



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

LUÍS PEDRO VIEIRA RIBEIRO

**MATURAÇÃO BIOLÓGICA EM PRATICANTES DESPORTIVOS
NOS ANOS PERI-PUBERTÁRIOS:**

Estudo multimétodo e concorrente entre indicadores e protocolos

COIMBRA

2012

LUÍS PEDRO VIEIRA RIBEIRO

**MATURAÇÃO BIOLÓGICA EM PRATICANTES DESPORTIVOS
NOS ANOS PERI-PUBERTÁRIOS:**

Estudo multimétodo e concorrente entre indicadores e protocolos

Tese de doutoramento, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de doutor em Ciências do Desporto e Educação Física – Especialidade em Actividade Física e Saúde.

Orientadores:

Prof. Doutor António José Barata Figueiredo
(Universidade da Coimbra)

Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva
(Universidade de Coimbra);

COIMBRA

2012

Ribeiro, L.P.V. *MATURAÇÃO BIOLÓGICA EM PRATICANTES DESPORTIVOS NOS ANOS PERI-PUBERTÁRIOS: Estudo multimétodo e concorrente entre indicadores e protocolos.* Tese de doutoramento. Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, 2012

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não se poderia ter concretizado sem a colaboração da FCDEF- UC, enquanto instituição, de todos os docentes, colegas de curso e amigos que, directa ou indirectamente, contribuíram para a sua realização. Assim lhes deixamos o nosso apreço.

Ao Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva, pela sua orientação, pelos conhecimentos transmitidos, pela disponibilidade, pela paciência e encorajamento durante todas as etapas deste trabalho. Acima de tudo pela referência que tem sido ao longo de todo o meu trajeto académico.

Ao Professor Doutor António Figueiredo, pela sua orientação e pelos conhecimentos transmitidos, pela paciência, pelo seu empenho, por toda a sua disponibilidade.

À Professora Helen Liversidge pelo seu contributo com o seu conhecimento como especialista da determinação da idade dentária.

Uma menção especial ao Professor Doutor Robert Malina, que ao longo destes anos com as pequenas conversas que tivemos foi alimentando com a sua *expertise* algumas das necessidades que foram surgindo durante o desenvolvimento dos trabalhos.

A todos os professores da faculdade, que ao longo dos últimos anos contribuíram para a minha formação académica com a transmissão de conhecimentos e experiências.

Aos meus colegas de Doutoramento, pela amizade demonstrada com a entajada na partilha de referências, conhecimentos e experiências. Ao Vasco Vaz, Pedro Mendes, Gonçalo Dias, Ivo Rego, Aristides, e todos os outros que não mencionei, bem hajam.

Ao António Abrantes e ao Rui Almeida por estarem sempre disponíveis para ajudar um amigo, particularmente naquelas fases em que o trabalho é muito, bem hajam.

Ao Luis Brito pela sua entrega possibilitando as condições desejáveis para a recolha dos dados dos atletas do Louletano.

Ao clube de natação Louletano na pessoa do seu Director Técnico o Sr. Fernando Teixeira, bem com a toda a sua equipa técnica pela disponibilidade e entrega demonstrada.

Ao clube de natação Portinado na pessoa do seu Director Técnico o Sr. Paulo Costa que mais uma vez se disponibilizou para apoiar, bem com a toda a sua equipa técnica pela disponibilidade e entrega demonstrada.

Ao responsável técnico da Piscina de Lagoa Dr. Bruno Freitas por ter disponibilizado meios e o acesso aos seus atletas. Particularmente ao técnico Paulo Bernardo e ao director do Clube Sr.  guas.

  Câmara Municipal de Lagoa na pessoa do seu Vereador do Pelouro do Desporto e da Cultura pela disponibilidade demonstrada em estar mais uma vez disponível para colaborar.

  Clinica M diloul , na pessoa da Directora Dra Fernanda pela cooperação na realização dos exames imagiológicos e pela disponibilidade demonstrada.

  Clinica Albano Tomé, na pessoa da Directora Dra Matilde pela cooperação na realização dos exames imagiológicos e pela disponibilidade demonstrada.

Aos jovens, que participaram neste estudo, colaborando na recolha de dados.

Aos Técnicos de Natação, que participaram neste estudo, colaborando não só com a recolha de dados, mas também com a partilha das experiências da modalidade.

Aos meus pais, por todo o apoio que me deram, durante o curso bem como durante todas as etapas da minha vida.

À Bela e aos Pedros pelo incansável apoio, dedicação, companhia e carinho prestados em todos momentos.

RESUMO

Este trabalho encontra-se estruturado em estudos parcelares interligados entre si com um denominador comum, os indicadores maturacionais em jovens peri-pubertários. O objectivo desta pesquisa é estabelecer a relação entre os indicadores de maturação biológica e encontrar a concordância entre classificações de estatuto maturacional em idades peri-pubertários no sexo masculino.

O primeiro estudo compreende uma amostra de 418 peri-pubertários (11-15 anos de idade) do sexo masculino, resultante do conjunto de estudos realizados na Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, tendo sido sujeitos a uma avaliação da componente auxológica e maturacional com recurso a metodologias e técnicas amplamente reconhecidas e aceites nas ciências pediátricas. Determinou-se a estatística descritiva, nomeadamente, parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude) para todas as variáveis, por subgrupo etário para as idades cronológica e óssea (Método de Fels) e para o estatuto maturacional sexual. Estabeleceu-se as frequências absolutas e cruzadas das classificações do estatuto maturacional sexual entre a idade cronológica e idade óssea por grupo etário. Calculou-se as correlações de *Pearson* para os indicadores com excepção da pilosidade púbica. Procedeu-se à análise de componentes principais para seis indicadores com *rotação varimax*, extraíndo-se factores com *eigenvalues* superiores a 1.00.

O segundo estudo compreendeu 76 jovens em idades peripubertárias (11-15 anos de idade) do sexo masculino. Replicou-se a totalidade das avaliações do Estudo 1, exceptuando a pilosidade púbica e acrescentando um outro indicador maturacional, a idade dentária. Determinou-se a estatística descritiva, nomeadamente, parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude). Os sujeitos foram classificados por estatuto maturacional (atrasado, normomaturo, avançado e maturo) nos indicadores:

idade óssea (protocolos Fels e TW3), idade dentária, idade no pico de velocidade de crescimento em estatura, percentagem da estatura matura predita (protocolos K&G e K&R). Calculou-se o *Score Z* para cada indicador. Apresentaram-se as frequências cruzadas das classificações do estatuto maturacional para todos os indicadores maturacionais: idade cronológica, idade óssea (Fels e TW3), idade dentária, idade do PVC, percentagem da estatura matura predita (K&G e K&R) (foram retirados os sujeitos avaliados como maduros nas idades óssea e dentária). Também foram calculados os coeficientes de *Kappa de Cohen* para avaliar a concordância entre pares de indicadores maturacionais e as correlações de *Spearman*. Procedeu-se à análise de componentes principais para os *Scores Z* dos indicadores maturacionais com rotação *varimax*, extraíram-se factores com *eigenvalues* superiores a 1.00.

O terceiro estudo recorre a parte da amostra do Estudo 1 (n=264), e pretendeu testar a concordância entre as metodologias Fels e TW3. Complementarmente, foi testada a associação discreta entre as categorias decorrentes da classificação atrasado, normomaturo e avançado a partir de cada uma das metodologias. Efectuou-se estatísticas descritivas (frequência, médias e desvios-padrão) para a idade cronológica e idade óssea de ambos os métodos, os sujeitos foram classificados de acordo com a metodologia proposta. Também se efectuou a estatística descritiva por estadio de maturação sexual dada pela pilosidade púbica (PP1-PP5) nas variáveis: idade cronológica e idade óssea. Estabeleceu-se as frequências absolutas e cruzadas das classificações do estatuto maturacional entre pares específicos de indicadores de maturidade. Calculou-se os coeficientes de correlação *Pearson* entre variáveis: idade óssea, idade óssea- idade cronológica e rácio idade óssea, por idade cronológica de cada protocolo Fels e TW3. Também foram calculados os coeficientes de *Kappa de Cohen* para avaliar a concordância entre pares de indicadores maturacionais, exceptuando a pilosidade púbica. Calculou-se as correlações de *Spearman* entre as classificações e a pilosidade púbica.

A análise estatística dos três estudos foi levada a cabo com a versão 17.0 do *Software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Para os testes de inferência estatística o nível de significância foi estabelecido em 5%.

Os estudos permitiram obter um quadro de conclusões:

- 1) Determinou-se a relação existente entre os indicadores de maturação biológica em idades peri-pubertárias para o sexo masculino. Comprovou-se uma variação considerável dos indicadores de maturação sexual, somática e esquelética para este estrato etário;
- 2) A metodologia de avaliação da idade dentária é válida enquanto indicador maturacional, contudo, a sua utilização deve ser acompanhada por outros indicadores maturacionais. Pois, os resultados apontam para uma independência de mecanismos biológicos ou desajuste das escalas do método Demirjian.
- 3) A implementação de sistemas de verificação da idade cronológica a partir da determinação da idade óssea podem incorrer na eliminação errónea de uma porção substancial de elementos maturacionalmente adiantados. Por outro lado, a determinação da idade óssea é extraordinariamente exigente no que se refere ao treino de observadores e os resultados variam de acordo com protocolo adoptado (Fels x TW3);
- 4) O estudo comprovou a comunalidade do sistema biológico na génese dos indicadores esquelético e somático ao identificar a associação entre estes. A maturação somática dada pela percentagem da estatura matura estimada parece ser um indicador a considerar na avaliação de idades pré, peri e pós pubertários face a outros indicadores mais invasivos.

Palavras-chave: indicadores maturacionais, peri-pubertários, idade óssea, idade dentária, PVC, crescimento e maturação.

ABSTRACT

This study examines the maturational indicators in peripubertal young athletes. The aim of the study was to determine the relationship between indicators of biological maturation and classifications of maturational status in peripubertal males.

The first study comprised a sample of 418 peripubertal (aged 11-15 years) males and assessed sexual, somatic and skeletal maturation from several protocols (Tanner et al., 1962; Khamis & Guo, 1993; Khamis & Roche, 1994, 1995; Roche et al., 1988). Descriptive statistics were drawn up for all variables, by subgroup of chronological age. Absolute and cross-related frequencies for sexual maturation and age groups, bone age were established and Pearson correlations used for continuous variables. Principal component analysis for six indicators with varimax rotation was carried out and factors with eigenvalues higher than 1.00 were extracted.

The second study involved 76 young male athletes in peripubertal ages (11-15 years). All of the evaluations of Study 1 were repeated without the pubic hair indicator and another maturity indicator, the dental age, added. Descriptive statistics were elaborated, including parameters of central tendency (mean) and dispersion (standard deviation and amplitude). The subjects were classified by maturity status (late, ontime, advanced and mature) indicators: bone age (protocols Fels and TW3), dental age, age at peak height velocity growth, percentage of predicted mature height (protocols K & G and K & R). We calculated the Z score for each indicator. Cross-tabulations from the classifications of the maturity status are presented for all indicators : chronological age, bone age (Fels and TW3), dental age, age of PVC, the percentage of the stature predicted mature height (K & G and K & R) (all individuals assessed as mature in the bone and dental ages were removed). Cohen's kappa coefficients were also calculated to assess agreement between pairs of indicators and Spearman correlations. Principal component analysis for

the Z Scores of indicators with varimax rotation extracted factors with eigenvalues greater than 1.00.

The third study uses part of the sample from Study 1 (n = 264), and was intended to test the agreement between the methodologies TW3 and Fels. In addition, the discrete association between categories under the classification "delayed", "ontime" and "advanced" from each of the methodologies was tested. Descriptive statistics (frequencies, means and standard deviations) were elaborated for chronological age and bone age of both methods; the subjects were classified according to the proposed methodology. Descriptive statistics of the stage of sexual maturation given by pubic hair growth (PH1-PH5) in the variables: chronological age and bone age were elaborated. Frequencies and cross tabulations from classifications of maturational status between specific pairs of indicators of maturity were established. We calculated Pearson correlation coefficients between variables in bone age, bone age-chronological age and ratio bone age by chronological age for each protocol Fels and TW3. Cohen's kappa coefficients were also calculated to assess agreement between pairs of maturational indicators, except for pubic hair. We calculated Spearman correlations between the classifications and pubic hair.

Statistical analysis of three studies was carried out with version 17.0 of Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). For tests of statistical inference the level of significance was set at 5%.

The three studies allowed us to establish the following conclusions:

- 1) The relationship between indicators of biological maturation in peri-pubertal age for males was determined. Considerable variation in indicators of sexual maturation, somatic and skeletal for this age stratum was found;
- 2) The methodology of assessing dental age is valid as an indicator of maturity; however, its use should be accompanied by other maturational indicators since

the results point to an independence of biological mechanisms or inadequacy of the scales from the Demirjian method.

3) The implementation of systems for verification of the chronological age by determining the skeletal age might lead to an erroneous removal of a substantial number of individuals who mature early. On the other hand, the determination of bone age is extraordinarily demanding with regard to the training of observers and the results vary according to the protocol adopted (Fels xTW3);

4) The study confirmed the commonality of the biological system in the genesis of skeletal and somatic indicators by identifying the association between them. The somatic maturity given by the percentage of estimated mature stature seems to be an indicator to consider in assessing at pre, peri and post pubertal ages compared to other more invasive indicators.

Key Words: maturational indicators, peripubertal, bone age, dental age, growth and maturation.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1.1. Preâmbulo	3
1.2. Maturação Biológica	6
1.3. Os indicadores de maturação biológica.....	7
1.3.1. Maturação esquelética	7
1.3.2. Maturação sexual.....	13
1.3.3. Maturação e sistema endócrino.....	15
1.3.4. Maturação morfológica ou somática	21
1.3.5. Maturação dentária	22
1.3.6. Relação entre indicadores.....	23
1.4. Estudos realizados em Portugal.....	25
1.5. Objectivo do estudo	27
CAPÍTULO II: CONSIDERAÇÕES METODOLOGICAS	29
2.1. Morfologia externa	31
2.1.1. Medidas antropométricas simples	32
2.1.2. Medidas antropométricas compostas	32
2.2. Determinação da Idade Óssea.....	33
2.2.1. Método Fels.....	34
2.2.2. Método Tanner – Whitehouse III	35
2.2.3. Classificação dos sujeitos.....	35
2.3. Determinação da idade dentária	36
2.4. Determinação do <i>maturity offset</i>	37
2.5. Determinação da estatura matura predita.....	37
2.6. Caracteres sexuais secundários	39
2.7. Controlo da qualidade dos dados.....	39
2.8. Resumo e formato das variáveis do estudo.....	43

CAPÍTULO III: ESTUDO 1: Inter-associação entre indicadores de maturação sexual, somática e esquelética.....	45
3.1. Introdução	47
3.2. Procedimentos metodológicos	49
3.2.1. Amostra	49
3.2.2. Resumo e formato das variáveis	50
3.2.3. Administração dos testes	50
3.2.4. Tratamento estatístico	50
3.3. Apresentação dos resultados	51
3.4. Discussão	57
3.5. Conclusões	60
CAPÍTULO IV: ESTUDO 2: Idade dentária: variação inter-individual associada ao estatuto maturacional dado pela idade dentária.....	61
4.1. Introdução	63
4.2. Procedimentos metodológicos	64
4.2.1. Amostra	64
4.2.2. Resumo e formato das variáveis	65
4.2.3. Administração dos testes	65
4.2.4. Tratamento estatístico	65
4.3. Resultados	66
4.4. Discussão	70
4.5. Conclusões	74
CAPÍTULO V: ESTUDO 3: Determinação da idade óssea: avaliação concorrente pelas metodologias Fels e TW3	75
5.1. Introdução	77
5.2. Procedimentos metodológicos	78
5.2.1. Amostra	78
5.2.2. Resumo e formato das variáveis	79
5.2.3. Administração dos testes	79
5.2.4. Tratamento estatístico	79
5.3. Resultados	79
5.4. Discussão	82
5.5. Conclusões	85

CAPÍTULO VI: DISCUSSÃO CONCLUSIVA, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES . 87

6.1. Discussão Conclusiva	89
6.1.1. Indicadores Somáticos.....	90
6.1.2. Indicadores Sexuais	94
6.1.3. Indicadores Esqueléticos	96
6.1.4. Indicadores Dentários.....	98
6.1.5. Inter-relação entre os indicadores	101
6.1.6. Implicações	103
6.2. Conclusões	106
6.2.1. Limitações ao estudo.....	106
6.2.2. Conclusões propriamente ditas.....	106
6.2.3. Sugestões para futuras investigações.....	108

BIBLIOGRAFIA.....	111
--------------------------	------------

ANEXOS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1.	Estudos longitudinais de crescimento e maturação que recorreram aos indicadores somáticos, sexuais, esqueléticos e dentários 25
Tabela 2.1.	Determinação do erro técnico de medida (ETM) e do coeficiente de fiabilidade para as variáveis onde foi possível aplicar medidas repetidas (R) (n=20) 40
Tabela 2.2.	Determinação da idade óssea pelo método de Fels por dois observadores e concordância inter-observador..... 41
Tabela 2.3.	Determinação da idade óssea pelo método de TW3 por dois observadores e concordância inter-observador 42
Tabela 2.4.	Determinação da idade dentária por dois observadores e concordância inter-observador 43
Tabela 2.5.	Listagem das variáveis do estudo 44
Tabela 3.1.	Distribuição dos efectivos da amostra (n=418) por grupo da idade cronológica..... 49
Tabela 3.2.	Estatística descritiva (mínimo, máximo, média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa 51
Tabela 3.3.	Frequências cruzadas entre a idade cronológica, idade óssea (<i>método Fels</i>) por grupo etário e os estadios de maturação sexual dada pela pilosidade púbica avaliada por um perito 52
Tabela 3.4.	Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por idade cronológica em cada subgrupo etário 53
Tabela 3.5.	Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por idade óssea em cada subgrupo etário 54
Tabela 3.6.	Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por grupos de pilosidade púbica..... 55
Tabela 3.7.	Matriz de correlação entre os indicadores maturacionais 56

Tabela 3.8.	Análise factorial exploratória com método de extração "componentes principais" e rotação varimax dos indicadores maturacionais para os peripubertários (n = 397)57
Tabela 4.1.	Distribuição dos efectivos da amostra (n=76) por grupo da idade cronológica..... 64
Tabela 4.2.	Estatística descritiva (mínimo, máximo, média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=76) relativamente à idade cronológica, morfologia e indicadores de maturação biológica..... 66
Tabela 4.3.	Análise factorial exploratória com método de extração "componentes principais" e rotação varimax dos indicadores maturacionais para os peripubertários67
Tabela 4.4.	Frequências absolutas de participantes maturacionalmente atrasados, normomatosos, adiantados e maturos de acordo com os vários indicadores de maturação biológica68
Tabela 4.5.	Frequências absolutas cruzadas entre categorias de maturação somática e esquelética e ainda medidas de concordância, correlação de Spearman (r_s) e <i>Kappa de Cohen</i>69
Tabela 4.6.	Frequências cruzadas entre categorias de maturação esquelética e dentária e ainda medidas de concordância, correlação de <i>Spearman</i> (r_s) e <i>Kappa de Cohen</i> 70
Tabela 5.1.	Estatística descritiva para a totalidade da amostra (n=264), nas variáveis idade cronológica e idade óssea pelos protocolos Fels e TW3..... 78
Tabela 5.2.	Estatística descritiva para as variáveis idade cronológica, idade óssea, rácio IO/IC e IO-IC para os métodos Fels e TW3..... 80
Tabela 5.3.	Coeficientes de correlação <i>Pearson</i> entre variáveis idade óssea, idade óssea- idade cronológica e rácio idade óssea por idade cronológica de cada protocolo Fels e TW3 (n=264)..... 80
Tabela 5.4.	Frequências e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional pelos protocolos de <i>FELS</i> e <i>TW3</i> entre pares específicos de indicadores de maturidade, concordância percentual, correlação de <i>Spearman</i> (r_s) e <i>Kappa de Cohen</i> no grupo etário..... 81
Tabela 5.5.	Estatística descritiva por estágio de maturação sexual dada pela pilosidade púbica (PP1-PP5) nas variáveis: idade cronológica e idade óssea pelos protocolos Fels e TW3 (n=264)..... 82

Tabela 6.1.	Idade média de ocorrência do pico de velocidade de crescimento em estatura em rapazes.....	91
Tabela 6.2.	Idade cronológica (IC), idade esquelética (IE) e correlações entre IE e IC nas idades de ocorrência de alguns indicadores maturacionais em rapazes do Harpenden Growth Study.....	93
Tabela 6.3.	Análise comparativa da mediana, média e erro padrão, em anos, de entrada nos estádios de pilosidade púbica em rapazes caucasianos não-hispânicos e o nosso estudo.....	95

ABREVIATURAS

% EMP	Percentagem estatura matura predita
%GC	Percentual de Gordura Corporal
%MG	Percentagem de massa gorda
AMH	Hormona anti-mülleriano
ANCOVA	Análise da covariância
ANOVA	Análise da variância
BIA	Bioimpedância elétrica perna-perna
CARP	Sete ossos do carpo
Cm	Centímetro
CRH	Hormona libertadora da corticotropina
DHEA	Dehidroepiandrosterona
DHEA-S	Sulfato dehidroepiandrosterona
DHT	Dihidrotestosterona
Dp	Desvio padrão
E	Esquerdo
e.g.	<i>Exemplo gracia</i>
EMP	Estatura média perental
Ep	Erro padrão
ETM	Erro técnico de medida
ETM	erro técnico de medida
FCDEF	Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física
FIFA	Federação Internacional de Futebol Amador
G	Gramas
GH	Hormona de crescimento
GnRH	Hormona libertadora das gonadotrofinas

hCG	Gonadotrofina coriônica humana
IC	Idade cronológica
IC-IO	Diferença entre a idade cronológica e a idade óssea
ID	Idade dentária
IE	Idade esquelética
IO/IC	Rácio entre idade óssea e a idade cronológica
IGF-I	Insulina-factor crescimento I
IMC	Índice de massa corporal
In	<i>Inches</i>
IO	Idade óssea
ID/IC	Rácio entre idade dentária e a idade cronológica
ISAK	<i>International Society for the Advancement of Kinanthropometry</i>
K&G	Khamis & Guo
K&R	Khamis & Roche
Kg	Kilograma
kVp	Kilovoltagem pico
<i>Lb</i>	<i>Pounds</i>
lb	libras
LH	Hormona luteinizante
m	Metros
m ²	Metro quadrado
mA	Miliampéres
MANCOVA	Extensão multivariada da análise da covariância
MC	Massa corporal
MG	Massa gorda
<i>min</i>	Minutos
MIS	Inibidor da substância mülleriano
ml	Mililitro

ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹	Mililitros por kilograma por minutos
MM	Massa Magra
mm	Milímetro
ng / dL	Nanogramas por decilitro
nmol / L	Nanomoles por litro
°	Grau
<i>P</i>	<i>Percentil</i>
PH1	Pilosidade púbica – estágio 1
PH2	Pilosidade púbica – estágio 2
PH3	Pilosidade púbica – estágio 3
PH4	Pilosidade púbica – estágio 4
PH5	Pilosidade púbica – estágio 5
PVC	Pico de velocidade de crescimento.
US	Ultrassonografia
R	medidas repetidas
R	Coeficiente de fiabilidade
Rácio IO/IC	Rácio Idade óssea/Idade cronológica
RM	Ressonância magnética
r_s	Correlação de <i>Spearman</i>
rT3	Triiodotironina reversa
RUS	Rádio, ulna, ossos curtos
s^2	Variância inter-individual
s^2	Variância inter-individual combinado
<i>Seg</i>	<i>Segundos</i>
SF-1	Factor 1 Esteroidogenico
SOX9	Sry-related HMG (High Mobility Group) box 9
SPSS	<i>Software Statistical Package for the Social Sciences</i>
SPSS	<i>Statistical Program for Social Sciences</i>

SRY	Sexo no cromossoma Y
T3	Triiodotironina
TBG	Globulina transportadora de tiroxina
TSH	Hormona estimulante da tiróide ou tirotrófina
TW2	Tanner-Whitehouse 2
TW3	Tanner-Whitehouse 3
z^2	Quadrado da diferença entre as medidas consecutivas para cada atleta

Capítulo I

Introdução

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Preâmbulo

O crescente interesse na ciência do exercício pediátrico, gera a necessidade de uma maior compreensão dos princípios gerais do crescimento humano, maturação e desenvolvimento, que é normalmente referido como auxologia (Baxter-Jones, Eisenmann, & Sherar, 2005).

O salto de crescimento pubertário contribui para o aumento das variações inter-individuais do tempo ou cadência maturacional. O *timing* ou momento refere-se à ocorrência de eventos específicos (e.g. a idade de ocorrência da menarca ou irrompimento dos primeiros pêlos pubertários). O *tempo* ou cadência refere-se à taxa de maturação (e.g. a velocidade com que o jovem passa do estado inicial de maturação sexual para um estadio maturo), ou lapso temporal que medeia o *take-off* do salto de crescimento pubertário e o alcance da estatura adulta (Malina & Bouchard, 1991).

Nas primeiras décadas de vida as crianças e adolescentes experimentam três processos interactivos: crescimento, maturação e desenvolvimento. Estes termos são normalmente tratados como indistintos, embora se reportem a ocorrências de natureza distinta (Malina, 2003). As actividades físico-recreativas em crianças e jovens, bem como as que visam o rendimento desportivo, devem ter em consideração estes processos de forma integrada e interdependente. O não respeito do estatuto maturacional da criança e jovem pode ser um prejuízo da saúde deste, e colocar em causa a continuidade da prática da actividade física e desportiva.

São vários os estudos dedicados ao jovem atleta tendo em consideração a variação associada à maturação biológica que têm sido desenvolvidos em modalidades desportivas colectivas (Aroso & Ribeiro, 2000; Camilo Alves *et al.*, 1980; Coelho e Silva, Figueiredo, Sobral, & Malina, 2004; Figueiredo, Gonçalves, Coelho e Silva, & Malina, 2009; Malina, 2003; Malina *et al.*, 2000). Estas abordagens são parciais no que diz respeito ao número de indicadores maturacionais apontados pelos autores da literatura do exercício pediátrico (Baxter-Jones *et al.*, 2005; Faulkner, 1996; Malina & Bouchard, 1991).

Um dos tópicos que tem merecido crescente interesse prende-se com o estudo da associação entre a variação estatuto maturacional e variação da performance desportiva entre atletas do mesmo escalão etário. 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 anatómico e fisiológico. No que diz respeito às raparigas os estudos são mais escassos, embora, em modalidades como a ginástica (e sobretudo nas raparigas) a associação entre o desempenho desportivo e a maturação seja de sentido inverso (Malina, 2000; Malina & Beunen, 1996; Malina & Bouchard, 1991).

A maturação biológica é responsável pela introdução de uma considerável variância na morfologia e na aptidão motora (Beunen, 1993; Malina, 2000; Sobral, 1984). Alguns autores (Engebretsen *et al.*, 2010; Dvorak, George, Junge, & Hodler, 2007; Malina, 2005) têm mesmo defendido a consideração da idade óssea como determinante dos agrupamentos da formação desportiva, sobretudo em modalidades como o futebol, sendo esta discussão inclusivamente mantida pela própria FIFA.

O indicador esquelético há várias décadas que é utilizado clinicamente, também em âmbito clínico e forense tem sido utilizado o indicador dentário. Menos frequente o seu recurso e com uma necessidade diferente, a da tomada de decisão em tratamentos estomatológicos ou na estimativa da Idade de um

cadáver ou restos humanos (Cattaneo, Grillo, Venegoni, & Grandi, 2003; Serinelli, Panetta, Pasqualetti, & Marchetti, 2011).

A idade dentária é baseada na evidência do dente na cavidade bucal, comparado com padrões de erupção impressos em tabelas (Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973; Lunt & Law, 1974). A utilização deste padrão apresenta algumas desvantagens, como a variação na época de erupção, a influência de factores ambientais e locais, e o facto de que alguns dentes não irrompem num mesmo intervalo de tempo. Desse modo, as pesquisas voltaram-se para a avaliação da idade dentária, através de estadios radiográficos de calcificação dos dentes, o que fez com que o contínuo desenvolvimento dentário passasse a ter vantagem sobre a esporádica erupção dentária (Stewart, Hoston, & Eteson, 1982).

A idade cronológica não é suficiente para dar resposta ao enquadramento do estadio de desenvolvimento em que se encontra uma criança ou um jovem. Informações complementares são fornecidas através de idades de desenvolvimento, como a idade esquelética, a idade relacionada com as características sexuais secundárias e a idade dentária, que são calculadas através do grau de maturação de diferentes tecidos. Assim sendo, o desenvolvimento dentário é considerado uma medida compatível de maturidade (Fualkner, 1996).

Não sendo o processo de maturação biológica observável ou sequer redutível a uma só variável marcadora, importa avaliar a inter-associação dos indicadores de diferente natureza e até de metodologias concorrentes de um mesmo indicador, tendo presente que muitas das propostas metodológicas são retiradas de populações específicas sobretudo dos Estados Unidos da América e Grã-Bretanha (Gilli, 1996).

São vários os estudos que estabelecem relações entre maturação, crescimento e desenvolvimento (Cameron, 2002; Roche & Sun, 2003; Malina, 2004). Apesar de estas existirem é necessário diferenciar os conceitos. Crescimento diz respeito às mudanças em tamanho de partes (e.g., coração,

pulmões, etc) ou da totalidade do indivíduo (e.g., estatura). Desenvolvimento pode ser definido como uma construção psicossocial ou comportamental (Baxter-jones, Eisenmann, & Sherar, 2005). A maturação é o processo que decorre da concepção até ao estado adulto. Maturação é o processo e maturidade é o estado. Todos os tecidos, órgão e sistemas de órgãos atingem o estado maturo, mas fazem-no em diferentes momentos e a diferentes ritmos (Beunen, Rogol, & Malina, 2006).

1.2. Maturação Biológica

Para compreendermos como determinar a maturação de um indivíduo é necessário percebermos que esta não está intrinsecamente ligada à cronologia do tempo, isto é, um ano em tempo cronológico não é o equivalente a um ano em “tempo” maturacional (Cameron, 2002).

O dimorfismo sexual também está patente neste calendário temporal, isto é, as raparigas tendem a ser precoces relativamente aos rapazes em todas as etapas maturacionais. A maturação está relacionada com o tamanho corporal de forma inespecífica, isto é, não é possível estabelecer relações entre a estatura e o estadiu maturacional para vários indivíduos com a mesma idade cronológica em ambos os sexos (Malina, 2004).

Constata-se que a variabilidade entre indivíduos é enorme na ocorrência e cadência de indicadores maturacionais, apesar de seguirem o mesmo percurso e sucessão de episódios. Nas raparigas a ocorrência da menarca e a maturação da mama são marcos não só maturacionais mas também sociológicos. Da mesma forma nos rapazes o desenvolvimento da pilosidade facial, cartilagens da laringe, cordas vocais e volume testicular. Estes eventos estão intimamente ligados ao funcionamento das gónadas ou glândulas sexuais, contribuindo de forma decisiva para o dimorfismo sexual (Rogol, Roemmich, & Clark, 2002).

São vários os autores (Baxter-Jones, *et al.*, 2005; Duke, Litt, & Gross, 1980) que referem a maturação sexual como indicador válido apenas para os

anos péri-pubertários, ao contrário dos somáticos e esqueléticos. Contudo, esta só pode ser utilizada durante a puberdade período em que as transformações se operacionalizam (Beunen, 1989; Malina & Beunen, 1996).

A utilização de indicadores do estado de maturação biológica deve ter em consideração a objectividade da sua construção, fiabilidade e validade. É de extrema importância que os indicadores reflitam a maturação de um sistema biológico, pois esta ocorre em todos os indivíduos à medida que progridem em direcção ao estado maturo, ou seja, o estado adulto (Chumlea & Guo, 2002).

Os indicadores devem, também, em certa medida, ser independentes do crescimento, ou seja, eles não devem quantificar o estado de crescimento de um tecido, órgão ou sistema biológico. Finalmente, um indicador relevante deve ser aplicado em todo o processo de maturação na sua totalidade, mas a realidade da variação entre os sistemas opõe-se a este critério.

1.3. Os indicadores de maturação biológica

Os indicadores mais referenciados em estudos que abordam a maturação biológica são os esqueléticos, sexuais, hormonais, somáticos e dentários. Para o seu estudo são vários os métodos propostos (Claessens, Beunen, & Malina, 2000; Faulkner, 1996; Malina & Bouchard, 1991).

1.3.1. Maturação esquelética

A maturação esquelética em sido apontada como o melhor indicador único do estado de maturação. Todas as crianças começam com um esqueleto cartilageneo e progridem até ao ossificado, o esqueleto axial, adulto. No caso dos ossos tubulares (longos e curtos), o estado maturo é alcançado quando as epífises se fundem com as respectivas diáfises, no caso dos redondos (curtos) ou os ossos de forma irregular, a maturidade é definida pela morfologia de adultos (forma). Os ossos que compõem o esqueleto craniofacial diferem na origem embrionária e o seu crescimento e maturação são abordados de forma

diferente. Eles não são considerados nesta discussão da maturação esquelética (Acheson, 1966).

São vários os métodos propostos para a avaliação da maturação esquelética, tal como os respectivos ossos que são utilizados para a obtenção desta (Schmeling, Geserick, Reisinger, & Olze, 2007). Podendo ser utilizados os ossos da coluna cervical, mão e punho, cotovelo, tornozelo, joelho e pé. Destes, os ossos da mão e punho são os que têm sido mais utilizados e por consequência mais bem documentados para diferentes tipos de populações (Faulkner, 1996; Malina & Bar-Or, 2003).

