturation is not anymore significant when controlling for CA and body mass [20-m SR:  $F=0.001$ , n.s.; Peak VO<sub>2</sub>:  $F=3.491$ , n.s.], CA and height [20-m SR:  $F=0.915$ , n.s.; Peak VO<sub>2</sub>:  $F=3.055$ , n.s.], CA, weight and height [20-m SR:  $F=0.568$ , n.s.; Peak VO<sub>2</sub>:  $F=2.441$ , n.s.].

## Discussion/Conclusion

The interpretation of aerobic power in young people is confounded by the need of properly partition out body size variation. Research focused in the merits and pitfalls of various scaling techniques is needed. The current study suggested that the influence of sexual maturation on aerobic power expressed in L.min<sup>-1</sup> is a consequence of maturity-related variation of body size, which challenges conventional interpretation of changes in aerobic power with growth and maturation.

## References

- Armstrong N, Welsman J. (2001). *Eur J Appl Physiol*, 85, 546-551.
- Coelho e Silva M, Figueiredo A, Moreira Carvalho H, Malina RM. (2008). *Eur J Sport Sci*, 8 (5), 277-285.
- Figueiredo A, Gonçalves CE, Coelho e Silva MJ, Malina RM (2009). *Annals Hum Biol*, 36 (1), 60-73.
- Tanner JM (1962). *Growth at adolescence*. Oxford. Blackwell Scientific.

Partially supported by Fundação para a Ciência e a Tecnologia



## CONGRESS NEWSLETTER



### Notification to authors

Dear Colleague,

It is our pleasure to announce that the Local Scientific Committee has finalized the reviewing process and allocated your contribution to either oral presentation or poster presentation.

Information about your abstract is now being made available in your Oslo 2009 account. We kindly ask you to enter your Oslo 2009 account for verification.

Your presentation schedule will be available in your account from the 1st of May 2009 onward.

Please note that we are not able to accept any modifications with regard to the presentation format. Thank you very much for your understanding.

### Scientific Programme

Due to the large number of submissions we have decided to start the scientific programme on Wednesday, 24th of June at 13.00 h. We kindly ask you to take this into consideration when planning your travel schedule.

### Congress Accommodation

We strongly recommend arranging for accommodation well in advance. The congress has reserved rooms at a wide range of hotels. They are in or near the city and congress centre. Hotel prices range from € 95 to € 150 per night including breakfast and taxes. We can also offer youth hostels in the city centre of Oslo and 4 kilometres outside of the city centre. In order to book your hotel please visit the [congress website](#).

### Flights

We would strongly recommend that you book your flights early to obtain the best air fares!

Welcome to Oslo in June 2009!

Yours sincerely,

*Sigmund Loland*  
Congress President



powered by  
**SPORTTOOLS**  
GmbH

ECSS Congress Email Newsletter Software Ver. 2009, powered by SporTools GmbH





---

**Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física**

**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**