O progresso da maturação do esqueleto é normalmente monitorizada com radiografias padronizadas da mão e punho esquerdos, e a avaliação da maturidade é baseada em mudanças morfológicas de cada osso, que ocorrem a partir da ossificação inicial até ao estado adulto. Os critérios para os ossos individuais são caracterizados como indicadores de maturação - características específicas de cada osso que são universais e ocorrem regularmente em uma forma definitiva, irreversível. Os métodos mais utilizados para a avaliação da maturidade esquelética que utilizam a mão e o punho são o Greulich-Pyle (Greulich & Pyle, 1959), o Tanner-Whitehouse (I,II,III) (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001; Tanner, Whitehouse, & Healy, 1962; Tanner, Whitehouse, Marshall, Healy, & Goldstein, 1975), e Fels (Roche, Chumlea, & Thissen, 1988).

Método de Greulich-Pyle

O método de Greulich-Pyle é baseado no trabalho original de Todd (Todd, 1937), e o mais utilizado na clínica pela sua facilidade de utilização, sendo por vezes associado a uma técnica de Inspeção. O atlas é composto por radiografias específicas representativas do estatuto maturacional numa determinada idade cronológica, desde o nascimento até aos 19 anos para cada sexo. A radiografia mais típica em cada nível de idade foi seleccionada de 100 radiografias de cada sexo, ficando a ser a radiografia de referência. Cada osso no padrão radiográfico representa a sua aparência mediana numa determinada idade cronológica (no entanto, em algumas radiografias do atlas, há

considerável variação para algumas idades cronológicas). O método é baseado nas radiografias de uma amostra grande de crianças da Fundação Brush Study. As crianças eram de famílias de alto nível socioeconómico, de Cleveland, Ohio, E.U.A. (Greulich & Pyle, 1959).

A maturação do esqueleto de uma criança é determinada pela comparação da radiografia à sua mão e pulso esquerdo com o padrão das radiografias do atlas. A maturação esquelética é expressa como uma idade óssea. Pode haver variações na forma como o método é aplicado. Muitas vezes, a idade esquelética atribuída é o da radiografia que mais se aproxima com a da criança. Este tipo de análise sobrepõe-se à variação entre os ossos da mão e punho, por isso, recomenda-se que o método ao ser aplicado deve fazer a correspondência para cada osso individualmente para cada radiografia do atlas.

Assim, a idade óssea da radiografia atribuída à criança deve ser aquela que corresponde ao valor médio das idades ósseas de todos os ossos da mão e punho.

Método Tanner-Whitehouse (I,II,III)

O método de Tanner-Whitehouse é denominado como o método da abordagem específica a cada osso individualmente. Neste método foram definidos e descritos Indicadores de maturidade para cada osso. Cada indicador é expresso numa fase de ossificação inicial à fusão (rádio, ulna, metacarpos, falanges) ou morfologia do adulto (carpos), sendo atribuída uma pontuação (*score*) a cada etapa.

Vinte ossos são usados: o rádio, cúbito, sete carpais (excluindo o pisiforme), e os metacarpos e falanges do primeiro, terceiro, e quinto dígitos (raios). As pontuações são somadas e podem ser expressas quer como uma pontuação de maturação ou como uma idade óssea. A escala de maturidade (0 a 1.000) foi construída para minimizar o desacordo global entre os resultados dos ossos longos e os curtos.

Na primeira versão do método (Tanner-Whitehouse I), a idade óssea é obtida com base na soma da pontuação da maturidade de 20 ossos. Na segunda versão (Tanner-Whitehouse II), é obtida a partir três diferentes escalas: 1) RUS (rádio, cúbito, primeiro, terceiro e quinto metacarpos, primeira, terceira e quinta falanges proximais, terceira e quinta falanges intermédias e primeira, terceira e quinta falanges distais, perfazendo um total de 13 ossos); 2) CARPAL (osso grande, unciforme, piramidal, semilunar, escafoíde, trapézio, trapezóide.) e 3) Correspondente ao somatório das pontuações RUS e CARPAL. Esta distinção justifica-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. Na segunda versão, foram criados sistemas de pontuação separados para as idades CARPAL e RUS, e o sistema de pontuação foi modificado, mas os indicadores de maturação não foram alterados. Em ambos os métodos Tanner-Whitehouse I e Tanner-Whitehouse II as referências da maturação esquelética são baseadas numa amostra de cerca de 3.000 crianças Britânicas saudáveis. A terceira versão do método (Tanner-Whitehouse III) considera apenas os ossos do carpo e RUS e não inclui a idade óssea dos 20 ossos, e os valores de referência são com base em amostras da população de vários países de diferentes continentes (Grã-Bretanha, Belgica, Itália, Espanha, Argentina, E.U. (um bem-sucedido exemplo dos subúrbios de Houston, Texas), e Japão (Tanner *et al.*, 2001; Tanner *et al.*, 1962; Tanner *et al.*, 1975).

Método FELS

O método Fels (Roche *et al.*, 1988) é específico para cada osso e é baseado numa amostra de crianças da classe média do centro-sul Ohio, E.U.A., inscrito no Fels Longitudinal Study.

Este método apresenta uma extensa série de indicadores de maturidade para todos os ossos da mão-pulso; foram incluídos entre os indicadores rácios das medidas lineares da epífise e larguras de cada diáfise dos ossos longos. O potencial de cada indicador foi testado na sua capacidade de diferenciar cada

criança da mesma idade cronológica individualmente e na sua ontogénese universal, fiabilidade e validade.

O método Fels resultante é baseado na classificação final de 85 indicadores do grau de maturidade para o rádio, cúbito, carpos, metacarpos e falanges, e 13 rácio medidos dos diâmetros da epifisária e diáfise do rádio, ulna, metacarpos, e falanges.

O número de indicadores a serem avaliados varia de acordo com a idade cronológica, sexo e é relativamente grande entre algumas idades, no entanto, a maioria dos indicadores são avaliados apenas como presente-ausente ou no máximo numa escala de cinco graus. A idade cronológica e sexo da criança e as classificações e os rácios são colocados no computador recorrendo ao *software Felshw 1.0*, que calcula a idade óssea e o erro padrão associado à estimativa.

Outros métodos para a avaliação da maturidade esquelética têm sido propostos. Alguns são de interesse histórico, e outros são menos comumente usado (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004; Roche, 1986).

Actualmente, vários protocolos com recurso a aplicações informáticas dedicadas estão a ser aplicados tendo como referência o método Tanner-Whitehouse II, e os resultados experimentais são razoavelmente consistentes com as avaliações de peritos (Tanner *et al.*, 1994).

Comparação entre os diferentes métodos na determinação da idade esquelética

Os três métodos actualmente utilizados para avaliação da maturidade esquelética, em princípio, são semelhantes, mas diferem em indicadores de maturidade, escalas de maturidade (pontuações (*scores*), idade óssea), e amostras de referência.

Os métodos Greulich-Pyle e Fels fornecem uma idade óssea única, enquanto o método Tanner-Whitehouse fornece várias. A idade óssea corresponde ao nível de maturação atingida pelo esqueleto de uma criança em relação ao da amostra de referência de cada método. Dadas as diferenças nos métodos e nas amostras de referência, as idades ósseas provenientes de cada um não são equivalentes. Na verdade, o estado de maturidade do esqueleto de uma criança avaliado por todos os três métodos pode ser bastante diferente (Malina *et al.*, 2004; Roemmich *et al.*, 1997).

Independentemente do método utilizado é necessário efectuar o controlo da qualidade na determinação da idade óssea. Variação dentro e entre os avaliadores pode ser considerável e deve ser reportada.

A utilização da idade óssea como indicador de maturidade é baseada na sua relação com a idade cronológica de uma criança. A idade óssea pode simplesmente ser comparada com a idade cronológica, pode ser expressa como a diferença entre a idade óssea e idade cronológica (ou seja, a idade esquelética menos idade cronológica), ou pode ser expressa como uma relação entre a idade óssea e idade cronológica. Há uma variação considerável na idade óssea de cada nível da idade cronológica. A norma dos desvios da idade óssea RUS (Tanner-Whitehouse III) é de aproximadamente 1 ano a partir dos 5 anos de idade em ambos os sexos até aos 14 anos nas raparigas e 16 anos nos rapazes (Tanner *et al.*, 2001).

As vantagens da maturidade esquelética como indicador de maturidade biológica são várias: é razoavelmente precisa e apresenta estimativas fiáveis, é aplicável em todo o período de maturação pós-natal, e reflete a maturação de um sistema biológico importante. Tem como desvantagens a exposição à radiação de baixo nível, que exige treino (técnicos radiologistas credenciados) e controlo de qualidade, e os indicadores de maturidade são um tanto arbitrários e sugerem etapas discretas num processo contínuo (Acheson, 1966).

1.3.2. Maturação sexual

Maturação sexual é o processo que se estende desde a diferenciação embrionária dos órgãos sexuais até à plena maturação desses órgãos e consequente fertilidade. A puberdade é o período de transição entre a infância e a idade adulta durante o qual os órgãos sexuais e sistema reprodutivo atingem a maturidade, simultaneamente ocorre o pico de crescimento (Bogin, 2002).

A avaliação da maturação sexual é baseada em características sexuais secundárias: desenvolvimento da mama e idade da menarca nas raparigas, genital (pénis e testículos) e voz nos rapazes, e pilosidade púbica e axilar em ambos os sexos. O desenvolvimento mamário, genital e pilosidade púbica são os mais frequentemente usados e classificam-se numa escala de cinco estadios descrita por Tanner (1962).

Estas etapas costumam ser identificados como “Estadios de Tanner”, não sendo correcto, devendo ser como estadios de maturação sexual com identificação da característica específica(s) (mama, pêlos pubicos, ou genitais) que está a ser avaliada. As fases de cada caracter secundário processam-se em ritmos diferentes, não são equivalentes (e.g. o jovem pode estar no estadio 2 num indicador e no estadio 4 noutra indicador). O estadio 1 de cada indicador corresponde ao estadio pré-púbere em que há ausência de desenvolvimento, isto é, refere-se ausência do indicador. O estadio 2, estadio inicial, evidência de desenvolvimento da característica que marca a transição para a puberdade, isto é, corresponde ao aparecimento do indicador. Os estadios 3 e 4 marcam progressos na maturação, e o estadio 5 indica o estado adulto - maturo.

A avaliação dos estadios das características sexuais secundárias normalmente é realizada através da observação individual no exame clínico. Quando não é possível o exame clínico recorre-se a fotografias de nus padronizados para cada estadio à semelhança do utilizado no estudo de crescimento de Harpenden (Marshall & Tanner, 1969; Marshall & Tanner, 1970). Esta metodologia tem crescido em estudos onde não é possível a

presença do clínico, recorrendo-se às auto-avaliações pelas crianças e jovens, assegurando-se um carácter não invasivo. Contudo, estas auto-avaliações devem ser feitas em privado com fotografias de boa qualidade do estadio e descrições simplificadas, em local adequado. Tratando-se de uma técnica que apresenta uma percepção por parte do individuo há a necessidade de controlo da qualidade (fiabilidade intra e inter-observador), e, no caso de auto-avaliação a concordância deve ser efectuada com avaliadores experientes. Normalmente a reprodutibilidade por avaliadores experientes é boa, com cerca de 80% de concordância na identificação do estadio, embora alguns estudos relatem uma percentagem de concordância inferior a 40% (Malina *et al.*, 2004).

A menarca, a ocorrência do primeiro ciclo menstrual nas raparigas, é talvez, das características sexuais secundárias, a mais amplamente estudada no sexo feminino, pois não está dependente de uma observação directa. Este indicador pode ser obtido de três formas diferentes: a) prospectivamente em estudo longitudinal, interrogando as mesmas raparigas em intervalos regulares (3 a 6 meses), sendo o mais comum; b) retrospectivamente, ao interrogar as raparigas pós-menarca ou as mulheres e pedindo-lhes para se lembrarem quando ocorreu a sua primeira menstruação; c) *status quo*, interrogando grandes amostras de raparigas com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos de idade sobre o seu estado menarcal (ou seja, pré ou pós-menarca). Os dois primeiros métodos fornecem a idade da menarca para os indivíduos, o método *status quo* fornece uma estimativa idade da menarca para uma amostra e não se aplica a indivíduos (Vieira & Fragoso, 2006).

A pilosidade axilar, em ambos os sexos, e a pilosidade facial e mudança de voz nos rapazes, são características sexuais secundárias a ter em consideração. Normalmente são indicadores de desenvolvimento tardio durante a puberdade, e não são amplamente utilizados em estudos de maturação biológica. Uma estimativa mais directa da maturidade genital nos rapazes é fornecida pelo volume testicular. O método é usado principalmente no contexto clínico e exige uma série de modelos de elipsóide de volume conhecido, que têm a forma dos testículos (orquidómetro Prader). Os modelos variam em

volume, de 1 a 25 ml, um volume acima de 4 ml, marca o início da puberdade (Zachmann, Prader, Kind, Hafliger, & Budliger, 1974).

As idades em que as fases específicas da maturidade sexual são atingidas normalmente são derivadas de estudos longitudinais em que as crianças são examinadas em intervalos regulares, de preferência a cada 3 meses, com início na infância tardia (pré-púberes) e continuando até à puberdade e início da idade adulta. Os dados obtidos através de estudos prospectivos fornecem estimativas da idade de início de um estadio e duração do mesmo. A média de idades e os desvios-padrão associados podem ser calculados. Tais estudos longitudinais requerem períodos longos de exame clínico aos indivíduos e são mais frequentemente restringidos em tamanho da amostra e representatividade. O delineamento transversal (*status quo*) fornece idades de "estar em um determinado estadio", para tal é necessário duas informações: a idade cronológica exacta da criança e se a criança está ou não num estadio específico de maturação sexual, ou, no caso das meninas, pré ou pós-menarca (Beunen, Rogol, & Malina, 2006).

As características sexuais secundárias são razoavelmente fáceis de determinar, reflectem um sistema biológico importante, e estão intimamente relacionados aos eixos hormonais. Por outro lado, apresentam limitações, que consistem em estadios arbitrários e discretos, eles são limitados à puberdade, e é considerado um método de avaliação invasivo em contextos não-clínicos (não necessariamente verdadeiro para a auto-avaliação). Além disso, o uso das características sexuais secundárias pode ter associado sanções entre alguns grupos culturais (Cameron, 2002).

1.3.3. Maturação e sistema endócrino

A maturação e crescimento da criança e jovem está dependente dos eixos específicos hipotálamo-hipófise-órgãos alvo. No crescimento fetal estes não assumem a mesma importância, no entanto, contribuem para o processo de diferenciação fetal (Hindmarsh, 2002).

Eixo hipotalâmico-hipofisário-tiroide

A maturação fisiológica da tiróide é aparente na oitava semana de gestação. Por volta da décima e décima primeira semanas, ocorre a síntese e armazenamento de iodo por parte das hormonas da tiróide. Até ao nascimento predomina a triiodotironina reversa (rT3) que é metabolicamente inactiva, após o nascimento dá-se uma grande de secreção tireotrofina (TSH) e ocorre uma mudança para o T3, que é metabolicamente mais activa através da enzima específica – deiodinase (Hindmarsh, 2002).

São pequenas as diferenças dos níveis da hormona da tiróide no primeiro ano e segundo ano de vida em comparação com os níveis do adulto. Os níveis hormonais permanecem praticamente os mesmos até à puberdade, que é quando o estrogénio faz aumentar os níveis da globulina transportadora de tiroxina (TBG). Apesar das hormonas da tiróide não serem responsáveis pelo salto pubertário e maturação sexual, elas são permissivas a estes processos. A tiroxina em níveis adequados é necessária para que o crescimento se processe dentro da normalidade, na infância e adolescência. A mesma tiroxina também é responsável pela expressão dos genes da hormona de crescimento (GH). Podendo também actuar directamente sobre a cartilagem (Guyton & Hall, 2006).

Eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal

O eixo hipotálamo-hipofisário-adrenal inicia a sua actividade hormonal entre as 8ª e 12ª semana de gestação. A hormona libertadora da corticotropina (CRH) do hipotálamo regula o crescimento dos corticotrofos da pituitária, a diferenciação adrenocortical e a maturação esteroidogenica do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal do feto. A glândula adrenal ao nascimento é composta principalmente da definitiva (mineralocorticóide) e no feto de zonas muito maiores de dehidroepiandrosterona (DHEA).

Ao longo do processo de maturação da criança a glândula supra-renal constitui um reticulo focal e, em seguida uma zona reticular contínua. É nesta zona que se produz androgénios adrenais sob o estímulo de corticotropina e talvez outras hormonas andrógeno estimulantes. O processo de adrenerca

marca a transição desta zona, uma vez que liberta quantidades cada vez maiores dos androgénios adrenais, DHEA e seu sulfato (DHEA-S), e androstenediona, ambos precursores de andrógenos mais potentes (testosterona) e estradiol. Há uma subida progressiva que pode ir de 4 até 50 vezes, em secreção DHEA-S e de androstenediona. A adrenerca ocorre próximo do salto de crescimento pubertário ao mesmo tempo que o aumento de gordura pré-adolescente (Rogol *et al.*, 2002).

Este processo é independente do aumento de gonadotrofinas induzidas pela puberdade. No entanto, o crescimento médio da 2ª infância é de uma magnitude muito inferior ao salto de crescimento da puberdade e é bastante variável no seu *timing*, tempo e magnitude, dependendo do estado de desenvolvimento gonadal puberal. Não é considerado um parâmetro útil para a ligação de crescimento linear a medições bioquímicas (por exemplo, hormonais) (Guyton & Hall, 2006).

Eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal

A determinação sexual (desenvolvimento testicular) ocorre na concepção. A diferenciação sexual (desenvolvimento dos órgãos genitais) é o processo pelo qual as manifestações de tal determinação, se tornaram evidentes. A diferenciação sexual masculina requer a expressão do produto da região que determina o sexo no cromossoma Y (SRY) para seleccionar o caminho que a gónada bipotencial contendo os ductos de Wolff e de Müller tomará, isto é, qual irá ser a genitália externa (MacLaughlin, Teixeira, & Donahoe, 2001).

As gonadas embrionárias diferenciam-se ao longo de um ou outro caminho, começando aproximadamente na sexta semana de gestação, sob a influência dos produtos dos genes do cromossoma sexual e autossómicos. Mutações em um número de factores transcrição, por exemplo, SRY, SOX9 e SF-1, podem afectar a determinação testicular. A diferenciação sexual continua com a estimulação dos ductos de Wolff e regressão das estruturas de Müller nos rapazes. Os anteriores são estimulados directamente pela testosterona para formar o canal deferente, epidídimo e vesículas seminais. A testosterona também potencializa os efeitos das hormonas anti-mülleriano (AMH), também

conhecido como inibidor da substância mülleriano (MIS), para permitir a regressão completa destas estruturas (Saenger, 2001).

A genitália masculina externa necessita de dihidrotestosterona (DHT) para o seu desenvolvimento integral. Se isso não ocorrer, as pregas labiais escrotal não se fundem completamente e não há uma uretra peniana intacta. Defeitos na produção de testosterona causa subvirilização da criança 46 XY. Antes da 10^a semana de gestação, a produção de andrógenos ocorre em pouca quantidade. O período crítico para a produção de andrógenos (e acção) ocorre entre as 10^a e 20^a semanas fetais, quando as células de Leydig estão dependentes da estimulação das hormonas luteinizante (LH) e gonadotrofina coriônica humana (hCG) (Saenger, 2001).

No feto masculino, a falta de plena produção de testosterona pode conduzir a um fenótipo genital variando entre a genitália feminina normal, à genitália masculina incompleta, com microfalo, hipoplasia escrotal e agenesia testicular ou criptorquidea (Hintz, 2001).

Nos primeiros dias após o parto, os elevados níveis de testosterona iniciais declinam, só para subir novamente a cerca de 8 nmol / L (230 ng / dL) em algum momento entre 3 e 12 semanas. Esses níveis podem ser importantes para a outra alteração no desenvolvimento dos órgãos genitais (por exemplo, a 1^a sensibilização tecido alvo pelo andrógenio e subsequente crescimento e maturação mediado pelo androgénio) e/ou o desenvolvimento do cérebro (por exemplo, virilização permanente do hipotálamo para que ele segregue LH tonicamente, ao invés de ciclicamente, como no feminino) (Warne, Dabadgao, P, & Boneh, 2001).

Durante o período quiescente entre o desenvolvimento neonatal-primeira infância e o desenvolvimento da puberdade (o chamado hiato pré-púbere ou pausa juvenil), surge o complemento total das estruturas e vias de síntese de andrógenos, secreção e acção; estão presentes mas são activos num nível muito baixo. Distúrbios da puberdade avançada, por exemplo, a puberdade

precoce central ou periférica "Pseudo puberdade", podem ocorrer durante esta fase (Warne *et al.*, 2001).

Na puberdade os níveis de testosterona sobem exponencialmente à medida que o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal recupera o estado activo. No início, há apenas pequenas quantidades de LH, que fazem com que o testículo produza pequenas, mas mensuráveis, níveis de testosterona. Uma vez que o sistema de controlo de feedback negativo está operativo nos (quase) pré-púberes, intervalo muito sensível, estes baixos níveis de testosterona são capazes de reduzir a secreção da hormona gonadotropina (GnRH) e assim reduzir a libertação LH (Naughton, Farpour-Lambert, Carlson, Bradney, & Van Praagh, 2000).

À medida que o rapaz avança no processo de maturação, o gerador de pulsos de GnRH funciona mais como o gerador dos adultos, e o baixo nível, mas crescente, de testosterona, não são mais capazes de ter controlo de *feedback* negativo. A soma de esses dois processos é o aumento da produção de testosterona, no primeiro apenas à noite (com o primeiro pulso no início do primeiro episódio de sono profundo), e depois durante o dia, mas com uma variação muito distintas entre os dias (madrugada) e de noite, o que pode ser tão alta quanto 10 vezes. Com o "amadurecimento" completo, há flutuações na concentração de testosterona (talvez 40%) durante as 24 horas e uma pequena variação diurna, com os níveis mais elevados no início da manhã (Zhang, Peddada, Malina, & Rogol, 2000).

Eixo hipotalâmico-pituitario-GH-IGF-I

A hormona do crescimento (GH) é sintetizada e secretada entre 8^a e a 10^a semanas de gestação, atingindo o seu pico em meados do trimestre, diminuindo de seguida. O crescimento do feto não é particularmente sensível ao eixo GH-insulina-factor crescimento I (IGF-I), já que as crianças que congenitamente possuem uma hipopituitária têm apenas uma menor diminuição no seu tamanho à nascença.

Ao nascer o eixo é bastante activo, com libertação de pulsátil GH com relativa amplitude. Ao longo da infância, GH e a sua estimulação da produção de IGF-I são responsáveis (com níveis adequados da hormona da tiróide) para a taxa de crescimento relativamente constante. Na puberdade há um aumento significativo (cerca de 2,5 para 3,5 vezes) na produção de GH e IGF-I, secundária ao aumento de estrogénio induzida na libertação de GH pulsátil. Os níveis de IGF-I podem ser 5 a 10 vezes superior ao das crianças mais jovens e adultos, especialmente durante o período em torno do pico de velocidade de crescimento (PVC). Os níveis de GH (média de 24 horas de produção) e de IGF-I pico são coincidentes com PVC (Veldhuis, Roemmich, & Rogol, 2000).

A variabilidade na libertação destas hormonas sugere uma relação simples dos seus níveis individuais com a velocidade de crescimento, no entanto, os níveis médios ao longo de 24 horas correlacionam-se razoavelmente bem, mas não tão bem que permita fazer a previsão, periodicidade, ou ritmo do PVC ou de estatura adulta. A alteração dos níveis hormonais fornece evidências directas da maturação de estruturas específicas e tecidos que fundamentam o início das manifestações da maturação biológica, que geralmente são avaliados em estudos de crescimento (idade óssea, características sexuais secundárias, e o salto pubertário) (Malina, Woynarowska, & Bielicki, 1997).

Contudo, a maioria das hormonas estão directamente relacionadas com a maturação, são produzidas de forma pulsátil, sendo necessário a recolha em série de amostras de sangue durante períodos relativamente longos (por exemplo, 8 ou 24 horas) para avaliar adequadamente os eixos hipotálamo-hipófise-órgãos alvo (e.g. o aumento da amplitude de pulso de GnRH que permite o aumento de LH que por sua vez impulsiona o aumento de testosterona e estradiol na puberdade). Além disso, a recolha de amostras de sangue e testes associados requerem equipamento especializado que impede a sua utilização em pesquisas de larga escala. Níveis estáticos de hormonas esteróides podem ser medidos em amostras de saliva ou sangue e podem servir como "referências" em várias fases do desenvolvimento do adolescente. Os mais recentes ensaios da gonadotrofina terceira e quarta geração podem

permitir a distinção de indivíduos hipogonadotróficos daqueles que são normais, mas pré-púberes (Parks, 2002).

1.3.4. Maturação morfológica (ou somática)

O tamanho corporal não deve ser utilizado como um indicador de maturação biológica, uma vez que o estado adulto esperado não é o mesmo para todos indivíduos. Conceito como a idade estatural, ou seja, a idade cronológica correspondente em que uma população atinge uma estatura média específica, não pode ser considerado estimativa útil de maturação (Beunen, 1993).

Os dados longitudinais da estatura estão disponíveis da infância até à adolescência, as características do salto de crescimento podem fornecer dois indicadores de maturidade somática: idade do início do salto de crescimento em estatura (primeiro ponto de inflexão da curva de crescimento, descolagem) e idade de velocidade máxima (segundo ponto de inflexão da curva de crescimento, pico de velocidade em estatura). Outros parâmetros correspondentes do salto de crescimento também podem ser derivados de outras medidas lineares, por exemplo, altura sentado e comprimento dos membros inferiores (Tanner, 1962).

Se a estatura do adulto está disponível (como em estudos longitudinais), a percentagem da estatura adulta esperada numa determinada idade ou a idade em que uma certa percentagem da estatura adulta é atingida pode ser usada como um indicador de maturidade.

Para estimar com precisão os parâmetros da curva de crescimento, as medidas durante o salto pubertário devem ser efectuadas cuidadosamente em intervalos regulares, pelo menos duas vezes por ano (de preferência, três ou quatro vezes por ano). Técnicas de enquadramento das curvas de crescimento com base em modelos não-estruturais e estruturais, têm facilitado a estimativa dos parâmetros (Cole, 2002).

Modelos estruturais têm uma forma pré-selecionada da curva de crescimento, e os parâmetros matemáticos do modelo tem um significado

biológico pré-determinado. Os modelos não estruturais não têm uma forma pré-determinada, e os parâmetros podem não ser fáceis de interpretar biologicamente. A avaliação de maturidade somática baseada nos parâmetros da curva de crescimento (idade de início e idade de velocidade máxima) é limitado ao período da adolescência, e apenas um ou dois eventos biológicos são considerados. Como se constata, a sua derivação exige medições longitudinais das crianças individualmente e durante um período relativamente extenso, possibilitando uma estimativa precisa para o período puberal (Sherar, Mirwald, Baxter-Jones, & Thomis, 2005).

A percentagem da estatura matura (adulta) é calculada a partir da estatura presente e estatura adulta. A estatura dos adultos é medida se as crianças são acompanhadas até à estatura adulta alcançada ou pode ser estimada. Fórmulas de predição estão disponíveis para exemplos europeus e americanos, mas não foram validadas em outras populações (Khamis & Roche, 1994; Khamis & Guo, 1993; Roche, Wainer, & Thissen, 1975; Wainer & Thissen, 1976; Bayley & Pinneau, 1952). Para tornar estes métodos mais parcimoniosos algumas tentativas têm sido feitas para predizer a estatura adulta sem recorrer à idade óssea (Beunen *et al.*, 1997a; Khamis & Roche, 1994).

1.3.5. Maturação dentária

A maturidade dentária tem sido tradicionalmente estimada a partir das idades de erupção dos dentes decíduos e/ou permanentes, o número de dentes presentes numa determinada idade cronológica, ou a idade em que um número específico de dentes entrou em erupção. A erupção corresponde a um processo de calcificação dos dentes e tem significado biológico limitado. Para além disso, os critérios não são absolutamente consequentes (e.g. perfuração inicial da linha da gengiva para completar o processo de erupção) (Solheim & Vonen, 2006).

A calcificação dentária, avaliada por intermédio de radiografias, também se afigura como indicador de maturação. Demirjian *et al.*, (1973)

desenvolveram uma escala de maturidade dental com base nos princípios do método Tanner-Whitehouse (Tanner *et al.*,1962) para a idade óssea, requerendo radiografias panorâmicas dos sete dentes de um quadrante da boca (dois incisivos, um canino, dois pré-molares e molares, primeiro e segundo). Tal, como no sistema de Tanner-Whitehouse, os indicadores são identificados para cada dente, existindo graus (*grades*) sendo as pontuações subsequentemente, somadas para se alcançar um valor total (*score*) maturidade dentária.

Os dentes decíduos irrompem entre cerca dos 6 e 30 meses, e os dentes permanentes (excluindo os terceiros molares) irrompem entre cerca dos 6 e 13 anos. A calcificação da dentição permanente começa no final da gestação e continua até cerca dos 16 anos, em média (Smith, 1991).

Os estadios de calcificação são discretos e os critérios são um tanto arbitrários. O dimorfismo sexual na maturação dentária é menos pronunciada do que para outros sistemas de maturação (Demirjian, Buschang, Tanguay, & Patterson, 1985).

Correlações entre maturação dentária (com base na calcificação, método Demirjian) e maturação esquelética Tanner-Whitehouse I são geralmente baixos em crianças de 7 a 13 anos de idade (Demirjian, 1986). A maturidade dentária (as idades em que os indivíduos atinge 14, 20 e 26 dentes permanentes) é geralmente independente da maturidade sexual, esquelética, e somática (Bielicki, Koniarek, & Malina, 1984).

1.3.6.Relação entre indicadores

Estabelecer relações entre os indicadores de maturação biológica não tem sido fácil, devido à sua grande complexidade. Os estudos que recorrem à determinação da maturação biológica fazem-no de forma parcial. Esta abordagem normalmente é condicionada pela dificuldade de utilização das metodologias propostas e da aplicabilidade das mesmas à população em estudo (Malina & Bar-Or, 2003; Cameron, 2002; Faulkner, 1996).

Nos estudos mais recentes tem havido uma tentativa de utilização conjunta dos indicadores maturidade esquelética e a percentagem da estatura adulta, suportada no argumento da sua abrangência à totalidade do período de maturação do indivíduo, desde o nascimento até a idade adulta (Flor-Cisneros, Roemmich, Rogol, & Baron, 2006).

Indicadores como a idade no pico de velocidade de crescimento em estatura, fases de maturação sexual e idade da menarca nas raparigas são limitadas à puberdade (Georgopoulos *et al.*, 2001; Boersma & Wit, 1997).

Bielick *et al.* (1984), num estudo com uma amostra longitudinal de 111 rapazes, proveniente do Wroclaw Growth Study, onde analisaram as relações entre vinte e um indicadores maturacionais a saber: idade de ocorrência dos estádios 2 e 4 do desenvolvimento genital e da pilosidade púbica (maturação sexual); idade em que se atinge a idade esquelética de 11, 12, 13, 14 e 15 anos (maturação esquelética); idade de ocorrência dos PVC para a estatura, massa corporal, comprimento dos membros inferiores, comprimento do tronco, idade de início do salto de crescimento pubertário, idade aos 80%, 90%, 95% e 99% da estatura matura (maturação somática), idade de erupção do 14^o, 20^o e 26^o dentes permanentes (maturação dentária). Recorreram a uma análise correlacional e de uma análise das componentes principais. As correlações entre os indicadores na sua maioria foram elevadas e muitas delas estavam acima de 0.80. Agruparam-se em três factores, um primeiro com regulação central do *timing* do salto de crescimento e maturação sexual por parte do sistema nervoso e correspondentes correlações hormonais. O segundo e terceiro factores estavam relacionados aos indicadores associados com a maturação dos pré-púberes (esquelético 11 anos de idade e 12 anos, 80% da altura adulta) e as idades em que se deu a erupção 14, 20 e 26 dentes. Resultados semelhantes foram obtidos em raparigas polacas e em rapazes e raparigas americanas, embora os indicadores de maturidade dentários não tivessem sido incluídos nestas análises (Bielicki, 1975).

Os eventos ocorridos em período pré-pubertário são de certa forma independentes dos eventos pubertários sugerindo que as diferentes hormonas e factores de crescimento afins, são as forças motrizes que estão por trás

desses eventos. Em geral, é o eixo hipotálamo-hipófise-GH / IGF-I e o eixo hipotálamo-pituitária-gonadal, mas principalmente as suas interações, que conduzem o crescimento e maturação, arbitrados pela estadio adequado da tiróide. Indicadores de maturação esquelética, somática e sexual estão, portanto, relacionados durante a adolescência (Ellison, 2002).

Malina *et al.* (2004), referem que as crianças e jovens quando são agrupadas de acordo com um evento de maturação sexual, a média da idade cronológica e a idade óssea aquando deste evento são geralmente bastante semelhantes, mas o desvio-padrão da idade óssea a atingir o evento é muito reduzida. Há mais variação na idade cronológica do que na idade óssea no momento da menarca e no momento do PVC.

1.4. Estudos realizados

As pesquisas efectuadas em torno da problemática da maturação biológica geralmente recorrem à idade esquelética ou aos caracteres sexuais secundários como indicadores biológicos. A idade de ocorrência do pico de velocidade de crescimento é de difícil determinação, visto resultar de uma abordagem longitudinal (Figueiredo, Gonçalves, Coelho e Silva, & Malina, 2009a).

Himes (2006), numa revisão bibliográfica reporta vinte e um estudos longitudinais que abordam o crescimento e a maturação em crianças e jovens. Muitos destes estudos tiveram início entre 1920 e 1930, à data os métodos e técnicas de recolha dos dados estavam pouco evoluídos e algumas variáveis não eram tidas em conta (*e.g.* actividade física, dieta, etnia). Até ao final do século passado apenas quatro estudos (Tabela 1.1.) contemplaram indicadores somáticos, sexuais, esqueléticos e dentários. Em nenhuma das suas amostras está representada a população portuguesa.

Tabela 1.1. Estudos longitudinais de crescimento e maturação que recorreram aos indicadores somáticos, sexuais, esqueléticos e dentários.

Autores	Datas	Desenho	Idades (a)	n. ^o crianças	País
Roche (1992)	1929–presente	Puro	0–21	1.036	Ohio, USA
Sempe <i>et al.</i> , (1979)	1953–1975	Puro	0–21	542	Paris, França
Karlberg & Taranger (1976)	1955–1978	Puro	0–17	212	Stockholm, Sweden
Prahl-Andersen <i>et al.</i> (1979)	1971–1976	Misto	4–14	467	Nymegen, Holland

Nos últimos vinte cinco anos foram desenvolvidas pesquisas que pretendiam demonstrar a variabilidade da morfologia e capacidades funcionais em crianças e jovens na prática desportiva e a eventual associação com a variação da idade esquelética na tentativa de explicar a selecção e exclusão da prática desportiva, colocando desta forma, em evidência a variabilidade biológica existente e as implicações que esta pode ter na prática desportiva infanto-juvenil (Malina 1986, 1988, 1989, 1994a, 1994b, 1998, 2000, 2002a, 2002b, 2003, 2004; Malina *et al*, 1988; Malina & Beunen, 1996; Beunen, 1989; Beunen & Malina, 1996; Jones *et al*, 2000; Baxter-Jones & Malina, 2001; Ellison, 2002; Baxter-Jones *et al.*, 2005)

São vários os estudos realizados em Portugal que recorrem a mais de que um indicador de maturação biológica (Aroso & Ribeiro, 2000; Horta, 2003; Coelho e Silva, Figueiredo, & Malina, 2003; Fragoso *et al.*, 2004, Ribeiro, 2005, Carvalho *et al.*, 2006; Figueiredo, Peña Reyes, Coelho e Silva, & Malina., 2009b). Todas estas pesquisas na sua maioria tinham nas amostras, crianças e jovens provenientes de modalidades colectivas com maior incidência no futebol e basquetebol. Na sua metodologia procederam à determinação da maturação somática, esquelética e sexual e estabeleceram relações com o desempenho desportivo recorrendo a testes específicos. Salienta-se a preocupação por parte dos autores em querer associar uma categoria maturacional com o sucesso (ou insucesso) na prática desportiva.

Os diferentes métodos até agora utilizados para a obtenção do estadio maturacional dos sujeitos das diferentes amostras esgotaram-se no fim para o qual estavam a ser utilizados, deixando em aberto questões como se o método utilizado seria o mais adequado à amostra em causa tendo em conta a idade cronológica, sexo, proveniência geográfica e estatuto sócio-económico. Reforçando a necessidade de esgotar outros métodos e a utilização de outros indicadores como é o caso dos dentários.

1.5. Objectivos do estudo

O presente estudo tem como objectivo principal apontar e descrever os indicadores de maturação biológica e estabelecer as relações existentes entre estes. Pretende-se assim perceber qual a metodologia a seguir nos estudos em que estejam envolvidas crianças e jovens. Intentando-se, portanto, criar um quadro de referência nas ciências do exercício pediátrico. Para tal dividiu-se este trabalho em três estudos que se encontram interligados. Posto isto, os objectivos que apresentamos são os vectores, que suscitam os respectivos estudos:

1. Em geral, os eventos que caracterizam o crescimento e desenvolvimento do ser humano ocorrem de forma uniforme e na mesma sequência para todos os indivíduos (Faulkner, 1996). Contudo, o estatuto maturacional que ocupa num determinado indicador não quer dizer que seja igual para todos os demais indicadores (Malina, 2003). Temos como objectivo verificar se as técnicas não invasivas medem o mesmo constructo maturacional que a pilosidade púbica e a idade óssea e estabelecer a concordância em classificações dos métodos não invasivos e a maturação esquelética;
2. A Maturação dentária (erupção e calcificação) é utilizada ocasionalmente como um dos indicadores de maturação biológica, mas tende a proceder de forma independente dos outros indicadores de maturação (Beunen *et al.*, 2006). Pretendemos determinar a associação entre os indicadores maturacionais somáticos, idade óssea e os dentários;
3. A maturação do esqueleto é amplamente reconhecida por vários autores como o melhor indicador único de estatuto maturacional (Acheson, 1966). Comumente são utilizados três métodos para a avaliação da

maturidade esquelética os métodos de Greulich-Pyle, Tanner-Whitehouse e Fels (Beunen, Rogol, & Malina, 2006). É nosso objectivo determinar o grau de concordância entre as metodologias Fels (Roche *et al.*, 1988) e TW3 (Tanne *et al.*, 2001) nos anos peri-pubertários considerados no presente estudo;

A estrutura deste trabalho está organizada em seis capítulos, iniciando-se por este Capítulo I, definido como Introdução alargada, estruturada por um enquadramento teórico, através do estabelecimento de um quadro conceptual suportado nos estudos seguintes. Destinou-se o Capítulo II às Considerações Metodológicas que explanou o desenho metodológico dos três estudos. O Capítulo III enquadra o Estudo I, estruturado com uma introdução, considerações procedimentais, resultados e discussão. O Capítulo IV suporta o Estudo II e o Capítulo V agrega o Estudo III, ambos de idêntico formato ao Estudo I. O Capítulo VI incorpora a Discussão conclusiva, Conclusões e Recomendações para futuras pesquisas. Por fim, a Bibliografia que enumera todas as referências utilizadas na elaboração do trabalho. A última parte deste trabalho engloba os anexos mais relevantes que estiveram na base da construção da recolha de dados da presente investigação.

Capítulo II

Considerações metodológicas

CAPÍTULO II

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O presente projecto desenvolveu-se em três estudos complementares em que a recolha dos dados obedeceu a um desenho transversal sobre indicadores maturacionais. Os estudos foram aprovados pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Para o efeito, foi elaborado e assinado um termo de consentimento, pelo representante directivo dos clubes, encarregados de educação e atletas contendo toda a informação relevante dos estudos, e solicitada a participação voluntária, susceptível de ser interrompida em qualquer momento (Anexo 1 e 2). A investigação foi conduzida respeitando os princípios éticos, recomendados em estudos com seres humanos (Harriss & Atkinson, 2009),

A estrutura deste capítulo é composta pela apresentação das variáveis e instrumentos, bem como o controlo da qualidade dos dados.

2.1. Morfologia externa

Os procedimentos antropométricos adoptados foram os descritos por Lohman, Roche & Martorell (1988) e Malina *et al.* (2004). As medidas das amostras dos estudos foram obtidas por instrumentistas devidamente validados por instrumentista credenciado pela *ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry)*.

2.1.1. Medidas antropométricas simples

As variáveis antropométricas consideradas foram estatura, massa corporal, altura sentado, e as pregas (tricipital, bicipital, subescapular, supraíliaco, crural e geminal medial). Os protocolos são descritos no Anexo 3.

2.1.2. Medidas antropométricas compostas

Com base nas medidas antropométricas simples determinámos um conjunto de medidas antropométricas compostas:

Índice de massa corporal

Os valores do índice de massa corporal (IMC) são obtidos dividindo a massa corporal (em quilogramas) pela estatura (em metros) elevada ao quadrado, segundo a equação:

$$\text{IMC} = \text{Massa corporal} / \text{Estatura}^2$$

esta variável é expressa em Kg / m². É amplamente utilizada no rastreio de sujeitos em risco de obesidade, especialmente em populações adultas. Embora o IMC esteja associado à adiposidade, em muitas circunstâncias a correlação com a percentagem de massa magra (MG) é reduzida, passando a não ser específico para a avaliação da obesidade nomeadamente nos rapazes pubertários.

Massa gorda (%)

A percentagem de massa gorda relativa foi calculada pela equação de Slaughter *et al.* (1988) com base nas pregas tricipital (T) e subescapular (Sub), a saber:

a.1) rapazes pré-púberes* (soma das pregas < 35mm):

$$1.21*(T+Sub) - 0.008 (T + Sub)^2 - 1.7;$$

a.2) rapazes púberes** (soma das pregas < 35mm):

$$1.21*(T+Sub) - 0.008 (T + Sub)^2-3.4;$$

a.3) rapazes pós-púberes*** (soma das pregas < 35mm):

$$1.21*(T+Sub) - 0.008 (T + Sub)^2-5.5;$$

todos os rapazes (soma das pregas é superior a 35mm):

$$0.783*(T+Sub)+1.6.$$

Massa gorda (Kg)

A massa gorda absoluta foi calculada/estimada com base na seguinte fórmula:

$$MG (Kg) = (\%MG/100) \times MC (Kg)$$

(MG-Massa gorda; MC-Massa corporal)

Somatório das pregas de gordura subcutânea

Recorrendo à medição de quatro pregas de gordura subcutânea: tricipital, subescapular, supraílica e geminal medial e posterior soma aritmética dos respectivos valores obtemos o seu somatório.

Comprimento do membro inferior

O comprimento do membro inferior corresponde à diferença entre a estatura e a altura sentado.

2.2. Determinação da idade óssea

Para a obtenção da radiografia foram seguidos os procedimentos, sugeridos por Roche *et al.* (1988). O observado colocou a mão esquerda em pronação,

assente no suporte de imagem radiológica a uma distância de 91.4 cm do tubo radiológico (foco-filme), encontrando-se os dedos afastados em extensão, com o terceiro dedo (dedo médio) alinhado com o rádio e o cúbito. O antebraço e a região palmar da mão, bem como os dedos, devem estar em contacto com a cassete que contém o filme. Recorrendo-se a uma única incidência, o feixe radiológico incidiu na epífise do terceiro metacarpo. O equipamento utilizado foi o Ge Silhouette HFO - model nº HFO 8000P de radiologia convencional com 50 kVp, 7 mA, tempo de exposição de 0.1 a 0.3 segundos, variando de acordo com a idade do paciente. A dose de radiação efectiva aproximada para os sujeitos foi de 0.001 mSv considerada desprezível (Radiological Society of North America, 2009).

2.2.1. Método Fels

A amostra que esteve na base deste método era 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, utilizados em cada osso, servindo para a estimativa da idade esquelética.

Esta metodologia tem por base a observação de vinte e dois ossos (rádio, cúbito, osso grande, unciforme, piramidal, pisiforme, semilunar, escafóide, trapézio, trapezóide, primeiro, terceiro e quinto metacarpos, primeira, terceira e quinta falanges proximais, adutor sesamóide, terceira e quinta falanges intermédias, primeira, terceira e quinta falanges distais) num total de noventa e oito critérios de apreciação possíveis (Anexo 4).

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 foram inseridos num *software* (*FELShw* – versão 1.0), que permite o cálculo da idade óssea e o erro padrão que lhe está associado.

Todas as radiografias foram observadas pelo mesmo examinador, assumindo o treino de mestria indicado por peritos internacionais, com inúmeros trabalhos publicados com o método de *Fels* (Peña Reyes, Cardenas-Barahona & Malina 1994; Malina *et al.*, 2000 e Peña Reyes & Malina, 2004).

2.2.2. Método Tanner – Whitehouse III

Foi utilizada a última versão do método Tanner-Whitehouse (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001). As sucessivas versões deste método recorrem à obtenção de pontuações que posteriormente são transformadas, através de tabelas de referência, em idade óssea. Este método foi desenvolvido a partir de uma amostra de 3000 crianças Britânicas saudáveis (Tanner *et al.*, 1962). A versão TW3 resulta na determinação dos scores RUS e dos ossos do carpo. O primeiro constitui-se através da avaliação de 13 ossos longos (rádio, cúbito e 3 metacarpos, 3 falanges proximais, 2 falanges intermédias, 3 falanges distais) e o segundo pela avaliação de 7 ossos redondos do carpo: trapézio, trapezóide, osso grande, unciforme, piramidal, semilunar, escafoíde. As alterações promovidas pelo TW3 são a não utilização de scores obtidos pela totalidade dos 20 ossos e no incremento e diversificação da amostra de referência, incluindo dados relativos a populações europeias (Grã-Bretanha, Bélgica, Itália e Espanha) e não europeias (Argentina, Japão e Estados Unidos da América – Texas) (Anexo 5).

2.2.3. Classificação dos sujeitos

A classificação dos atletas foi feita através da subtração da idade cronológica à idade óssea obtendo-se, desta forma, os seguintes subgrupos com base na metodologia proposta por Peña Reyes *et al.* (1994), Malina *et al.* (2000) e Peña Reyes & Malina (2004):

Atrasado (*delayed/late mature*): idade óssea inferior à idade cronológica superior a 1 ano;

Normomaturado (*on time/average*): idade óssea dentro da amplitude de ± 1 ano em relação à idade cronológica;

Avançado (*advanced/early mature*): idade óssea superior à idade cronológica em mais de 1 ano;

Maturo (*mature*): De acordo com o método FELS a idade óssea de maturidade é 18.0 anos. Utilizando o método TW3, o valor é inferior e situa-se nos 16.5 anos. Neste caso, independentemente da discrepância entre as idades cronológica e óssea assinala-se a categoria maturo.

2.3. Determinação da idade dentária

A idade dentária foi determinada recorrendo ao método proposto por Demirjian *et al.*, (1973). A vantagem da técnica consiste num sistema de pontuação baseado nos estadios de desenvolvimento dos dentes, independente do processo de erupção através de uma radiografia panorâmica dos dentes.

O *score* de maturidade é dado de acordo com critérios de desenvolvimento de cada um dos sete dentes permanentes da mandíbula esquerda. A formação dos dentes é dividida em oito etapas, e é aplicada individualmente a cada dente. A cada etapa é atribuída uma pontuação (*Score*), de acordo com o modelo estatístico. Para cada sexo existem referências padrão (*standard*), e a soma das pontuações dos sete dentes corresponde à maturação dentária que pode ser convertida na idade dentária usando tabelas de conversão (Anexo 6). A classificação dos sujeitos quanto ao seu estatuto maturacional é feita através da subtração da idade cronológica e idade dentária. Quando a pontuação é positiva indica idade dentária avançada, no caso de negativa indica idade dentária atrasada.

A obtenção da radiografia panorâmica ou ortopantomografia dos dentes é obtida em equipamento próprio com o observado em ortostatismo na denominada posição do "motociclista", agarrando-se às pegadas laterais do equipamento. De seguida coloca o mento no apoio para o efeito em ligeira

flexão da cabeça sobre peito, é previamente colocado um pequeno separador entre os maxilares de forma a impedir a junção das coroas de ambos os maxilares, com o objectivo de evitar artefactos causados pela sobreposição dos dentes. O aparelho utilizado foi o Ortopantomograph OP 100, fabricado pela GE (2006), com 8 miliampéres (mA) e kilovtagem (kVp) variando de 75 a 90, de acordo com a idade do paciente, com tempo de exposição de 16 segundos. O suporte de imagem foi convertido em imagem digital que possibilita posterior consulta e medições. A dose de radiação efectiva aproximada para os sujeitos foi inferior a 0.01 mSv considerada desprezível (Radiological Society of North America, 2009).

2.4. Determinação do *maturity offset*

Na determinação deste indicador maturacional utilizámos a fórmula proposta por Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, (2002). Para esse efeito é necessário a idade cronológica, massa corporal, estatura, altura sentado e comprimento dos membros inferiores:

Maturity offset (rapazes)

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

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

2.5. Determinação da estatura matura predita

Para determinar a estatura matura predita foram utilizados os procedimentos propostos por Khamis & Guo (1993) e Khamis & Roche (1994, 1995).

O primeiro método prevê a utilização da idade óssea calculada pelo método *Fels* (Roche *et al.*, 1988), o segundo não tem em conta essa informação. Ambos utilizam, para o cálculo da estatura matura, a estatura actual, a massa corporal e a estatura média parental, recorrendo à multiplicação das variáveis apresentadas por coeficientes de ponderação (Anexo 7 e 8) associados à idade cronológica dos observados:

Método Khamis-Guo

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

Método Khamis-Roche

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

Enquanto os coeficientes do método Khamis-Guo estão expressos em centímetros e kilogramas, 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 kilogramas). A conversão da estatura e da massa corporal é obtida pelas seguintes correspondências [1 *in* = 2.54 cm; 1 *lb* = 433.59 g]. Depois de aplicada a fórmula de Khamis & Roche (1994, 1995), é necessário voltar a converter a estatura matura predita de *in* para *cm*, permitindo, assim, que a estatura observada seja expressa em valor percentual do valor matura estimado.

O indicador maturacional é dado pela percentagem de estatura matura predita já alcançada no momento da medição, recorrendo à seguinte equação:

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

2.6. Caracteres sexuais secundários

A avaliação da maturação sexual baseia-se no desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, sendo os critérios mais utilizados a pilosidade púbica, o desenvolvimento da glândula mamária e o desenvolvimento genital (Tanner & Whitehouse, 1976).

Diversos autores (Beunen, 1989; Baxter-Jones & Malina, 2001; Claessens *et al.*, 2006; Malina, 2002a; Malina & Beunen, 1996; Malina *et al.*, 2004a; Roche & Sun, 2003) recorreram aos cinco estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica [PH1-PH5], descritos por Tanner (1962):

Estadio 1 - corresponde ao estado pré-pubere, isto é, à ausência de manifestação do carácter analisado;

Estadio 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;

Estádios 3 e 4 - caracterizam-se pela continuação do processo de maturação do carácter em causa, sendo, de certo modo, mais difíceis de distinguir;

Estadio 5 - corresponde ao adulto ou estado maturo do carácter avaliado.

2.7. Controlo da qualidade dos dados

A fiabilidade foi avaliada recorrendo à análise de medidas repetidas e obtidas num curto lapso de tempo, com uma amostra de 20 atletas não incluídos no estudo, sendo expressa em função da proporção estabelecida entre a variância do erro e a variância intra-individual (Mueller & Martorell, 1988). O coeficiente de fiabilidade varia entre 0 e 1, sendo estimado pela seguinte fórmula: $R = 1 - (r^2/s^2)$ em que o s^2 é a variância inter-individual combinado e r corresponde ao erro técnico de medida. Quanto maior for a fiabilidade dos procedimentos de

medição, menor porção de variância intra-individual está presente na variância inter-individual.

A variância inter-individual (s^2) é determinada a partir da 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 *et al.* (1973): $ETM = (\sum z^2 / 2N)^{0.5}$ em que z^2 é o quadrado da diferença entre as medidas consecutivas para cada atleta. Na Tabela 2.1 encontramos os valores obtidos para o erro técnico de medida e coeficiente de fiabilidade em algumas variáveis antropométricas utilizadas na investigação.

Tabela 2.1. Determinação do erro técnico de medida (ETM) e do coeficiente de fiabilidade para as variáveis onde foi possível aplicar medidas repetidas (R) (n=20).

Variáveis	ETM	R	Unidades medida	Algarismos significativos
Tamanho corporal				
Massa corporal	0.54	0.99	Kg	00.0
Estatura	0.88	0.99	cm	000.0
Altura sentado	0.74	0.96	cm	00.0
Pregas				
Tricipital	0.50	0.98	mm	00
Bicipital	0.47	0.97	mm	00
Sub-escapular	0.32	0.98	mm	00
Supra-íliaco	0.52	0.97	mm	00
Crural	0.08	0.96	Mm	00
Geminal medial	0.42	0.95	Mm	00

Controlo da qualidade dos dados para a idade esquelética

Para ambos os métodos utilizados para a determinação da idade esquelética (FELS e TW3), todas as radiografias foram avaliadas pelo mesmo examinador e para garantir a sua eficiência recorreremos à verificação da variabilidade inter-observador, replicando a análise em 20 radiografias entre o observador e o perito com vários trabalhos publicados.

Tabela 2.2. Determinação da idade óssea pelo método de FELS por dois observadores e concordância inter-observador.

	Idade cronológica	Média da Idade óssea		# acordos / Total	% acordos	Desacordo
		perito	observador			
1	15.07	16.62	16.63	35/37	94.5	TPD3;MET17
2	11.07	13.79	13.88	47/48	97.9	MET16
3	13.79	15.36	15.21	46/46	100	
4	11.11	11.23	11.40	47/48	97.9	MF4
5	14.87	17.15	17.15	38/38	100	
6	14.15	14.60	14.58	41/43	95.3	L2;TPD3
7	11.84	11.27	11.12	45/47	95.7	C3;PPIII5
8	14.99	17.67	17.68	35/38	92.1	TPD3;PPIII5
9	13.59	15.35	15.64	49/52	94.2	L2;TPM4;METV5
10	13.69	13.53	13.51	42/46	91.3	R6;H4;TPM3;TPM5
11	15.08	15.13	14.96	35/37	94.5	R7;R8
12	11.01	14.44	14.38	47/48	97.9	PPIII4
13	11.88	11.73	12.15	44/47	93.6	H4;METIII4;PPIII6
14	11.10	10.19	10.40	44/48	91.6	L1;S2;TPM1;PPI6
15	11.77	14.26	14.42	43/47	91.4	R6;R7;PPI7;PPV4
16	13.71	13.78	13.99	46/47	97.8	METV3;
17	13.89	14.32	14.32	47/47	100	
18	14.40	12.80	13.03	45/47	95.7	METV3;PPI4
19	14.46	13.30	13.45	44/47	93.6	TPM5; PPI7; MPV4
20	14.93	17.64	17.64	40/40	100	

O número total de indicadores envolvidos na avaliação dos 20 filmes foi de 898. O desacordo entre avaliadores ocorreu em 38 ocasiões (< 5%) e todas as diferenças foram por um grau do respectivo indicador ou por 0.5 milímetros (Tabela 2.2.).

Na Tabela 2.3. apresentam-se os resultados da avaliação inter-observador sobre um conjunto de vinte radiografias avaliadas pelo método TW3. O número total de indicadores envolvidos na avaliação dos 20 filmes foi 260. O desacordo entre avaliadores ocorreu em 22 ocasiões (8.5%); todas as diferenças foram por um grau do respectivo indicador.

Tabela 2.3. Determinação da idade óssea pelo método de TW3 por dois observadores e concordância inter-observador.

	Idade cronológica	Média da Idade óssea		# acordos / Total	% acordos	Desacordo
		perito	observador			
1	14.40	12.00	12.20	12/13	92	Metacarpo I
2	13.89	13.10	12.90	11/13	84	DF III; DF V
3	14.46	12.60	12.60	12/13	92	Metacarpo V
4	13.71	13.34	13.20	11/13	84	MF V; DF V
5	14.93	16.00	16.00	13/13	100	
6	14.45	13.90	13.90	10/13	84	Metacarpo V; MF III; DF V
7	14.45	16.00	16.20	12/13	92	MF III
8	13.95	13.80	13.80	13/13	100	
9	13.68	12.20	12.20	13/13	100	
10	13.78	12.50	12.60	12/13	92	Metacarpo III
11	13.85	12.80	12.90	12/13	92	MF III
12	14.56	12.80	12.80	12/13	92	MF III
13	14.95	15.60	15.60	11/13	84	Metacarpo V; MF V
14	14.72	14.00	13.80	12/13	92	MF V
15	14.21	13.00	13.00	12/13	92	Metacarpo III
16	14.78	15.10	15.30	11/13	84	Metacarpo V; PF I
17	14.84	14.10	14.10	12/13	92	MF III
18	14.21	13.90	13.90	13/13	100	
19	14.36	14.00	14.00	13/13	100	
20	14.13	12.50	12.50	11/13	84	Metacarpo III; Metacarpo V

Controlo da qualidade dos dados da idade dentária

Na avaliação da idade dentária o procedimento relativo ao controlo da qualidade dos dados recorreu-se a um perito com inúmeras publicações (Liversidge, 2010) para efectuar a concordância inter-observadores. Para tal foram tidos em consideração os respectivos indicadores dentários.

Para as vinte radiografias avaliadas pelo método de Demirjian independentemente por o perito e o observador para estimar a variabilidade inter-observador (Tabela 2.4.). A diferença entre as médias das avaliações da idade dentária pelos dois avaliadores e erro o técnico de medida inter-observador são reduzidos, 0.1 ± 0.08 anos e 0.25 anos, respectivamente. O desacordo entre avaliadores ocorreu em 5 ocasiões (< 5%); todas as diferenças foram por um grau do respectivo indicador.

Tabela 2.4. Determinação da idade dentária por dois observadores e concordância inter-observador.

	Idade cronológica	Idade dentária		# acordos / Total	% acordos	Desacordo
		perito	observador			
1	14.60	14.3	14.3	7/7	100	
2	13.32	13.0	13.0	7/7	100	
3	15.15	16.0	16.0	7/7	100	
4	14.32	16	16	7/7	100	
5	11.35	12.8	12.8	7/7	100	
6	14.21	15.6	14.3	7/7	100	
7	15.29	16.0	16.0	7/7	100	
8	12.47	13.5	13.5	7/7	100	
9	11.90	13.5	13.5	7/7	100	
10	15.43	15.6	15.6	7/7	100	
11	11.19	13.5	13.5	7/7	100	
12	13.55	13.2	12.8	6/7	85	35
13	15.64	16.0	16.0	7/7	100	
14	11.60	12.8	12.8	7/7	100	
15	14.09	16.0	15.6	6/7	85	37
16	13.84	15.6	15.6	7/7	100	
17	16.62	14.3	14.0	6/7	85	35
18	12.84	12.5	12.3	6/7	85	35
19	13.11	13.5	13.5	7/7	100	
20	12.23	11.7	12.3	6/7	85	33

2.8. Resumo e formato das variáveis do estudo

Na Tabela 2.5. estão resumidas as variáveis do presente estudo, assim como as suas siglas, unidade de medida, tipo de formato, incluindo o número de algarismos significativos e as unidades de medida.

Tabela 2.5. Listagem das variáveis do estudo.

Variáveis	Sigla	Unidade de Medida	Formato	Algarismos significativos
Somática				
Estatura	h	cm	razão	000.0
Massa corporal	MC	Kg	razão	00.0
Altura sentado	hs	cm	razão	00.0
Rácio altura sentado/estatura	Rhs	%	razão	00
Prega tricpital	Sktric	mm	razão	00
Prega subescapular	Sksub	mm	razão	00
Prega supraíliaco	Sksup	mm	razão	00
Prega crural	Skcr	mm	razão	00
Prega geminal	Skg	mm	razão	00
Soma das pregas de gordura	SSk	mm	razão	00
Maturação Biológica				
Determinação clínica	PH	-	nominal	0
Idade óssea – Método de Fels	IO	anos	razão	00.0
Idade óssea – Método de TW3	IO	anos	razão	00.0
Idade Dentária	ID	anos	razão	00.0
Estatura Madura Predita (K&G)	EMP ₁₀	cm	razão	000.0
Porcentagem Estatura Madura Predita (K&G)	%EMP ₁₀	%	razão	00.0
Estatura Madura Predita (K&R)	EMP	cm	razão	000.0
Porcentagem Estatura Madura Predita (K&R)	%EMP	%	razão	00.0
<i>Maturity offset</i>	MO	anos	razão	0.00
<i>Maturity PVC</i>	MPVC	anos	razão	0.00

Capítulo III

Estudo 1

CAPÍTULO III

ESTUDO 1: Inter-associação entre indicadores de maturação sexual, somática e esquelética

3.1. Introdução

O crescimento corresponde ao processo de aumento do tamanho do corpo como um todo ou de partes específicas, com maior expressão nas duas primeiras décadas de vida. A maturação é o processo que decorre da concepção do indivíduo até ao estado biologicamente maturo. Esta tem momentos e tempos distintos para cada criança (Malina *et al.*, 2004). A monitorização de cada etapa maturacional através dos indicadores biomaturacionais (sexuais, somáticos, esqueléticos e dentários) permite determinar a variabilidade biológica manifesta num grupo de jovens atletas. O seu estudo associado ao desempenho desportivo em desportos colectivos e individuais possibilita constatar que o jovem maturacionalmente avançado é aquele que se encontra em maior número no sistema desportivo, em sentido inverso aos que são atrasados maturacionalmente (Beunen & Malina, 2007).

A maturação sexual através dos genitais e pilosidade púbica tem sido utilizada com frequência em estudos de crianças e jovens (Tanner, 1962; Malina *et al.*, 2004; Beunen *et al.*, 2006). Coelho e Silva *et al.* (2008) numa pesquisa com basquetebolistas estudou o contributo da maturação sexual na variação das capacidades funcionais e nas habilidades específicas importantes para o sucesso no basquetebol. Malina *et al.* (2005) para estimar o estatuto de maturidade biológica em jovens jogadores de futebol americano dos 9 anos aos 14 anos de idade recorreu aos indicadores de maturidade somática para comparar o tamanho do corpo dos jogadores com estatutos maturacionais contrastantes. No estudo com jovens futebolistas Figueiredo *et al.* (2009a) recorreu à idade esquelética enquanto indicador maturacional para comparar a variação de tamanho corporal, função, habilidades específicas e orientação desportiva associadas às diferenças no estatuto maturacional de jovens jogadores de futebol em dois grupos de idade.

A investigação em população pediátrica tem apresentado várias pesquisas que associam a maturação biológica a actividade física, aptidão física e aptidão metabólica. Rodrigues *et al.* (2010) efectuou um estudo com o objectivo de conhecer a contribuição da maturação somática na diferenciação sexual em jovens portugueses com idades compreendidas entre 13-16 anos, com determinação de comportamentos sedentários e actividade física. A aptidão física foi estudada por Beunen & Malina (1988). Ribeiro *et al.* (2006) pesquisou a relação entre a maturação sexual e a prevalência de obesidade em rapazes e raparigas portugueses com idades compreendidas entre os 10 e 15 anos.

A determinação da maturação sexual coloca em causa a privacidade do sujeito quando realizada pelo perito provocando constrangimentos aos jovens. Enquanto indicador apresenta a limitação de não sabermos efectivamente quando começa e acaba cada estadio (Malina, 1989; Baxter-Jones, 2005). Na determinação da idade esquelética é necessária a exposição à radiação x para obtenção da radiografia da mão e punho para avaliar cada um dos núcleos de ossificação (Acheson, 1966). Por se tratar de um método que consegue registar a continuidade do processo ao longo do tempo é considerado o melhor método de avaliação da maturação biológica. O seu domínio é de difícil aquisição por parte do observador (Beunen, 1989; Roche & Sun, 2003; Malina *et al.*, 2004). A maturação somática através do pico de velocidade de crescimento em estatura, percentagem de estatura adulta predita e *maturity offset* implicam a presença de dados longitudinais. Para ultrapassar este problema são vários os autores que propõem fórmulas de cálculo que recorrem à média da estatura parental e à idade óssea quando disponível (Khamis & Guo, 1993; Khamis & Roche, 1994, 1995; Mirwald *et al.*, 2002; Malina *et al.*, 2005).

O estudo examina a inter associação entre técnicas não invasivas e a pilosidade púbica e a idade óssea. Estabelecendo a hipótese que a relação entre indicadores maturacionais será diferente nos extremos do intervalo etário (11 aos 15 anos) que compreende os jovens atletas peri-pubertários do estudo. O segundo objectivo é estabelecer a concordância em classificações dos métodos não invasivos e a maturação esquelética.

3.2. Procedimentos metodológicos

Os dados são relativos a vários estudos do Centro de Estudos do Desporto e Actividade Física, unidade de investigação da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Tratam-se essencialmente de estudos de mestrado e doutoramentos coordenados e orientados pelo mesmo investigador, referentes a pesquisas com jovens nadadores (Ribeiro, 2005; Abade, 2008), jovens futebolistas (Morais, 2007; Figueiredo 2008); jovens basquetebolistas (Mota, 2007; Carvalho, 2008) e hoquistas (Vaz, 2011).

3.2.1. Amostra

A amostra do estudo corresponde a 418 praticantes de futebol, natação, basquetebol e hóquei em patins do sexo masculino, com idades cronológicas compreendidas entre os 11 e os 15 anos, saudáveis (com exame médico desportivo realizado). Todos os participantes são provenientes de diversos clubes federados. De acordo com a Tabela 3.1., a amostra encontra-se distribuída por idade cronológica, subdividida por grupo etário.

Tabela 3.1. Distribuição dos efectivos da amostra (n=418) por grupo da idade cronológica.

Grupo etário	N	Média	Desvio padrão
11.0-11.9	74	11.45	0.28
12.0-12.9	44	12.45	0.32
13.0-13.9	60	13.67	0.20
14.0-14.9	103	14.47	0.39
15.0-15.9	137	15.44	0.27

3.2.2. Resumo e formato das variáveis do estudo

No Capítulo II - Considerações Metodológicas na Tabela 2.2 estão resumidas as variáveis do presente estudo, assim como as suas siglas, tipo de formato, incluindo o número de algarismos significativos e as unidades de medida. E a descrição, instrumentação e fiabilidade encontram-se mencionadas.

3.2.3. Administração dos testes

Com autorização institucional, mediante 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). A realização das avaliações imagiológicas efetuaram-se num laboratório de imagiologia devidamente credenciado e em que o Radiologista reuniu previamente com os responsáveis do estudo para clarificação da técnica imagiológica a adoptar.

3.2.4. Tratamento estatístico

Determinou-se a estatística descritiva, nomeadamente, parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude). Classificaram-se os sujeitos por estatuto maturacional (atrasado, normomaturo, avançado e maturo), nos indicadores maturacionais: idade óssea, diferença da idade óssea e a idade cronológica, idade do pico de velocidade de crescimento em estatura, percentagem da estatura matura predita. Para a pilosidade púbica não foi possível estabelecer a mesma classificação. Estabeleceu-se as frequências absolutas e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional sexual entre a idade cronológica, idade óssea (*método Fels*) por grupo etário. Procedeu-se à análise de componentes principais para os cinco indicadores com rotação *varimax*, extraíram-se factores com *eigenvalue* superior a 1.00.. Calculou-se as correlações de *Pearson* para os indicadores com excepção da pilosidade púbica. 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 17.0 para *Windows*.

3.3. Apresentação dos resultados

A Tabela 3.2. apresenta a estatística descritiva nas variáveis independentes consideradas nos tratamentos subsequentes. Salienta-se a variância existente na idade óssea, comparativamente à observada na idade cronológica, contudo as suas médias diferem menos de um ano. A média da diferença entre a idade óssea e a idade cronológica é inferior à unidade para os jovens atletas, mas apresenta um intervalo de 7.6 anos entre o máximo e o mínimo (não foram considerados os classificados como maduros). Nas variáveis antropométricas constata-se uma amplitude de variação de 76.8 cm para a estatura e 100.8 kg para a massa corporal.

Tabela 3.2. Estatística descritiva (mínimo, máximo, média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa.

	Min.	Max.	Média	Desvio padrão
Idade cronológica, anos	10.97	15.95	13.93	1.49
Idade óssea (<i>método FELS</i>), anos	8.30	18.00	14.82	2.22
Idade óssea - Idade cronológica, anos ¹	-4.16	3.44	0.8	1.22
Rácio IO/IC ¹	0.67	1.31	1.05	0.09
Estatura madura predita (K&G), cm	157.16	206.59	175.42	7.4
Percentagem de estatura madura (K&G)	77.02	102.63	93.53	6.6
Estatura madura predita (K&R), cm	157.52	205.07	177.19	7.7
Percentagem de estatura madura (K&R)	77.14	101.54	92.57	6.1
<i>Maturity offset</i> , anos	-3.34	3.99	0.01	1.59
<i>Idade PVC</i> , anos	11.69	15.64	13.91	0.59
Estatura, cm	130.1	206.9	164.2	15.1
Altura sentado, cm	66.7	102.8	84.1	7.1
Massa corporal, kg	26.5	127.3	55.5	15.0

(1) n=397, não foi calculado para os sujeitos classificados como *maduros* .; (Rácio IO/IC) Rácio Idade óssea/Idade cronológica; (K&G) Khamis & Guo; (K&R) Khamis & Roche; (PVC) Pico de velocidade de crescimento.

No que respeita à maturação sexual dada pela pilosidade púbica na Tabela 3.3. observa-se uma maior concentração de sujeitos nos extremos da escala para a idade óssea e idade cronológica. Tendo como referencial a idade óssea, apresenta uma maior dispersão na sua distribuição por grupos etários, já quando utilizada a idade cronológica os sujeitos ficam confinados a um menor número de grupos etários.

Tabela 3.3. Frequências absolutas cruzadas entre a idade cronológica, idade óssea (*método Fels*) por grupo etário e os estadios de maturação sexual dada pela pilosidade púbica avaliada por um perito.

	Grupo etário	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	Total
Idade Cronológica	11.0-11.9	46	28	0	0	0	74
	12.0-12.9	13	17	14	0	0	44
	13.0-13.9	0	14	24	21	1	60
	14.0-14.9	0	3	27	48	25	103
	15.0-15.9	0	0	5	49	83	137
	Total	59	62	70	118	109	418
Idade Óssea (Fels)	8.0-8.9	1	0	0	0	0	1
	9.0-9.9	9	0	0	0	0	9
	10.0-10.9	17	1	0	0	0	18
	11.0-11.9	12	12	0	0	0	24
	12.0-12.9	12	16	3	2	0	31
	13.0-13.9	7	22	10	3	1	43
	14.0-14.9	1	11	38	30	4	84
	15.0-15.9	0	0	15	40	12	67
	16.0-16.9	0	0	4	19	19	42
	17.0-17.9	0	0	0	24	53	77
	17.0-18.0	0	0	0	2	20	22
	Total	59	62	70	118	109	418

Na Tabela 3.4. os jovens atletas peri-pubertários que se encontram nos três últimos grupos etários da idade cronológica apresentam valores médios iguais na diferença entre a idade óssea e a idade cronológica (1.0 anos). No grupo etário 15.0-15.9 anos os jovens atletas atingiram 176.7 e 179.3 de média da estatura adulta predita pelos métodos utilizados. E no que diz respeito à percentagem de estatura matura predita nos métodos (K&G e K&R) foi respectivamente, 99.3% e 97.9% ficando muito próximos da sua plenitude.

Tabela 3.4. Estatística descritiva (média \pm desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por idade cronológica em cada subgrupo etário.

	11.0-11.9 (n=74)	12.0-12.9 (n=44)	13.0-13.9 (n=60)	14.0-14.9 (n=103)	15.0-15.9 (n=137)
Estatura, cm	143.6 \pm 6.29	150.5 \pm 8.31	162.9 \pm 9.00	170.4 \pm 9.56	175.7 \pm 9.88
Altura sentado, cm	74.8 \pm 2.86	77.6 \pm 3.42	83.0 \pm 4.47	87.0 \pm 4.66	89.6 \pm 4.81
Massa corporal, kg	37.3 \pm 5.94	43.3 \pm 8.24	53.0 \pm 8.90	60.3 \pm 11.12	66.8 \pm 12.17
IO (Fels), anos	11.8 \pm 1.39	12.7 \pm 1.40	14.6 \pm 1.01	15.6 \pm 1.30	16.7 \pm 1.18
IO (Fels) - IC, anos ¹	0.3 \pm 1.39	0.3 \pm 1.36	1.0 \pm 0.95	1.0 \pm 1.12	1.0 \pm 1.11
Rácio IO/IC ¹	1.0 \pm 0.12	1.0 \pm 0.11	1.1 \pm 0.07	1.1 \pm 0.08	1.1 \pm 0.07
EMP (K&G), cm	172.5 \pm 6.04	173.6 \pm 5.62	175.2 \pm 6.46	176.5 \pm 7.03	176.9 \pm 8.54
Percentagem EMP (K&G)	83.3 \pm 2.38	86.6 \pm 3.11	92.9 \pm 2.77	96.5 \pm 3.11	99.3 \pm 2.29
EMP (K&R), cm	173.5 \pm 5.95	174.0 \pm 6.59	176.7 \pm 6.62	178.7 \pm 7.51	179.3 \pm 8.34
Percentagem EMP (K&R)	82.8 \pm 1.93	86.5 \pm 2.50	92.2 \pm 2.62	95.3 \pm 2.29	97.9 \pm 1.74
<i>Maturity Offset</i> , anos	-2.4 \pm 0.38	-1.6 \pm 0.51	-0.3 \pm 0.65	0.6 \pm 0.74	1.5 \pm 0.75
Idade PVC, anos	13.8 \pm 0.36	14.0 \pm 0.42	14.0 \pm 0.57	13.9 \pm 0.62	13.9 \pm 0.72

(Fels) Método de Fels; (1) n=397, não foi calculado para os sujeitos classificados como *maturos*; (Rácio IO/IC) Rácio Idade óssea Idade cronológica; (K&G) Khamis & Guo; (EMP) Estatura matura predita; (K&R) Khamis & Roche; (PVC) Pico de velocidade de crescimento.

A Tabela 3.5. apresenta a estatística descritiva para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por idade óssea em subgrupo etário. Com aumento de grupos etários comparativamente com a IC verificamos que a sensibilidade da predição da estatura matura (independentemente do método), apresenta valores mais elevados concretamente nos três últimos grupos etários. Quanto à percentagem de estatura matura quando determinada pelo método Khamis & Guo (1993), iguala e supera os cem pontos percentuais. O indicador *maturity offset* à semelhança dos resultados obtidos para a idade cronológica (Tabela 3.4.) preserva um traçado linear mudando os grupos etários de fronteira (14.0-14.09 e 15.0-15.09) entre valores negativos (-0.2) e positivos (0.7). Já o PVC apresenta uma maior dispersão de valores tendo como valor médio máximo 15.1 anos e 14.3 anos, concentrados nos grupos etários mais baixos.

Tabela 3.5. Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por idade óssea em cada subgrupo etário.

	8.0-8.9 (n=1)	9.0-9.9 (n=9)	10.0-10.9 (n=18)	11.0-11.9 (n=24)	12.0-12.9 (n=31)	13.0-13.9 (n=43)	14.0-14.9 (n=84)	15.0-15.9 (n=67)	16.0-16.9 (n=42)	17.0-17.9 (n=77)	17.0-18.0 (n=22)
Estatura, cm	135.2	135.9±3.8	142.1±5.7	145.1±4.8	146.8±6.7	150.7±7.7	163.7±7.5	170.6±8.3	176.0±8.7	178.6±8.1	176.7±8.3
Altura sentado, cm	69.1	71.7±2.9	73.8±2.5	75.4±2.4	76.1±2.9	77.8±3.1	83.2±3.6	86.8±3.8	90.0±4.4	91.3±3.8	90.4±3.9
Massa corporal, kg	28.0	32.2±4.3	35.2±4.1	37.7±3.9	38.6±5.5	43.5±6.8	53.2±6.7	59.7±8.8	68.2±10.6	69.3±11.3	73.2±8.7
IC, anos	12.5	11.6±0.6	11.4±0.3	11.8±0.5	12.2±.9	12.8±1.2	13.9±1.0	14.6±0.7	14.8±0.6	15.3±0.4	15.4±0.4
IO (Fels) - IC, anos ¹	-4.2	-2.0±0.6	-0.9±0.4	-0.4±0.6	0.3±.9	0.6±1.2	0.6±0.9	0.8±0.7	1.6±0.6	2.1±0.5	2.3±0.0
Rácio IO/IC ¹	0.7	0.8±0.0	0.9±0.0	1.0±0.0	1.0±.1	1.1±0.1	1.0±0.1	1.1±0.0	1.1±0.0	1.1±0.0	1.1±0.0
EMP (K&G), cm	172.3	170.2±3.8	174.2±6.6	174.2±5.4	172.1±5.7	170.8±6.4	175.5±6.1	177.4±7.6	178.9±8.3	177.4±7.8	173.9±7.9
Percentagem EMP (K&G)	78.5	79.8±1.4	81.6±1.1	83.3±1.0	85.3±2.0	88.2±2.5	93.2±2.4	96.2±1.3	98.4±1.1	100.7±0.9	101.6±0.5
EMP (K&R), cm	162.1	167.2±4.0	172.6±6.5	173.5±5.4	173.0±5.8	172.6±6.1	175.8±6.1	178.6±7.1	182.0±7.7	182.0±7.4	179.5±7.4
Percentagem EMP (K&R)	83.4	81.3±2.4	82.3±1.6	83.7±1.4	84.9±3.3	87.4±3.8	93.1±3.5	95.5±2.2	96.7±2.1	98.2±1.6	98.4±1.4
<i>Maturity Offset.</i> , anos	-2.7	-2.7±0.4	-2.5±0.3	-2.2±0.4	-1.9±.6	-1.4±0.8	-0.2±0.8	0.7±0.7	1.3±0.8	1.7±0.6	1.7±0.6
Idade PVC, anos	15.1	14.3±0.4	13.9±0.3	13.9±0.4	14.1±.4	14.2±0.6	14.1±0.5	14.0±0.6	13.5±0.6	13.6±0.6	13.7±0.6

(Fels) Método de FELS; (1) n=397, não foi calculado para os sujeitos classificados como *maturos*; (K&G) Khamis & Guo; (K&R) Khamis & Roche; (PVC) Pico de velocidade de crescimento.

Na Tabela 3.6. o aumento da média da estatura matura predita e do *maturity-offset* à medida que transitamos de estadio de PH em estadio, parece indicar a sensibilidade à variação do estágio de maturação sexual, sugerindo a validade de conteúdo das metodologias marcadoras do processo de maturação sexual e somática. Os jovens atletas do PH1 encontram-se, em média, mais distantes do PVC (-2.4 anos) e alcançaram uma percentagem de estatura matura inferior (82.5%), seguidos dos jovens atletas no PH2 (-1.7 anos, 86.7%), PH3 (-0.3 anos, 92.9%), PH4 (0.8 anos, 97.1%) e no PH5 (1.6 anos, 99.9%).

Tabela 3.6. Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=418) para os indicadores de maturação biológica e variáveis morfologia externa por grupos de pilosidade púbica.

	PH1 (n=59)	PH2 (n=62)	PH3 (n=70)	PH4 (n=118)	PH5 (n=109)
Estatura, cm	141.3±5.04	150.4±6.58	161.7±7.51	171.0±7.42	178.8±8.78
Altura sentado, cm	73.9±2.64	77.3±2.50	82.4±3.43	87.4±3.83	91.1±4.24
Massa corporal, kg	34.9±4.12	43.2±6.93	51.8±8.65	61.1±9.50	69.9±10.80
IC, anos	11.6±.44	12.3±0.94	13.8±0.75	14.7±0.66	15.3±0.46
IO (FELS), anos	11.3±1.27	12.9±1.02	14.5±0.83	15.8±1.12	17.0±0.94
IO-IC, anos ¹	-0.4±1.32	0.6±1.22	0.7±0.90	1.0±1.02	1.6±0.96
Rácio IO/IC ¹	1.0±0.11	1.1±0.10	1.1±0.07	1.1±0.07	1.1±0.06
EMP (K&G), cm	171.2±5.61	173.5±5.89	174.0±6.58	176.1±6.72	179.0±8.38
% EMP (K&G).	82.5±2.25	86.7±2.57	92.9±2.62	97.1±2.54	99.9±1.85
EMP (K&R), cm	171.3±5.94	174.6±5.69	175.3±6.53	177.8±6.54	182.4±7.99
% EMP (K&R).	82.5±1.95	86.2±2.83	92.3±2.76	96.1±2.01	98.0±1.67
<i>Maturity Offset</i> , anos	-2.4±0.39	-1.7±0.60	-0.3±0.65	0.8±0.68	1.6±0.69
Idade PVC, anos	14.0±0.35	14.0±0.54	14.1±.54	13.9±0.62	13.6±0.65

(IC) Idade Cronológica; (IO) Idade óssea; (Fels) Método de FELS; (1) n=397, não foi calculado para os sujeitos classificados como *maturos*; (K&G) Khamis & Guo; (K&R) Khamis & Roche; (PVC) Pico de velocidade de crescimento.

Para todos os indicadores maturacionais estudados (Tabela 3.7.) todas as correlações são significativas ($p < 0.01$), com excepção da estabelecida entre a idade cronológica e a idade de ocorrência do PVC. As correlações mais elevadas são $r = +0.99$ (IO - IC e Rácio IOIC), $r = +0.97$ (EMP K & G e PEMP K & G), $r = +0.97$ (IO e PEMP K&G), $r = +0.95$ (PEMP K & G e *Maturity offset*) e $r = +0.95$ (PEMP K & G e *Maturity offset*). No indicador Idade do PVC as correlações que estabeleceu com os demais indicadores são negativas e de fracas a moderadas. A que apresenta maior valor ($r = -0.76$) é a estabelecida com o indicador estatura matura predita (K & R) que pode ser considerada forte uma vez que apresenta valor superior a 0.7.

Tabela 3.7. Matriz de correlação entre os indicadores maturacionais.

	IC	IO	IO-IC	IO- IC IO/I C	EMP (K&G)	%EM P (K&G)	EMP (K&R)	%EM (K&R)	Mat- Of	IC- PVC
IC		0.84	0.26	0.20	0.24	0.92	0.38	0.94	0.93	0.02
IO			0.74	0.70	0.24	0.97	0.48	0.89	0.90	-
IO-IC				0.99	0.18	0.58	0.49	0.40	0.45	-
IO/IC					0.15	0.52	0.46	0.35	0.39	-
EMP (K&G)						0.30	0.92	0.34	0.48	-
% EMP (K&G)							0.44	0.97	0.95	-
EMP (K&R)								0.40	0.58	-
% EMP (K&R)									0.95	-
Mat-Of										-
IC- PVC										-

(IC) Idade cronológica; (IO) Idade Óssea; (IO-IC) Idade cronológica- Idade Óssea; (IO/IC) Rácio Idade cronológica Idade Óssea; (EMP) Estatura Matura Predita; (K&G) Khamis & Guo; (K&R) Khamis & Roche; (Mat-Of) *Maturity offset*; (IC-PVC) Idade cronológica – Pico de velocidade de crescimento.

Na Tabela 3.8. Observa-se que as 6 variáveis iniciais são explicadas em 88.7% pelos dois factores comuns obtidos pela análise factorial com o método de extracção de componentes principais através de rotação *varimax* que convergiu ao fim de três iterações. O primeiro factor inclui a, “Percentagem de Estatura Matura (K & R)”, “Percentagem de Estatura Matura (K&G)” e a “Pilosidade Púbica”. O segundo factor e último é composto por, “Rácio IOIC” , “IO- IC” e “Idade PVC”.

Tabela 3.8. Análise factorial exploratória com método de extração "componentes principais" e rotação *varimax* dos indicadores maturacionais para os peripubertários (n = 397).

	Comunalidades	Componentes Principais	
		I	II
IO – IC	0.92	0.34	0.90
Rácio IO/IC	0.90	0.28	0.91
% Estatura matura predita (K&G)	0.98	0.95	0.28
% Estatura matura predita (K&R)	0.96	0.97	0.12
Pilosidade púbica	0.93	0.94	0.20
Idade PVC, anos	0.62	-0.02	-0.79
<i>Eigenvalue</i>		3.832	1.498
<i>% de variância explicada</i>		63.9	25.0

3.4. Discussão

O estudo dos indicadores de maturidade durante a puberdade tem sido abordado por vários autores de forma isolada, alguns destes também tentaram estabelecer a relação existente entre os indicadores por eles estudados (Simmons & Greulich, 1943; Simmons, 1944; Reynolds & Vinhos, 1948; Nicolson & Hartley, 1953; Deming, 1957; Marshall & Tanner, 1969,1970; Marshall, 1974; Bielicki, 1975; Taranger, Engstrom, Lichenstein & Svennberg-Redegren, 1976; Tanner, Whitehouse, Marubini & Resele, 1976; Billewicz, Fellowes & Thomson, 1981; Bielicki *et al.*, 1984; Demirjian *et al.*, 1985).

Em jovens atletas peri-pubertários os resultados evidenciaram a presença de dois factores, o primeiro (64% da variância) parece tratar-se de um indicador de estatuto maturacional ao ser composto por pilosidade púbica, percentagem da estatura matura predita K&G e percentagem da estatura matura predita K&R à data do estudo. O segundo factor (25% da variância) parece tratar-se de um indicador de momento (*timing*) ao ser composto pela diferença da idade óssea e a idade cronológica, rácio da idade óssea com a idade cronológica e idade do PVC.

Os resultados obtidos são consistentes com os de Bielicki *et al.* (1984) no estudo longitudinal de Wroclaw com rapazes e ainda com Nicolson & Hanley (1953) no estudo realizado na Universidade da Califórnia (Berkeley). Ambos os estudos consideraram a interrelação entre os indicadores (IO, %EMP, PH, e idade PVC) numa determinada idade cronológica. Estes encontraram um factor respeitante à maturidade e um segundo respeitante ao *timing* que é suportado pela presença da idade cronológica em cada um dos indicadores que o compõe. Também mencionam que a extracção dos factores difere consoante a idade cronológica dos sujeitos. Este agrupamento independente de indicadores é que, aparentemente, marca a transição para a fase precoce da puberdade em rapazes.

A suportar os resultados das correlações do presente estudo (Tabela 3.7) Malina *et al.*, (2004) refere que as correlações entre os indicadores esqueléticos, sexuais e somáticos tende a ser forte e positiva. Hauspie *et al.* (1991), no seu estudo obtiveram correlações fracas ou moderadas entre a idade óssea e a idade cronológica no momento de ocorrência de determinados eventos da maturação somática (PVC e 95% da estatura matura) e justificaram-nas com a menor variabilidade da idade esquelética em relação à idade cronológica no momento desses acontecimentos.

A média de idade de ocorrência do PVC (13.9 ± 0.6 anos) está na vizinhança da média de idade do PVC para os rapazes para quem o protocolo de *maturity offset* foi desenvolvido (13.8 ± 0.9 anos). Uma estimativa da idade em PVC para a população geral de rapazes Portugueses não estava disponível. Philippaerts *et al.*, (2006) num estudo longitudinal (*Ghent Youth Soccer Project*) em 33 jovens futebolistas belgas masculinos determinaram os 13.8 anos como a idade de ocorrência do PVC em estatura. Por outro lado Malina *et al.* (2004), em duas amostras de jovens escolares do mesmo país documentou valores superiores de 14.0 e 14.2 anos. Esta diferença poderá ser justificada pela selectividade da prática desportiva federada, como é o caso do futebol enquanto modalidade colectiva.

Os jovens atletas que estavam no estadio PH 3 (n = 70; 13.8 anos de média) e 4 (n = 118; 14.7 anos de média) têm valores no intervalo da média de idades para início dos estadios 3 e 4 de PH em amostras de rapazes ocidentais europeus que variou entre 13.4-13,9 anos e 14.1-15.0 anos, respectivamente (Malina *et al.*, 2004). Contudo não se sabia, no entanto, quando os jovens atletas chegaram ou há quanto tempo eles estavam nos estadios respectivos. Entre os 60 jovens atletas 13.0-13.99 anos, 76.7% estavam em PH 3 ou mais além, enquanto entre os 103 jovens com idades 14.0-14.99 anos, 70.9% estavam em PH 4 ou superior, já entre os 137 jovens com idades superiores aos 15 anos, 60.6% estavam em PH 5 e nenhum estava inferior a PH3. Os dados (Tabela 3.3), portanto, sugerem que os jovens atletas acima dos 13 anos de idade, como grupo, estavam avançados no estatuto maturacional o que corrobora resultados de outros estudos (Horta, 2003; Coelho e Silva *et al.*, 2003; Figueiredo *et al.*, 2005; Malina *et al.* 2005). Nos escalões etários inferiores 11.00-11.99 e 12.00 12.99 são poucos aqueles que destacam maturacionalmente dos estádios 1 e 2 de PH (27%), considerando-se como grupo normomaturados, à semelhança dos estudos supra citados.

Roche *et al.*, (1983) quando estabeleceu a equação nos rapazes 12.0 anos no Estudo Longitudinal Fels para predição da percentagem da estatura matura obteve valores entre os 84% e os 95%, os resultados do presente estudo enquadram-se neste intervalo (Tabela 3.4). De salientar que a diferença entre a idade óssea e a idade cronológica é apenas 0.3 anos.

Os jovens atletas com idade cronológica de 13.0 anos apresentam em média idades ósseas superiores a um ano, classificando-os quanto ao seu estatuto maturacional como avançados. Resultados semelhantes foram reportados por Peña Reyes *et al.* (1994) e Malina *et al.* (2000) em que jovens jogadores de futebol mexicanos e portugueses, respectivamente, com idades cronológicas superiores a 13.5 anos são avançados maturacionalmente e que esta predominância se deve às necessidades da modalidade desportiva

colectiva em causa. Em oposição os atrasados maturacionalmente quando os há são em número reduzido.

A percentagem da estatura matura predita alcançada para os intervalos etários superiores aos 13 anos (13.0-13.9 anos, 92.2%; 14.0-14.9 anos, 95.3%) estava avançada das médias correspondentes para os estudos Fels e Berkeley, $92.7 \pm 1.9\%$ e $91.0 \pm 4.0\%$, respectivamente (Roche *et al.*, 1983; Bayley & Pinneau, 1952), mas foi ligeiramente menor do que para os rapazes avançados maturacionalmente do estudo de Berkeley, 95,8% (Bayer & Bayley, 1959).

Os cinco indicadores maturacionais utilizados no presente estudo mediram diferentes aspectos da maturação biológica mas que estão relacionados entre si durante a adolescência. A idade óssea reflecte a maturação biológica do sistema esquelético, em concreto, a ossificação dos ossos cartilagosos endocondrais da mão e punho. A pilosidade púbica apenas se reporta a um aspecto da maturação sexual. Já a percentagem da estatura matura predita e a idade de ocorrência do PVC são indicadores somáticos, que evoluem em estatura até ao estado maturo (adulto) e no momento em taxa de crescimento durante o salto de crescimento.

3.5. Conclusões

A utilização dos indicadores de maturação não invasivos, apesar de apresentar algumas limitações pode ser potencialmente útil para os treinadores enquanto instrumento que permite sinalizar os jovens atletas maturacionalmente atrasados e consentir a sua permanência na prática desportiva até atingirem o patamar maturacional dos seus pares. Impedindo desta forma a exclusão precoce de indivíduos, devido às limitações nas capacidades física e funcionais (tamanho menor, menos força, potência e velocidade) associadas ao estatuto maturacional. A utilização da pilosidade púbica como indicador é limitado pela ausência do momento de início e duração do estadio em que é avaliado o sujeito, inviabilizando a comparação com outros estudos.

Capítulo IV

Estudo 2

CAPÍTULO IV

ESTUDO 2: Idade dentária: variação inter-individual associada ao estatuto maturacional dado pela idade dentária

4.1. Introdução

São escassos os estudos que recorrem à utilização simultânea dos indicadores maturacionais idade dentária obtida por radiografia panorâmica dos maxilares e idade óssea através da radiografia da mão esquerda e punho (Himes, 2006). A maturação esquelética tem sido utilizada como um dos métodos mais importantes na determinação da idade biológica, na medicina pediátrica, cirurgia ortopédica e endocrinologia (Baxter-Jones *et al.*, 2005).

À semelhança do que acontece na mão e punho, os dentes são em número igual para todos os indivíduos, e oferecem um número considerável de indicadores ao longo do processo de maturação biológica. Os métodos disponíveis para avaliação da maturação dentária utilizam os mesmos pressupostos que na determinação da maturação esquelética. Isto é, presença ou ausência do indicador e grau de diferenciação entre o estado de imaturidade e maturidade. A grande maioria dos estudos publicados em que efectuem a determinação da idade biológica com recurso à idade dentária são realizados por especialistas em medicina dentária com o propósito de efectuar o planeamento para os tratamentos dentários, particularmente na ortodontia. Liversidge (2010) aponta um número considerável de trabalhos de investigação onde utilizaram o método de Demirjian *et al.* (1973). De referir que poucos são aqueles que recorrem a outros indicadores maturacionais para estabelecer qualquer tipo de relação. Quando o fazem, os métodos a que recorrem apresentam algumas limitações. O próprio Demirjian *et al.* (1985) fá-lo, com uma amostra de cinquenta raparigas com idades compreendidas entre os 6 e 15 anos de idade e para a determinação da idade óssea recorre ao método de TW2 (Tanner *et al.*, 1975).

Os estudos que estabelecem relações entre indicadores ósseos e dentários na população europeia, retratam populações de referência que distam meio século dos dias de hoje (Sempe, Pechon, & Pernot, 1979; Prahl-Andersen, Kowalski, & Heyendaal, 1979; Karlberg & Taranger, 1976). Reconhecido o efeito das alterações dos estilos de vida das populações sobre o crescimento na tendência secular das populações, é de extrema importância documentar qual o comportamento dos diferentes indicadores maturacionais na população de peri-pubertários que mantêm uma prática desportiva regular.

Impõe-se portanto estabelecer a relação entre os respectivos indicadores maturacionais. Pretendemos determinar a associação entre os indicadores maturacionais somáticos, esqueléticos e os dentários.

4.2. Procedimentos metodológicos

Este estudo foi desenvolvido de acordo com reconhecidos procedimentos standardizados (Lohman *et al.*, 1998) e respeitou os princípios éticos (Harriss & Atkinson, 2009), teve o seu início em 2009, prolongando-se no tempo até 2011.

4.2.1. Amostra

A amostra do estudo é constituída por 76 nadadores do sexo masculino, pertencentes aos clubes de natação Louletano, Lagoa e Portinado. Com idade compreendidas entre os 11 e os 15 anos.

Tabela 4.1. Distribuição dos efectivos da amostra (n=76) por grupo da idade cronológica.

	N	Média	Desvio padrão
11.0-11.9	14	11.53	0.26
12.0-12.9	15	12.51	0.25
13.0-13.9	17	13.46	0.27
14.0-14.9	18	14.48	0.26
15.0-15.9	12	15.49	0.32

4.2.2. Resumo e formato das variáveis do estudo

No Capítulo II - Considerações Metodológicas na Tabela 2.2. estão resumidas as variáveis do presente estudo, assim como as suas siglas, tipo de formato, incluindo o número de algarismos significativos e as unidades de medida. E a descrição, instrumentação e fiabilidade encontram-se mencionadas.

4.2.3. Administração dos testes

Com autorização institucional, mediante 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)*. A realização das avaliações imagiológicas efetuaram-se num laboratório de imagiologia devidamente credenciado e em que o Radiologista reuniu previamente com os responsáveis do estudo para clarificação da técnica imagiológica a adoptar. As variáveis somáticas foram recolhidas nos respectivos complexos desportivos de proveniência da amostra.

4.2.4. Tratamento estatístico

Determinou-se a estatística descritiva, nomeadamente, parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão e amplitude). Os sujeitos foram classificados por estatuto maturacional (atrasado, normomaturado, avançado e maturo) nos indicadores: idade óssea (protocolos Fels e TW3), idade dentária, idade do pico de velocidade de crescimento em estatura, percentagem da estatura matura predita (protocolos K&G e K&R). Calculou-se o *Score Z* para cada indicador. Apresentaram-se as frequências cruzadas das classificações do estatuto maturacional para todos os indicadores maturacionais: idade cronológica, idade óssea (*Fels* e TW3), idade dentária, idade do PVC, percentagem da estatura matura predita (K&G e K&R) (foram retirados os sujeitos avaliados como maturos nas idades óssea e dentária). Também foram calculados os coeficientes de *Kappa de Cohen* para avaliar a concordância entre pares de indicadores maturacionais e as correlações de *Spearman*. Procedeu-se à análise de componentes principais para os *Scores Z* dos indicadores maturacionais com rotação *varimax*, extraíram-se factores com

eigenvalue superior a 1.00. 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 17.0 para *Windows*.

4.3. Resultados

A Tabela 4.2. apresenta a estatística descritiva nas variáveis independentes consideradas nos tratamentos subsequentes. Salienta-se a variância existente na idade óssea em ambos os protocolos (Fels e TW3), comparativamente à observada na idade cronológica, contudo as suas médias diferem 0.5 anos. O intervalo etário da idade dentária é praticamente sobreponível ao da idade cronológica, apresentando diferença na média de 0.6 anos. Nas variáveis antropométricas constata-se uma amplitude de variação de 45.5 cm para a estatura e 42.2 kg para a massa corporal. Para a média dos sujeitos da amostra o PVC ocorre aos 14.2 anos.

Tabela 4.2. Estatística descritiva (mínimo, máximo, média e desvio padrão) para a totalidade da amostra (n=76) relativamente à idade cronológica, morfologia e indicadores de maturação biológica.

	Min	Max	Média	Desvio padrão
Idade cronológica, anos	11.10	15.97	13.48	1.36
Massa corporal, kg	31.90	82.10	50.49	10.84
Estatura, cm	139.10	184.60	161.46	10.04
Comprimento dos membros inferiores, cm	68.00	93.60	80.88	5.50
Altura sentado, cm	69.00	96.00	80.58	5.74
<i>Idade PVC</i> , anos	12.74	15.66	14.18	0.62
Percentagem de estatura matura (K&G)	80.60	101.64	91.13	5.7
Percentagem de estatura matura (K&R)	76.00	108.22	90.75	6.07
Idade óssea (<i>método FELS</i>), anos	10.33	18.00	14.07	1.82
Idade óssea (<i>método TW3</i>), anos	9.20	16.50	13.50	2.04
Idade dentária, anos	11.20	16.00	14.18	1.35

(K&G) Khamis & Guo ; (K&R) Khamis & Roche; (PVC) Pico de velocidade de crescimento.

Na Tabela 4.3. Observa-se que as 7 variáveis iniciais são explicadas em 74.3% pelos dois factores comuns obtidos pela análise factorial com o método de extracção de componentes principais através de rotação *varimax* que convergiu ao fim de três iterações. O primeiro factor inclui os Scores Z dos indicadores “IO^{TW3}-IC”, “IO^{Fels}-IC” e a “Percentagem da Estatura Madura (K&G)”. O segundo factor, e último, é composto pelos Scores Z, “Idade PVC”, “ID – IC”, “Percentagem da Estatura Madura (K&R)” e idade cronológica.

Tabela 4.3. Análise factorial exploratória com método de extração "componentes principais" e rotação *varimax* dos indicadores maturacionais para os peri-pubertários..

	Comunalidades	Componentes Principais	
		I	II
Score Z Idade cronológica	0.80	0.12	-0.89
Score Z IPVC	0.77	0.41	0.78
Score Z %EMP (K&G) ¹	0.89	0.86	0.39
Score Z %EMP (K&R) ¹	0.48	0.39	0.56
Score Z (IO ^{Fels} – IC) ²	0.86	0.88	0.31
Score Z (IO ^{TW3} – IC) ²	0.84	0.92	-0.01
Score Z (ID – IC) ²	0.57	0.30	0.69
<i>Eigenvalue</i>		3.85	1.35
<i>% de variância explicada</i>		54.98	19.33

(1) Para o cálculo utilizou-se a média e o desvio padrão do estudo de longitudinal de Berkeley (Bayley & Pinneau, 1952); (2) não foram considerados para os cálculos os sujeitos classificados como *maturados*.

A distribuição dos jovens atletas pelas categorias maturacionais apresenta uma maior concentração na categoria normomaturado, onde a diferença no número de sujeitos entre os indicadores não excede os cinco. Com excepção do indicador da idade de ocorrência do PVC que apresenta um efetivo de 66 indivíduos. A idade dentária enquanto indicador maturacional destaca-se com o maior número de sujeitos na categoria “maturo” e o menor número na categoria “atrasado” (Tabela 4.4.).

Tabela 4.4. Frequência absolutas de participantes maturacionalmente atrasados, normomatuross, adiantados e maturos de acordo com os vários indicadores de maturação biológica.

		Atrasado ²	Normomaturado ¹	Avançado ²	Maturo
Somática	Idade PVC	7	66	3	3)
	% EMP (Khamis & Guo)	2	41	33	
	% EMP (Khamis & Roche)	6	39	31	
Óssea	Fels	7	43	24	2
	TW3	14	41	12	9
Dentária		1	38	22	15

(1) Normomaturado (média): Idade Cronológica = Idade Óssea \pm 1.0 ano; (2) Atrasado e avançado \pm 1 ano relativamente à idade cronológica; (3) não se aplica.

Os coeficientes *Kappa* são baixos para a quase totalidade dos indicadores maturacionais (Tabela 4.5.). Com excepção do cruzamento da idade óssea de Fels com a percentagem da estatura matura (K&G). Os coeficientes indicam um acordo relativamente baixo entre as classificações de estatuto maturacional com base nos pares específicos de indicadores. As correlações de *Spearman* entre as classificações de estatuto maturacional são significativas para o cruzamento da Idade do PVC com os indicadores esqueléticos e dentários. Também o sendo para a percentagem da estatura matura (K&G) com a idade esquelética em ambos os protocolos. Destacando-se a correlação entre Fels e a percentagem da estatura matura (K&G) com $r=0.77$. As restantes correlações apresentam valores inferiores 0.42.

Tabela 4.5. Frequências absolutas cruzadas entre categorias de maturação somática, esquelética e dentária e ainda medidas de concordância, correlação de Spearman (r_s) e Kappa de Cohen.

		Atrasado	Normo- maturado	Avançado	%Acordos	r_s	Cohen's Kappa
Idade PVC							
FELS	Atrasado	3	4	0			
	Normomaturado	4	39	0			
	Avançado	0	21	3	61% [49-72]	0.42*	0.18*
TW3	Atrasado	4	10	0			
	Normomaturado	3	37	1			
	Avançado	0	11	1	63% [50-74]	0.33*	0.16
Dentária	Atrasado	0	1	0			
	Normomaturado	6	32	0			
	Avançado	0	20	2	56% [43-68]	0.31*	0.01
% EMP (Khamis & Guo)							
FELS	Atrasado	2	5	0			
	Normomaturado	0	35	8			
	Avançado	0	1	23	81% [70-89]	0.77*	0.65*
TW3	Atrasado	2	11	1			
	Normomaturado	0	25	16			
	Avançado	0	5	7	51% [38-63]	0.38*	0.11
Dentária	Atrasado	0	0	1			
	Normomaturado	2	24	12			
	Avançado	0	8	14	62% [49-74]	0.27	0.27
% EMP (Khamis & Roche)							
FELS	Atrasado	1	5	1			
	Normomaturado	4	22	17			
	Avançado	1	11	12	47% [36-59]	0.19	0.06
TW3	Atrasado	1	9	4			
	Normomaturado	5	16	20			
	Avançado	0	9	3	30% [20-42]	0.01	-0.17
Dentária	Atrasado	0	1	0			
	Normomaturado	2	23	12			
	Avançado	2	8	12	58% [45-71]	0.17	0.19

(*) $p < 0.01$

As frequências e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional pelos protocolos de *FELS* e *TW3* para a idade dentária estão sumariadas na Tabela 4.6.. A concordância entre os métodos é de 60% com um percentagem de acordos expectáveis dentro do intervalo 47% a 72% (Fels X Idade dentária) e 43% com um percentagem de acordos expectáveis dentro do intervalo 31% a 52% (TW3 X Idade dentária). Os coeficientes de *Kappa* de Ró de *Spearman* não são significativos para um $p < 0.01$.

Tabela 4.6. Frequências cruzadas entre categorias de maturação esquelética e dentária e ainda medidas de concordância, correlação de *Spearman* (r_s) e *Kappa* de *Cohen*.

		Idade dentária			% Acordos	r_s	Cohen's Kappa
		Atrasado	Normomaturado	Avançado			
FELS	Atrasado	0	4	1	60% [47-72]	0.30	0.22
	Normomaturado	1	25	10			
	Avançado	0	8	11			
TW3	Atrasado	0	8	13	43% [31-55]	0.19	0.09
	Normomaturado	1	23	13			
	Avançado	0	4	6			

4.4. Discussão

Em concordância com estudos anteriores (Roche, 1992; Sempe *et al.*, 1979; Karlberg & Taranger, 1976; Prah-Andersen *et al.*, 1979) os resultados obtidos para o intervalo etário das idades esqueléticas e dentária (Tabela 4.2.) são limitadas pelo valor máximo do respectivo protocolo o que sugere estarmos perante amostras que incluem sujeitos em processo de maturação e também com estado de maturidade adulta já atingido e, desde logo, diferentes limites para escalas que pretendem avaliar a maturação biológica no mesmo grupo de indivíduos. No presente estudo a idade de ocorrência do PVC em estatura (14.2 ± 0.6 anos) está muito próxima da determinada para o estudo longitudinal de Wroclaw (14.4 ± 1.1 anos) (Welon & Bielicki, 1979) e dentro da amplitude de resultados reportados por Malina *et al.* (2004) em estudos com a população europeia (13.8-14.2 anos).

A estrutura dos factores dos Scores Z dos indicadores de maturidade encontrados nos resultados para os peri-pubertários entre os 11.00 e os 15.99 anos de idade ao agrupar no segundo factor a idade de ocorrência do pico de velocidade de crescimento em estatura, percentagem estatura matura (K&R) com o indicador de maturação dentária vai ao encontro das conclusões de outros estudos que estabeleceram associações fortes entre estes indicadores (Vallejo-Bolanós & España-Lopez, 1997; Green, 1961). Contrariamente ao que Demirjian *et al.*, (1985) apresentaram nas conclusões do seu estudo, onde avaliaram a inter-relação entre as idades de maturidade esquelética, somática, sexual e dentária de 50 indivíduos franco-canadianos femininos, com idades entre seis e os quinze anos. Concluíram que a maturação esquelética, somática e sexual estão inter-relacionadas, presumivelmente, por um mecanismo de controlo comum. Enquanto a maturação dentária parece ser controlada por outros sistemas reguladores.

Liversidge *et al.*, (1998), acrescentaram que os sistemas de desenvolvimento (maturidade óssea, somática e sexual) estarão associados a um processo de controlo comum, e relacionados com tecidos de origem mesodérmica, sendo portanto hormono-dependentes, e por isso, mais susceptíveis aos factores externos. Enquanto a dentição tem origem ectomesênquimatosa, com forte evidência de controlo genético (Herschaft *et al.*, 2007; Pelsmaekers *et al.*, 1997) não estando sujeita às hormonas e factores de crescimento que determinam a maturidade do tecido ósseo.

São poucas as investigações que tentaram estabelecer correlações entre as idades esquelética e dentária, estas encontraram pouca ou nenhuma correlação entre elas (Van Erum, 1998; Lewis, 1991; Demirjian *et al.*, 1985; Bielicki *et al.*, 1984).

Quanto ao estatuto maturacional por categorias a idade dentária coloca um maior número de indivíduos na categoria de “maturo”, parecendo sobrestimar comparativamente com o número de sujeitos que os protocolos da

idade esquelética colocam (Tabela 4.4.). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Júlio (2011) no único estudo realizado em Portugal com recurso ao método de Demirjian *et al.* (1973) em indivíduos não adultos, com 512 indivíduos (261 femininos e 251 masculinos), com idades dos 6 aos 16 anos. Este autor obteve uma sobrestimação de 0.41 anos para as raparigas e 1.57 anos para os rapazes. Sugerindo um ajustamento no método para os padrões de maturação dentária nesta faixa etária da população portuguesa. Também outros autores (Liversidge *et al.*, 2006; Leurs, *et al.*, 2005; Willems, Van Olme., Spiessens, & Carels, 2001; Koshy & Tandon, 1998; Hägg & Matson, 1985) reportaram a sobrestimação e justificaram este facto com a população de referência do método.

A classificação dos jovens atletas em categorias de maturidade contrastantes (atrasado, normomaturado e avançado) com base na idade de ocorrência do pico de velocidade de crescimento em estatura quando correlacionadas com as classificações pelos indicadores esqueléticos e dentários apresentam fraca associação para o protocolo de TW3 e Demirjian e moderada para o protocolo de Fels. Estes resultados quando confrontados com os de outros estudos são muito semelhantes, e justificaram-nos com a menor variabilidade da ocorrência do PVC, com valores muito próximos da população europeia em geral (Malina & Bouchard, 1991; Malina *et al.* 2004) e pela colocação da maioria dos sujeitos na categoria de normomaturado (Malina *et al.*, 2000).

Nas frequências cruzadas entre os indicadores esqueléticos e somáticos temos de ter em consideração que, a idade esquelética e a idade dentária são calculadas com metodologias enquanto os dados do *maturity offset* são estimativas com base em equações acrescentando o erro de estimativa. Nos indicadores esqueléticos temos o erro do observador (Flores-Mir, 2004; Cox, 1996), nos indicadores somáticos temos o erro do observador, erro dos instrumentos da observação e o erro padrão estimativa decorrente da fórmula (Malina & Beunen, 2008). Sabe-se que a utilização de fórmulas de estimativa

comprime os limites extremos da variabilidade entre sujeitos, isso, é notório na *pool* de sujeitos das estimativas que são menos diferentes uns dos outros do que nos valores reais. Os estudos longitudinais do *maturity offset* directamente determinados têm maior variabilidade entre sujeitos no PVC, do que a variabilidade existente entre sujeitos dada pelos valores mínimos e máximos, estando em causa a utilização do *maturity offset* calculado pela fórmula Mirwald *et al.*, (2002). O erro padrão comprime a variabilidade.

A percentagem da estatura matura (Khamis & Guo, 1993) enquanto indicador maturacional por categorias, quando confrontado com a categorização dos protocolos Fels e TW3, apresenta correlações alta e baixa respectivamente. Estes resultados podem ser justificados pela utilização da idade óssea pelo método de Fels na determinação da estatura matura predita (Khamis & Guo, 1993).

Os coeficientes *Kappa* sugerem uma concordância de suficiente a boa entre as classificações de maturação com base em pares específicos entre os indicadores percentagem da estatura matura (K&G) e a idade óssea determinada pelo método de Fels. Relativamente aos demais pares específicos (Tabela 4.5.) existe uma fraca concordância. Estes resultados sugerem que as classificações atribuídas para percentagem da estatura matura (K&G e K&R) ao terem por base para o cálculo do *Score Z* das populações de referência dos respectivos estudos não são as mais adequadas. Para além deste facto devemos ter em consideração que as classificações para os protocolos das idades esqueléticas e dentária foram baseadas num desvio padrão de cerca de um ano (Cameron, 2002).

Quando confrontada a classificação dos jovens atletas em categorias de maturidade contrastantes (atrasado, normomaturado e avançado) entre a idade dentária e a idade esquelética (Fels e TW3) não foi encontrada concordância estatisticamente significativa. Estes resultados podem ser suportados com a diferença nos folhetos germinativos de cada um dos indicadores, os dentes

derivam da ectoderme e os ossos da mesoderme (Demirjian, 1986; Lacey, 1973; Gyulavari 1966). Green (1961) um dos primeiros a investigar nesta área do conhecimento, concluiu que a idade dentária mostrou um alto grau de correlação com a idade cronológica (0.68), e baixa correlação com a idade esquelética (0.46). A estatura e massa corporal mostraram um alto grau de correlação (0.81). Contudo, sugeriu estudos mais aprofundados nos indicadores esqueléticos, além de uma avaliação mais detalhada da idade dentária.

4.5. Conclusões

A falta de concordância entre os resultados obtidos e alguns dos estudos anteriormente realizados pode ser devida, pelo menos, em parte, pelos diferentes métodos de avaliação da maturação esquelética e dentária, ou pela separação das amostras em pré-pubertários e pubertários. A ausência de correlação observada entre a classificação das categorias de maturação esquelética e dentária pode ser justificada pelo facto de que muitos dos centros de ossificação da mão apresentarem uma variação considerável no seu surgimento. Colocando assim a discussão para a redução dos núcleos de ossificação da mão e punho com o *timing* menos variável, particularmente no intervalo etário em estudo (11.0-15.9 anos).

Capítulo V

Estudo 3

CAPÍTULO V

ESTUDO 3: Determinação da idade óssea: avaliação concorrente pelas metodologias Fels e TW3

5.1. Introdução

A maturação esquelética é especialmente “atraente” porque fornece estimativas quantitativas do progresso da maturação da infância através de boa parte da adolescência (Malina & Beunen, 2002). Os métodos de determinação da maturação esquelética são similares nos seus princípios, todos consistem em comparar a radiografia da mão e punho, com um conjunto de critérios (indicadores maturacionais). Este conjunto de critérios e *scores* é que diferem de método para método (Acheson, 1966).

Actualmente são vários os estudiosos da auxologia, biologia humana e das ciências do desporto que procuram encontrar o melhor método para determinação da idade biológica, quer seja esquelético, dentário, sexual ou somático (Belicki *et al.*, 1984; Demirjian *et al.*, 1985; Baxter-Jones *et al.*, 2005). Esta procura não se deve colocar na eleição de um método, mas sim, dos sujeitos que pretendemos avaliar, intervalo etário e a população de proveniência. Se a esta informação acrescentarmos o erro inerente à aplicação do método, podemos afirmar que nenhum método é perfeito (Cameron, 2002).

No que diz respeito ao indicador esquelético encontramos vários estudos que apresentam resultados dissonantes nas suas conclusões (Wenzel *et al.*, 1984; Bull *et al.*, 1999). Isto é, alguns dos autores desses estudos apontam subestimação nos valores encontrados, enquanto outros sobreestimação para amostras compostas por peri-pubertários (Chumlea, Roche., & Thissen, 1989; Van Lenthe, 1998). Na eventualidade de estarmos perante um problema de escalas, importa saber qual a relação existente entre as mais usadas e a sensibilidade destas para determinados momentos ou intervalos do *continuum* maturacional. Para que estas sejam utilizadas mais adequadamente na avaliação da idade esquelética dos sujeitos.

É nosso objectivo determinar o grau de concordância entre as metodologias FELS (Roche *et al.*, 1988) e TW3 (Tanner *et al.*, 2001) nos anos peri-pubertários considerados no presente estudo.

5.2. Procedimentos metodológicos

À semelhança dos estudos anteriores foi desenvolvido de acordo com reconhecidos procedimentos estandardizados (Lohman *et al.*, 1998) e respeitou os princípios éticos (Harriss & Atkinson, 2009), teve o seu início em 2009, prolongando-se no tempo até 2011.

5.2.1. Amostra

A amostra deste estudo é parte da amostra do estudo 1, acrescentou-se a variável idade óssea determinada pelo método TW3. O critério de inclusão no estudo foi cada sujeito ter idade cronológica compreendida entre 11.00 e 15.99 anos de idade, e para o qual tenha sido determinada a idade óssea pelos métodos Fels e TW3. Foram excluídos 59 sujeitos porque o seu estatuto maturacional era de “maturo” em pelo menos um dos protocolos. Na Tabela 5.1. apresentamos a estatística descritiva para a totalidade da amostra.

Tabela 5.1. Estatística descritiva para a totalidade da amostra (n=264), nas variáveis idade cronológica e idade óssea pelos protocolos Fels e TW3.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica, anos	11.00	15.96	13.78	1.5
Idade óssea (Fels), anos	8.30	17.88	14.41	2.1
Idade óssea (TW3), anos	8.70	16.42	13.76	1.9

5.2.2. Resumo e formato das variáveis

No Capítulo II - Considerações Metodológicas na Tabela 2.2. estão resumidas as variáveis do presente estudo, assim como as suas siglas, tipo de formato, incluindo o número de algarismos significativos e as unidades de medida. A descrição, instrumentação e fiabilidade encontram-se mencionadas.

5.2.3. Administração dos testes

Igual à descrita no estudo 1.

5.2.4. Tratamento estatístico

Efectuou-se estatísticas descritivas (frequência, médias e desvios-padrão) para a idade cronológica e idade óssea de ambos os métodos, os sujeitos foram classificados de acordo com a metodologia proposta (N = 264). Estabeleceu-se as frequências e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional entre pares específicos de indicadores de maturidade. Calculou-se os coeficientes de correlação Pearson entre variáveis idade óssea, idade óssea- idade cronológica e rácio idade óssea por idade cronológica de cada protocolo FELS e TW3. Também foram calculados os coeficientes de *Kappa de Cohen* (<http://faculty.vassar.edu/lowry/VassarStats.html>) para avaliar a concordância entre pares de indicadores maturacionais, exceptuando a pilosidade púbica. Calculou-se as correlações de *Spearman* entre as classificações e a pilosidade púbica. 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 17.0 para *Windows*.

5.3. Resultados

Na Tabela 5.2. observa-se o intervalo da idade cronológica que baliza a amostra do estudo que é superada inferiormente (Fels- 2.7 anos e TW3- 2.3 anos) e superiormente (Fels- 2.0 anos e TW3- 0.5 anos) pela idade óssea

determinada por qualquer um dos protocolos. A diferença entre as médias das idades é Fels- 1.22 anos e TW3- 0.4 anos.

Tabela 5.2. Estatística descritiva para as variáveis idade cronológica, idade óssea, rácio IO/IC e IO-IC para os métodos FELS e TW3.

		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
IC		11.00	15.96	13.78	1.51
Fels	IO	8.30	18.00	15.00	2.13
	IO – IC	-4.16	3.44	0.81	1.24
	Rácio IO/IC	0.67	1.31	1.05	0.09
TW3	IO	8.70	16.50	14.25	1.92
	IO – IC	-3.76	2.40	-0.01	1.12
	Rácio IO/IC	0.70	1.21	0.99	0.08

(IC) Idade cronológica; (Fels) Método de Fels; (IO) Idade óssea; (IO – IC) Diferença entre a idade óssea e Idade cronológica; (Rácio IO/IC) Rácio Idade/Óssea; (TW3) Tanner-whitehouse 3.

Em todas as correlações estabelecidas para as variáveis em estudo (Tabela 5.3.), as associações são positivas e classificam-se de moderadas a fortes. A mais elevada $r=+0.95$ entre a idade óssea dos métodos. Seguida pelos rácios dos métodos ($r=+0.86$, $p<0.01$). O valor mais baixo ($r=+0.52$, $p<0.01$) foi obtido para a relação entre a diferença da idade óssea pela idade cronológica (Método de TW3) e a idade óssea (Método de Fels).

Tabela 5.3. Coeficientes de correlação *Pearson* entre variáveis idade óssea, idade óssea- idade cronológica e rácio idade óssea por idade cronológica de cada protocolo FELS e TW3 (n=264).

Método		Fels					
		IO		IO-IC		Rácio IO/IC	
		r	p	r	p	r	p
TW3	IO	+0.95	**	+0.64	**	+0.60	**
	IO-IC	+0.52	**	+0.85	**	+0.85	**
	Rácio IO/ IC	+0.53	**	+0.85	**	+0.86	**

(IC) Idade cronológica; (Fels) Método de Fels; (IO) Idade óssea; (IO – IC) Diferença entre a idade óssea e Idade cronológica; (Rácio IO/IC) Rácio Idade/Óssea; (TW3) Tanner-whitehouse 3.

As frequências e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional pelos protocolos de Fels e TW3 para a idade óssea estão sumariadas na Tabela 5.4.. A concordância entre os métodos é de 64% com um percentagem de acordos expectáveis dentro do intervalo 58% a 70%. O coeficiente de *Kappa* apresenta uma concordância suficiente entre as duas variáveis. Quanto ao coeficiente de correlação de Ró de *Spearman* traduz uma associação moderada no seu limite superior.

Tabela 5.4. Frequências e tabulações cruzadas das classificações do estatuto maturacional pelos protocolos de *FELS* e *TW3* entre pares específicos de indicadores de maturidade, concordância percentual, correlação de *Spearman* (r_s) e *Kappa* de *Cohen* no grupo etário.

		TW3				%Acordos [95% CI]	r_s	Cohen's Kappa
		Atrasado	Normomaturado	Avançado	Total			
FELS	Atrasado ²	22	3	-	25	64%[58–70]	0.69*	0.41*
	Normomaturado ¹	33	95	2	130			
	Avançado ²	-	57	52	109			
	Total	55	155	54	264			

(1) Normomaturado (média): Idade Cronológica = Idade Óssea \pm 1.0 ano.; (2) Atrasado e avançado \pm 1 ano relativamente à idade cronológica.; (*) $p < 0.01$.

Na Tabela 5.5. é possível observar as medidas de dispersão para a maturação sexual dada pela pilosidade púbica nas variáveis: idade cronológica e idade óssea pelos protocolos Fels e TW3. Salienta-se que os valores mínimos e máximos das idades ósseas (FELS e TW3) dos peri-pubertários para a primeira e última categoria do indicador sexual tem valores inferiores e superiores respectivamente, comparativamente com o intervalo da idade cronológica da amostra em estudo (11.00 aos 15.96 anos). Outro facto a reportar é a média das idades cronológicas nas duas últimas categorias da pilosidade púbica ser inferior às das idades ósseas independente dos métodos utilizados. Na categoria PP5 a diferença da média da idade óssea pelo método de Fels pela média da idade cronológica é superior a 1.24 anos. O método de Fels na PP4 tem uma média de idade de 15.7anos que excede as médias das idades para as outras duas variáveis (IC e IO TW3) para a categoria PP5.

Tabela 5.5. Estatística descritiva por estágio de maturação sexual dada pela pilosidade púbica (PP1-PP5) nas variáveis: idade cronológica e idade óssea pelos protocolos Fels e TW3 (N=264).

		N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade cronológica	Pré-púberdade (PP1)	45	11.02	12.82	11.71	0.42
	Início puberdade	44	11.00	14.13	12.33	1.02
	Puberdade (PP3)	45	12.15	15.57	13.88	0.84
	Puberdade tardia	81	13.52	15.89	14.78	0.65
	Pós-puberdade	49	14.25	15.96	15.26	0.44
Idade óssea Fels	Pré-púberdade (PP1)	45	8.30	14.26	11.37	1.31
	Início puberdade	44	10.75	14.45	12.73	1.07
	Puberdade (PP3)	45	12.55	16.54	14.48	0.93
	Puberdade tardia	81	13.08	17.88	15.71	1.09
	Pós-puberdade	49	13.77	17.87	16.50	0.94
Idade óssea TW3	Pré-púberdade (PP1)	45	8.70	12.96	10.98	0.90
	Início puberdade	44	10.17	14.46	12.17	1.09
	Puberdade (PP3)	45	11.46	16.23	13.87	0.97
	Puberdade tardia	81	12.82	16.42	14.99	0.87
	Pós-puberdade	49	13.90	16.40	15.59	0.83

5.4. Discussão

A determinação da idade esquelética recorrendo aos métodos de FELS e TW3 apresenta limitações que são reconhecidas pelos próprios autores dos métodos. Exemplo deste facto foi a preocupação dos autores do método TW3 aumentarem a variabilidade da população de referência sobre a qual foi construído o método (Tanner *et al.*, 2001).

Apesar de ambos os métodos utilizarem a radiografia da mão e punho, o TW3 limita-se à avaliação do rádio, cúbito e ossos longos (RUS), destes últimos o primeiro, terceiro e quinto raios (Tanner *et al.*, 2001). O método de Fels utiliza os ossos longos e carpais e o rácio das medidas lineares da largura das epífises e metáfises dos ossos longos (Roche, 1992). Ambos os métodos variam no grau de especificidade e descrição do critério, particularmente nas etapas mais tardias de maturação do rádio, que tem um efeito significativo no estatuto maturacional. No entanto, há mais diferenças fundamentais entre os dois métodos, particularmente respeitantes aos métodos estatísticos do sistema de pontuação e da escala de maturidade (Lenthe, Kemper, & Mechelen, 1998; Chumlea *et al.*, 1989).

O método de TW 3 assume que diferentes ossos das mãos podem estar em um estadio diferente de maturidade. Das pontuações específicas dos ossos, uma pontuação é calculada. Nesta pontuação, o rádio, ulna e carpais contribuem mais do que os ossos do metacarpo e falanges para a pontuação total. O sistema de pontuação do método Fels é baseado em um limite no qual os indicadores de maturidade estão presentes em pelo menos 50% da população de referência, na taxa de mudança de indicadores e na regularidade dessas mudanças. As pontuações específicas dos ossos resultam de uma pontuação ponderada com base num modelo probabilístico. Adicionalmente para a estimativa da idade óssea, um erro padrão da estimativa é fornecido (Chumlea *et al.*, 1989). O limite máximo da idade óssea estabelecido para o método de Fels é de 18 anos (Roche *et al.*, 1988). Enquanto para o TW3 é de 16.5 anos resultado da revisão do TW2 em que era de 18.2 anos. Na prática a mesma pontuação RUS passou a ser atribuída a indivíduos menor idade óssea (Tanner *et al.*, 2001).

Os resultados obtidos foram consistentes com os de outras pesquisas para as estimativas de maturidade esquelética com base em ambos os métodos Fels (Roche *et al.*, 1988) e Tanner-Whitehouse (Tanner *et al.*, 1983) em jovens atletas mexicanos (Peña *et al.* 1994), portugueses (Malina *et al.*, 2000) e espanhóis (Malina *et al.*, 2007).

Malina *et al.* (2007), no estudo com quarenta jovens futebolistas espanhóis com idades compreendidas entre os 12.5 e os 16.1 anos, em que a concordância foi de 55% ($Kappa=0.59$, $R_s=0.66$; $p<0.01$). Estes resultados são ligeiramente inferiores que os obtidos no presente estudo (Tabela 5.4.). Quanto à classificação por estatuto maturacional o método de FELS coloca um maior número de jovens atletas no estatuto maturacional “avançado”. Por outro lado o método TW3 classifica como “atrasados” mais do dobro dos sujeitos que o método Fels. À semelhança do trabalho supra-citado nesta pesquisa o método de Fels demonstrou ser mais sensível na identificação de indivíduos

maturacionalmente avançados. É manifesta a sobrestimação da idade óssea pelo método de Fels (figura 1).

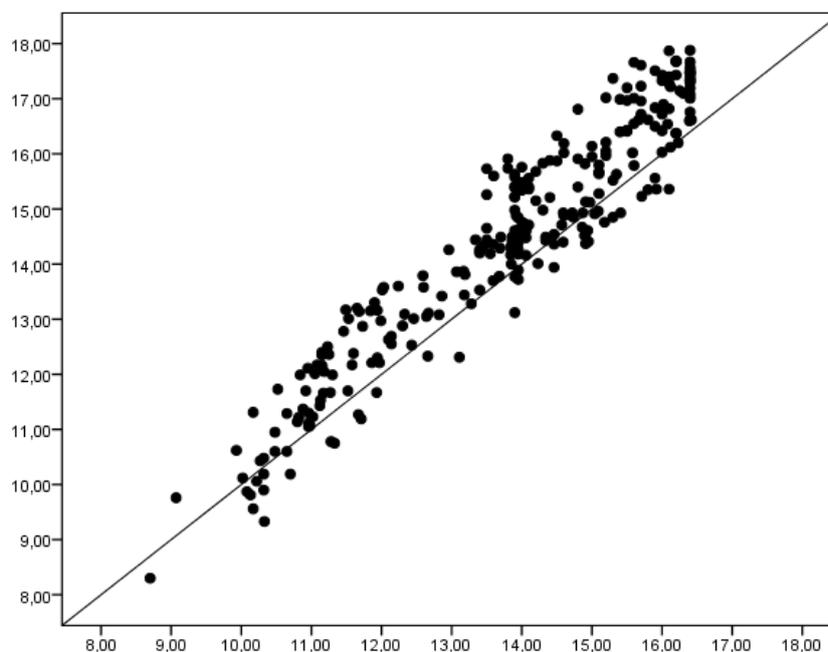


Figura 5.1. Representação gráfica do cruzamento da idade óssea determinada pela metodologia Fels (Y) e a idade óssea determinada pela metodologia TW3 (X) para a totalidade da amostra.

Existe uma associação entre a maturação sexual e a idade óssea, esta parece ser mais forte entre a idade óssea determinada pelo método TW3. Sendo os valores médios 11.7-11.4-11.0 anos para o grupo em PH1, 12.3-12.7-12.2 anos para os sujeitos em PH2, 13.9-14.5-13.9 anos para os sujeitos em PH3, 14.8-15.7-15.0 anos para os sujeitos em PH4 e 15.3-16.5-15.6 anos para os jovens atletas classificados em PH5, respectivamente, idade cronológica, idade óssea Fels e Idade óssea TW3. Estes resultados vão ao encontro do mencionado por outros autores que confirmam os indicadores de maturação esquelética e sexual como expressões de um processo único de maturação biológica (Bielicki *et al.*, 1984; Demirjian *et al.*, 1985; Malina *et al.*, 2007).

É notório que a pontuação RUS do método TW3 ao não recorrer aos ossos do carpo consegue aproximar-se mais da idade cronológica dos sujeitos, para a quase totalidade dos estádios de maturação sexual. Estes resultados podem ser interpretados pela difícil avaliação dos núcleos de ossificação do carpo quando utilizados no método Fels, que conseqüentemente aumentam as diferenças para a idade cronológica. Por outro lado também é sabido que os ossos do carpo são mais sensíveis em idades inferiores ao do nosso estudo o que levou à sua retirada da soma dos 20 ossos no TW3 (Tanner *et al.*, 1983; Tanner *et al.*, 2001).

5.5. Conclusões

Na amostra do presente estudo os peri-pubertários do sexo masculino no intervalo entre os 11.0 e os 15.9 anos de idade cronológica, a idade óssea oscila entre os 8.3-8.7 anos e os 17.8-16.4 anos. A média da idade óssea determinada pelo método Fels é 0.7 anos mais adiantada que a média resultante da utilização do método TW3. Assim, com o método TW3 observam-se menos sujeitos classificados como adiantados e mais sujeitos classificados como atrasados, comparativamente ao que acontece com a análise efectuada com base na idade estimada pelo método Fels; dependendo da metodologia (Fels ou TW3). Este facto sugere uma enorme variabilidade biológica introduzida pela maturação nas idades coincidentes com os escalões da formação desportiva. No entanto deve ter-se em consideração que estamos perante duas metodologias que diferem na sensibilidade com que lidam com os indicadores ósseos, em especial nos anos finais do crescimento. Complementarmente, a atribuição do estado maturo difere também entre estes métodos sendo um indivíduo considerado como maturo aos 18.0 e 16.5 anos de idade óssea no método Fels e TW3, respectivamente.

Capítulo VI

Discussão conclusiva, conclusões e recomendações

CAPITULO VI

DISCUSSÃO CONCLUSIVA, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Discussão conclusiva

O presente trabalho combina o sumário das investigações parcelares anteriormente apresentadas, integrando-as num conjunto de preocupações relacionadas com métodos e metodologias de avaliação da maturação biológica. O cumprimento destas observações e recomendações permitirá aos agentes desportivos, pais, treinadores e dirigentes atender ao processo de desenvolvimento desportivo, mas acima de tudo, o seu desenvolvimento enquanto organismo biológico.

A importância da avaliação da maturação biológica é uma necessidade crescente nas ciências do exercício pediátrico (Claessens, Beunen, & Malina, 2008). Os métodos para determinar o estatuto maturacional das crianças e jovens são complexos e de difícil aplicação. A sua correcta utilização pode trazer benefícios para a prescrição do exercício nesta população e da respectiva organização competitiva, o contrário poderá ter implicações desastrosas (Malina *et al.*, 2012).

Os estudos realizados nas ciências pediátricas dos quais se destacam os de crescimento (Waliszko & Jedljsk, 1976; Karlberg & Taranger, 1976; Mirwald, 1978; Beunen *et al.*, 1988; Prader, Largo, Molinari, & Issler, 1989; Roche, 1992), centram as suas pesquisas em torno de dados que possibilitem medir, observar e quantificar o estatuto maturacional de crianças e jovens. O recurso a indicadores maturacionais somáticos, sexuais e esqueléticos tem sido prática corrente, verificando-se um menor recurso a indicadores dentários. A universalidade de um indicador é uma condição essencial para que este seja considerado como tal. A sua progressão a partir do estado imaturo para o estado adulto estabelece a base para os critérios que são utilizados para avaliar o nível de maturação num determinado momento ou período da vida.

A escolha do indicador ou indicadores maturacionais passíveis de serem utilizados por especialistas desta área do conhecimento na avaliação de jovens atletas, deve ter em consideração a especificidade da amostra. Esta condiciona desde logo o método, pois a opção deverá passar por aquele em que a sua população de referência mais se aproxima dos sujeitos que compreendem a amostra (Himes, 2009).

O recurso aos indicadores maturacionais permite estabelecer as diferenças entre a idade cronológica e o indicador em estudo, possibilitando estabelecer categorias relativamente ao estatuto maturacional durante o período peri-pubertário. Por sua vez, a disponibilidade de uma escala que resuma a classificação em adiantado, normomaturado, atrasado ou maturo com implicações nos diferentes âmbitos, clínicos, forenses, prescrição de exercício físico pediátrico e organização da oferta desportiva em crianças e jovens (*i.e.* planeamento de uma possível carreira desportiva) é uma mais valia.

Os eventos maturacionais nos rapazes ocorrem relativamente mais tarde que as raparigas na grande maioria dos indicadores maturacionais, sendo esse lapso de tempo cerca de dois anos (Malina & Bouchard, 1991; Vieira & Fragoso, 2006; Malina *et al.*, 2009). A variação maturacional entre os diversos indicadores é maior nos rapazes, devido à maior duração do processo até ao estado maturo.

6.1.1. Indicadores Somáticos

Os indicadores somáticos (ou não invasivos) de entre os indicadores de maturação biológica, são aqueles que mais são utilizados, devido à sua simplicidade e facilidade de recolha. Contudo, estes estão dependentes da disponibilidade dos dados de estudos longitudinais que abrangem o período peri-pubertário, em concreto, da estatura, inclinação na curva do crescimento que assinala o salto de crescimento da puberdade com o propósito de serem usados para derivar indicadores de maturidade, tais como, idade no início do

salto de crescimento e idade na taxa máxima de crescimento durante o PVC (Malina *et al.*, 2012). De forma semelhante, se a estatura do adulto estiver disponível, ou puder ser estimada, também pode ser utilizada como um indicador de maturidade com a determinação da percentagem do tamanho adulto em diferentes idades durante o crescimento (Khamis & Roche, 1994,1995). Outro indicador da maturação somática é o *maturity offset*, proposto por Mirwald *et al.* (2002), que utiliza a idade cronológica, a massa corporal, a estatura, a altura sentado e o comprimento dos membros inferiores. Este método procura estimar a distância, em anos, a que o sujeito se encontra do pico de velocidade de crescimento para a estatura, podendo o valor ser negativo (se ainda não atingiu o PVC) ou positivo (se já alcançou ou ultrapassou o PVC).

A amplitude de resultados, reportados em estudos com a população europeia e norte-americana, aponta para idades no momento do pico de velocidade de crescimento em estatura, entre os 13.8 e os 14.2 anos (Tabela 6.1.) (Malina *et al.*, 2004a). Philippaerts *et al.* (2006), num estudo longitudinal, realizado com jovens futebolistas, calcularam, para uma amostra de 33 sujeitos, a idade no pico de velocidade de crescimento em estatura aos 13.8 ± 0.8 anos. Em futebolistas portugueses, Figueiredo (2007) com uma amostra inicial de 159 jovens, reportou valores entre os 14.0 e os 14.5 anos, com recurso à estimação indirecta através do *maturity offset*.

Tabela 6.1. Idade média de ocorrência do pico de velocidade de crescimento em estatura em rapazes.

Estudo	Pico de velocidade de crescimento em estatura
EUA, Califórnia (Stolz & Stolz, 1951)	14.1
Canadá, Saskatchewan (Mirwald, 1978)	14.3
Bélgica, Nacional (Beunen <i>et al.</i> , 1988)	14.2
Inglaterra, Harpender (Tanner, 1962)	13.9
Polónia, Varsóvia (Bielicki & Waliszko, 1975; Waliszko & Jedljnska, 1976)	13.8
Suécia, Estocolmo (Karlberg & Taranger, 1976)	14.1

Na maioria das modalidades desportivas, os jovens atletas de ambos os sexos possuem, em média, estatura e massa corporal semelhantes ou superiores aos valores de referência para a população infanto-juvenil em geral (Malina, 2002b). No estudo de Vaz (2011), a média estatural dos jovens hoquistas no final da puberdade (>15 anos de idade), tende a situar-se entre os percentis 25% e 50% dos dados de referência indicados pelo *Centers for Disease Control and Prevention*. 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 próximo do percentil 50%.

Malina & Beunen (1996), referem que o agrupamento das crianças e jovens na prática desportiva organizada por escalões etários, normalmente por períodos de dois anos, de acordo com a idade cronológica, espelha a existência de diferenças significativas na maturação, rendimento e prestação motora entre os intervenientes. As modalidades desportivas em que o tamanho corporal participa para o sucesso desportivo, tendem a favorecer os atletas maturacionalmente adiantados, com maior ênfase naqueles em que há “confronto” direto, como é exemplo o futebol e o basquetebol (Cacciari *et al.*, 1990; Peña Reyes *et al.*, 1994; Baxter-Jones, Helms, Maffulli, Baines-Preece & Preece, 1995; Malina *et al.*, 2000; Coelho e Silva *et al.*, 2008).

A percentagem de estatura matura predita, obtida numa determinada idade, pode ser obtida por métodos que recorram ao uso da idade óssea previamente determinada (Khamis & Guo, 1993) ou por métodos simplificados sem esta variável (Khamis & Roche, 1994, 1995). Estes últimos proporcionam uma estimativa razoável, não invasiva e útil do processo de maturação, enquanto variável contínua que se associa moderadamente com a idade óssea, um indicador clínico estabelecido da maturação biológica (Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007b). A percentagem de estatura matura predita apresenta a vantagem de permitir estudar a maturação biológica antes e depois do período peri-pubertário. Esta sua extensão permite interrelacionar com os estádios iniciais e terminais dos indicadores sexuais (Tabela 6.2.).

Tabela 6.2. Idade cronológica (IC), idade esquelética (IE) e correlações entre IE e IC nas idades de ocorrência de alguns indicadores maturacionais em rapazes do *Harpender Growth Study* (adaptado de Malina *et al.*, 2004).

Indicador Maturacional	IC (anos)		IE (anos)		Correlação
	Média	Dp	Média	Dp	
Genital 2	11.5	1.1	11.5	1.2	0.63
Genital 5	14.5	1.0	14.8	0.8	0.39
PH 3	13.8	0.9	13.6	1.0	0.42
PVC	13.9	1.0	14.0	0.8	0.34
95% EMP	14.6	0.7	15.1	0.3	0.05

O uso de indicadores somáticos (não invasivos) para estimar o estatuto maturacional pode ser uma possibilidade a ser adoptada pelos programas desportivos na organização do quadro categórico da competição. Reconhecendo que apresenta pequenos erros associados à sua aplicação na ordem dos 3 a 5 cm, dependendo do método escolhido, não obstante, a sua simplicidade e operacionalidade nas mãos de profissionais com experiência podem ser muito reduzidos (Malina *et al.*, 2004; Himes, 2009).

Nos programas de desenvolvimento desportivo a longo prazo os indicadores não invasivos têm sido utilizados com maior frequência. A determinação da predição da estatura matura, o momento antes e depois PVC e a idade de ocorrência do PVC com recurso a fórmulas onde se utiliza as medições da estatura, altura sentado, comprimento estimado dos membros inferiores e massa corporal dos sujeitos pode ser uma alternativa. Trata-se de uma metodologia de fácil implementação e que implica apenas o treino de quem as efetua (Mirwald *et al.*, 2002). Na sua utilização temos sempre o erro de medida e o erro proveniente da população de referência das fórmulas.

6.1.2. Indicadores Sexuais

A maturação sexual é um processo contínuo que começa com a diferenciação sexual no período embrionário, passando pela puberdade até a maturidade sexual completa e fertilidade. A puberdade é um período de transição no processo, que inclui o surgimento de características sexuais secundárias, e a maturação do sistema reprodutivo. O seu poder informacional enquanto indicador está circunscrito a um período temporal pequeno ao contrário do que acontece no indicador esquelético, que pode ser avaliado desde o nascimento até ao estado maturo (Tanner, 1962; Acheson, 1966; Gill, 1996).

A utilização dos estádios de desenvolvimento da pilosidade púbica de entre os caracteres sexuais secundários é o mais adequado por permitir uma observação fácil e rápida, apresentando no entanto algumas limitações, como a restrição aos anos pubertários e invasão da privacidade individual. Poder-se-á recorrer à auto-avaliação estando sempre implícita a sobrestimação nos estádios iniciais ou subestimação nos terminais por parte dos sujeitos e consequente falta de concordância com a avaliação efectuada pelo perito (Beunen, 1989; Malina & Beunen, 1996; Matsudo & Matsudo, 1994; Roche & Sun, 2003; Baxter-Jones, Eisenmann & Sherar, 2005). Outra limitação comum está associada aos dados de jovens atletas que são reportados como médias ou estádios médios e 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 categorização em cinco estádios é pouco sensível na discriminação dos sujeitos, uma vez que se integra no mesmo estádio um jovem que esteja a entrar nesse estádio e um outro que esteja já na transição para o estádio seguinte. Se considerarmos que o percurso dentro de cada um destes indicadores assume uma grande variabilidade, podendo um indivíduo passar por todas as etapas num período de dois anos ou demorar cinco ou mais anos até atingir o estado maturo. Por estas razões, vários autores pensam ser

importante acrescentar a idade cronológica na interpretação dada à maturação sexual. (Beunen 1989; Claessens, Beunen & Malina, 2000; Malina *et al.*, 2004a; Baxter-Jones *et al.*, 2005).

No nosso estudo a distribuição dos jovens peri-pubertários pelos estádios de maturação sexual (PH1<PH2<PH3<PH4<PH5) é gradual quando se avança na idade cronológica, coincidente com os da população em geral, o mesmo se verifica para a idade esquelética. Estes resultados parecem estar de acordo com os de Sun *et al.* (2002) onde, numa amostra de 4263 crianças dos 8 aos 19 anos procuraram identificar o momento de ocorrência dos diferentes estádios de maturação sexual (desenvolvimento genital e pilosidade púbica – nos rapazes; desenvolvimento da mama e pilosidade púbica – nas raparigas) em diferentes grupos étnicos (Tabela 6.3.).

Tabela 6.3. Análise comparativa da mediana, média e erro padrão, em anos, de entrada nos estádios de pilosidade púbica em rapazes caucasianos não-hispânicos (adaptado de Sun *et al.*, 2002) e o nosso estudo.

Estadio de maturação sexual	n	Sun <i>et al.</i> , 2002			n	Presente estudo		
		Mediana	Média	Erro padrão		Mediana	Média	Erro padrão
PH1					59	11.53	11.62	0.06
PH2	42	11.98	11.81	0.16	62	12.12	12.34	0.12
PH3	39	12.65	13.03	0.27	70	13.85	13.81	0.09
PH4	75	13.56	14.89	0.18	118	14.80	14.74	0.06
PH5	133	15.67	16.84	0.13	109	15.40	15.27	0.04

Coelho e Silva *et al.* (2008), num estudo com 59 basquetebolistas cadetes de 14-15 anos, identificaram uma tendência similar à do presente estudo, tendo registado uma maior concentração de jovens nos estádios PH4 (n=31) e PH5 (n=22). Os que se encontram no último estadio (PH5) apresentam melhores resultados nos testes de desempenho independentemente de terem 14 ou 15 anos.

Os caracteres sexuais secundários para além da invasão da privacidade do sujeito por parte do observador (mesmo tratando-se de um clínico) acarreta consigo a problemática da delimitação de estadio, não sabendo quando

começa ou acaba, isto é, a taxa de progressão para o próximo estágio (cadência) (Hauspie, 2002; Tanner *et al.*, 1976). A sua utilização carece de clínicos dedicados ao acompanhamento a longo prazo.

Entre os indicadores sexuais não existe uma relação consistente podendo um indivíduo estar no estágio PH4 e no G2. Implicando o seu estudo separadamente para uma correta determinação da maturação sexual com base no indicador estudado. Mesmo quando estudamos cada indicador de forma isolada o percurso temporal deste não é constante entre estágios, não obstante da passagem por todos eles.

6.1.3. Indicadores Esqueléticos

De acordo com vários investigadores, a maturação esquelética assume-se como o melhor método de avaliação da maturação biológica (Beunen *et al.*, 1997a; Claessens *et al.*, 2000; Jones, Hitchen & Stratton, 2000; Roche & Sun, 2003; Rowland, 2004; Stratton *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Baxter-Jones *et al.*, 2005; Ribeiro, 2005; Rama, Santos, Gomes, & Alves, 2006; Malina *et al.*, 2007a; Morais, 2007; Figueiredo *et al.*, 2009).

A maturação esquelética ao ser avaliada através do uso de radiografias da mão e punho, recorrendo aos núcleos ósseos e à sua diferenciação durante o processo maturacional, é a mais usada e referenciada pela comunidade científica independentemente do método adoptado (Beunen *et al.*, 1997a; Freitas *et al.*, 2004; Malina *et al.*, 2004a; Peña Reyes & Malina, 2004).

As diferenças entre a idade óssea e a idade cronológica, nos rapazes peri-pubertários, pode ser de 3.5 anos em sujeitos que apenas têm seis meses de diferença cronológica entre eles, respectivamente 12.0 a 12.5 anos. Esta dissemelhança tem tendência a esbater-se após a puberdade e à medida que se aproximam do estatuto maturo, revelando-se assim o seu carácter provisório (Malina *et al.*, 2009).

Malina *et al.* (2000), num estudo com 128 jovens futebolistas portugueses com idades compreendidas entre os 11 e os 16 anos (pertencentes aos escalões de infantis, iniciados e juvenis), demonstraram que a partir dos 13 anos se verificava um maior número de jogadores avançados maturacionalmente, que em idades inferiores, onde a distribuição é mais homogénea pelas categorias atrasado, normomaturado e adiantado. A forte correlação existente entre a maturação esquelética e a somática está latente através dos jogadores que se encontram avançados maturacionalmente independentemente do escalão em que se encontram.

Os resultados obtidos no nosso estudo quanto ao estatuto maturacional dado pelo indicador esquelético vão ao encontro de trabalhos de outros autores (Claessens *et al.*, 2000; Malina *et al.*, 2004a; Baxter-Jones *et al.*, 2005). Com efeito, a maioria dos sujeitos encontram-se colocados na categoria normomaturado e o número de elementos na categoria avançado maturacionalmente é superior aos classificados com a categoria de “atrasados”. Quando estudados separadamente por escalão etário, até aos 12 anos de idade as categorias tendem a estar representadas de igual forma. No entanto, após esta idade, constata-se um aumento das categorias avançado e normomaturado em detrimento dos seus pares “atrasados”.

O indicador esquelético, sendo o que documenta a maior amplitude temporal de marcos maturacionais é o eleito de muitos especialistas como Gold Standart (Engebretsen, *et al.*, 2010), considerando-se a exposição radiológica mínima e negligenciável para obtenção da radiografia da mão e punho (Radiological Society of North America, 2009). A necessidade de equipamento e pessoal credenciado e a sua posterior leitura por um dos métodos dificulta a sua utilização. Quanto aos métodos a sua escolha deve ter em consideração o estrato etário dos jovens e a sua proveniência (Gilli, 1996).

A utilização sistemática da idade óssea com o objectivo de conhecer a “janela de oportunidade” para melhor planear as cargas de treino em jovens futebolistas com estatutos maturacionais diferentes têm sido uma ferramenta adotada nas escolas de futebol do Manchester desde 2001 a 2007, com objectivo de minimizar as lesões e simultaneamente realizar a prognose do potencial desportivo (Johnson *et al.*, 2009). Este poderá ser um exemplo a seguir em organizações com estruturas e recursos humanos especializados.

O uso de métodos imagiológicos não-invasivos (sem radiação ionizante) para determinação da idade óssea como a ressonância magnética (RM) e a ultrassonografia (US) podem ser alternativos à radiografia, por isso, devem ser melhor estudados. A RM demonstra o encerramento epifisário de forma mais evidente, permitindo uma melhor classificação. A US pode ter o potencial para avaliar as placas de crescimento no punho.

6.1.4. Indicadores Dentários

Na determinação da idade dentária com recurso ao método de Demirjian são vários os autores (Staaf, Mörnstad, & Welander, 1991; Mörnstad, Reventlid, & Teivens, 1995; Koshy & Tandon, 1998; Farah, Booth, & Knott, 1999; Liversidge, Speechly, & Hector, 1999; Teivens & Mornstad, 2001; Willems *et al.*, 2001; Eid, Simi, Friggi, & Fisberg, 2002; Leurs, Wattel, Aartman, Etty, & Prah-Andersen, 2005; Liversidge *et al.*, 2006), que obtiveram nos seus resultados uma sobrestimação da idade cronológica, sugerindo que esta sobrestimação é uma constante, quando se determina a idade dentária de crianças e jovens de acordo com o método de Demirjian.

Numa pesquisa em raparigas e rapazes brasileiros com idades compreendidas entre os 6 e 14 anos a idade dentária encontrava-se avançada em 0.6 anos e 0.7 anos, respectivamente, em relação à idade cronológica, com diferenças significativas ($p < 0,001$) (Eid *et al.*, 2002).

Demirjian *et al.*, (1973), chama a atenção para o facto de que no sistema de pontuação (*scores*), os padrões apresentados, foram calculados a partir duma amostra de origem Franco-canadiana e, por tal, a possibilidade de não serem transponíveis directamente para outras populações, sendo necessário proceder a ajustamentos ao método, quando aplicado a outras populações.

Os nossos resultados demonstraram que, os peri-pubertários, obtiveram uma sobrestimação em todas as idades em média 0.7 anos. Contudo, esta sobrestimação não foi igual em todos os grupos etários, sendo o grupo etário do intervalo 11.0-12.9 anos, o que apresentou o maior valor de sobrestimação (1.2 anos) respectivamente. Uma explicação possível para os resultados neste intervalo etário pode ser o momento de início da puberdade, o que, proporciona uma grande disparidade no progresso maturacional inter-indivíduos. No percurso para o estado maturo a variabilidade diminui como prova a diferença das médias entre a ID e IC no intervalo do grupo etário 13.0-15.9 anos, (0.4anos).

A grande dificuldade que existe em comparar os resultados obtidos na determinação da ID é explicada com a utilização de diferentes métodos entre estudos (Maber *et al.*, 2006), alguns dos quais, investigaram em crianças vivas (Moorrees *et al.*, 1963) e outros em restos esqueléticos (Liversidge & Speechly, 2001).

O método de Demirjian *et al.*, (1973) foi concebido, para medir a maturidade dentária, permitindo a comparação entre grupos. De facto, embora a utilização do método de Demirjian em várias populações do mundo assuma que o sistema de valores da maturação em função do estadio, tipo de dente e sexo é de aplicação universal, a conversão para a idade dentária pode depender da população alvo (Eid *et al.*, 2002).

São vários os estudos (Frucht, Schnegelsberg, Schulte-Monting, Rose, & Jonas, 2000; Leurs *et al.*, 2005; Eid *et al.*, 2002; Willems *et al.*, 2001) que demonstram um melhor desempenho do método quando é modificado para se adaptar aos sistemas de valores da maturação dentária da população alvo. Uma explicação proposta para as diferenças de maturação, entre as diferentes populações testadas com o método de Demirjian e a população referência, é a tendência secular. A corroborar esta justificação são vários os autores (Liversidge *et al.*, 1999; Proy & Gautier, 1985; Nyström, Ataja, Kataja *et al.*, 1986; Nyström, Ranta, Kataja *et al.*, 1988; Zhao, Ding & Li 1990; Davis & Hagg 1994), que apontam a tendência secular positiva destes últimos 25 anos no crescimento e desenvolvimento em relação à população referência como responsável do avanço na maturação dentária.

A população inglesa também foi estudada por Liversidge *et al.* (1999), concluindo que os padrões de maturação dos Franco-canadianos não são adequados à população inglesa, reforçando a ideia de se desenvolver padrões específicos para as crianças britânicas. Outros trabalhos publicados (Koshy & Tandon, 1999; Liversidge, 2003) explicam os resultados obtidos atribuindo-os a diferenças culturais e étnicas, bem como, à influência de factores ambientais, como os factores socioeconómicos, estado de nutrição, hábitos dietéticos, que são, obviamente, diferentes nas diversas populações encontradas.

A idade dentária através da ortopantomografia apresenta alguns problemas de operacionalização, acrescidos da exposição à radiação e leitura. Podendo ser ultrapassados quando prescrita pelo estomatologista com o propósito clínico, sendo, oportunamente estimada a idade dentária. A sua difícil associação com os demais indicadores suportada na sua origem embriológica, recomenda a sua utilização nunca isolada. Contudo, vários autores concluíram que a idade dentária é a que mais se aproxima da idade cronológica (Corral, *et al.*, 2010; Eto & Mazzeiro, 2005; Vallejo-Bolanós & España-Lopez, 1997; Green, 1961).

6.1.5. Inter-relação entre os indicadores

A relação existente entre os diferentes indicadores nos peri-pubertários masculinos parece apresentar uma estabilidade temporal (11-15 anos de idade) semelhante à apresentada na Figura 7.1.. Esta “retrata” os resultados por nós obtidos neste estudo transversal em crianças e jovens com uma prática desportiva regular semelhante à de muitas outras.

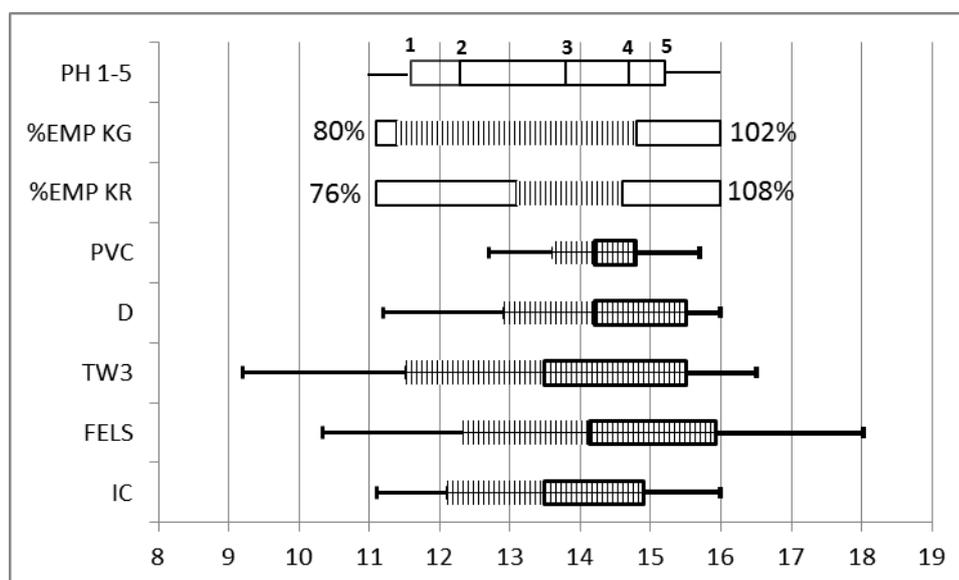


Figura 7.1. Diagrama da distribuição dos indicadores maturacionais (média, desvio-padrão mínimo e máximo) por idade cronológica na amostra de 76 jovens masculinos. Nota: A pilosidade púbica reporta-se às médias das idades da amostra do estudo 1 (n=418) para cada estado.

À semelhança dos resultados obtidos por Bielicki *et al.*, (1984) o indicador dentário destaca-se superiormente com o valor da média das idades dentárias, não obstante de sobrepôr todo o intervalo etário da amostra. Possivelmente, o valor máximo é limitado pelo próprio protocolo (16 anos), havendo autores (Willems *et al.*, 2001; Liversigde, 2010) que sugerem o uso do terceiro molar para estender a escala, porque só assim se obterá o estatuto maturo dentário. De entre os indicadores maturacionais é aquele que tem um menor desvio

padrão praticamente coincidente com a IC, se excluirmos a idade do PVC, que tem valor (14.1 anos) igual à média das idades dentárias.

Quanto ao PVC este encontra-se dentro dos valores dos estudos longitudinais de crescimento 14.0 ± 0.8 anos e 13.9 ± 1.1 anos, respectivamente Harpenden Growth Study e Wroclaw Growth Study (Marshal, 1974; Bielicki *et al.*, 1984).

O indicador esquelético através do protocolo TW3 apresenta uma média de idade muito próxima da idade cronológica, enquanto pelo protocolo de Fels esta é sobrestimada em 0.5 anos. Estes resultados são consistentes com os descritos por outros autores (Malina *et al.*, 2007; Pena Reyes *et al.*, 2001), onde para a generalidade dos casos a idade óssea pelo protocolo Fels resulta em valores superiores relativamente ao que acontece com o método TW3. Acrescente-se o facto que a média das idades pelo método de Fels difere apenas em 0.1 anos das médias de idades dentárias e PVC. Outro aspecto reportado é a sensibilidade específica entre os protocolos na atribuição da categoria maturacional. Numa amostra de futebolistas com 11-12 anos ($n=87$) o método TW3 parece tender para classificar como atrasados sujeitos que no método Fels são considerados normomaturados, enquanto o método Fels classifica em maior número sujeitos como sendo adiantados verificando-se, assim, uma tendência para a sobrestimação através do método de Fels relativamente ao método TW3 (Figueiredo *et al.*, 2007).

Apesar do intervalo da IC para a nossa amostra estar compreendido entre os 11.1 e 15.9 anos, os intervalos da percentagem da estatura matura predita situam-se entre os 80% e os 102% (média=91%) e os, 76% e os 108% (média=92%), respectivamente para o protocolo KG e KR. Os sujeitos colocados nestes extremos têm 11.4 e 14.8 anos 13.1 e 14.6 anos, respectivamente. O protocolo KG apresenta vantagens ao inserir na sua fórmula a idade óssea (dada pelo Fels), uma vez que as relações entre maturação esquelética e percentagem obtida de estatura adulta são

moderadamente altas e positivas durante os anos pré-púberes (Malina *et al.*, 2009). Contudo, o protocolo KR apesar de aumentar a amplitude do intervalo de percentagens e não recorrer à IO também parece ser um bom indicador, pois, os seus autores encontraram 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 (Khamis & Roche, 1994, 1995).

A manifestação por excelência do salto pubertário na maturação sexual tem lugar quando se dá a maior diferença na média das idades entre os estádios PH consecutivos, correspondente aos sujeitos colocados no PH3 (13.8 anos) e os colocados no PH2 (12.3 anos) (Figura 7.1.). São vários os estudos (Bielicki *et al.*, 1984; Demirjian *et al.*, 1985) que afirmam que os indicadores de maturidade sexual e somática estão positivamente relacionados durante a puberdade. Todas as correlações são de moderadas a altas, sugerindo, assim, que os jovens precoces ou tardios na maturação sexual são, respectivamente, precoces ou tardios no tempo do salto de crescimento em estatura. Também na manifestação de outros indicadores de maturação sexual, um jovem que é precoce ou tardio na aparição de um indicador tende a ser precoce ou tardio nos demais indicadores sexuais.

6.1.6. Implicações

A idade de ocorrência dos marcos (*milestones*) pubertários, é importante individualmente nas vertentes cognitiva, psicológica, social, cultural, e como um indicador de saúde pública. Estes ao serem avaliados por indicadores biológicos mais visíveis (somáticos e caracteres sexuais secundários) tornam-se alvo do escrutínio da sociedade em geral, por vezes com carácter negativo.

A estatura e a massa corporal há muito que são elementos caracterizadores de populações específicas (continentes e países) quanto ao

seu aspecto morfológico, mas, e também, enquanto indicador relativo aos seus hábitos e estilos de vida (Herman-Giddens *et al.*, 2004).

A determinação da maturação biológica das crianças e jovens deve recorrer a mais do que um indicador (Serinelli *et al.*, 2011; Schmeling, Olze, Reisinger, & Geserick, 2001). Na impossibilidade o uso preferencial da idade óssea enquanto indicador isolado é o que oferece maiores garantias. O método de Fels oferece uma escala que documenta um maior número e eventos maturacionais, mas a sua complexidade implica um perito para a sua aplicação (Gilli, 1996).

Independente da adoção de um indicador em detrimento de outro ou de conjunto de indicadores urge actuar na prescrição de exercício físico em crianças e jovens como medida de saúde pública (i.e. no combate à obesidade infanto-juvenil e no acolhimento de hábitos e estilos de vida saudáveis). Da mesma forma na organização desportiva dos jovens com o objectivo de proporcionar uma prática entre pares no mesmo “momento” maturacional. A implementação do estatuto maturacional como referência para o enquadramento dos escalões competitivos em vez da idade cronológica reduzirá as lesões e aumenta as possibilidades de sucesso (Broderick & McKay, 2009), impedindo a exclusão e o abandono precoce de alguns jovens, e levando a que os agentes desportivos centrem as suas atenções no imediato no desenvolvimento da criança como um todo e no resultado desportivo a longo prazo.

As exigências sócio-culturais que são colocadas aos adolescentes devem respeitar o seu estatuto maturacional enquanto ser biológico que o é. Os agentes (Pais, Professores, Educadores, Técnicos Desportivos) devem ser os guardiões desta premissa, sob pena de hipotecarem um melhor futuro para a sociedade.

O sucesso académico e desportivo são os *out-puts* que os adultos procuram estabelecer nas crianças e jovens, independentemente do seu “estado” maturacional ou dos seus pares. A organização do “mundo dos pequenos”, é feita pelos adultos e com base na idade cronológica é necessária a mudança de paradigma, para um que respeite o ser biológico.

A puberdade é um período dinâmico de desenvolvimento marcado por rápidas mudanças no tamanho, forma e composição do corpo, é imprescindível respeitar os seus *timings* e tempo para um crescimento saudável da criança e jovem.

A complexidade do processo de maturação biológica e o período a que este está subjacente implica a escolha de indicadores que espelhem a idade biológica dos sujeitos para uma correcta avaliação do seu estatuto maturacional.

6.2. Conclusões

Antes de passarmos às conclusões propriamente ditas impõe-se reconhecer algumas limitações ao estudo. Após as conclusões efectuaremos sugestões para novos estudos. Para encerrar o capítulo decidimos colocar algumas recomendações.

6.2.1. Limitações ao estudo

- A dimensão amostral para o indicador dentário estar confinada ao intervalo etário dos 11 aos 15 anos de idade, e remeter-se ao sexo masculino.
- Tratando-se de uma amostra de jovens atletas não foi realizada qualquer análise dos dados onde fosse explorada a variável rendimento desportivo.
- O facto de se tratar de estudos transversais não permite fazer algumas comparações com os poucos estudos longitudinais existentes.

6.2.2. Conclusões propriamente ditas

A determinação da maturação biológica em crianças e jovens deve ser efectuada através de mais do que um indicador. A escolha destes deve ter em consideração as metodologias disponíveis e a aplicabilidade das mesmas à população em estudo.

As metodologias utilizadas devem permitir uma classificação categórica no que diz respeito ao estatuto maturacional dos sujeitos. Esta deve ser composta pelas categorias atrasado, normomaturado, adiantado e maturo.

A determinação da maturação biológica através da idade óssea com recurso à radiografia da mão e punho esquerdo é considerado o Gold Standart de entre os indicadores mais estudados.

Na selecção do método da determinação da idade óssea é pertinente o domínio deste, para minimizar os erros de avaliação. O método TW3 apresenta vantagens na utilização da escala RUS, pois, ao não considerar os ossos do carpo minimiza o erro, contrariamente ao que sucede com o método de Fels. O controlo da qualidade dos dados deve contemplar a avaliação intra-observador e inter-observador, independentemente do método adotado.

O método Demirjian (1973), quando aplicado a amostras da população portuguesa parece sobrestimar a idade dentária. Demonstrando a necessidade de ajustar a escala. A possibilidade de considerar o terceiro molar na avaliação será uma forma de alargar o limite temporal da escala e conseqüentemente reduzir o número de sujeitos que atingem o estatuto de maduros.

Verificou-se uma associação entre os indicadores esquelético, somático e sexual. Relativamente ao indicador dentário parece existir uma independência deste em relação aos restantes.

Os indicadores somáticos têm latente o erro do observador e das respectivas fórmulas do protocolo. A sua fácil operacionalização faz destes indicadores um recurso ao dispor de quem não tem acesso a outros indicadores que recorrem a metodologias mais elaboradas e onerosas.

A pilosidade púbica enquanto indicador é restrito, não possibilita identificar o momento de início ou de mudança de patamar maturacional. A sua classificação em cinco estadios impossibilita uma correta concordância com as categorias adotadas para os outros indicadores, resumidas a quatro estadios (atrasado, normomaturado, avançado e maduro).

6.2.3. Sugestões para futuras investigações

- Alargar os estudos às idades anteriores aos anos peri-pubertários, uma vez que o início da prática desportiva intensiva dá-se mais cedo, em modalidades colectivas e individuais.
- Investigar o sexo feminino nas variáveis estudadas e acrescentar outros indicadores maturacionais específicos, como por exemplo a menarca;
- Desenvolver um estudo que contemple também a variável rendimento desportivo para diferentes modalidades desportivas colectivas e individuais.
- Estudar o relacionamento hormonal com os demais indicadores. Quantificar a concentração de hormonas em particular testosterona e hormona do crescimento.
- Estabelecer um modelo explicativo para a maturação biológica com base nos diferentes indicadores, específico para os péri-pubertários portugueses.
- No indicador esquelético efectuar a adequação das escalas de pontuação para a população portuguesa na metodologia de TW3.
- Alargar a dimensão amostral no indicador dentário de forma a permitir uma adequação das escalas de pontuação para a população portuguesa na metodologia de Demirjian.
- Recorrer à utilização do 3º molar e determinar qual a associação que este estabelece com os demais indicadores, dentários, esqueléticos, somáticos, sexuais e concentrações hormonais específicas.

- Recorrer a técnicas imagiológicas que não utilizem radiações ionizantes, como é o exemplo a ressonância magnética e a ultrassonografia.

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA

- Abade, H.M. (2008). Morfologia e iniciação desportiva em jovens nadadores. *Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e jovens*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.
- Acheson, R. (1966). Maturation of the skeleton. In F. F, *Human development* (pp. 465-502). Philadelphia, Pa, USA: Saunders.
- Aroso, J., & Ribeiro, B. (2000). A influência da maturação no rendimento físico e técnico de jovens futebolistas: Estudo realizado em futebolistas do sexo masculino entre os 13 e os 15anos de idade. In *Treino e Avaliação de Força e Potência muscular - Actas do 1º Simpósio* (pp. 233-246). Maia: Instituto Superior da Maia.
- Baxter-Jones, A., & Malina, R.M. (2001). Growth and maturation issues in elite young athletes: Normal variation and training. In N. Maffulli, K.M. Chan, R. Macdonald, R.M. Malina, & A.W. Parker (Eds). *Sports Medicine for Specific Ages and Abilities*. Churchill Livingstone.
- Baxter-Jones, A., Eisenmann, J., & Sherar, L. (2005). Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Science*, 17,18-30.
- Baxter-Jones, A., Helms, P., Maffulli, N., Baines-Preece, J., Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Annals of Human Biology*. Vol. 22 (5): 381-394.
- Bayer, L.M., & Bayley, N. (1959). *Growth Diagnosis: Selected Methods for Interpreting and Predicting Development from One Year to Maturity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Bayley, N., & Pinneau, S. (1952). Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with greulich-Pyle hand standards. *J Pediatr*, 40, 423-41.
- Beunen, G. & Malina, R.M. (1988). Growth and Physical Performance Relative to the Timing of the Adolescent Spurt. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 16 (1), 503-540.
- 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. (1993). Biological maturation and physical performance. In W. Duquet & J. Day, *Kinanthropometry IV*. London: New York: E & F Spon.
- Beunen, G., & Malina, R.M. (1996). Growth and biological maturation: Relevant to athletic performance. In O. Bar-Or (Ed.). *The Child and Adolescent Athlete*. Encyclopedia of Sports Medicine. 6: Blackwell Science.
- Beunen, G., Malina, R., Lefevre, J., Claessens, A., Renson, R., Simons, J., et al. (1996). Prediction of adult stature and noninvasive assesement of biological maturation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(2), 225-230.
- Beunen, G., Malina, R., Lefevre, J., Claessens, Al., Person, R., & Simons, J. (1997b). Prediction of adult stature and noninvasive assement of biological maturation. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 29 (2): 225–230.

- Beunen, G., Malina, R.M., Lefevre, J., Claessens, A.L., Renson, R., Kanden Eynde, B., Vanreusel, B., & Simons, J. (1997a). 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., Malina, R.M., Van't Hof, M.A., Simons, J., Ostyn, M., Renson, R., & Van Gerven, D. (1988). Adolescent growth and motor performance: a longitudinal study of Belgian boys. HKP Sport Science Monograph Series. Cham- paign, Ill, USA: Human Kinetics Books..
- Beunen, G., Rogol, A., & Malina, M. (2006). Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food and Nutrition Bulletin*, 27(4), S244-S256.
- Bielicki, T. (1975). Interrelationships among certain measures of growth and maturation rate in girls during adolescence. *Studies Physical Anthropology*, 1, 51-64.
- Bielicki, T., & Waliszko, A.. (1975). Wroclaw Growth Study: Part I: Females. *Stud Phys Anthropol*; 2:53-83.
- Bielicki, T., Koniarek, J., & Malina, R.M. (1984). Interrelationships among certain measures of growth and maturation rate in boys during adolescence. *Annals of Human Biology*, 11 (3), 201-210.
- Billewicz, W.Z., Fellowes, H.M., & Thomson, A.M. (1981). Pubertal changes in boys and girls in Newcastle upon Tyne. *Annals of Human Biology*, 8, 211-219.
- Boersma, B., & Wit, J.M. (1997). Catch-up growth. *Endocr Rev*, 18:646-66.
- Bogin, B. (2002). The Evolution of Human Growth. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 295-320). California: Academic Press.
- Broderick, C., & McKay, D. (2009). Reducing the risk of injury in young footballers. *BMJ*; 338:b1050.
- Bull, R.K., Edwards, P.D., Kemp, P.M., Fry, S., & Hughes, I.A. (1999). Bone age assessment: a large scale comparison of the Greulich-Pyle, and Tanner and Whitehouse TW2) methods. *Archives of Disease in Childhood*, 81, 172-173.
- Cacciari, E., Mazzanti, L., Tassinari, D., Bergamaschi, R., Magnani, D., Zappula, F., Nanni, G., Cobiachi, C., Ghini, T., Pini, R., & Tani, G. (1990). Effects of sport (football) on growth: Auxological, anthropometric and hormonal aspects. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 61: 149-158.
- Cameron, N. (2002). Assessment of Maturation. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 363-382). London: Academic Press.
- Camilo Alves, A., Sousa, M., Ruiz, I., Silva, L., Toscano, M., Belo, N., *et al.* (1980). Estudo piloto sobre o crescimento de indivíduos do sexo masculino (9-17 anos). *Acta Med Port.*, 2, 89-105.
- Carter, B., Tanner, J., Landt, K., Cameron, N., & Patel, J. (1983). Prediction of Adult height from height and bone age in childhood. *Archives of Disease in Childhood*, 58, 767-776.

- Carvalho, H. (2008). Tamanho corporal, fraccionado da massa apendicular do membro inferior e maturação como determinantes do desempenho em provas concorrentes predominantemente anaeróbias. *Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens*, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.
- Carvalho, H. M., Coelho E Silva, M., Figueiredo, A., Gonçalves, C., Rego, I., Malina, R., *et al.* (2006). Maturity-associated variation in body size, functional capacities and sport-specific skill tests of male basketball players 14-15 years. In *Actas* (pp. 63-65).
- Carvalho, H.M., Silva, M.J.C., Figueiredo, A.J., Gonçalves, C.E., Rego, I., Malina, R.M. (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*, 12, 63-64.
- Cattaneo, C., Grillo, B.P., Venegoni, C., & Grandi, M. (2003). Determinazione dell'età di giovani extracomunitari ai fini della valutazione dell'imputabilità: confronto tra metodo dentario e radiologico. *Jura Medica*. 3:469-76.
- Chumlea, W.C., & Guo, S.S. (2002). Assessment of Human Growth. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 349-362). London: Academic Press.
- Chumlea, W.C., Roche, A.F., & Thissen, D. (1989). The Fels method of assessing the skeletal maturity of the hand-wrist. *American Journal of Human Biology*. 1, 175-183.
- 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., Beunen, G., & Malina, R. (2008). Anthropometry, physique, body composition and maturity. In N. Armstrong, W. van Mechelen (Eds). *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press, Second Edition.
- Claessens, A., Lefevre, J., Beunen, 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, M.J., Figueiredo, A.J., & Malina, R.M. (2003). Physical Growth and Maturation-Related Variation in young Male Soccer Athletes. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. Vol. 8: 34-50.
- Coelho e Silva, M., Figueiredo, A., Sobral, F., & Malina, R.M. (2004). Profile of youth soccer players: age-related variation and stability. In M. Coelho e Silva, & R.M. Malina (Eds). *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra: Imprensada Universidade.
- Coelho e Silva, M.J., Figueiredo, A.J., Carvalho H., & Malina, R.M. (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*, 8: 277-285.
- Cole, J. (2002). Growth References and Standards. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 383-415). California: Academic Press.

- Corral, C., García, F., García, J., León, P., Herrera, A., Martínez, C., & Moreno, F. (2010). Chronological versus dental age in subjects from 5 to 19 years: a comparative study with forensic implications. *Colombia Médica*. vol. 41, núm. 3, julio-septiembre, pp. 215-223.
- Cox, L.A. (1996). Tanner-Whitehouse Method of Assessing Skeletal Maturity: Problems and Common Errors. *Horm Res*, 45(Suppl.2):53-55. (DOI: 10.1159/000184848)
- Deming, J. (1957). Application of the Gompertz curve to the observed pattern of growth in length of 48 individual boys and girls during the adolescent cycle of growth. *Human Biology*. 29: 83-122.
- Demirjian, A. (1986). Dentition. In T. J. Falkner F, Human growth (p. 269–98). New York: Plenum.
- Demirjian, A., Buschang, P., Tanguay, R., & Patterson, D. (1985). Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod*, 88, 433-8.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology* 45: 211-227. Retrieved from <http://scholar.google.pt/scholar?q=DENTAL+AGE&hl=pt-PT&lr=#1>.
- Duke, P., Litt, I., & Gross, R. (1980). Adolescents self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics*, 66, 918-920.
- Dvorak, J., George, J., Junge, A., & Hodler, J. (2007). Application of MRI of the wrist for age determination in international U-17 soccer competitions. *Br J Sports Med*. 41(8):497-500.
- Eid, R.M., Simi, R., Friggi, M.N., & Fisberg, M. (2002). Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to 14 years using Demirjian's method. *International Journal of Paediatric Dentistry*.;12(6):423-8.
- Ellison, P. (2002). Puberty. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 65-84). California: Academic Press.
- Engelbrechtsen, L., Steffen, K., Bahr, R., Broderick, C., Dvorak, J., Janarv, P., Johnson, A., Leglise, M., Mamisch, T.C., McKay, D., Micheli, L., Schamasch, P., Singh, G.D., Stafford, D., & Steen, H. (2010). The International Olympic Committee Consensus Statement on age determination in high-level young athletes. *Br J Sports Med*, 44: 476-484.
- Eto, L. F., & Mazzeiro, E. T. (2005). Correlação entre os estágios de mineralização dentária na arcada inferior e a idade esquelética. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, 10(1), 131-138.
- Farah, C.S., Booth, D.R., & Knott, S.C. (1999). Dental maturity of children in Perth, Western Australia, and its application in forensic age estimation. *Journal of Clinic Forensic Medicine*.;6(1):14-8.
- Faulkner, R. (1996). Maturation. In D. Docherty (Ed.). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Canadian Society for Exercise Physiology.
- Figueiredo, A., Coelho e Silva, M., Dias, J., & Malina, R.M. (2005). Age and maturity-related variability in body size and physique among youth male Portuguese soccer players. In T, Reilly, J, Cabri, & D. Araújo (Eds). *Science and Football/V*. London: Routledge.

- Figueiredo, A.F., Gonçalves, C.E., Coelho e Silva, M.J., & Malina, R.M. (2009a). Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*. Vol. 36 (1): 60-73.
- Figueiredo, A.F., Peña Reyes, M.E., Coelho e Silva, M.J., & Malina, R.M. (2009b). *O Jovem Futebolista – Uma perspectiva auxológica*. Câmara Municipal de Cantanhede e Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física; pp. 41.
- Figueiredo, A.J. (2008). Morfologia, crescimento pubertário e preparação desportiva - estudo em jovens futebolistas dos 11 aos 15 anos. *Doutoramento em Educado Física e Desporto - especialidade em Ciências do Desporto*. Universidade de Coimbra.
- Flor-Cisneros, A., Roemmich, J. N., Rogol, A. D., & Baron, J. (2006). Bone age and onset of puberty in normal boys. *Molecular and cellular endocrinology*, 254-255, 202-6. doi: 10.1016/j.mce.2006.04.008.
- Flores-Mir, C., Nebbe, B. & Major, P.W. (2004). Use of Skeletal Maturation Based on Hand-Wrist Radiographic Analysis as a Predictor of Facial Growth: A Systematic Review. *The Angle Orthodontist*, 74, (1), 118-124.
- Fragoso, I., Vieira, F., Canto e Castro, L., Oliveira Júnior, A., Capela, C., Oliveira, N., & Barroso, A. (2004). Maturation and strength of adolescent soccer players. In M. Coelho e Silva, & R.M. Malina (Eds). *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra. Imprensa da Universidade.
- Frucht, S., Schnegelsberg, C., Schulte-Monting, J., Rose, E., & Jonas, I. (2000). Dental age in southwest Germany. A radiographic study. *J Orofac Orthop.*; 61(5):318-29.
- Georgopoulos, N.A., Markou, K.B., Theodoropoulou, A., Vagenakis, G.A., Benardot, D., Leglise, M., Dimopoulos, J.C., & Vagenakis, A.G. (2001). Height velocity and skeletal maturation in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.*, 86(11):5159-64.
- Gilli, G. (1996). The Assessment of Skeletal Maturation. *Horm Res.*, 45 (Suppl 2), 49-52.
- Green, L.J. (1961). The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthodontist.*, 31, 189-193.
- Greulich, W., & Pyle, S. (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford. Stanford University Press.
- Guyton, A., & Hall, J. (2006). Introduction to Endocrinology. In *Text Book of Medical Physiology* (11 th., pp. 905-917). Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Saunders.
- Gyulavári, O. (1966). Dental and skeletal development of children with low birth weight. *Acta Paediatr Acad Sci Hung.*, 7(3), 301-310.
- Harriss, D.J., & Atkinson, G. (2009). International Journal of Sports Medicine - ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal Sports Medicine*, 30(10), 701-702.
- Hauspie, R.C. (2002). Adolescence: Somatic Growth and Sex Differences. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 45-64). California: Academic Press.

- Herman-Giddens, M.E., Kaplowitz, P.B., & Wasserman, R. (2004). Navigating the Recent Articles on Girls' Puberty in Pediatrics: What Do We Know and Where do we Go from Here; *Pediatrics*;113;911-917
- Herschaff, E., Alder, M., Ord, D., Rawson, R. & Smith, E. (2007). Manual of Forensic Odontology. Fourth ed.
- Himes, J.H. (2006). Long-term longitudinal studies and implications for the development of an international growth reference for children and adolescents. *Food and Nutrition Bulletin*, 27, 4 (supplement). S199-S212.
- Himes, J.H. (2009). Challenges of Accurately Measuring and Using BMI and Other Indicators of Obesity in Children; *Pediatrics*;124;S3-S22
- Hindmarsh, P. (2002). Endocrinology of Growth. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 85-101). California: Academic Press.
- Hintz, R.L. (2001). Management of disorders of size. In C. Brook & P Hindmarsh, *Clinical Pediatric Endocrinology* (124-139). Blackwell Science.
- Horta. L (2003). Factores de predição de rendimento desportivo dos atletas juvenis de futebol. *Dissertação de Doutoramento*. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.
- Johnson. A., Doherty, P.J., & Freemont, A. (2009). Investigation of growth, development, and factors associated with injury in elite schoolboy footballers: prospective study. *British Medical Journal*, 338:b490.
- Jones, M.A., Hitchen, P.J., & 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*, 27 (1): 57-65.
- Júlio, P. (2011). Estimativa da idade em indivíduos vivos não-adultos : aplicação do método de demirjian a uma população portuguesa. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Medicina – Universidade do Porto.
- Karlberg, P. & Taranger, J. (1976). The somatic development of children in a swedish urban community. *Acta Paediatrica Scandinavica*. Supplement [1976(258):1-148]
- Khamis, H., & Guo, S. (1993). Improvement in the Roche-Wainer-Thissen Stature Prediction. *American Journal of Human Biology*, 5, 669-679.
- Khamis, H., & Roche, A. (1994). Predicting Adult Stature Without Using Skeletal Age: The Khamis-Roche Method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.
- Khamis, H.J., & Roche, A.F. (1995). Growth outcome of "normal" short children who are retarded. *J Pediatr Endocrinol Metab.*, 8 (2): 85-96.
- Koshy, S., & Tandon, S. (1998). Dental age assessment: The applicability of Demirjian's method in South Indian children. *Forensic Science International*;94:73-85.
- Lacey, K.A., Parkin, J.M., & Steel, G.H. (1973). Relationship between bone age and dental development. *Lancet*, 29:736-7.

- Lenthe, F., Kemper, H., & Mechelen, W. (1998). Skeletal maturation in adolescence: a comparison between the Tanner-Whitehouse II and the Fels method. *Eur J Pediatr*, 157: 798-801.
- Leurs, I.H., Wattel, E., Aartman, I.H., Ety, E., & Prah-Andersen, B. (2005). Dental age in Dutch children. *Eur J Orthod*, 27(3):309-14.
- Lewis, A.B. (1991). Comparisons between dental and skeletal ages. *Angle Orthod*, 61:87–91.
- Liversidge, H. (2010). Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Science International*. Volume 201, Issues 1-3, 10 September 2010, Pages 95-101.
- Liversidge, H.M. (2003). Variation in modern human dental development. In: Thompson JL, Krovitz G.E., Nelson A.J., editors. *Patterns of Growth and Development in the Genus Homo*:Cambridge University Press;
- Liversidge, H.M., & Speechly, T. (2001). Growth of permanent mandibular teeth of British children aged 4 to 9 years. *Annals of Human Biology*.;28(3):256-62.
- Liversidge, H.M., Chaillet, N., Mörnstad, H., Nyström, M., Rowlings, K., Taylor, J., et al. (2006). Timing of Demirjian's tooth formation stages. *Annals of Human Biology*, 33(4):454-70.
- Liversidge, H.M., Herdeg, B., & Rösing, F.W. (1998). Dental Age Estimation of Non-Adults. A Review of the Methods and Principles. In: Alt WK, Rösing FW, Teschler-Nicola M, editors. *Dental Anthropology Fundamentals, Limits and Prospects*. Wien: Springer, 419-42.
- Liversidge, H.M., Speechly, T., & Hector, M.P. (1999). Dental maturation in British children: are Demirjian's standards applicable? *Int J Paediatr Dent*. Dec;9(4):263-9.
- Lohman, T., Roche, A., & Martorell, R. (1998). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Illinois, Human Kinetics.
- Lunt, R.C. & Law, D.B. (1974). A review of the chronology of eruption of deciduous teeth. *Journal of the American Dental Association* (1939) [1974, 89(4):872-9].
- Maber, M., Liversidge, H.M., & Hector, M.P. (2006). Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.*;159 Suppl 1:S68-73.
- MacLaughlin, D., Teixeira, J., & Donahoe, P. (2001). Perspective: reproductive tract development - new discoveries and future directions. *Endocrinology*, 142, 2167-72.
- Malina, R.M. (1988). Biological maturity status of young athletes. In RM Malina (Ed). *Young Athletes – Biological, Psychological, and Educational Perspectives*. Champaign. Illinois: Human Kinetics.
- Malina, R.M. (1989). Growth and maturation: Normal variation and effect of training. In C.V. Gisolfi, & D.R. Lamb (Eds). *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Volume 2: Youth, Exercise, and Sport*: Cooper Publishing Group.
- Malina, R.M. (1994a). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sports Sciences Review*, 22: 389-433.

- Malina, R.M. (1994b). Children in elite sport: Auxological considerations. *Humanbiologia Budapestinensis*, 25, 441-451.
- Malina, R.M. (2000). Growth, maturation and performance. In W. Kirkendall & T. Garret, *Exercise and sport science* (pp. 425-445). Philadelphia.
- Malina, R.M. (2002a). 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.M. (2002b). The young athlete: Biological growth, maturation in a biocultural context. In F. Smoll, & R. Smith (Eds). *Children and Youth in Sport: a Biopsychosocial Perspective*. 2nd Ed. Dubuque, Iwo: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Malina, R.M. (2003). Growth and Maturity Status of Young Soccer Players. In T Reilly, AM Williams (Eds). *Science and Soccer*. 2nd Edition. London: Routledge.
- Malina, R.M. (2004). Growth and Maturation: Basic principles and effects of training. In M. Coelho E Silva & R. Malina, *Children and Youth Sports in Organized Sports* (pp. 137-161). Coimbra: Publicações Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Malina, R.M. (2005). Estimating Passport Age from Bone Age: Fallacy. *The FA Coaches Association Journal*, Autumn/Winter, 23-27.
- Malina, R.M. (2011). Skeletal Age and Age Verification in YouthSport. *Sports Medicine*, 41 (11): 925-947.
- Malina, R.M., & Bar-Or, O. (2003). Biological Maturation. In *Growth, Maturation, and Physical Activity* (2 ed., pp. 229-301). Human Kinetics.
- Malina, R.M., & 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.M., & Beunen, G. (2002). Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). Third edition. *American Journal of Human Biology*, 14(6), 788-789. Retrieved from http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=X16CbC29pf9jeMn9G88&page=9&doc=85&colname=WOS.
- Malina, R.M., & Beunen, G. (2008). Growth and Maturation: Methods of Monitoring. In H. Hebestreit & O. Bar-Or (Eds). *The Young Athlete: Encyclopaedia of Sports Medicine*. Blackwell Publishing. 430-442
- Malina, R.M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd.). Champaign, Ill, USA: Human Kinetics.
- Malina, R.M., 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.M., Coelho e Silva, M., Figueiredo, A., Carling, C., & Beunen, G. (2012). Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(0): 1–13.
- Malina, R.M., Cumming, S., Morano, P., Barron, M., & Miller, S. (2005). Maturity Status of Youth Football Players: A Noninvasive Estimate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 1044-1052.
- Malina, R.M., Dompier, T.P., Powell, J.W., Barron, M.J., Moore, M.T. (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.M., Peña Reyes, M.E., Eisenmann, J.C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players 11–16 years. *J Sports Sci*, 18:685–693.
- Malina, R.M., Woynarowska, B., & Bielicki, T. (1997). Prospective and retrospective longitudinal studies of the growth, maturation, and fitness of Polish youth active in sport. *International Journal of Sports Medicine*, 18. Retrieved from http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=X16CbC29pf9jeMn9G88&page=18&doc=174&colname=WOS.
- Malina, R.M. (1986). Readiness for competitive youth sport. In MR Weiss, O Gould (Eds). *Sport for Children and Youths*. Champaign. Illinois: Human Kinetics.
- Marshall, W. A. (1974). Interrelationships of skeletal maturation sexual development and somatic growth in man. *Annals of Human Biology*, 1, 29-40.
- Marshall, W., & Tanner, J. (1969). Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child*, 44, 291–303.
- Marshall, W., & Tanner, J. (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*, 45, 13–23.
- 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.
- Mirwald R.L. (1978). The Saskatchewan Growth and Development Study. In: Ostry M, Beunen GP, Simons J, eds. *Kinoanthropometry II*. Baltimore, Md, USA: University Park Press. 278–305.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An Assesment of Maturity from antropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694.
- Moorrees, C.F., Fanning, E.A., & Hunt, E.E. (1963). Formation and Resorption of Three Deciduous Teeth in Children. *American Journal of Physical Anthropology*.;19:99-108.
- 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.

- Mornstad, H. (2001). A comparison between dental maturity rate in the Swedish and Korean populations using a modified Demirjian method. *Journal of Forensic Odontostomatology*;19(2):31-5.
- Mörnstad, H., Reventlid, M., & Teivens, A. (1995). The validity of four methods for age determination by teeth in Swedish children: a multicentre study. *Swedish Dental Journal*;19:121-30.
- Mota, J. (2007). Modelação do rendimento desportivo em basquetebolistas dos 12 aos 15 anos. Estudo do contributo da idade cronológica, maturação sexual e tamanho corporal nos desempenhos de força e nas habilidades motoras específicas. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra.
- 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.
- Naughton, G., Farpour-Lambert, N., Carlson, J., Bradney, M., & Van Praagh, E. (2000). Physiological Issues Surrounding the Performance of Adolescent Athletes. *Sports Med*. Nov; 30 (5): 309-325.
- Nicholson, A.B., & Hanley, C. (1953). Indices of physiological maturity, derivation and interrelationships. *Child Develop.*, 24, 3.
- Parks, J. (2002) Endocrine Disorders of Growth. In N. Cameron, *Human Growth and Development* (pp. 213-236). London: Academic Press.
- Pelsmaekers, B., Loos, R., Carels, C., Derom, C., & Vlietinck, R. (1997). The genetic contribution to dental maturation. *Journal of Dental Research*, 76(7):1337-40.
- Peña Reyes, M.E., & Malina, R.M. (2004). Growth and maturity profile of youth swimmers in Mexico. In: MJ Coelho e Silva, RM Malina (eds), *Children and Youth in Organized Sports*. Coimbra, Portugal. Imprensa da Universidade de Coimbra, 222-230.
- Peña Reyes, M.E., 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.
- Peña Reyes, M.E., Cardenas-Barahona, E., & Malina, R.M. (1994). Growth, physique, and skeletal maturation of soccer players 7–17 years of age. *Humanbiologia Budapestinensis*, 25:453–458.
- Pena-Reyes, M., & Malina, R. (2001). Tanner-Withhouse Skeltl ages Children 7-13 years in Oaxaca Mexico. In P. Dasgupta & R. Hauspie, *Perspectives in human growth, development and maturation* (pp. 55-65). DORDRECHT/BOSTON/LONDON: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.
- 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*, 24 (3): 221-230.
- Prader, A., Largo, R.H., Molinari, L., & Issler, C.. (1989). Physical growth of Swiss children from birth to 20 years of age. First Zurich longitudinal study of growth and development. *Helv Paediatr Acta Suppl*; 52:1–125.

- Prahl-Andersen, B., Kowalski, C.J., & Heyendaal, P. (1979). *A Mixed-Longitudinal Study of Growth and Development*, New York: Academic Press.
- Radiological Society of North America (2009). Safety: Radiation exposure in x-ray examinations. Available at: www.radiologyinfo.org (acedido em dezembro 2009).
- Rama, L.M., 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.
- Reynolds, E.L., & Wines, J.V. (1948). Individual Differences in Physical Changes Associated with Adolescence in Girls. *American Journal of Diseases of Children*, 75: 329-350.
- Ribeiro, J., Santos, P., Duarte, J., & Mota, J. (2006). Association between overweight and early sexual maturation in Portuguese boys and girls. *Annals of Human Biology*, 33(1): 55–63.
- 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. (1986). Bone growth and maturation. In F. Falkner & J. Tanner, *Human growth* (Human grow., p. 25–60). New York: Plenum.
- Roche, A., & Sun, S. (2003). *Human Growth – Assessment and Interpretation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roche, A., Wainer, H., & Thissen, D. (1975). The RTW Method for the Prediction of Adult Stature. *Pediatrics*, 56 (1), 1026-1033.
- Roche, A.F. (1983). Non-invasive measurements of physical maturity. *Research Quarterly of Exercise and Sport*, 54: 364-371.
- Roche, A.F. (1992). *Growth, maturation, and body composition: the Fels longitudinal study 1929–1991*: London: Cambridge University Press.
- Roche, A.F., Tyleshevski, F. & Rogers, E., (1983). Non-invasive measurements of physical maturity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54: 364-371.
- Roche. A., Chumlea, W., & Thissen, D. (1988). *Assessing the skeletal maturity of the hand wrist - FELS method*. Springfield, Illinois. C C Thomas.
- Rodrigues, A., Coelho e Silva, M.J., Mota, J., Cumming, S.P., Sherar, L.B., Neville, H., & Malina, R.M. (2010). Confounding Effect of Biologic Maturation on Sex differences in Physical Activity and Sedentary Behavior in Adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 22, 442-453.
- Roemmich, J., Blizzard, R., Peddada, S., Malina, R., Roche, A., Tanner, J., et al. (1997). Longitudinal assessment of hormonal and physical alterations during normal puberty in boys. IV: Prediction of adult height by the Bailey-Pinneau, Roche-Wainer-Thissen, and Tanner-Whitehouse methods compared. *Am J Hum Biol*, 9, 371-80.
- Rogol, A., Roemmich, J., & Clark, O. (2002). Growth at Puberty. *Journal of Adolescent Health*, 31:192–200.

- Saenger, P.H. (2001). Physiology of sexual determination and differentiation. In C. Brook & P Hindmarsh, *Clinical Pediatric Endocrinology* (60-76). Blackwell Science.
- Schmeling, A., Geserick, G., Reisinger, W., & Olze, A. (2007). Age estimation. *Forensic Science International*. Volume 165, Issues 2-3, 17 January 2007, Pages 178-181.
- Schmeling, A., Olze, A., Reisinger, W., & Geserick, G. (2001). Age estimation of living people undergoing criminal proceedings. *The Lancet*, 358(9276), 89-90. doi:10.1016/S0140-6736(01)05379-X.
- Sempe, M., Pechon, G., & Pernot, M.P.R. (1979). *Auxologie: Méthode et Séquences*. Paris: Ed. Laboratoire Theraplix.
- Serinelli, S., Panetta, V., Pasqualetti, P., & Marchetti, D. (2011). Accuracy of three age determination X-ray methods on the left hand-wrist: a systematic review and meta-analysis. *Legal medicine*, 13(3), 120-33. Elsevier Ireland Ltd. doi:10.1016/j.legalmed.2011.01.004
- Sherar, L.B., Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of Adult Height Using Maturity-Based Cumulative Height Velocity Curves. *The Journal of Pediatrics*, 147: 508-514.
- Simmons, K. (1944). The Brush Foundation Study of Child Growth and Development: II. Physical Growth and Development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. Vol. 9, No. 1, pp. i-iii+v-xv+xvii+1-87.
- Simmons, K., & Greulich, W. W. (1943). Menarcheal age and the height, weight, and skeletal age of girls age 7 to 17 years. *J. Pediat.*, 22, 518-548.
- Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, C.A., Stillman, R.J., Van Loan, M.D. & Bembien, D.A. (1988). Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Human Biology*. 60 (5): 709-723.
- Smith, B. (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. *Advances in dental anthropology*. Retrieved from <http://scholar.google.pt/scholar?q=DENTAL+AGE&hl=pt-PT&lr=#2>.
- Sobral, F. (1984). *Morfologia e prestação desportiva na adolescência*. Lisboa: ISEF- Centro de documentação e informação.
- Staaf, V., Mörnstad, H., & Welander, U. (1991). Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity. *Scandinavian Journal of Dental Research*; 99:281-6.
- Stewart, R., Hoston, A., & Eteson, D. (1982). *Pediatric Dentistry*. St.Louis: Mosby.
- Stolz, H.R., & Stolz, L.M. (1951). *Somatic development of adolescent boys: a study of the growth of boys during the second decade of life*. New York: Macmillan.
- Sun, S.S., Schubert, C.M., Chumlea, W.C., Roche, A.F., Kulin, H.E., Lee, P.A., Himes, J.H., & Ryan, A.S. (2002). National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. *Pediatrics*, 110, 911-919.
- Tanner, J. (1962). *Growth at Adolescence*. Oxford. Blackwell Scientific.

- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., & Healy, M.J.R. (1962). A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2600 Healthy British Children. International Children's Centre. Paris.
- Tanner, J., Healy, M.J.R., Goldstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)*. 3rd Edition. London: Saunders.
- Tanner, J., Oshman, D., Lindgren, G., Grunbaum, J., Elsouk, I. R., Labarthe, D., et al. (1994). Reliability and validity of computer- assisted estimates of Tanner-Whitehouse skeletal maturity (CASAS): comparison with the manual method. *Horm Res*, 42, 288-94.
- Tanner, J., Whitehouse, R., Marshall, W., Healy, M., & Goldstein, H. (1975). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. New York: Academic Press.
- Tanner, J., Whitehouse, R.H. (1976). Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity and stages of puberty. *Archives of Disease in Childhood*. Vol. 51: 170-179.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Cameron, N., Marshall, W.A., Healy, M.J.R., & Goldstein, H. (1983). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. London: Academic Press Limited.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Marubini, E., & Resele, L.F. (1976). The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Annals of Human Biology*, Vol. 3, No. 2, Pages 109-126 (doi:10.1080/0301446760001231).
- Taranger, J., Engstrom, Lichenstein, H., & Svennberg-Redegren, I. (1976). Dental Development from Birth to 16 Years. *Acta Paediatrica*. pages 83–97.
- Todd, T.W. (1937). *Atlas of skeletal maturation. Part I. The hand*. St Louis. Mosby.
- Vallejo-Bolanõs, E., & España-Lopez, A.J. (1997). The relationship between dental age, bone age and chronological age in 54 children with short familial stature. *Int J Paediatr Dent*, 7: 15-17.
- Van Erum, R. (1998). Short stature of prenatal origin: craniofacial growth and dental maturation. *Eur J Orthod*, 20 ,(4), 417-25.
- Van Lenthe., F.J.; Van Mechelen, W., Kemper, H.C., & Post, G.B. (1998). Behavioral variables and development of a central pattern of body fat from adolescence into adulthood in normal-weight whites: the Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Clin Nutr*. 67(5): 846-852.
- 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.
- Vaz, V. (2011). Especialização desportiva em jovens hoquistas masculinos. Estudo do jovem atleta, do processo de selecção e da estrutura do rendimento. *Tese de Doutoramento*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra.

- Veldhuis, J., Roemmich, J., & Rogol, A. (2000). Gender and sexual maturation-dependent contrasts in the neuroregulation of growth hormone secretion in prepubertal and late adolescent males and females--a general clinical research center-based study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 85 (7), 2385-94. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10902783>.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e Crescimento* (2ª., pp. 196-198). Lisboa: FMH.
- Wainer, H., & Thissen, D. (1976). Two Programs for Predicting Adult Stature for Individuals. *Pediatrics*, 58 (3), 368-369.
- Waliszko, A., & Jedlinska, W. (1976). Wroclaw Growth Study: Part II: Males. *Stud Phys Anthropol*;3:27-48.
- Warne, G., Dabadgao, P., & Boneh, A. (2001). Endocrinology of the newborn. In C. Brook & P Hindmarsh, *Clinical Pediatric Endocrinology* (77-94).Blackwell Science.
- Welon, Z., & Bielicki, T. (1979). The timing of adolescent growth spurts of 8 body dimensions in boys e girls of the Wroclaw Growth Study. *Studies in Physical Antropology*, 5, 75-79.
- Wenzel, A., Kragstrup, J., & Richards, A. (1984). Radiologic Assessment of Bone Maturity and Cortical Thickness in Experimental Osteo-fluorosis in the Young Pig, *Arch Oral Biol*, 29:745-749.
- Willems, G., Van Olmen, A., Spiessens, B., & Carels, C. (2001). Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *Journal of Forensic Sciences*;46(4):893-5.
- Zachmann, M., Prader, A., Kind, H., Hafliger, H., & Budliger, H. (1974). Testicular volume during adolescence. Cross-sectional and longitudinal studies. *Helv Paediatr Acta*, 29, 61-72.
- Zhang, J., Peddada, S.D., Malina, R.M., & Rogol, A.D. (2000). Longitudinal assessment of hormonal and physical alterations during normal puberty in boys. VI. Modeling of growth velocity, mean growth hormone (GH mean), and serum testosterone (T) concentrations. *Am J Hum Biol*; 12:814-24.

ANEXOS

ANEXO 1

Carta de Apresentação aos clubes

Carta de Apresentação

No âmbito do curso de Doutoramento em Ciências do Desporto o abaixo-assinado e os seus orientadores iniciaram uma pesquisa dedicada ao estudo auxológico do jovem atleta. Pretende-se uma abordagem multimétodo do estado de crescimento e maturação biológica em atletas peri-pubertários de diferentes modalidades.

A pesquisa surge na sequência das provas de mestrado dedicadas ao mesmo tema, tendo envolvido jovens dos seguintes clubes: Portinado, Clube de Natação de Lagoa, Pré Selecção de Coimbra de Natação. A presente prevê a avaliação da estatura, altura sentada, massa corporal e ainda exames de imagem à dentição e à região da mão e pulso esquerdo. Estes procedimentos são socialmente e eticamente aceites, tendo o projecto sido aprovado pela Comissão Científica da Universidade de Coimbra. Todos os procedimentos de avaliação serão realizados pelo investigador abaixo-assinado, sendo garantido o carácter voluntário da participação (os avaliados podem desistir a qualquer momento), a permissão de participação aos encarregados de educação, bem como o anonimato dos sujeitos e a não transmissão dos dados a uma terceira entidade.

Face ao exposto venho solicitar consentimento para iniciar o plano de execução operacional da investigação.

Universidade de Coimbra, 29 de Novembro de 2010

Luís Pedro Ribeiro (lpribeiro@ualg.pt)

O Clube de Natação Portinado permite que o investigador desenvolva o seu plano de trabalho.

Data __/__/__

Assinatura _____

ANEXO 2

Termo de Consentimento e Participação Voluntária

Carta de Apresentação

No âmbito do curso de Doutoramento em Ciências do Desporto o abaixo-assinado e os seus orientadores iniciaram uma pesquisa dedicada ao estudo auxológico do jovem atleta. Pretende-se uma abordagem multimétodo do estado de crescimento e maturação biológica em atletas peri-pubertários de diferentes modalidades.

A pesquisa surge na sequência das provas de mestrado dedicadas ao mesmo tema, tendo envolvido jovens dos seguintes clubes: Portinado, Clube de Natação de Lagoa, Pré Selecção de Coimbra de Natação. A presente prevê a avaliação da estatura, altura sentada, massa corporal e ainda exames de imagem à dentição e à região da mão e pulso esquerdo. Estes procedimentos são socialmente e eticamente aceites, tendo o projecto sido aprovado pela Comissão Científica da Universidade de Coimbra. Todos os procedimentos de avaliação serão realizados pelo investigador abaixo-assinado, sendo garantido o carácter voluntário da participação (os avaliados podem desistir a qualquer momento), a permissão de participação aos encarregados de educação, bem como o anonimato dos sujeitos e a não transmissão dos dados a uma terceira entidade.

Face ao exposto venho solicitar consentimento para iniciar o plano de execução operacional da investigação.

Universidade de Coimbra, 20 de Fevereiro de 2011



Luís Pedro Ribeiro (lpribeiro@ualg.pt)

O Encarregado de Educação do Jovem atleta _____
_____(nome) nascido em __/__/__ autoriza a participar no estudo
que nos foi apresentado e aceita prestar as seguintes informações:

- a) Estatura do pai _____ cm (conforme bilhete de identidade);
- b) Estatura da mãe _____ cm (conforme bilhete de identidade);

Data __/__/__

Assinatura _____

ANEXO 3

(Antropometria)

ANTROPOMETRIA

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.

Estatura

Com a mesma roupa permitida para a medição da massa corporal, o observado será encostado ao estadiómetro, sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfurt*. Por fim, seguindo as recomendações de Gordon *et al.* (1988), 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.

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/mm². 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 acromioclavicular e olecraneano. Recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper* tal como para todas as outras pregas.

Bicipital

A prega de gordura foi medida no mesmo nível da circunferência braquial, assumindo uma orientação vertical na face anterior do braço direito.

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.

Crural anterior

A prega da coxa foi medida na linha média da face anterior da coxa ao nível da medição da circunferência crural máxima.

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.

Geminal lateral

Prega vertical medida com a articulação do joelho flectida em ângulo recto. A dobra de gordura subcutânea é destacada na face externa ou lateral, aproximadamente ao mesmo nível do plano horizontal onde foi medida a circunferência geminal

Geminal medial

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

ANEXO 4

Método *FELS*

Tabela A4.1. Sumário de indicadores do rádio e cúbito (metodologia FELS).

Osso	Indicador	Descrição	Escala	Idade	
				Masculinos	Femininos
Rádio	R-1	Ossificação da epífise e forma	1-3	<04.50	<03.50
	R-2	Rácio epífise - metáfise	cm/cm	00.50-12.50	00.50-12.50
	R-3	Placa da epífise	1-2	00.50-06.50	00.75-04.50
	R-4	Linha radiopaca na ou no interior da margem distal da epífise	1-2	00.50-08.00	00.75-6.0
	R-5	Processo estilóide da epífise	1-2	02.00-11.50	02.00-10.50
	R-6	"Capping" e fusão do terço medial da conjugação epífise-diáfise	1-4	10.00-22.00	08.50-22.00
	R-7	"Capping" e fusão do terço lateral da conjugação epífise-diáfise	1-4	11.00-22.00	09.00-22.00
	R-8	Fusão do terço central da conjugação epífise-diáfise	1-3	13.50-20.00	12.00-20.00
Cúbito	U-1	Ossificação da epífise e forma	1-3	02.50-14.50	01.50-12.00
	U-2	Rácio epífise - metáfise	cm/cm	07.00-13.50	05.50-12.00
	U-3	Fusão da conjugação epífise-diáfise	1-2	15.50-22.00	13.50-20.00

Tabela A4.2. Sumário de indicadores do carpo (metodologia FELS).

Osso	Indicador	Descrição	Escala	Idade	
				Masculinos	Femininos
Osso grande	C-1	Ossificação	1-2	<02.00	<01.00
	C-2	Forma	1-2	<03.50	<03.00
	C-3	Forma da margem pedial	1-3	<13.00	<10.00
	C-4	Projeção sobre o metacarpo IV	1-2	08.00-22.00	06.00-22.00
Unciforme	H-1	Ossificação e forma	1-3	<03.50	<03.00
	H-2	Concavidade margem medial	1-2	02.50-10.00	01.50-07.50
	H-3	Projeção sobre o metacarpo V	1-2	04.00-13.50	03.00-10.50
	H-4	Ossificação do gancho	1-2	09.50-15.5	07.50-17.50
Piramidal	R-1	Ossificação e forma	1-3	<08.00	<07.00
	R-2	Forma da margem lateral	1-3	02.50-13.50	02.00-14.50
	R-3	Projeção entre as margens lateral e proximal	1-2	03.00-13.50	02.00-12.00
	R-4	Linha radiopaca ou zona na margem interna lateral	1-2	06.50-16.00	02.50-12.50
Pisiforme	P-1	Ossificação	1-2	06.50-14.50	05.00-10.50
Semilunar	L-1	Ossificação e forma	1-5	<14.00	0.25-11.50
	L-2	Ângulo entre margens lateral e proximal	1-2	04.50-15.50	03.50-17.50
Escafoide	S-1	Ossificação e forma	1-4	02.50-12.50	02.00-08.50
	S-2	Forma da margem medial	1-4	05.00-12.50	02.50-10.50
	S-3	Tubérculo porção distal da margem lateral	1-2	07.00-15.50	05.50-15.00
Trapézio	TPM-1	Ossificação e forma	1-5	01.00-14.00	01.50-14.00
	TPM-2	Projeção medio-distal	1-3	04.50-15.50	03.50-12.50
	TPM-3	Linha radiopaca ou zona na margem interna distal	1-2	07.00-15.50	05.50-14.00
	TPM-4	Linha radiopaca ou zona na margem proximal interna	1-2	07.00-20.00	06.50-22.00
	TPM-5	Ângulo entre margens distal e lateral	1-2	08.50-17.50	07.00-14.00
Trapezóide	TPD-1	Ossificação	1-2	02.00-10.00	01.00-08.50
	TPD-2	Linha radiopaca ou zona na margem interna medial	1-2	04.50-12.50	03.00-10.50
	TPD-3	Forma da margem medial	1-2	04.50-16.00	02.50-15.50
	TPD-4	Forma da margem proximal	1-2	05.00-13.50	03.00-11.50
	TPD-5	Linha radiopaca ou zona na margem interna distal	1-2	05.50-12.50	04.00-10.00
	TPD-6	Sobreposição com o metacarpo II	1-2	06.50-16.50	04.50-15.00
	TPD-7	Linha radiopaca ou zona na margem interna proximal	1-2	07.50-15.00	05.50-14.00

Tabela A4.3. Sumário de indicadores do metacarpo (metodologia FELS).

Osso	Indicador	Descrição	Escala	Idade	
				Masculinos	Femininos
Adutor Sesamoíde	AS-1	Ossificação	1-2	08.50-16.00	07.50-13.00
Metacarpo I	MET-I-1	Ossificação e forma da epífise	1-3	00.75-07.00	00.50-04.00
	MET-I-2	Rácio larguras epífise metafise	cm/cm	03.50-13.00	01.50-13.00
	MET-I-3	Placa terminal da epífise	1-2	01.50-08.00	01.50-09.50
	MET-I-4	"Indentation" da margem proximal	1-2	03.50-13.50	02.00-10.50
	MET-I-5	Sobreposição com o trapézio	1-2	08.50-22.00	07.00-22.00
	MET-I-6	"Capping" da porção medial	1-2	10.50-16.50	10.00-20.00
	MET-I-7	Fusão epífise-diáfise	1-3	13.00-20.00	10.00-20.00
Metacarpo III	MET-III-1	Ossificação e forma da epífise	1-4	00.50-06.50	00.25-05.50
	MET-III-2	Rácio larguras epífise metafise	cm/cm	03.00-13.50	02.50-13.00
	MET-III-3	Linha radiopaca ou zona no interior da margem lateral da epífise	1-2	05.50-22.00	06.00-15.00
	MET-III-4	Projeção próximo-medial	1-2	04.50-14.50	03.50-12.50
	MET-III-5	Fusão epífise-diáfise	1-3	13.50-22.00	08.50-18.00
Metacarpo V	MET-V-1	Ossificação e forma da epífise	1-2	00.50-04.50	00.50-00.30
	MET-V-2	Rácio larguras epífise metafise	cm/cm	01.50-16.00	01.00-15.00
	MET-V-3	Linha radiopaca ou zona no interior da margem lateral da epífise	1-2	07.50-15.50	05.00-13.00
	MET-V-4	Projeção próximo-medial	1-2	08.00-15.50	06.00-15.00
	MET-V-5	Fusão epífise-diáfise	1-3	10.50-20.00	10.00-20.00
	MET-V-6	"Indentation" da margem medial da epífise	1-2	05.50-14.50	03.00-12.00

Tabela A4.4. Sumário de indicadores das próximo-médio e distal falanges (metodologia FELS).

Osso	Indicador	Descrição	Escala	Idade	
				Masculinos	Femininos
Falange proximal I	PP-I-1	Ossificação da epífise	1-2	01.00-05.50	<03.50
	PP-I-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	02.50-13.00	02.50-11.0
	PP-I-3	A margem proximal da epífise é côncava	1-2	01.50-10.00	01.00-10.00
	PP-I-4	Linha radiopaca ou zona no interior da margem proximal da epífise	1-2	06.50-16.50	04.00-14.00
	PP-I-5	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.50-20.00	10.50-16.00
	PP-I-6	Forma da porção distal	1-2	05.50-15.00	03.50-12.50
	PP-I-7	Projeção médio-distal da epífise	1-2	11.00-16.50	08.00-14.50
Falange proximal III	PP-III-1	Ossificação da epífise	1-2	00.25-03.00	00.25-02.00
	PP-III-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	02.50-11.50	02.00-12.00
	PP-III-3	A margem proximal da epífise é côncava	1-2	00.50-08.00	05.00-07.00
	PP-III-4	Linha radiopaca ou zona no interior da margem proximal da epífise	1-2	06.00-14.00	04.00-14.50
	PP-III-5	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.50-22.00	10.50-16.50
	PP-III-6	Forma da porção distal	1-2	02.50-14.50	00.75-11.50
Falange proximal V	PP-V-1	Ossificação da epífise	1-2	<03.50	00.50-03.00
	PP-V-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	01.50-14.50	00.75-14.00
	PP-V-3	A margem proximal da epífise é côncava	1-2	00.75-09.00	02.50-13.00
	PP-V-4	Linha radiopaca ou zona no interior da margem proximal da epífise	1-2	08.00-16.50	07.00-14.50
	PP-V-5	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-20.00	10.50-17.50
Falange média III	MP-III-1	Ossificação da epífise	1-2	00.50-04.00	<03.00
	MP-III-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	01.50-13.50	00.75-12.00
	MP-III-3	Projeção da epífise	1-2	01.50-10.50	01.50-10.50
	MP-III-4	Forma da porção distal	1-2	07.50-22.00	05.00-15.00
	MP-III-5	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-20.00	10.50-16.50
Falange média V	MP-V-1	Ossificação da epífise	1-2	00.75-07.00	00.25-04.50
	MP-V-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	03.50-14.00	01.00-11.00
	MP-V-3	Projeção da epífise	1-2	02.50-10.00	01.50-08.50
	MP-V-4	Forma da porção distal	1-2	08.50-22.00	08.00-22.00
	MP-V-5	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-22.00	10.50-20.00
Falange distal I	DP-I-1	Ossificação da epífise	1-2	00.50-05.00	00.25-04.00
	DP-I-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	01.00-12.00	01.50-11.00
	DP-I-3	Projeção da epífise	1-3	12.00-18.00	10.50-15.50
	DP-I-4	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-20.00	10.50-17.00
Falange distal III	DP-III-1	Ossificação da epífise	1-2	00.50-05.00	00.25-04.00
	DP-III-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	02.50-10.50	01.50-10.00
	DP-III-3	Projeção da epífise	1-2	02.50-13.00	02.00-11.50
	DP-III-4	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-20.00	10.50-17.00
Falange distal V	DP-V-1	Ossificação da epífise	1-2	01.00-06.00	00.75-04.50
	DP-V-2	Rácio larguras epífise metáfise	cm/cm	02.50-11.00	01.50-10.50
	DP-V-3	Projeção da epífise	1-2	03.50-13.50	03.00-12.00
	DP-V-4	Fusão da epífise e diáfise	1-3	13.00-22.00	10.50-16.50

ANEXO 5

Método TW3

Tabela A5.1. Resumo da pontuação RUS (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nos ossos do antebraço.

Osso	Estádio	Crítérios	Masculinos	Femininos
Rádus	B	1	16	23
	C	1	21	30
	D	3	30	44
	E	1	39	55
	F	2	59	78
	G	3	87	114
	H	1	138	160
	I	1	213	218
	Ulna	B	1	27
C		1	30	33
D		3	32	37
E		1	40	45
F		2	58	74
G		2	107	118
H		1	181	173

Tabela A5.2. Resumo da pontuação o RUS (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nos ossos do metacarpo.

Osso	Estádio	Crítérios	Masculinos	Femininos
MET-I	B	1	6	8
	C	1	9	12
	D	1	14	18
	E	2	21	24
	F	1	26	31
	G	1	36	43
	H	1	49	53
	I	1	67	67
	MET-III	B	1	4
C		1	5	8
D		1	9	12
E		1	12	16
F		1	19	23
G		1	31	37
H		1	43	47
I		1	52	53
MET-V		B	1	4
	C	1	6	9
	D	1	9	12
	E	1	14	17
	F	1	18	23
	G	1	29	35
	H	1	43	48
	I	1	52	52

Tabela A5.3. Resumo da pontuação o RUS (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nas falanges proximais.

Osso	Estádio	Critérios	Masculinos	Femininos
PP-I	B	1	7	9
	C	1	8	11
	D	1	11	14
	E	2	17	20
	F	1	26	31
	G	1	38	44
	H	1	52	56
	I	1	67	67
PP-III	B	1	4	5
	C	1	4	7
	D	1	9	12
	E	1	15	19
	F	1	23	27
	G	1	31	37
	H	1	40	44
	I	1	53	54
PP-V	B	1	4	6
	C	1	5	7
	D	1	9	12
	E	1	15	18
	F	1	21	26
	G	1	30	35
	H	1	39	42
	I	1	51	51

Tabela A5.4. Resumo da pontuação o RUS (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nas falanges médias.

Osso	Estádio	Critérios	Masculinos	Femininos
MP-III	B	1	4	6
	C	1	6	8
	D	1	9	12
	E	1	15	18
	F	1	22	27
	G	1	32	46
	H	1	43	45
	I	1	52	52
MP-V	B	1	6	7
	C	1	7	8
	D	1	9	12
	E	1	15	18
	F	1	23	28
	G	1	32	35
	H	1	42	43
	I	1	49	49

Tabela A5.5. Resumo da pontuação o RUS (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nas falanges distais.

Osso	Estádio	Critérios	Masculinos	Femininos
DP-I	B	1	5	7
	C	1	6	9
	D	1	11	15
	E	2	17	22
	F	1	26	33
	G	1	38	48
	H	1	46	51
	I	1	66	68
	DP-III	B	1	4
C		1	6	8
D		1	7	11
E		2	13	15
F		1	18	22
G		1	28	33
H		1	34	37
I		1	49	49
DP -V		B	1	5
	C	1	6	8
	D	1	9	11
	E	2	13	15
	F	1	18	22
	G	1	27	32
	H	1	34	36
	I	1	48	47

Tabela A.5.6. Resumo da pontuação o CARPAL (metodologia TW3), separadamente para o sexo masculino e sexo feminino, correspondente a cada estágio nos ossos do carpo.

Osso	Estádio	Critérios	Masculinos	Femininos
Osso grande (Capitate)	B	1	100	84
	C	1	106	88
	D	3	106	91
	E	2	113	99
	F	1	133	121
	G	2	160	149
	H	1	214	203
	<hr/>			
Unciforme (Hamate)	B	1	73	72
	C	1	75	74
	D	2	79	78
	E	2	100	102
	F	1	128	131
	G	1	159	161
	H	2	181	183
	I	1	194	194
	<hr/>			
Piramidal (Triquetral)	B	1	10	11
	C	1	13	16
	D	2	28	31
	E	1	57	56
	F	1	84	80
	G	1	102	104
	H	1	124	126
	<hr/>			
Semilunar (Lunate)	B	1	14	16
	C	1	22	24
	D	2	39	40
	E	2	58	59
	F	2	84	84
	G	2	101	106
	H	2	120	122
	<hr/>			
Escafóide (Scaphoid)	B	1	26	24
	C	1	36	35
	D	1	52	51
	E	1	71	71
	F	2	85	88
	G	2	100	104
	H	3	116	118
	<hr/>			
Trapézio (Trapezium)	B	1	23	20
	C	1	31	27
	D	2	46	42
	E	1	66	60
	F	1	83	80
	G	2	95	95
	H	2	108	111
	I	1	117	119
	<hr/>			
Trapezóide (Trapezoid)	B	1	27	21
	C	1	32	30
	D	1	42	43
	E	1	51	53
	F	2	77	77
	G	1	93	97
	H	1	115	118

ANEXO 6

Método de Demirjian

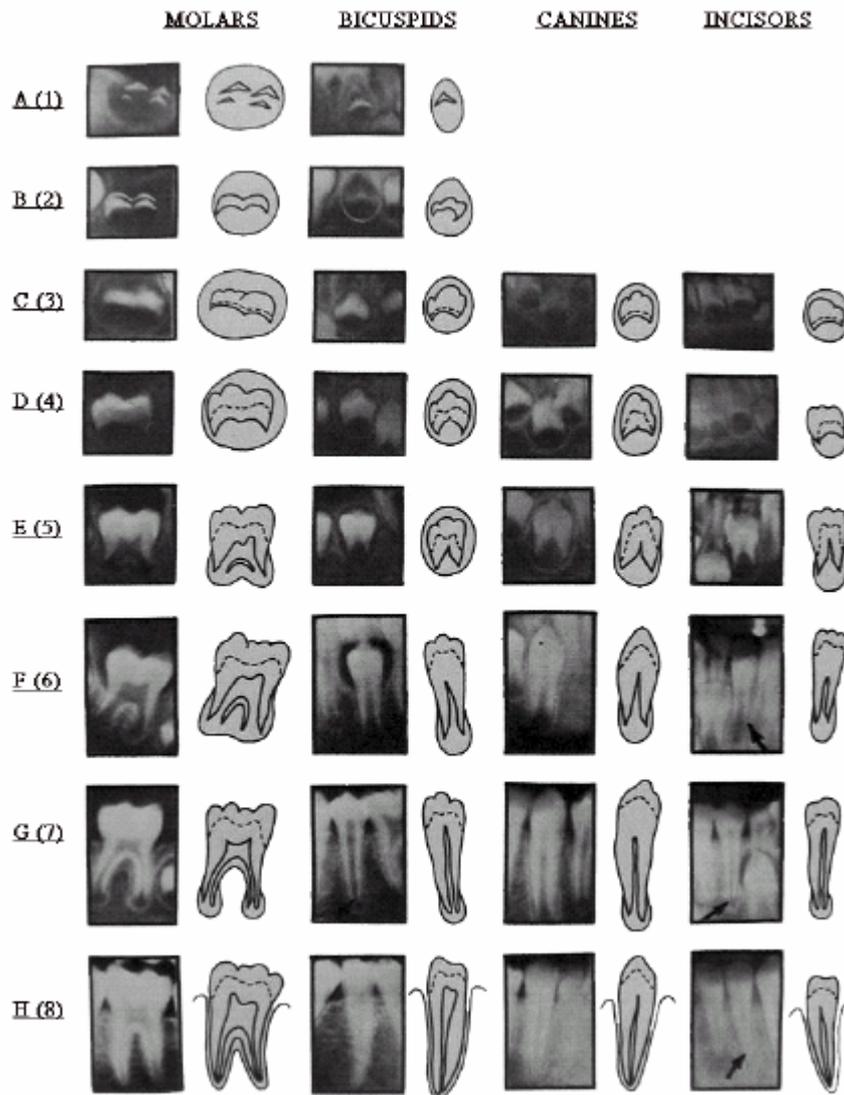


Figura A6.1. Representação radiográfica e ilustração esquemática dos diferentes estádios de desenvolvimento do método de Demirjian (adaptado de Demirjian, 1986).

Tabela A6.1. Sumário dos diferentes estádios dentários segundo os diferentes tipos de dentes definitivos considerados (incisivos, caninos, pré-molares, molares). (adaptado de Demirjian *et al.*1973)

<i>Estádio</i>	<i>Critério</i>	<i>Dente Unirradicular</i>	<i>Dente Multirradicular</i>
A		Início da mineralização na forma de um cone ou cones invertidos, ao nível superior da cripta e separados entre si.	
B		União das cúspides mineralizadas para a formação da superfície oclusal.	
C	a	Verifica-se a formação completa do esmalte na superfície oclusal, com uma extensão e convergência para a região cervical.	
	b	Observa-se uma deposição de dentina incipiente.	
	c	O limite superior da câmara pulpar apresenta a forma de uma curva.	
D	a	A mineralização da coroa está completa até à junção amelocementária O limite superior da câmara pulpar apresenta uma forma curva bem definida, com a face convexa voltada para a região cervical do dente.	O limite superior da câmara pulpar apresenta a forma de um trapézio.
	b	Com o desenvolvimento dos cornos pulpares a imagem radiológica é semelhante a um guarda chuva.	
	c	Início da formação da raiz com a forma de uma espícula	
E	a	As paredes da câmara pulpar formam linhas rectas cuja continuidade é interrompida pela presença do corno pulpar que é maior do que no estágio anterior.	A formação inicial da bifurcação radicular, apresenta-se com uma forma de meia lua ou de um ponto mineralizado.
	b	O comprimento da raiz é menor do que o comprimento da coroa.	O comprimento das raízes é menor do que o comprimento da coroa.
F	a	As paredes da câmara pulpar formam um triângulo isósteles. A zona apical do canal radicular termina com a forma de um funil.	A zona da bifurcação mineralizada, com uma anterior forma de meia-lua, está mais desenvolvida. Especificamente o seu maior comprimento permite a visualização definida e nítida dos limites das raízes que terminam em forma de funil.
	b	O comprimento da raiz é igual ou superior ao comprimento da coroa.	O comprimento das raízes é igual ou superior ao comprimento da coroa.
G		As paredes do canal radicular são paralelas e a extremidade apical está parcialmente aberta.	As paredes dos canais radiculares são paralelas, e as extremidades apicais estão parcialmente abertas.
H	a	A extremidade apical do canal radicular está fechada.	As extremidades apicais dos canais radiculares, incluindo a da raiz distal, estão fechadas.
	b	O ligamento periodontal tem uma espessura uniforme a envolver a raiz e o extremo apical.	O ligamento periodontal tem uma espessura uniforme a envolver todas as raízes e extremos apicais.

Condiderações sobre a aplicação do método Demirjian (1986)

Conforme na tabela os estádios podem ter um, dois ou três critérios, designadamente a,b, e c. Quando o estágio é definido por um critério, este terá que ser inteiramente cumprido para o estágio ser atingido. No caso de ter dois critérios, pelo menos o primeiro dos dois tem que ser cumprido, para atribuição desse estágio. Sempre que estabelecido três critérios, pelo menos os dois primeiros devem ser cumpridos para que o dente possa ser classificado nesse estágio.

Nas situações de fronteira, entre dois estádios, deve ser atribuído ao dente o estágio anterior, e quando ainda não é visível o processo de mineralização atribui-se o estágio 0.

Quando um dos dentes indicadores está ausente recorreremos ao seu homólogo contralateral (ao lado direito).

Tabela A6.2. Resumo da pontuação dentária para todos os indicadores para o sexo masculino.

Dente	0	A	B	C	D	E	F	G	H
37	0	2,1	3,5	5,9	10,1	12,5	13,2	13,6	15,4
36				0	8	9,6	12,3	17	19,3
35	0	1,7	3,1	5,4	9,7	12	12,8	13,2	14,4
34			0	3,4	7	11	12,3	12,7	13,5
33				0	3,5	7,9	10	11	11,9
32				0	3,2	5,2	7,8	11,7	13,7
31					0	1,9	4,1	8,2	11,8

Tabela A6.3. Conversão da pontuação total dos indicadores maturacionais dentários (7 dentes da Hemiarcada Mandibular Esquerda) em Idade Dentária para o sexo masculino.

Score	Idade	Score	Idade	Score	Idade	Score	Idade
83,6	9,0	91,6	10,8	95,0	12,6	97,0	14,4
84,3	9,1	91,8	10,9	95,1	12,7	97,1	14,5
85,0	9,2	92,0	11,0	95,2	12,8	97,2	14,6
85,6	9,3	92,2	11,1	95,4	12,9	97,3	14,7
86,2	9,4	92,5	11,2	95,6	13,0	97,4	14,8
86,7	9,5	92,7	11,3	95,7	13,1	97,5	14,9
87,2	9,6	92,9	11,4	95,8	13,2	97,6	15,0
87,7	9,7	93,1	11,5	95,9	13,3	97,7	15,1
88,2	9,8	93,3	11,6	96,0	13,4	97,8	15,2
88,6	9,9	93,5	11,7	96,1	13,5	97,8	15,3
89,0	10,0	93,7	11,8	96,2	13,6	97,9	15,4
89,3	10,1	93,9	11,9	96,3	13,7	98,0	15,5
89,7	10,2	94,0	12,0	96,4	13,8	98,1	15,6
90,0	10,3	94,2	12,1	96,5	13,9	98,2	15,7
90,3	10,4	94,4	12,2	96,6	14,0	98,2	15,8
90,6	10,5	94,5	12,3	96,7	14,1	98,3	15,9
91,0	10,6	94,6	12,4	96,8	14,2	98,4	16,0
91,3	10,7	94,8	12,5	96,9	14,3		

ANEXO 7

Coeficientes método Khamis-Roche

Tabela A7.1. Coeficientes necessários para a utilização do método Khamis-Roche com o objectivo de determinar a estatura matura predita – sexo masculino.

Idade cronológica	B	C1 (Estatura)	C2 (Massa corporal)	C3 (Estatura média parental)
04.0-04.4	-10.2567	1.23812	-0.087235	0.50286
04.5-04.9	-10.7190	1.15964	-0.074454	0.52887
05.0-05.4	-11.0213	1.10674	-0.064778	0.53919
05.5-05.9	-11.1556	1.07480	-0.057760	0.53691
06.0-06.4	-11.1138	1.05923	-0.052947	0.52513
06.5-06.9	-11.0221	1.05542	-0.049892	0.50692
07.0-07.4	-10.9984	1.05877	-0.048144	0.48538
07.5-07.9	-11.0214	1.06467	-0.047256	0.46361
08.008.4	-11.0696	1.06853	-0.046778	0.44469
08.5-08.9	-11.1220	1.06572	-0.046261	0.43171
09.0-09.4	-11.1571	1.05166	-0.045254	0.42776
09.5-09.9	-11.1405	1.02174	-0.043311	0.43593
10.0-10.4	-11.0380	0.97135	-0.039981	0.45932
10.5-10.9	-10.8286	0.89589	-0.034814	0.50101
11.0-11.4	-10.4917	0.81239	-0.029050	0.54781
11.5-11.9	-10.0065	0.74134	-0.024167	0.58409
12.0-12.4	-9.3522	0.68325	-0.020076	0.60927
12.5-12.0	-8.6055	0.63869	-0.016681	0.62279
13.0-13.4	-7.8632	0.60818	-0.013895	0.62407
13.5-13.9	-7.1348	0.59228	-0.011624	0.61253
14.0-14.4	-6.4299	0.59151	-0.009776	0.58762
14.5-14.9	-5.7578	0.60643	-0.008261	0.54875
15.0-15.4	-5.1282	0.63757	-0.006988	0.49536
15.515.9	-4.5092	0.68548	-0.005863	0.42687
16.016.4	-3.9292	0.75069	-0.004795	0.34271
16.5-16.9	-3.4873	0.83375	-0.003695	0.24231
17.0-17.4	-3.2830	0.93520	-0.002470	0.12510
17.5-17.9	-3.4156	1.05558	-0.001027	-0.00950

ANEXO 8

Coeficientes método Khamis-Guo

Tabela A8.1. Coeficientes necessários para a utilização do método Khamis-Guo com o objectivo de determinar a estatura matura predita – sexo masculino.

TA	Intercept	STAT	WT	MPS	SA
3	-27.234	1.26246	-0.25019	0.53461	-0.65638
3.5	-28.2574	1.23505	-0.30869	0.53982	-0.70428
4	-28.9167	1.21348	-0.34595	0.53855	-0.73831
4.5	-29.2444	1.19675	-0.36458	0.5318	-0.76317
5	-29.2727	1.18387	-0.36721	0.52055	-0.78353
5.5	-29.0343	1.17385	-0.35645	0.50581	-0.80409
6	-28.5616	1.16573	-0.33493	0.48857	-0.82953
6.5	-27.8955	1.15849	-0.30526	0.46982	-0.86454
7	-27.0179	1.15117	-0.27008	0.45056	-0.91381
7.5	-25.8717	1.14277	-0.232	0.43178	-0.98203
8	-24.4	1.13231	-0.19364	0.41449	-1.07388
8.5	-22.5461	1.1188	-0.15762	0.39967	-1.19404
9	-20.2529	1.10126	-0.12657	0.38832	-1.34721
9.5	-17.0286	1.07869	-0.10311	0.38143	-1.53808
10	-12.5118	1.05012	-0.08985	0.38001	-1.77132
10.5	-6.8414	1.01698	-0.08062	0.37987	-2.04178
11	-0.1564	0.98228	-0.06811	0.37618	-2.32959
11.5	7.4041	0.94744	-0.05323	0.36898	-2.61742
12	15.7014	0.91384	-0.03687	0.35828	-2.88793
12.5	24.0267	0.88289	-0.01995	0.34412	-3.12378
13	31.5226	0.85598	-0.00337	0.32651	-3.30763
13.5	37.8261	0.83452	0.01195	0.30549	-3.42213
14	42.5748	0.81989	0.02512	0.28108	-3.44996
14.5	45.4058	0.81349	0.03521	0.25331	-3.37376
15	45.9566	0.81674	0.04133	0.2222	-3.1762
15.5	43.744	0.83101	0.04257	0.18777	-2.83994
16	37.88	0.85772	0.03802	0.15006	-2.34764
16.5	27.3943	0.89825	0.02677	0.10908	-1.68196
17	11.3167	0.95402	0.00791	0.06487	-0.82556
17.5	-11.3232	1.0264	-0.01946	0.01745	0.23891

TA, Idade alvo (*target age*); STAT, estatura; WT, massa corporal; SA, Idade esquelética.

